



**Biblioteka Politechniki Krakowskiej**



**10000231597**

32  
39-



„Podręcznik inżynierski w zakresie inżynierji lądowej i wodnej“. Pod redakcją naczelną prof. dr. inż. Stefana Bryły. Nakładem Księgarni Polskiej Bernarda Połonieckiego we Lwowie. 8<sup>o</sup>. — Tom I: Roboty ziemne. Drogi i ulice. Koleje żelazne. Miernictwo. Budownictwo wodne. Str. 750. Fig. 897. — Tom II: Mosty. Statyka budowli. Str. 716. Fig. 1129. — Tom III: Inżynierja miejska. Budownictwo. Str. 742. Fig. 1013. — Tom IV w druku. — Cena tomu zł 60,—.

Polska literatura techniczna była bardzo uboga. Inżynierowie nasi byli zatem zmuszeni posługiwać się podręcznikami, pisanymi w obcych językach. „Podręcznik inżynierski“, wydawnictwo wprost epokowe, pierwsze tego rodzaju w Polsce, które w trzech czwartych zostało już zrealizowane przez ukazanie się w tych dniach tomu III, a zarazem przedostatniego, wydawnictwo to ma zaradzić tym brakom naszej literatury.

Dzięki współpracy około 50 autorów, najwybitniejszych przeważnie fachowców w danych dziedzinach inżynierji, powstało dzieło, z którego możemy być dumni, a którego pozazdrościć nam może zagranica. Świadczą zresztą o tem głosy fachowej prasy zagranicznej.

Wspaniałe to wydawnictwo, wychodzące pod redakcją naczelną świetnego teoretyka- i praktyka-inżyniera, obejmuje wszystkie działy, leżące w zakresie inżynierji lądowej i wodnej, a nadto szereg dziedzin zbliżonych. Zakres jego jest częściowo większy niż innych analogicznych podręczników w literaturze obcej (Hütte, Foerster): raz dlatego, że starano się go dostosować do postępu nauk technicznych; powtórnie i dlatego, że wiele działów zostało opracowanych w druku po raz pierwszy w języku polskim i trzeba było przeto opracować je nieco szerzej.

INŻ. DIONIZY KRZYCZKOWSKI

ARCHITEKT, PROFESOR PAŃSTW. SZKOŁY PRZEMYSŁOWEJ WE LWOWIE

# BUDOWNICTWO

WYKŁAD POPULARNY ZASAD KONSTRUKCYJ  
BUDOWLANYCH DLA BUDOWNICZYCH, MAJ-  
STRÓW, PRZEDSIĘBIORCÓW BUDOWLANYCH  
I SAMOUKÓW

WYDANIE DRUGIE

ZNACZNIE POWIĘKSZONE I UZUPEŁNIONE — ROK 1932

454 RYCIŃ W TEKŚCIE ORAZ 15 TABLIC

FORMAT: 8°. — STRONIC XII + 512

CENA EGZ. W OPRAWIE PŁÓCIENNEJ ZŁ. 32.—

Pierwsze wydanie powyższej książki rozeszło się w ciągu półtora roku, co w naszych warunkach wydawniczych jest niezwykłym sukcesem. Doczekało się też ono licznych a bardzo pochlebnych recenzyj. Tak szybkie wyczerpanie się I. wydania dało autorowi sposobność do uzupełnienia podręcznika ustępem o ścianach z żelaza, oraz rozdziałami poświęconemi robotom rzemieślniczym i prowadzeniu budowy. W ten sposób stworzyliśmy pierwszy polski wzorowy podręcznik budowlany. Podajemy poniżej tytuły głównych rozdziałów: **Materiały budowlane. — Wykopy ziemne. — Fundamenty. — Ściany. — Otwory w ścianach. — Powłaty (stropy). — Sklepienia. — Dachy. — Schody. — Kanaly i wychodki. — Urządzenia wewnętrzne w budynku. Roboty rzemieślnicze. — O prowadzeniu robót. — Przykłady obliczeń statycznych. — Tablice.**

Do nabycia, także na raty

w Oddziale Wysyłkowym Księgarni Polskiej  
we Lwowie przy ul. Akademickiej 2 a, w Warszawie przy ul. Wilczej 3

PODRECZNIK  
BUDOWLANY

I

ANALIZA CEN





INŻ. WŁADYSŁAW SKWARCZYŃSKI

# PODRĘCZNIK BUDOWLANY

I

## ANALIZA CEN

TRZECIE WYDANIE

NA NOWO OPRACOWAŁ, ZNACZNIE  
POWIĘKSYŁ I NAJNOWSZEMI USTA-  
WAMI ITP. UZUPEŁNIŁ  
INŻ. MARJAN ŻEREBECKI

Z LICZNYMI TABLICAMI  
I 150 RYCINAMI W TEKŚCIE

TOM I  
PODRĘCZNIK BUDOWLANY



LWÓW I WARSZAWA 1928  
NAKŁADEM KSIĘGARNI POLSKIEJ B. POŁONIECKIEGO

1-301243

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Akc. Nr. 235 / 48

I. ~~22~~

3 pu 3-432/2016

Tom pierwszy

# Podręcznik budowlany

Miary i materiały  
Pomoc techniczna i przepisy



## Przedmowa do wydania trzeciego

Księgarnia Polska B. Połonieckiego we Lwowie jako nakładea dzieła inż. W. Skwarezyńskiego „Podręcznik budowlany i analiza cen“ zaszczyliła mnie propozycją dostosowania tego doskonałego dzieła, będącego owocem pracy, wiedzy i doświadczeń całego życia ś. p. W. Skwarezyńskiego, do wymogów dzisiejszych przepisów i ustaw techniczno-budowlanych, jakoteż warunków ogólnych.

Ministerstwo Robót Publicznych pismem z dnia 17. sierpnia r. 1927, L. p. X. 2403, wyraziło życzenie, by dzieło to rozdzielić na: dział techniczny i na analizę cen, każdy z tych dwu działów objęty osobnym tomem.

Stosownie do tych wytycznych w pierwszym tomie, będącym właściwym podręcznikiem budowlanym, zgrupowałem odpowiednie rozdziały, a oprócz pomniejszych wprowadziłem następujące większe uzupełnienia względnie zmiany:

1. Rozdział p. t. „Zasady i daty co do budowy fabrycznych i gospodarczych“ uzupełniłem zasadami budowy garaży i zbiorników.

2. Mechanikę budowlaną uzupełniłem polskimi przepisami, dotyczącymi obliczeń statycznych w budownictwie lądowym wraz z tymczasowymi przepisami, dotyczącymi: cementów, dodatków hydraulicznych i żelaza budowlanego, jakoteż wykonywania prób wytrzymałości betonu.

3. Rozdział p. t. „Wytrzymałość wysokich kominów“ uzupełniłem zasadami obliczania wymiarów tychże, przerabiając obliczenia statyczne wedle obowiązujących dziś przepisów. W tym rozdziale dałem przykład statycznego obliczenia okrągłego komina, 25 m wysokiego, dodając uzupełnione tablice Goebbla i Kecka.

4. Tablice dźwigarów powiększyłem o tablice, odnoszące się do dźwigarów norm pruskich, walcowanych na Górnym Śląsku.

5. Dział statycznego obliczenia dachów znacznie rozszerzyłem, dając parę przykładów.

6. Statyczne obliczenia zeskładów żelbetowych zredukowałem do wiadomości najkonieczniej potrzebnych, odrzucając teoretyczne

dowody, a natomiast dodając tablice i zestawienia, umożliwiające oznaczenie wymiarów z taką dokładnością, że wystarcza tylko jednorazowe sprawdzenie naprężeń. Dział ten uzupełniłem tablicą przekroju żelaza okrągłego i kilkoma przykładami.

7. Rozumiejąc ważność zmechanizowania pracy, dodałem dział traktujący o maszynach budowlanych, uzupełniony siedmioma rycinami.

8. Matematykę skróciłem do najkonieczniejszych rozmiarów, uzupełniając ją podaniem wartości liczb i kątów jakoteż sposobów potęgowania i pierwiastkowania.

W drugim tomie, będącym właściwą Analizą cen, podałem oprócz właściwej analizy, uzupełnionej analizą robót rękodzielniczych, także zasady zestawiania kosztorysów i organizacji robót budowlanych.

Stosownie do życzenia Ministerstwa Robót Publicznych podałem podstawy do ścisłego określenia cen a opuściłem wykaz cen przedwojennych za roboty rękodzielnicze.

Również na życzenie Ministerstwa Robót Publicznych wprowadziłem do Analizy cen procent na opłaty socjalne, zysk i ryzyko i opłatę podatku obrotowego.

Oddając tak zmienione dzieło ogółowi techników, spodziewam się, że niezem nie obniżyłem wartości tego dzieła.

Przy tej sposobności muszę wspomnieć o nakładcy, który nie szepędził ani kosztów, ani trudów, by w tych tak ciężkich dla księgarstwa czasach wydać to dla świata technicznego tak ważne dzieło.

**Inż. Marjan Żerebecki**

# Spis rozdziałów tomu I.

## Część I.

	Strona		Strona
<b>Miary przestrzeni:</b>		e) Wygląd estetyczny . . . . .	69
a) Miara metryczna . . . . .	2	f) Wydobywanie kamieni . . . . .	70
b) Znakowanie miary metrycznej . . . . .	2	g) Stan przysposobienia użyt-	
c) Miary innych systemów . . . . .	3	kowego . . . . .	70
d) System metryczny w porówna-		<b>4. Główne rodzaje ziemi:</b>	
niu z innymi . . . . .	5	a) Piasek . . . . .	71
<b>Pieniądze:</b>		b) Martwica okrzemkowa,	
a) Polskie . . . . .	8	okrzemka . . . . .	71
b) Innych państw . . . . .	9	c) Glina . . . . .	72
<b>Inne miary:</b>		d) Własności gliny . . . . .	73
a) Miara czasu . . . . .	13	e) Ziemia rodzajna . . . . .	75
b) Bezwzględny układ miar . . . . .	14	<b>Kamienie i wyroby sztuczne palone:</b>	
c) Miara przyspieszenia . . . . .	14	<b>1. Wyroby ceglarskie:</b>	
d) Miara masy ciał . . . . .	16	a) Uzyskanie i przysposobie-	
e) Miara gęstości ciał . . . . .	17	nie gliny . . . . .	75
f) Miara sił . . . . .	19	b) Urobienie i suszenie cegły . . . . .	77
g) Miara pracy i energii . . . . .	21	c) Wypalanie cegły . . . . .	77
h) Miara dzielności źródła pracy . . . . .	23	d) Rodzaje cegły . . . . .	84
i) Wymiar dzielności silników ży-		e) Polewa czyli glazura cegły . . . . .	88
wych . . . . .	25	f) Dachówka . . . . .	88
j) Miara ciepłoty . . . . .	27	g) Rury drenowe . . . . .	89
k) Miara ciepła . . . . .	28	<b>2. Ogólne własności wyrobów</b>	
l) Miara mechanicznego równo-		ceglarskich:	
ważnika ciepła . . . . .	30	a) Własności cegły . . . . .	89
ł) Miara światła . . . . .	30	b) Własności dachówki . . . . .	91
m) Miara ciśnienia ciał lotnych . . . . .	32	<b>3. Wyroby garncarskie:</b>	
n) Miara elektryczności . . . . .	33	a) Terrakota . . . . .	91
o) Miara twardości . . . . .	46	b) Wyroby kamionkowe . . . . .	92
<b>Materiały:</b>		c) Płyty mozaikowe . . . . .	92
<b>Kamienie naturalne:</b>		d) Płytki inkrustowane . . . . .	92
1. Pogląd ogólny . . . . .	47	e) Płytki brukowe . . . . .	93
2. Opis skal . . . . .	50	f) Wyroby majolikowe . . . . .	93
3. Ogólne własności kamieni:		<b>Zaprawy . . . . .</b>	<b>93</b>
a) Wytrzymałość . . . . .	65	1. Zaprawa gliniana . . . . .	94
b) Trwałość . . . . .	66	2. Zaprawa szamotowa . . . . .	95
c) Twardość . . . . .	68	3. Zaprawa wapienna . . . . .	95
d) Porowatość . . . . .	69	a) Wypalanie wapna . . . . .	96
		b) Gaszenie wapna . . . . .	99

	Strona		Strona
c) Wykonywanie zaprawy wapiennej . . . . .	102	3. Cement portlandzki żelazny . . . . .	133
d) Wiązanie zaprawy wapiennej . . . . .	104	4. Badanie dobroci środków hydraulicznych . . . . .	133
e) Wydajność zaprawy wapiennej . . . . .	104	<b>8. Beton.</b>	
4. Zaprawa wapienna mieszana . . . . .	105	a) Beton wapienny i beton hydrauliczny . . . . .	134
5. Zaprawa gipsowa:		b) Beton gipsowy . . . . .	135
a) Wypalanie i rodzaje gipsu . . . . .	106	c) Beton cementowy portlandzki . . . . .	135
b) Zaprawa z gipsu stukowego . . . . .	107	d) Żelbet . . . . .	148
c) Wyroby sztukatorskie . . . . .	108	<b>Kamienie sztuczne niepalone:</b>	
d) Wyroby stiukowe . . . . .	109	1. Cegła gliniana, surowka . . . . .	152
e) Odlewy gipsowe . . . . .	111	2. Cegła wapienna . . . . .	153
f) Zaprawa z gipsu murarskiego . . . . .	111	3. Piaskowiec sztuczny i cegła piaskowa . . . . .	153
g) Szczególne rodzaje zaprawy gipsowej . . . . .	112	4. Kamienie żuźlowe . . . . .	154
6. Zaprawy hydrauliczne . . . . .	113	5. Cegła popiołowa i korkowa . . . . .	154
a) Zaprawa z domieszkami naturalnymi . . . . .	114	6. Łupek azbestowy . . . . .	155
1. Zaprawa puzzolanowa . . . . .	114	7. Kamień cementowy . . . . .	155
2. Zaprawa trasowa . . . . .	115	8. Dyle gipsowe . . . . .	157
3. Zaprawa santorynowa . . . . .	115	9. Ksylolit . . . . .	158
b) Zaprawa z domieszkami sztucznymi . . . . .	116	10. Kamień ze szkła wodnego . . . . .	159
1. Zaprawa żuźłowa . . . . .	116	<b>Asfalt . . . . .</b>	159
2. Zaprawa popiołowa . . . . .	116	1. Smoła ziemna . . . . .	160
3. Zaprawa z mączki ceglanej . . . . .	116	2. Kamień asfaltowy . . . . .	160
4. Zaprawa z sztucznej puzzolany . . . . .	116	3. Stop (ciasto) asfaltowe . . . . .	161
e) Zaprawa z wapna hydraulicznego . . . . .	117	4. Gudron czyli maź asfaltowa . . . . .	161
7. Zaprawy cementowe:		5. Asfalt lny . . . . .	162
a) Zaprawa z cementu rzymskiego . . . . .	118	6. Asfalt ubijany . . . . .	163
b) Zaprawa z cementu portlandzkiego . . . . .	120	7. Własności asfaltu . . . . .	163
c) Zaprawa z cementów mieszanych:		8. Asfalt sztuczny . . . . .	164
1. Cement dolomitowy . . . . .	131	9. Naprawki asfaltowe . . . . .	165
2. Cement mediana . . . . .	131	10. Wyroby asfaltowe . . . . .	165
3. Cement magnezjowy . . . . .	131	<b>Metale:</b>	
4. Cement biały . . . . .	132	1. Żelazo:	
d) Zaprawa z cementów puzzolanowych:		a) Ogólne określenie . . . . .	167
1. Cement puzzolanowy . . . . .	132	b) Rodzaje żelaza . . . . .	168
2. Cement żuźłowy . . . . .	132	c) Wyrób surowca . . . . .	171
		d) Odlewanie . . . . .	174
		e) Wyrób żelaza kutego . . . . .	174
		f) Wyrób stali zlewnej, tygłowej . . . . .	179
		g) Wyrób stali cementarskiej . . . . .	180
		h) Własności żelaza . . . . .	180
		i) Próba żelaza kutego i stali . . . . .	183
		j) Wyroby żelazne . . . . .	184
		k) Ochrona żelaza od rdzy . . . . .	189
		l) Ochrona żelaza od ognia . . . . .	191



	Strona
2. Miedź . . . . .	192
3. Cynk . . . . .	194
4. Ołów . . . . .	195
5. Cyna . . . . .	197
6. Glin . . . . .	198
7. Nikiel . . . . .	198
8. Antymon . . . . .	199
9. Wismut . . . . .	199
10. Wolfram . . . . .	200
11. Złoto . . . . .	200
12. Srebro . . . . .	200
13. Platyna . . . . .	201
14. Rtęć . . . . .	201
15. Stopy (aliazje) . . . . .	201
16. Spajanie:	
a) Spawanie . . . . .	204
b) Lutowanie . . . . .	204
c) Rąbkowanie . . . . .	205
d) Nitowanie . . . . .	206
Szkło:	
1. Wyrób szkła . . . . .	206
2. Rodzaje szkła . . . . .	208
3. Postać i jakość szkła . . . . .	209
4. Badanie szkła . . . . .	213
Drewno:	
1. Pogląd ogólny . . . . .	213
2. Wady i choroby drzewa . . . . .	215
3. Najważniejsze drzewa budulcowe, liściaste . . . . .	217
4. Najważniejsze drzewa budulcowe, iglaste . . . . .	220
5. Drzewa wyłącznie stolarskie . . . . .	222
6. Ogólne własności drewna . . . . .	226
7. Warunki i oznaki dobrego drzewa . . . . .	228
8. Ścinanie drzewa . . . . .	229
9. Obróbka drewna . . . . .	230
10. Ochrona drzewa od pęcznienia . . . . .	235
11. Ochrona drzewa od gnicia . . . . .	236
12. Ochrona drzewa od robactwa . . . . .	238
13. Ochrona drzewa od grzyba domowego:	
a) Znamiona i objawy grzyba . . . . .	239
b) Zwalczanie grzyba . . . . .	241
c) Stwierdzenie obecności grzyba . . . . .	242
d) Tępienie grzyba . . . . .	243
14. Ochrona drewna od ognia . . . . .	244

	Strona
Materiały roślinne:	
1. Mech . . . . .	244
2. Trawa . . . . .	245
3. Słoma . . . . .	245
4. Trzcina . . . . .	246
Różne materiały i wytwory:	
1. Maż . . . . .	246
2. Kauczuk . . . . .	247
3. Gutaperka . . . . .	247
4. Azbest . . . . .	247
5. Linoleum . . . . .	248
6. Pilsń żelazna . . . . .	249
Farby i powłoki.	
1. Pogląd ogólny . . . . .	249
2. Barwiki farb wodnych . . . . .	250
3. Farby wodne . . . . .	253
4. Barwiki farb olejnych . . . . .	255
5. Ciecze farb olejnych . . . . .	255
6. Farby olejne . . . . .	257
7. Barwiki i ciecze farb lakowych (żywicznych) . . . . .	258
8. Farby lakowe . . . . .	259
9. Farby lazurkowe . . . . .	259
Powłoki farbne:	
1. Pogląd ogólny . . . . .	260
2. Powłoka czyli malowanie farbą wodną . . . . .	260
3. Powłoka farbą olejną . . . . .	261
4. Powłoka maziowa . . . . .	264
5. Powłoka fluatami Kesslera . . . . .	265
6. Powłoki różne . . . . .	266
7. Utrzymanie powłok z farby olejnej . . . . .	267
Klej:	
1. Klej zwierzęcy:	
a) Pogląd ogólny . . . . .	267
b) Klej skórnny . . . . .	268
c) Klej kostny . . . . .	268
d) Własności i jakość kleju . . . . .	269
2. Klej roślinny . . . . .	271
3. Sklejanie . . . . .	271
Kity:	
a) Kity mineralne . . . . .	272
b) Kity olejne . . . . .	273
c) Kity żywiczne . . . . .	274
d) Kity różne . . . . .	275

	Strona		Strona
Ciała wybuchowe:		e) Wykonanie i zakładanie	
1. Pogląd ogólny . . . . .	276	min . . . . .	285
2. Ciała bezpośrednio wybuchające . . . . .	277	f) Nabijanie min . . . . .	286
3. Ciała pośrednio wybuchające . . . . .	277	7. Zapalanie czyli wysadzanie . . . . .	236
4. Własności ciał wybuchowych . . . . .	279	8. Wyznaczenie wielkości naboju:	
5. Podpalki . . . . .	281	a) Pogląd ogólny . . . . .	287
6. Robota rozsadzania:		b) Wyznaczenie wielkości naboju ześrodkowanego . . . . .	288
a) Pogląd ogólny . . . . .	282	c) Wyznaczenie wielkości naboju wydłużonego . . . . .	291
b) Wykonanie wywiertów . . . . .	282	9. Daty doświadczalne . . . . .	293
c) Zakładanie wywiertów . . . . .	283	10. Rozsadzanie w praktyce . . . . .	294
d) Nabijanie wywiertów . . . . .	284		

## Część II.

	Strona		Strona
Zarząd i akta techniczne budowy:		IV. Zabezpieczenie i wykonanie budowy:	
I. Zawiązek budowy:		1. Licytacja . . . . .	318
1. Właściciel budowy . . . . .	301	2. Ogólne warunki budowy . . . . .	320
2. Kierownictwo budowy . . . . .	301	3. Szczegółowe warunki budowy . . . . .	328
3. Wykonawca czyli przedsiębiorca budowy . . . . .	303	4. Prowadzenie budowy . . . . .	337
4. Kierownik budowy z ramienia przedsiębiorcy . . . . .	303	5. Kolaudacja (odbiór) budowy . . . . .	340
5. Podmajstry . . . . .	304	6. Inwentarz budowy . . . . .	342
6. Pisarz budowlany . . . . .	304	V. Ocena wartości budowli:	
II. Uprawnieni do przemysłu budowlanego:		1. Pogląd ogólny . . . . .	344
1. B. zabór austriacki . . . . .	305	2. Ocena assekuracyjnej wartości budynku . . . . .	347
2. B. zabór rosyjski . . . . .	305	3. Ocena hipotecznej wartości budynku . . . . .	364
3. B. zabór pruski . . . . .	305	VI. Zasady wynagrodzenia prac architektów i budowniczych . . . . .	368
III. Praca techniczna i akta budowy:		Ustawy i przepisy administracyjno-techniczne:	
1. Miejsce budowy . . . . .	306	1. Dla b. zaboru austriackiego . . . . .	373
2. Program budowy . . . . .	306	2. Dla b. zaboru rosyjskiego . . . . .	377
3. Szkic budowy . . . . .	307	3. Dla b. zaboru pruskiego . . . . .	388
4. Projekt budowy . . . . .	307	4. Spis ustaw . . . . .	388
5. Szczegóły budowy . . . . .	309	Przepisy o ubezpieczeniu od wypadków . . . . .	395
6. Opis budowy . . . . .	309	Przepisy ochronne:	
7. Kosztorys szczegółowy . . . . .	309	1. Ochrona w przemyśle budowlanym:	
8. Kosztorys przybliżony:		a) Przepisy dla zapobieżenia wypadkom . . . . .	396
a) Według zabudowanej powierzchni . . . . .	312		
b) Według zabudowanej objętości . . . . .	316		
c) Według jednostek użytkowania . . . . .	317		

	Strona
2.) Przepisy dla ochrony zdrowia . . . . .	403
c) Przepisy końcowe . . . . .	403
<b>2. Ochrona w kamieniołomach:</b>	
Odkrywka . . . . .	405
Wydobycie materiału . . . . .	406
Rozsadzanie . . . . .	408
Przepisy ochrony zdrowia robotników . . . . .	409
Postanowienia końcowe . . . . .	411
<b>3. Przepisy ogólne dla ochrony zdrowia i życia robotników:</b>	
I. Pracownicy . . . . .	412
II. Ustawienie kotłów parowych . . . . .	415
III. Ustawienie silników . . . . .	416
IV. Pędnia mechaniczna . . . . .	417
V. Maszyny i urządzenia robocze . . . . .	418
VI. Wyciągi, podnośnice, tarczki i kafary . . . . .	419
VII. Urządzenia transportowe . . . . .	420
VIII. Składy . . . . .	421
IX. Środki ochronne . . . . .	421
X. Woda, umywalnie, łazienki i szatnie . . . . .	422
XI. Wychodki . . . . .	423
<b>4. Szczególne przepisy ochronne i instrukcje:</b>	
I. O środkach rozsadzających . . . . .	423
II. O projektach na zakłady przemysłowe . . . . .	424
III. O zakładach i produktach powszechnej użyteczności . . . . .	427
<b>5. Zasady i daty co do budowy fabrycznych i gospodarczych:</b>	
I. Budowle fabryczne . . . . .	429
II. Garaże i zbiorniki:	
1. Garaże . . . . .	431
2. Zbiorniki . . . . .	436
III. Budynki gospodarcze:	
1. Zagroda gospodarcza . . . . .	437
2. a) Stajnie dla koni . . . . .	437
2. b) Stajnie dla bydła . . . . .	439
2. c) Owczarnie . . . . .	440
2. d) Chlewy . . . . .	441
3. a) Stodoły zbożowe . . . . .	442
3. b) Stodoły na tytoń . . . . .	443

	Strona
3. c) Spichlerze . . . . .	443
3. d) Stodoły na kukurudzę . . . . .	444
3. e) Składy piwniczne na kartofle, buraki itp. . . . .	444
4. a) Szopa na siano . . . . .	444
4. b) Skład mąki . . . . .	444
4. c) Skład soli . . . . .	445
4. d) Wozownia . . . . .	445
4. e) Drewnitnia . . . . .	445

## Mechanika budownicza:

### I. Przepisy techniczne:

1. Przepisy, dotyczące obliczeń statycznych w bud. ląd. . . . .	446
2. Tymczasowe przepisy, dotyczące cementów i dodatków hydraulicznych . . . . .	468
3. Tymczasowe przepisy, dotyczące prób wytrzymałości betonu . . . . .	472
4. Tymczasowe przepisy, dotyczące żelaza budowlanego . . . . .	474

### II. Fundamenta:

1. Pogląd ogólny . . . . .	477
2. Rodzaje gruntu budowlanego . . . . .	480
3. Badanie wytrzymałości gruntu budowlanego . . . . .	480
4. Szczegółowe sposoby fundowania . . . . .	481
5. Fundowania zastosowane do jakości gruntu . . . . .	486
6. Zabezpieczenie murów od wilgoci gruntowej . . . . .	488

### III. Wytrzymałość murów i sklepień:

1. Praktyczne daty i wzory wytrzymałości murów . . . . .	491
2. Praktyczne daty wytrzymałości sklepień . . . . .	496
3. Statyczne obliczenie sklepienia kolebkowego:	
a) Ogólne określenia i zasady . . . . .	502
b) Przyczyny zniszczenia sklepienia . . . . .	506
c) Parcie poziome sklepień kolebkowych . . . . .	514
d) Stałość opór i filarów sklepienia . . . . .	516

Strona	Strona		
e) Zestawienie ostatecznych wniosków . . . . .	549	e) Stropy mieszane . . . . .	689
f) Wykreślenie linii ciśnienia	549	d) Stropy oklepięone między dźwigarami . . . . .	694
4. Statyczne obliczenie murów . . . . .	533	IX. Postępywanie przy projektowaniu i budowie zespołów żelbetowych:	
5. Wytrzymałość wysokich kominów murowanych:		1. Zespoły z żelbetu:	
a) Obliczenie wymiarów . . . . .	541	a) Projekt . . . . .	697
b) Instrukcja dla wysokich kominów fabrycznych . . . . .	544	b) Wykonanie zespołów . . . . .	698
c) Wzory statyczne wysokich kominów . . . . .	551	2. Zespoły z betonu ubijanego:	
d) Wytrzymałość komina na zgniecenie . . . . .	557	a) Projekt . . . . .	700
e) Momenta bezwładności i oporu w odniesieniu do postaci kominów . . . . .	559	b) Wykonanie zespołów . . . . .	700
f) Obliczenie statyczne komina okrągłego . . . . .	561	X. Wytrzymałość na zginanie zespołów żelbetowych ze względu na naprężenia normalne:	
Tablica Goebla i Kecka . . . . .	563	1. Ogólne założenia i wnioski	702
g) Obliczenie statyczne ośmiobocznego komina . . . . .	570	2. Prostokątne belki i płyty żelbetowe . . . . .	704
IV. Wytrzymałość na zginanie:		3. Obliczenie statyczne . . . . .	705
1. Kształtówki I, przekroju pruskiego . . . . .	578	Tablice inż. Michaelisa . . . . .	707
2. Kształtówki I, przekroju austriackiego . . . . .	579	Tablice do obliczenia słupów	708
3. Kształtówki U, przekroju pruskiego . . . . .	580	XI. Wytrzymałość zespołów żelbetowych na zginanie ze względu na naprężenia ukośne:	
4. Kształtówki U, przekroju austriackiego . . . . .	581	1. Naprężenia ścinające . . . . .	716
5. Obliczenie statyczne belek żelaznych . . . . .	582	2. Obliczenie strzemion . . . . .	719
6. Belki żelazne nitowane:		Analityczne tablice do wyznaczenia wymiarów . . . . .	722
a) Pogląd ogólny . . . . .	583	Tablica przekroji żelaza okrągłego . . . . .	734
b) Tablice do obliczania nitowanych belek . . . . .	587	XII. Maszyny budowlane . . . . .	736
c) Zastosowanie tych tablic . . . . .	597	Różne wzory, daty i wskazówki.	
7. Wzory statyczne belek zginanych . . . . .	599	I. Wyznaczenie środka ciężkości:	
8. Obliczenie dachów:		1. Środek ciężkości linii . . . . .	743
a) Tablica nachylenia dachów	619	2. Środek ciężkości płaskich utworów geometrycznych . . . . .	744
b) Obciążenie dachów . . . . .	619	II. Wyznaczenie łuku kołowego sklepienia . . . . .	747
V. Wytrzymałość na wyoboczenie	630	III. Obliczenie rzędnych z planu niwelacyjnego . . . . .	748
VI. Statyczne obliczenie schodów	654	IV. Usunięcie wykwiłu na murach . . . . .	749
VII. Statyczne obliczenie pali bitych . . . . .	670	V. Izolacja murów od zamakania	750
VIII. Statyczne obliczenie stropów:			
a) Drewniane stropy belkowe	676		
b) Strop zbity . . . . .	679		

	Strona		Strona
VI. Roboty budowlane a roboty wewnętrzne urządzenia . . . . .	750	3. Równanie koła:	
VII. Przystęp powietrza do wnętrza mieszkań . . . . .	751	a) Ogólne równanie koła . . . . .	773
VIII. Zachowanie się podczas po- żaru . . . . .	751	b) Biegunowe równanie koła . . . . .	773
IX. Prymitywne wytyczenie pro- stopadłej . . . . .	753	4. Równanie elipsy:	
<b>Matematyka:</b>		a) Środkowe równanie elipsy . . . . .	773
Znakowanie . . . . .	755	b) Wierzchołkowe równanie elipsy . . . . .	776
Niektóre wartości liczb . . . . .	755	c) Biegunowe równanie elipsy . . . . .	777
Arytmetyka . . . . .	756	d) Sposoby wykreślenia elipsy . . . . .	777
Równania . . . . .	760	5. Równanie hiperboli:	
Trygonometria . . . . .	762	a) Środkowe równanie hiperboli . . . . .	779
Pomiar utworów geometrycznych, bryłowych . . . . .	766	b) Wierzchołkowe równanie hi- perboli . . . . .	782
Geometria analityczna płaska:		c) Biegunowe równanie hiper- boli . . . . .	783
1. Równanie punktu . . . . .	770	d) Wykreślenie hiperboli . . . . .	783
2. Równanie linii prostej . . . . .	771	6. Równanie paraboli:	
		a) Wierzchołkowe równanie . . . . .	783
		b) Biegunowe równanie . . . . .	785
		c) Wykreślenie paraboli . . . . .	786



# Indeks

Strona		Strona		Strona	
Akacja . . . . .	220	Budowlane maszyny . . . . .	7-6	Czas trwania i utrzy-	mania dachów . . . . .
Alabaster . . . . .	54	Budowle fabryczne . . . . .	429	Czasu miara . . . . .	13
Aljaże (stopy) . . . . .	201	Buk . . . . .	218	<b>D</b> achów obliczenie sta-	tyczne . . . . .
Anhedryt . . . . .	60	Bukowe płytki . . . . .	93	. . . . .	619
Antymon . . . . .	19	Bukszpan . . . . .	225	Dachów utrzymanie	roczne . . . . .
Asfalt . . . . .	159, 163, 164	<b>C</b> eder . . . . .	228	. . . . .	363
Asfalt lany . . . . .	162	Ceglanej mączki za-	prawa . . . . .	Dachówka z gliny pa-	lonej . . . . .
Asfalt ubijany . . . . .	162	. . . . .	116	. . . . .	88, 91
Asfaltowe naprawy . . . . .	162	Ceglarskie wyroby . . . . .	75	Dąb . . . . .	217
Asfaltowe wyroby . . . . .	162	Ceglarski piec połowy . . . . .	78	Dereń . . . . .	223
Augit (szklisty) . . . . .	54	Ceglarski piec stały . . . . .	79	Destylarnie . . . . .	427
Austr. ustawy budo-	wlane . . . . .	Cegła korkowa . . . . .	154	Diabaz . . . . .	52
. . . . .	373	Cegła piaskowa . . . . .	153	Dioryt . . . . .	52
Azbest . . . . .	247	Cegła wapienna . . . . .	152	Dolomit . . . . .	58
Azbestowy łupek . . . . .	155	Cegły własności . . . . .	89	Dreny . . . . .	89
<b>B</b> adanie wytrzymałości	gruntu budowlanego	Cegły wypalanie . . . . .	77	Drewna obróbka . . . . .	230
. . . . .	480	Cement biały . . . . .	132	Drewna ochrona od	gnicia . . . . .
Barwiki farb olejnych	255	Cement dolomitowy	medina magnezjowy	. . . . .	236
Barwiki farb wodnych	250	. . . . .	131	Drewna ochrona od	grzyba domowego . . . . .
Bawełna strzelnicza . . . . .	277	Cement portlandzki . . . . .	120,	. . . . .	239
Bazalt . . . . .	54	. . . . .	133, 469	Drewna ochrona od	ognia . . . . .
Belki kratowe . . . . .	675	Cement puzzolanowy,	żuźlowy . . . . .	. . . . .	234
Belki nitowane . . . . .	583	. . . . .	132, 471	Drewna ochrona od	pęcznienia . . . . .
Berberys . . . . .	222	Cement romański	118, 472	. . . . .	235
Bessemiera sposób wy-	robu żelaza . . . . .	Cementowa zaprawa . . . . .	118	Drewna ścinane . . . . .	229
. . . . .	176	Chlewy dla świń . . . . .	441	Drewno . . . . .	213, 226
Beton . . . . .	134	Ciasto asfaltowe . . . . .	161	Drewutnia . . . . .	445
Beton gipsowy, port-	landzki . . . . .	Ciecze farb olejnych . . . . .	255	Dyle gipsowe . . . . .	157
. . . . .	135	Ciepłota . . . . .	27	Dynamit . . . . .	278
Beton hydrauliczny . . . . .	134	Ciężar własny dachów	450	Dzielność elektryczna . . . . .	42
Beton sypany . . . . .	147	Ciężar własny mate-	rjadów . . . . .	. . . . .	25
Beton ubijany . . . . .	145, 700	. . . . .	446	Dzielności miara . . . . .	23
Bez . . . . .	223	Ciężar własny stropów	448	Dziurawka (cegła) . . . . .	86
Bronz . . . . .	203	Cis . . . . .	223	Dźwigary żelazne . . . . .	578
Bryły . . . . .	766	Ciśnienie ciał lotnych . . . . .	32	<b>E</b> krazyt . . . . .	279
Brzost (wiąz) . . . . .	219	Cyna . . . . .	197	Elektryczności miara . . . . .	33
Brzoza . . . . .	218	Cynk . . . . .	194		
Budowa kominów wy-	sokich . . . . .	Cyprys . . . . .	223		
. . . . .	548	Cytryna . . . . .	223		

	Strona		Strona		Strona
Elipsy równanie . . .	773	<b>Heban</b> . . . . .	224	Kominów fabrycznych	
Elipsy wykreślenie . .	777	Hiperboli równanie . .	779	obliczenie . . . . .	541
Estetyczny wygląd kamieni . . . . .	69	Hiperboli wykreślenie	783	Konstr. z betonu . . .	459
<b>Fabryczne budowle</b> . .	429	Holenderska dachówka	89	Konstr. drewniane . .	453
Farby . . . . .	249	Hydrauliczna zaprawa	113	Konstr. z kam. natur.	476
Farby lakowe . . . . .	259	Hydrauliczne domieszki	115, 472	Konstr. specjalne . .	467
Farby lazurowe . . . .	259			cznego . . . . .	457
Farby olejne . . . . .	257	<b>Indukcja elektryczna</b> .	44	Konstr. z żelbetu . . .	462
Farby wodne . . . . .	253	Inkrustowane płytki . .	92	Konstr. żelazne . . . .	454
Figury płaskie . . . . .	763	Inwentarz budowy . . .	342	Kopciatka . . . . .	84
Francuska dachówka . .	89	Iuwki . . . . .	578, 579	Korkowa cegła . . . . .	154
Fundamenta . . . . .	477	<b>Jabłoń dzika</b> . . . . .	224	Kosztorys budowy . .	309
Fundowania sposoby	481, 483	Jajowe kanały . . . . .	500	Kosztorys przybliżony	312
Fyllit . . . . .	55	Jalowiec . . . . .	224	Kosztorys szczegółowy	309
<b>Gabbro</b> . . . . .	52	Jarzębina . . . . .	224	Kratowe belki . . . . .	675
Garaże . . . . .	431	Jawor . . . . .	224	Kreda . . . . .	57
Garncarskie wyroby . .	91	Jesion . . . . .	219	Kręgowy piec ceglarski	80
Gaszenie wapna . . . .	99	Jodła . . . . .	221	Krzywe sklepień . . .	497
Gasior . . . . .	89	<b>Kaktus</b> . . . . .	225	Ksyolit . . . . .	158
Geologiczne powstanie ziemi . . . . .	47	Kamień asfaltowy . . .	160	Kwarc . . . . .	50
Gęstości ciał miara . .	17	Kamień cementowy . .	155	Kwareyt . . . . .	51
Gips . . . . .	59	Kamień ze szkła wodnego . . . . .	159	<b>Lawa</b> . . . . .	55
Gipsowa zaprawa	106, 111, 112	Kamień żuźlowy . . . .	154	Leizna . . . . .	169
Gipsowe dyle . . . . .	157	Kamienie naniesione . .	64	Leszczyna . . . . .	225
Gipsowe odlewy . . . .	111	Kamienny narzut . . . .	486	Licówka . . . . .	86
Glazura cegły . . . . .	88	Kamionkowe wyroby . .	92	Licytacja budowy . . .	318
Glin . . . . .	198	Kampeszyn . . . . .	225	Liczby urojone . . . .	757
Glina . . . . .	72	Kanał jajowy . . . . .	500	Linia ciśnienia sklep. kolebkowego . . . . .	519
Gliniana zaprawa . . . .	94	Karpówka . . . . .	88	Linji prostej równanie	773
Gliny przysposobienie .	75	Kasztan gorzki . . . . .	225	Linoleum . . . . .	248
Gliny urobienie i suszenie . . . . .	77	Kauczuk . . . . .	247	Lipa . . . . .	219
Głóg . . . . .	223	Kierownictwo budowy	301, 303	Logarytmy . . . . .	757
Gnajs . . . . .	55	Kity mineralne . . . . .	272	Lutowanie . . . . .	204
Grab . . . . .	218	Kity olejne . . . . .	273	<b>Lawa betonowa</b> . . . .	482
Granit . . . . .	51	Kity różne . . . . .	275	Łęków grubość . . . .	496
Grubość murów . . . . .	492	Kity żywiczne . . . . .	274	Łupek azbestowy . . .	155
Grunt budowlany . . . .	467	Klej roślinny . . . . .	271	Łupek ilowy czyli gliniasty . . . . .	55
Grusza . . . . .	223	Klej zwierzęcy . . . . .	267	Łupek lyszczykowy . .	51
Grzyb domowy . . . . .	239	Klinkierka . . . . .	87	Łyszczyk, mika . . . .	51
Gudron (maź asfaltowa)	161	Klon . . . . .	219	<b>Mahoń</b> . . . . .	225
Gutaperka . . . . .	247	Kokos . . . . .	225	Majolikowe wyroby . .	93
Gwajak . . . . .	224	Kolaudacja budowy . .	340	Mannesmena rury . . .	185
		Koła równanie . . . . .	773	Margiel . . . . .	58
		Kominowa cegła . . . . .	87		



	Strona		Strona		Strona
Marmur . . . . .	56, 57	<b>Nabój elektryczny</b> . . . . .	34	Orzech włoski . . . . .	220
Marlwicka (tuff) . . . . .	63	Naniesione kamienie . . . . .	64	Ostrokrzew . . . . .	223
Maszyny budowlane . . . . .	736	Naprawki asfaltu . . . . .	165	Otoki . . . . .	64
Maź asfaltowa (gudron) . . . . .	161	Naprężenia ścinające . . . . .	716	Owczarnie . . . . .	440
Maź drzewna . . . . .	246	Narzut kamienny . . . . .	486	<b>Pali bitych statyczne</b>	
Mech . . . . .	244	Nasyt piaskowy . . . . .	486	obliczenie . . . . .	670
Melafir . . . . .	53	Nikiel . . . . .	198	Paraboli równanie . . . . .	783
Miary angielskie . . . . .	3	Nitowane belki żelazne . . . . .	583	Paraboli wykreślenie . . . . .	786
Miary ciepła . . . . .	28	Nitowanie . . . . .	203	Parcie poziome sklepień kolebkowych . . . . .	514
Miary ciepłoty . . . . .	27	Nitrogliceryna . . . . .	277	Parcie wiatru . . . . .	452
Miary ciśnienia ciał lotnych . . . . .	32	<b>Obciążenie śniegiem</b> . . . . .	452	Parcie ziemi . . . . .	452
Miary czasu . . . . .	13	Obciążenie użytkowe (zmienne) . . . . .	450	Parcie „paternoster“ . . . . .	740
Miary dzielności . . . . .	23	Obory . . . . .	439	Pasek . . . . .	71
Miary elektryczności . . . . .	33	Obróbka drzewna . . . . .	230	Piaskowa cegła . . . . .	153
Miary gęstości ciał . . . . .	17	Ocena wartości budowli . . . . .	344	Piaskowiec . . . . .	60
Miary masy ciał . . . . .	16	Ochrona drzewa od gnicia . . . . .	236	Piaskowy nasyp . . . . .	486
Miary mech. równo- równika ciepła . . . . .	30	Ochrona drzewa od grzyba domowego . . . . .	239	Pieniądze innych państw . . . . .	9
Miary metryczne w porównaniu z innymi miarami . . . . .	5	Ochrona drzewa od ognia . . . . .	244	Pieniądze polskie . . . . .	8
Miary metryczne . . . . .	2	Ochrona drzewa od pęcznienia . . . . .	235	Pierwiastkowanie . . . . .	756
Miary nowopolskie . . . . .	3	Ochrona żelaza od ognia . . . . .	191	Piśń żelazna . . . . .	248
Miary pracy i energii . . . . .	21	Ochrona żelaza od rdzy . . . . .	189	Pisarz budowlany . . . . .	304
Miary przyspieszenia . . . . .	14	Ochronne przepisy . . . . .	396, 412	Platyna . . . . .	201
Miary rosyjskie . . . . .	4	Ochronne przepisy w kamieniołomach . . . . .	405	Płaskie figury . . . . .	763
Miary sił . . . . .	19	Odbiór (kolaudacja) budowy . . . . .	340	Podmajstry . . . . .	304
Miary staropruskie . . . . .	4	Odlwanie żelaza . . . . .	174	Podział kamieni . . . . .	70
Miary światła . . . . .	30	Ogniotrwała cegła . . . . .	87	Pojemność . . . . .	38
Miedź . . . . .	192	Ogólne warunki budowy . . . . .	320	Polewa (glazura) cegły . . . . .	88
Miejsce budowy . . . . .	306	Okruchoce . . . . .	63	Połowy piec ceglarski . . . . .	78
Mieszarki betonu . . . . .	736	Okrzemka . . . . .	71	Polskie ustawy budowlane . . . . .	388
Michaelisa tablice . . . . .	707, 787	Olcha . . . . .	218	Popiołowa zaprawa . . . . .	116
Mika, lyszczyk . . . . .	51	Ołów . . . . .	195	Porfir . . . . .	53
Miny . . . . .	285	Opis budowy . . . . .	309	Porowatość kamieni . . . . .	69
Modrzew . . . . .	223	Oporowe mury . . . . .	493	Posadzkowa cegła . . . . .	87
Morwa . . . . .	226	Opór elektryczny . . . . .	39	Potencjał elektryczny . . . . .	37
Mosiądz . . . . .	202	Orzech czarny (amerykański) . . . . .	226	Potęgowanie . . . . .	756
Mozajkowe płytki . . . . .	92			Powietrza przystęp . . . . .	751
Murów wykwiły . . . . .	749			Powłoki farbane . . . . .	260
Murów wytrzymałość . . . . .	491, 533			Pożar i zachowanie się . . . . .	751
Mury od wilgoci grun- towej zabezpieczyć . . . . .	488, 750			Praca elektryczna . . . . .	41
Mury oporowe . . . . .	493			Pracy i energii miara . . . . .	21

Strona	Strona	Strona			
Projekt ze składów żelbetowych . . . . .	697	Obliczenie sklepienia kolebkowego . . . . .	520, 528	Równania pierwszego stopnia o jednej niewiadomej . . . . .	760
Projekta zakładów powszechnej użyteczności . . . . .	427, 467	Obliczenie słupa drewnianego (wyboczenie) . . . . .	646	Równania pierwszego stopnia o dwu niewiadomych . . . . .	761
Projekta zakładów przemysłowych . . . . .	424, 467	Obliczenie stropu żelbetowego . . . . .	712	Równanie punktu . . . . .	760
Projektowanie wysokich kominów . . . . .	544	Obliczenie stropu żebrowanego . . . . .	720, 726, 729	Rtęć . . . . .	201
Prostej równanie . . . . .	773	Obliczenie więzby dachu siodłowego . . . . .	620	Rury zatapiane . . . . .	485
Prostopadłą wyliczyć . . . . .	753	Obliczenie wymiarów dźwigarów żelaznych (sklepienie) . . . . .	583	Ruszt leżący . . . . .	484
Prowadzenie budowy . . . . .	337	Obliczenie wytrzymałości na zginanie szyny kolejowej . . . . .	618	Ruszt palowy . . . . .	485
Próba żelaza . . . . .	183	Obliczenie żelaznej belki nitowanej . . . . .	598	Rzędne planu niwelacyjnego . . . . .	748
Próby wytrzymałości betonu . . . . .	472	Obliczenie żelbetowego podciągu okna . . . . .	715	<b>S</b> antorynowa zaprawa . . . . .	115
Przedsiębiorca budowy . . . . .	303	Przyporowe mury . . . . .	495	Schodów obliczenie . . . . .	654
Przepisy dotyczące żel. budowli . . . . .	474	Przyśpieszenia miara . . . . .	14	Ścinanie drzewa . . . . .	229
Przepisy ochronne . . . . .	396, 412	Pudlowanie żelaza . . . . .	175	Serpentyn (węzowiec) . . . . .	53
Przepisy techniczne bd. łądowego . . . . .	446	Pumeks . . . . .	54	Sił miara . . . . .	19
Przeznaczność żelaza do betonu . . . . .	720	Punktu równanie . . . . .	770	Sjenit . . . . .	52
Przykłady:		Pusta cegła (dziurarska) . . . . .	86	Skala twardości Mohsa . . . . .	46
Oceny hipotecznej budynku . . . . .	365	Puzzolonowa zaprawa . . . . .	114, 116	Sklejanie . . . . .	271
Obliczenie belek stropu belkowego . . . . .	678	<b>R</b> ąbkowanie . . . . .	205	Sklepienia odwrotne . . . . .	482
Obliczenie belek stropu mieszanego . . . . .	693	Rdza, ochrona żelaza od niej . . . . .	189	Sklepień krzywe . . . . .	497, 747
Obliczenie belek stropu zbitego . . . . .	684, 685	Rent rachunek . . . . .	761	Sklepień wytrzymałości . . . . .	496
Obliczenie filaru . . . . .	534	Rodzaje cegły . . . . .	84	Sklepienie jajowe . . . . .	500
Obliczenie jętkowej więzby dachu . . . . .	624	Rodzaje gruntu budowlanego . . . . .	480	Składy mąki . . . . .	444
Obliczenie okrągłego komina wysokiego . . . . .	561	Rosyjskie ustawy budowlane . . . . .	377	Składy piwniczne na kartofle . . . . .	444
Obliczenie ośmiobocznego komina wysokiego . . . . .	570	Rozsadzanie . . . . .	282, 294	Składy soli . . . . .	445
Obliczenie pali bitych . . . . .	673, 674	Równania drugiego stopnia . . . . .	761	Śliwa . . . . .	226
Obliczenie płaty dachowej . . . . .	625	Równania elipsy . . . . .	773	Słoma . . . . .	245
Obliczenie płyty żelbetowej . . . . .	711	Równanie hiperboli . . . . .	779	Smoła ziemna . . . . .	160
Obliczenie schodów . . . . .	568, 668, 662	Równanie koła . . . . .	773	Śniegiem obciążenie . . . . .	452
		Równanie linii prostej . . . . .	771	Sosna . . . . .	221
		Równanie paraboli . . . . .	783	Spat polny, okoleń . . . . .	51
				Spawanie . . . . .	204
				Spichrze . . . . .	443
				Spiz . . . . .	203
				Sposoby fundowania . . . . .	481
				Spółczynniki na wyobciążenie . . . . .	467
				Srebro . . . . .	200
				Środek ciężkości linii . . . . .	743
				Środek ciężkości utworów geometrycznych . . . . .	744
				Środki rozsadzające . . . . .	423
				Stal . . . . .	171, 179, 180

Strona		Strona		Strona	
79	Staly piec ceglarski . . .	220	Świerk . . . . .		Tablica wytrzymałości
	Statyczne obliczenie	175	Świerzenie żelaza . . .		slupów na wyboczenie
619	dachów . . . . .				648—653
533	Statyczne obliczenia		<b>Tablica belek nitowa-</b>		Tanki (zbiorniki) . . .
	murów . . . . .	587—596	nych . . . . .		Terrakota . . . . .
	Statyczne obliczenie		Tablica ciężaru własnego		Tetmajera wzory . . .
670	pali bitych . . . . .	450	dachów . . . . .		Topola . . . . .
	Statyczne obliczenia skle-		Tablica ciężaru własnego		Trachyt . . . . .
502	pienia kolebkowego . . .	446	materiałów . . . . .		Trasowa zaprawa . . .
	Statyczne obliczenie		Tablica ciężaru własnego		Trawa . . . . .
654	schodów . . . . .	448	stropów . . . . .		Trwałość kamieni . .
	Statyczne obliczenie		Tablica czasu trwania		Trzeina . . . . .
678	stropów . . . . .	350—362	i utrzymania budyn-		Tuff (martwica) . . .
	Statyczne obliczenie		ków i maszyn . . . . .		Twardość kamieni . .
719	strzemion . . . . .		Tablica czasu trwania		Twardość, skala Mohsa
	Statyczne obliczenie		i utrzymania rocznego		46
541, 551, 561, 570	wysokich kominów . . .	363	dachów . . . . .		<b>Ubezpieczenie od wy-</b>
	Statyczne obliczenie		Tablica do analitycznego		padków . . . . .
705	żelbetu . . . . .	722	zaprojektowania żel-		Uprawnieni do prze-
	Statyczne wzory belek		betu . . . . .		mysłu budowlanego
559, 619	zginowych . . . . .	708	Tablica do projektowa-		Urojone liczby . . . .
	Stukowe wyroby . . . . .		nia do projektowa-		Ustawy administracyjno
442, 443, 444	Stodoły . . . . .	578—581	nych slupów żelbeto-		techniczne . . . . .
	Stopy (aliaże) . . . . .		owych . . . . .		Utrzymanie i czas trwa-
676	Strop belkowy . . . . .	492	Tablice dźwigarów ze-		nia dachów . . . . .
	Strop sklepiony . . . . .		laznych . . . . .		<b>Wady i choroby dre-</b>
689	Strop mieszany . . . . .	494	Tablica grubości murów		wna . . . . .
	Strop zbity . . . . .	3—7	oporowych . . . . .		Wapień . . . . .
678	Stropów obliczenie . . .		Tablica miar . . . . .		Wapienna cegła . . .
	Strychowa cegła . . . . .		Tablica inż. Michael-		Wapienna zaprawa . .
87	Studnie zatapiane . . .	787	isa do projektowania		Wapna gaszenie . . .
	Sumak . . . . .		dźwigarów teowych . .		Wapna hydraulicznego
168, 169	Surowiec (żelaza) . . . .	707	Tablica inż. Michael-		zaprawa . . . . .
	Surówka (cegła) . . . . .	707	isa do projektowania		Wapna wypalanie . .
87	Szamatowa cegła . . . . .	8—12	plyt . . . . .		Wartość asekuracyjna
	Szamatowa zaprawa . . .		Tablica pieniędzy . . .		347
	Szczegółowe warunki		Tablica przekroju ze-		Wartość budowli . . .
328	budowy . . . . .	734	laznego okrągłego . . .		344, 350
	Szczegóły projektu . . .		Tablica sposobów fun-		Wartość hipoteczna .
761	Szeregi arytmetyczne . .	486	dowania . . . . .		364
	Szeregi geometryczne . .		Tablica trygonometrii		Wartość kątów . . . .
307	Szkie budowy . . . . .	762	Tablica wielkości naboji		763
	Szklistyn (augit) . . . . .		(zobacz rozsadzające)		755
206, 209, 213	Szkle . . . . .	290—293			Warunki budowy . . .
	Szkle wodne . . . . .		Tablica wynagrodzenia		320, 328
444	Szopy na siano . . . . .	370—372	inżynierów i archi-		Węzowiec (serpentyń)
	Sztukatorskie wyroby . .		tektów . . . . .		53
30	Światła miara . . . . .				Wiatru parcie . . . . .
					Wiąz (brzost) . . . .
					219
					Wiązanie zaprawy wa-
					piennej . . . . .
					104
					Wielkość naboju . . .
					287
					Wierzba . . . . .
					220
					Wismut . . . . .
					199

	Strona		Strona		Strona
Wisznówka . . . . .	84	Wyznaczenie łuku skle-		Zbiorniki (tanki) . . . . .	436
Właściciel budowy . . . . .	301	pienia . . . . .	747	Zendrówka . . . . .	84
Własności cegły . . . . .	89	Wzory do sprawdzenia		Ziemia urodzajna . . . . .	75
Własności żelaza . . . . .	180	naprężeń w żelbecie	710	Ziemi parcie . . . . .	452
Wody parcie . . . . .	452	Wzory Naviera . . . . .	643	Zlepierce (konglome-	
Wolfram . . . . .	200	zginowych . . . . .	599-619	raty) . . . . .	63
Wozownia . . . . .	445	Wzory Tetmajera . . . . .	633	Złoto . . . . .	200
Wyboczenie . . . . .	630	<b>Z</b> agroda gospodarcza . . . . .	437	Żłóbkowana dachówka	89
Wybuchowe ciała 276, 279,		Zakładów przemysło-		Żagiew . . . . .	280
282, 287		wych projekta . . . . .	424	Żelazo 167, 169, 174, 180, 474	
Wyciąg betonu . . . . .	738	Zaprawa cementowa . . . . .	118	Żelazo budowlane, prze-	
Wyciąg materiałów bu-		Zaprawa gipsowa . . . . .	111	pisy . . . . .	474
dowlanych . . . . .	740	Zaprawa hydrauliczna	113	Żelazo spawalne . . . . .	170
Wydobywanie kamieni	70	Zaprawa Loria, po-		Żelazne wyroby 184, 578	
Wykwit na murach . . . . .	749	piolowa, selenitowa	105	Żelazo zlewne . . . . .	170
Wynagrodzenie prac		Zaprawy . . . . .	93	Żelbet . . . . . 148, 462, 476	
architektów . . . . .	368	Zaprawy wapiennej wią-		Żelbetu projekt . . . . .	697
Wyroby asfaltowe . . . . .	165	zanie . . . . .	104	Żelbetu statyczne obli-	
Wyroby żelazne . . . . .	184	Zaprawy wapiennej wy-		czenie . . . . .	702, 705
Wysadzanie . . . . .	286	dajność . . . . .	104	Żelbetu wykonanie . . . . .	698
Wystrzałka . . . . .	281	Zaprawy wapiennej wy-		Żuzłowa zaprawa . . . . .	116
Wytrzymałość kamieni	65	konanie . . . . .	102	Żuzłowy kamień . . . . .	154
Wywiertów wykonanie	282				

Część pierwsza.

**MIARY I MATERJAŁY.**

## A. MIARY PRZESTRZENI.

### a) Miara metryczna.

1. Miara metra bieżącego, wynosząca  $\frac{1}{10,000,000}$  kwadrantu południka ziemi = 443·295936 linjom paryskim, jest przechowana w Archiwum Państwowem Paryskim jako wzór pierwotny miary „*mètre prototype*“ na podstawie konwencji międzynarodowej, zawartej między Niemcami, Austrowęgrami, Belgją, Francją, Portugalią, Hiszpanją, Włochami, Szwajcarią, Danją, Szwecją, Norwegją, Rosją, Turcją, Ameryką północną, Wenezuelą, Peru i Argentyńską konfederacją. do której przyłączyły się: Polska, Czechosłowacja, S. H. S., Rumunja i i.

2. Cechowane z urzędu bywają tylko następujące miary: 1, 2, 4, 5, 10 i 20 metrów bieżących; 2 i 5 decymetrów; 1, 2, 5, 10, 20, 50 i 100 litrów; 1, 2 i 5 decylitrów; 1, 2 i 5 centylitrów; dalej ćwierci hektolitra; kolejne połówki litra; i wielokrotne hektolitry.

### b) Znakowanie miary metrycznej.

1. Miara długości.		decymetr sześcienny . . .	<i>dm<sup>3</sup></i>
kilometr . . . . .	<i>km</i>	centymetr . . . . .	<i>cm<sup>3</sup></i>
metr . . . . .	<i>m</i>	milimetr . . . . .	<i>mm<sup>3</sup></i>
decymetr . . . . .	<i>dm</i>	4. Miara płynów.	
centymetr . . . . .	<i>cm</i>	Hektolitr . . . . .	<i>hl</i>
milimetr . . . . .	<i>mm</i>	dekalitr . . . . .	<i>dkl</i>
2. Miara powierzchni.		litr . . . . .	<i>l</i>
kilometr kwadratowy . . .	<i>km<sup>2</sup></i>	decylitr . . . . .	<i>dl</i>
metr . . . . .	<i>m<sup>2</sup></i>	centylitr . . . . .	<i>cl</i>
decymetr . . . . .	<i>dm<sup>2</sup></i>	5. Miara wagi.	
centymetr . . . . .	<i>cm<sup>2</sup></i>	Tonna . . . . .	<i>t</i>
milimetr . . . . .	<i>mm<sup>2</sup></i>	kwintal . . . . .	<i>q</i>
hektar . . . . .	<i>ha</i>	kilogram . . . . .	<i>kg</i>
ar . . . . .	<i>a</i>	dekagram . . . . .	<i>dekg</i>
3. Miara objętości.		gram . . . . .	<i>g</i>
kilometr sześcienny . . . .	<i>km<sup>3</sup></i>	decygram . . . . .	<i>dg</i>
metr sześcienny (stère) . .	<i>m<sup>3</sup></i>	centygram . . . . .	<i>cg</i>
		miligram . . . . .	<i>mg</i>

## c) Miary innych systemów.

Długości	Powierzchni	Objętości	Wagi
<b>Nowopolskie</b>			
Sążoń = 6 stopom Pręt = 15 stopom Łokieć = 2 stopom Stopa = 12 cali Cal = 12 linji Sążeń = 1,728 m Cal = 24 mm	Sążeń <sup>2</sup> = 36 stopom <sup>2</sup> Pręt <sup>2</sup> = 225 stop <sup>2</sup> Łokieć <sup>2</sup> = 4 stop <sup>2</sup> Stopa <sup>2</sup> = 144 calom <sup>2</sup> Cal <sup>2</sup> = 144 linji <sup>2</sup> Morg = 300 pręt <sup>2</sup> = 55,987 a Sążeń <sup>2</sup> = 2,98598 m <sup>2</sup>	Sążeń <sup>3</sup> = 216 stop <sup>3</sup> Stopa <sup>3</sup> = 1728 cali <sup>3</sup> Cal <sup>3</sup> = 1728 linji <sup>3</sup> 1 sążeń <sup>3</sup> = 5,1547 m <sup>3</sup>	Centnar = 100 funtom Funto = 32 luty Lut = 0,01292 kg Funto = 0,4136 kg
<b>Angielskie</b>			
Mila = 8 furlongom = 1760 jardów Furlong = 220 jardów Pole = 5 1/2 jard Jard = 3 stopom Stopa = 12 calom 1 cal = 25,399 mm	Mila <sup>2</sup> = 640 akrów Akr = 4 rood = 48409 jard <sup>2</sup> Rood = 1210 jard <sup>2</sup> Jard <sup>2</sup> = 9 stop <sup>2</sup> Stopa <sup>2</sup> = 144 cali <sup>2</sup> Cal <sup>2</sup> = 6,45137 cm <sup>2</sup>	Jard <sup>3</sup> = 27 stop <sup>3</sup> Stopa <sup>3</sup> = 1728 cali <sup>3</sup> 1 cal <sup>3</sup> = 16,3862 cm <sup>3</sup>	Tonna = 20 centnarów Centnar = 8 stones = 112 funtom Stoma = 14 funtom Funto = 16 uncjom Uncja = 16 drachmom Funto = 0,45359 kg

Długości	Powierzchni	Objętości	Wagi
<b>R o s y s k i e</b>			
<p>Wiorsta = 500 sążeni            Sążeń = 7 stóp = 3 arszynów            Stopa = 12 cali            Cal = 10 linjow            Linja = <math>\frac{1}{840}</math> sążonia</p> <p>Arszyn = 28 cali = 16 werszków            Werszek = <math>1\frac{1}{3}</math> cala            1 cal = 25·399 mm</p>	<p>Wiorsta<sup>2</sup> = 250,000 sążeni<sup>2</sup>            Sążoni<sup>2</sup> = 49 stóp<sup>2</sup> = 9 arszyn<sup>2</sup>            Stopa<sup>2</sup> = 144 calom<sup>2</sup>            Cal<sup>2</sup> = 100 linj<sup>2</sup>            Arszyn<sup>2</sup> = 256 werszek<sup>2</sup> =            = 784 cali<sup>2</sup></p> <p>Werszek<sup>2</sup> = 3·0625 cali<sup>2</sup>            Dziesięcina = 2400 sążeni<sup>2</sup>            Diesięcina = 10,925 m<sup>2</sup>            Cal<sup>2</sup> = 6·45137 cm<sup>2</sup></p>	<p>Sążeń<sup>3</sup> = 343 stóp<sup>3</sup>            Stopa<sup>3</sup> = 1728 cali<sup>3</sup>            Cal<sup>3</sup> = 1000 linj<sup>3</sup>            Cal<sup>3</sup> = 16·38618 cm<sup>3</sup>            Arszyn<sup>3</sup> = 4086 werszek<sup>3</sup>            Werszek<sup>3</sup> = 87·8197 cm<sup>3</sup></p>	<p>Berkowiec = 10 pud            Pud = 10 funtom            Funt = 32 luty            Łut = 3 zalotnikom            Zalotnik = 96 doli            Dol = 44·43 mgr            Funt = 0·4095 kg</p>
<b>S t a r o p r u s k i e</b>			
<p>Pręt = 22 stóp            Stopa = 0·3138 m            Łokieć = 0·6669 m</p>	<p>Morga = 180 prętów<sup>2</sup> =            = 2554·227 m<sup>2</sup></p>		



d) System metryczny, wyrażony w systemie rosyjskim, angielskim i nowopolskim.  
Miary.

Metryczne	Rosyjskie	Angielskie	Nowopolskie
	D ł u g o ś c i		
Myriamet = 10 km	{ 9-374 wiorst 4880 sążeni 4' 10" 7-9"	{ 6-2138 mil	{ 5787-37 sążni 2314-82 prętów
km = 1000 m	{ 0-374 wiorstły 488 sążeni 4' 10" 7-9"	{ 0-3214 mil	{ 578-704 sążni 231-481 prętów
m = 10 dm	{ 1-4061 arszyna 0-4687 sążenia 3-2809 stóp	{ 1-0986 jarda 3-2509 stóp	{ 3-4722 stóp 41-6666 cali
dm = 10 cm	{ 3-9371 cali 2-2476 werszków	{ 3-9371 cali	{ 0-3472 stóp 4-1666 cali
cm = 10 mm	{ 0-3987 cali 0-2248 werszka	{ 0-3987 cali	{ 0-0847 stóp 0-4166 cali
mm	{ 0-3987 linji 0-0225 werszka	{ 0-3987 linji	{ 0-5 linji 0-0416 cali
	P o w i e r z e h n i		
km <sup>2</sup> = 100 ha	{ 0-8787 kw. wiorst 91-5331 dziesięcin	{ 0-9861 mil <sup>2</sup>	{ 334397-977 sążeni <sup>2</sup> 53583-676 prętów <sup>2</sup>
ha = 100 a	{ 0-9153 dziesięcin 2196-7958 sążeni <sup>2</sup>	{ 2-4711 okra	{ 585-8388 prętów <sup>2</sup> 1-7861 morgi

Medyczne	Rosyjskie	Angielskie	Nowopolskie
$a = 100 m^2$	21-9679 sążeni <sup>2</sup>	119-603 jarda <sup>2</sup> 3-953 perch <sup>2</sup>	5-3583 pretów <sup>2</sup>
$m^2 = 100 dm^2$	1-9771 arszynów <sup>2</sup> 0-2197 sążeni <sup>2</sup> 10-7643 stóp <sup>2</sup>	1-1960 jarda <sup>2</sup> 10-7643 stóp <sup>2</sup>	0-0536 pretów <sup>2</sup> 12-0563 stóp <sup>2</sup>
$dm^2 = 100 cm^2$	15-5006 cali <sup>2</sup> 5-0614 werszków <sup>2</sup>	15-5006 cali <sup>2</sup>	0-1205 stóp <sup>2</sup> 17-361 cali <sup>2</sup>
$cm^2 = 100 mm^2$	0-1550 cali <sup>2</sup> 0-0506 werszków <sup>2</sup>	0-1550 cali <sup>2</sup>	0-1736 cali <sup>2</sup> 25 linij <sup>2</sup>
$mm^2$	0-1550 linij <sup>2</sup> 0-00051 werszków <sup>2</sup>	0-1550 linij <sup>2</sup>	0-25 linij <sup>2</sup>
O b j ę t o ś c i			
$m^3 = 1000 dm^3$	0-102064 sążeni <sup>3</sup> 35-31658 stóp <sup>3</sup> 2-78002 arszyn <sup>3</sup>	35-3166 stóp <sup>3</sup> 1-30984 jarda <sup>3</sup>	0-1938 sążeni <sup>3</sup>
$dm^3 = 1000 cm^3$	61-02705 cali <sup>3</sup> 11-38697 werszków <sup>3</sup>	61-02705 cali <sup>3</sup>	0-04186 stóp <sup>3</sup> 72-33796 cali <sup>3</sup>
$cm^3 = 1000 mm^3$	0-06103 cali <sup>3</sup> 0-01139 werszków <sup>3</sup>	0-06103 cali <sup>3</sup>	0-07234 cali <sup>3</sup> 125 linij <sup>3</sup>
$mm^3$	0-06103 linij <sup>3</sup> 0-0000114 werszków <sup>3</sup>	0-06103 linij <sup>3</sup>	0-125 linij <sup>3</sup>
$l = 100 l$	3-8413 czterwieryka 8-1307 wiadra	2-7512 buszli 22-00096 galonów	25 garncy = 100 kwartom 0-78125 korca

$l = 10 \text{ dcl}$	{	0-0813 wiadra 0-3049 garncza	{	0-22009 galona 0-88033 kwarty	1 kwarcie
$dcl = 10 \text{ ct}$	{	0-8131 czarki 0-0305 garncza		0-70431 gill	0-1 kwarty = 0-4 kwaterki
$ct$		0-0813 czarki		0-0704 gill	0-04 kwaterki
W a g i					
$= 1000 \text{ kg}$	{	61-0483 pudów 61 pud 1 fl. 18 zol. 59 doli		19-6841 centnarów 2204-62 fl.	24-1803 centnarów 2418-0323 fl.
Quintal $q = 100 \text{ kg}$	{	6-1048 pudów 6 pud 4 fl. 18 zol. 53-9 doli		1-968 centnarów 220-462 fl.	2-418 centnarów 241-8036 fl.
$kg = 1000 \text{ gr}$	{	2-4419 fl. 2-79078 aptek. fl.		2-2046 fl.	2-4180 fl.
$gr = 1000 \text{ miligr.}$	{	22-504 doli 16-075 granów		0-0603 drachmy 15-4323 gran	0-07738 luta
$mgr$	{	0-02251 doli 0-0160789 granów		0-00006028 drachmy 0-01543 grana	0-00007738 luta

## B. PIENIĄDZE.

### a) W Rzeczypospolitej Polskiej.

Ustawą z 28. lutego 1919, Dz. Pr. Nr. 20, postanowiono, że jednostka monetarna polska ma nazwę „złoty“, a setna jego część nazywa się „grosz“.

1 złoty polski równa się  $9,31$  gr czystego złota;

Wydano: banknoty 500, 100, 50, 20, 10 i 5 zł.,

bilon srebrny 5, 2 i 1 zł.,

„ niklu 50, 20, 10 gr.,

„ z brązu 5 i 2 gr.,

„ z miedzi 1 gr.

1 złoty w stosunku do przedwojennych monet obcych państw pozostaje w następującym stosunku:

1 zł. = 37·43 kop.

= 81 fen.

= 95·23 hl.

t. z. 1 rubel złoty	=	2·671 zł.
1 marka złota	=	1·233 „
1 korona złota	=	1·050 „
1 dolar amerykański	=	5·177 „
1 funt	=	25·205 „
1 frank złoty	=	0·998 „
1 korona duńska	=	1·386 „
1 korona norwęgiska	=	1·386 „
1 „ szwedzka	=	1·386 „
1 guld. holenderski	=	2·101 „

## b) W innych państwach.

WZ = waluta złota, WS = waluta srebrna, WD = waluta dwójaka (złota i srebrna), WP = waluta papierowa.

Liczba bieżąca	Państwo i jego waluta pismięzna	Jednostka monetarna				Moneta złota			
		nazwa i podział	równia w		Przeciętny kurs w Frankach złoty w Frankach 1925	nazwa i podział	wartość przedwojenna w		
			słóych wzgl. Frankach	markach niemieckich			koronach austriackich	markach niemieckich	Frankach waluty łacinskiej
1.	Ameryka północna (Stany Zjednoczone) [WD]	1 dolar [\$], 24-057 g srebra = 100 cents [c]	5-18	4-20	—	20 dolarów = 2 eagle 1 eagle = 10 dolarom, 15-046 g złota . . . 1/2 eagle = 5 dolarom 1 sovereign, 7-3224 g złota = 20 s . . .	98-50	83-96	104-20
2.	Anglja (Wielka Brytania) [WZ]	1 funt sterling (£ = sovereign) = 20 shillings (s) . . . . . 1 shilling = 12 pence (deniers, d) = 48 farthings . . . . .	25-22	20-43	—	1 guinea = 21 shillings (s) . . . . .	25-17	21-45	26-48
3.	Argentyna [WZ]	1 peso national = 100 centavos . . . . .	5-00	4-05	—	20 pesos . . . . . 10 pesos . . . . .	95-20 47-60	81-00 40-50	100-00 50-00
4.	Austria [WP]	1 Schilling = 100 Gro-schen . . . . .	—	—	0-73	—	—	—	—
5.	Austrowęry [WZ] (do roku 1918)	1 korona = 100 halery	1-05	0-85	—	20 koronówka . . . . . 10 koronówka . . . . . 1 dukat cesarski . . . . .	20-00 10 00 11-29	17-00 8-50 9-60	21-00 10-50 11-90
6.	Belgia [WD]	jak we Francji poz. 12	—	—	0-24	—	—	—	—

Liczba bieżąca	Państwo i jego waluta pieniężna	Jednostka monetarna			Moneta złota			
		nazwa i podział	równia w złotych wzgl. frankach	Przebiegny kurs 1925 w frankach złotych	nazwa i podział	koronach austria- ckich	markach nie- mieckich	wartość przedwojenna w frankach wality fajnskiej)
7.	Brazylja [WZ]	1 milreis = 1000 reis	3-60	1-24	20 milreis . . . . .	53-92	45-85	56-60
8.	Bułgaria [WP]	1 lew = 100 stocinkom	1-00	0-81	10 milreis . . . . .	26-96	22-93	28-30
9.	Chili [WZ]	1 peso = 10 centavos	1-89	1-53	20 lewów . . . . .	19-04	16-20	20-00
10.	Chiny [WS]	1 baikwan-tań (liang) = = 10 tsien (mes) = = 100 fen = 1000 kesz	8-00	6-48	20 baikwan tael (piątą według wagi stro- brem i złotem) . . . . .	150-76	123-20	158-97
11.	Czechosłowacja [WP]	1 korona czeska = = 100 halerzy . . . . .	—	0-15	—	—	—	—
12.	Dania [WZ]	1 korona srebrna = 100 oere . . . . .	1-40	1-12	20 koronówka . . . . .	26-39	22-50	27-90
13.	Egipt [WZ]	1 piaster = 10 oszr-el- gersz . . . . .	0-26	0-21	10 koronówka . . . . .	13-19	11-25	13-95
					1 sekín (funt eg.) = = 100 piastrom . . . . .	24-48	20-75	25-73
					1 mieszek = 5 sekí- nom = 500 piastrom . . . . .	122-42	3-75	128-65
14.	Finlandja [WP]	1 marka = 100 suomi	1-00	0-81	100 frankówka . . . . .	95-20	81-00	100-00
15.	Francja [WD] <sup>2)</sup>	1 frank = 20 sous = = 100 centimes . . . . .	1-00	0-24	20 frankówka . . . . .	19-04	16-20	20-00
		1 ky czystego srebra = — 223-23 frankom.			10 frankówka . . . . .	9-52	8-10	10-00
					1 kg czystego złota = 3444-44 frankom.			

16.	Gdańsk [WZ]	1 Golden = 100 Pfennig	1 01	0 82	—	—	—	—
17.	Grecja [WP]	1 drachma = 100 lepta	1 00	0 81	0 069	20 drachm . . . . .	19 04	16 20
18.	Hiszpanja [WD]	1 peseta = 100 centesi- mos . . . . .	1 00	0 81	—	20 pesetas . . . . .	19 04	16 20
19.	Holandja [WZ]	1 gulden = 100 centom	2 10	1 70	—	1 tientje = 10 gulden	19 80	16 87
20.	Indje wschodnie [WS]	1 rupia srebrna = 16 ah- na = 192 pie . . . . .	1 69	1 36	—	1 mohur = 15 rupiom	35 20	29 83
21.	Japonja [WZ]	1 yen srebrny (rio) =	5 42	4 37	—	20 yen . . . . .	98 21	83 70
22.	Kanada [WZ]	1 Dollar kan. =	5 18	4 20	—	10 yen . . . . .	49 10	41 85
23.	Litwa [WP]	= 100 cents . . . . .	0 51	0 42	—	—	—	—
24.	Łotwa [WP]	1 Lat . . . . .	1 00	0 81	—	—	—	—
25.	Meksyk [WS]	1 peso duro (piaster) =	5 44	4 40	—	1 hidalgo = 10 pesos	48 75	41 31
		= 8 reale = 100 cen- tavo . . . . .	1 24	1 00	—	20 markówka . . . . .	23 52	20 00
26.	Niemcy [WZ]	1 marka (M) = 100 fe- nigom (s) . . . . .	1 40	1 12	—	10 markówka . . . . .	11 76	10 00
27.	Norwegja [WZ]	1 korona = 100 oere . .	1 00	0 81	—	20 koronówka . . . . .	26 39	22 50
28.	Persja [WZ]	1 kran = 10 senar =	5 60	4 54	—	10 koronówka . . . . .	13 19	11 25
		= 1000 dinar . . . . .	1 00	0 81	—	1 toman podwójny =	19 04	16 20
29.	Portugajja [WZ]	1 milreis = 1000 reis . .	1 00	0 81	—	= 20 kran . . . . .	9 52	8 10
30.	Rumunja [WP]	1 lei = 100 bani . . . . .	1 00	0 81	—	1 toman = 10 kran . .	53 35	45 37
31.	SHS. [WP]	1 dinar = 100 para . . .	2 08	2 16	—	10 milreis (coroa) . .	10 67	9 07
32.	SSSR. [WZ]	1 rubel = 100 kopiejkom	1 00	0 81	0 024	1/5 coroa = 2 milreis	19 04	16 20
			1 00	0 81	0 09	1 carolor = 20 lei . . .	19 04	16 20
			2 08	2 16	—	20 dinarówka . . . . .	19 04	16 20
					—	1 czerwonec = 10 ru- blom . . . . .	38 23	32 40
					—			40 18
					—			51 22
					—			24 68
					—			12 34
					—			27 90
					—			13 95
					—			20 00
					—			10 00
					—			56 26
					—			11 25
					—			20 00
					—			20 00
					—			40 18

Liczba bieżąca	Państwo i jego waluta pieniężna	Jednostka monetarna			Moneta złota			
		nazwa i podział	równia w złoty w Frankach względ. Frankach	Przebiegły kurs 1925 w Frankach złoty	nazwa i podział	wartość przedwojenna w koronach austrija- ckich	markach mie- mieckich	Frankach waluty faktycznej
33.	Szwajcaria [WD]	1 frank = 100 centimes	1-00	0-81	20 frankówka . . .	19-04	16-20	20-00
34.	Szwecja [WZ]	1 Korona = 100 oere .	1-40	1-12	20 koronówka . . .	26-39	22-50	27-90
35.	Turcja [WZ]	1 funt = 100 piaster = = 400 para . . . . .	22-78	18-46	10 koronówka . . .	13-19	11-25	13-95
36.	Uruguay [WZ]	1 peso złoty = 100 cen- timos . . . . .	5-39	4-35	-	-	-	-
37.	Węgry [WP]	1 pengö = 100 garas .	-	-	-	-	-	-
38.	Włochy [WD]	1 lira = 100 centesimi = = 20 soldi . . . . .	1-00	0-81	20 lir . . . . .	19-04	16-20	20-00
					1 scudo = 5 lirom .	4-76	4-05	5-00



## C. ROZMAITE INNE MIARY.

### a) Miara czasu.

Podstawą miary czasu jest jednostajny obrót ziemi około własnej osi i niejednostajny jej obieg około słońca.

Pierwszy ruch objawia się pozornym obrotem dziennym od wschodu ku zachodowi wszystkich gwiazd kuli niebieskiej wraz ze słońcem i księżycem, a trwanie każdego obrotu którejkolwiek z gwiazd stałych jest dokładnie takie same, jak trwanie rzeczywistego obrotu ziemi około własnej osi, i zowie się dniem gwiazdowym.

Drugi ruch ziemi przedstawia się, jakoby słońce zwolna a nieustannie cofało się na pozornej kuli niebieskiej w stronę przeciwną obrotowi dziennemu gwiazd. Pozorny ten obieg wsteczny słońca zakreśla na kuli niebieskiej drogę zwaną ekliptyką, i zanim słońce poczawszy od wiosennego przecięcia się tej drogi z równikiem (porównanie dnia z nocą 21. marca) przebieży ją całą i wróci w to samo miejsce, upływa 366·242201 dni gwiazdowych, który to okres czasu zowie się rokiem zwrotnikowym.

Wskutek ciągłego cofania się każdy pozorny obrót słońca około ziemi, czyli prawdziwy dzień słoneczny jest właśnie o jedno cofnięcieienne dłuższy od dnia gwiazdowego, a suma wszystkich cofnięć w ciągu roku zwrotnikowego czyni dokładnie jeden pełny obwód kuli niebieskiej. Stąd jasny wniosek, że ilość wszystkich obrotów dziennych słońca około ziemi, przypadających na rok zwrotnikowy, musi być o jeden obrót mniejsza od ilości obrotów gwiazd stałych i wynosi istotnie 365·242201.<sup>1</sup>

Prawdziwy dzień słoneczny (doba słoneczna), będąc wiernem odbiciem także i odnośnego obiegowego, niejednostajnego ruchu ziemi, jest zmiennym okresem czasu, wobec czego rok zwrotnikowy, jako złożony z jednakich co do trwania dni gwiazdowych przedstawia się w kwestji rachuby czasu o wiele dogodniejszym. Za to jednakże dni słoneczne tworzą łatwo i wybitnie dostrzegalną część składową i miarę roku. Podzieliwszy zatem rok zwrotnikowy, obejmujący 366·242201 dni gwiazdowych na tyle równych części, ile przypada w tym samym roku dni prawdziwych słonecznych,

<sup>1</sup> Cyfra ta w rzeczywistości jest nieco większa i wynosi 365·25637 dni średnich, a to z tego powodu, że punkt wiosennego przejścia słońca przez równik przesuwają się powoli wskutek nieznacznej, ale ciągłej zmiany kierunku osi ziemskiej.

otrzymamy podział roku na 365·242201 części równych co do trwania i mało różnych od prawdziwych dni słonecznych.

Części z tego podziału uzyskane zowiemy dniami średnimi albo dobami średnimi i dzielimy je na 24 godzin średnich, po 60 minut średnich, a te znowu na 60 sekund średnich.

Doba średnia zatem liczy 86400 sekund średnich.

Jeden dzień średni =  $\frac{366 \cdot 242201}{365 \cdot 242201}$  dniom gwiazdowym, a jeden

dzień gwiazdowy =  $\frac{365 \cdot 242201}{366 \cdot 242201}$  dnia średniego, co czyni 23 godzin, 56 minut i 4·091 sekund średnich.

Na tej zasadniczej jednostce dnia średniego i jego podziale opierają się zegary i wszelki dalszy podział czasu astronomiczny i społeczny, względnie kalendarzowy.

#### b) Bezwzględny układ miar.

W fizyce przyjęto powszechnie centymetr *c* za jednostkę długości, gram *g* za jednostkę masy, sekundę *s* za jednostkę czasu, które to jednostki stanowią podstawę do mierzenia różnorodnych własności materji. Układ miar fizycznych, opartych na tych trzech jednostkach zasadniczych nazwano: „układ centymetrgramsekundowy“, a także „układ bezwzględny miar“, czyli krótko „układ *cgs*“ (Zentimetergrammsekunden-System, *CGS-System*).

Ze względu na przepisane w Małopolsce znakowanie miary metrycznej (rozdział *A.*, poddział *n*) str. 12), oraz ze względu na niedogodność z powodu, że *c g s* służą do oznaczania pewnych stałych wielkości, będziemy — zgodnie z „Zasadami Fizyki“ prof. A. Witkowskiego — wszędzie w odnośnych miarach oznaczać centymetr przez *cm*, gram przez *gr*, sekundę przez *sek*.

#### c) Miara przyspieszenia.

Jednostajnie przyspieszonym jest ten ruch, którego prędkość (chyżość) wzrasta jednakowo i bez przerwy w przeciągu równych choćby dowolnie małych czasów.

Przyrost prędkości przypadający na jednostkę czasu zowie się przyspieszeniem.

Jednostką przyspieszenia jest przyspieszenie takiego ruchu, którego prędkość zwiększa się o jednostkę w ciągu

jednostki czasu. Jeżeli n. p. w ciągu 5 sekund prędkość  $\frac{1 \text{ cm}}{\text{sek}}$

wzrasta jednostajnie od  $\frac{10 \text{ cm}}{\text{sek}}$  do  $\frac{15 \text{ cm}}{\text{sek}}$ , czyli o  $\frac{5 \text{ cm}}{\text{sek}}$ , to według określenia poprzednio wyrażonego przyrost prędkości na jedną sekundę, czyli

przyspieszenie będzie  $\gamma = \frac{5 \text{ cm}}{\text{sek}} \times \frac{1}{5 \text{ sek}} = \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$ . Jest to właśnie jednostka przyspieszenia i przedstawia się równaniem

$$\gamma = [1] = 1 \text{ cm/sek}^2 \quad 1$$

które wyraża, że jednostka przyspieszenia jest centymetrem na kwadrat sekundy.

Ciała wolno w próżni spadające pod działaniem ciężkości wykonują ruch jednostajnie przyspieszony, a przyspieszenie tego ruchu zowie się przyspieszeniem ciężkości i jest w jednym i tem samym miejscu na ziemi dla wszystkich ciał w próżni jednakie.

Przyspieszenie ciężkości w dowolnym miejscu na ziemi oblicza się wzorem

$$g = 9.806056 - 0.025028 \cos 2\varphi - 0.000003 H \quad 2$$

gdzie  $\varphi$  jest szerokością geograficzną a  $H$  wysokością danego miejsca ponad poziom morza.

W poziomie morza na równiku  $\varphi = 0$ ,  $H = 0$ , stąd

$$g_r = 9.781 \text{ m/sek}^2 = 978.1 \text{ cm/sek}^2. \quad 3$$

Na biegunach  $\varphi = 90^\circ$ , dla  $H = 0$

$$g_b = 9.831 \text{ m/sek}^2 = 983.10 \text{ cm/sek}^2. \quad 4$$

Różnica zatem między przyspieszeniem ciężkości na biegunach i na równiku

$$g_b - g_r = 983.1 - 978.1 = 5 \text{ cm/sek}^2. \quad 5$$

Po środku między biegunem a równikiem  $\varphi = 45^\circ$  dla  $H = 0$ ,  $\cos 2\varphi = \cos 90^\circ = 0$  zatem

$$g_s = 980.6 \text{ cm/sek}^2. \quad 6$$

stąd  $\frac{g_b - g_r}{g_s} = \frac{5}{980.6} = \frac{1}{196}$ .

Dla  $\varphi = 50^\circ$  i nieznacznej wysokości  $H$ ,

$$g = 9.81 \text{ m/sek}^2 = 981 \text{ cm/sek}^2 \quad 7$$

co mniej więcej odpowiada położeniu naszego kraju. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> We Lwowie według ścisłego obliczenia  $g = 980.93$  „Tablice matematyczno-fizyczne“, A. Witkowski, str. 95 z roku 1904.

W wysokości 1 kilometra po nad poziomem morza zmniejszenie przyspieszenia ciężkości wynosi około  $\frac{1}{5000}$  część.

#### d) Miara masy ciał.

Prędkość ciała wprawionego w ruch siłą stałą wzrasta stopniowo w miarę trwania działania siły, podobnie jak prędkość ciała w pełnym ruchu, poddanego stałej sile powstrzymującej, nie zanika nagle, tylko stopniowo. Dzieje się to skutkiem bezwładności ciała.

Pod wpływem jednakich sił stałych w równych okresach czasu kawałek drzewa n. p. uzyska prędkość 19 razy większą, niż kawałek ołowiu tej samej objętości; widocznie bezwładność ołowiu jest 19 razy większa, niż drzewa.

Liczbę stosunkową, wyrażającą bezwładność jakiegokolwiek ciała, zwiemy jego masą.

Z wielu doświadczeń wynikło prawo, że masy są odwrotnie proporcjonalne do prędkości, lub przyspieszenia, nabytych od jednakich sił w równym przeciągu czasu.

Jeżeli więc  $m$  i  $m_1$  są masy, zaś  $v$  i  $v_1$  prędkości dwu ciał, nabyte od jednakich sił w równych czasach, to

$$m : m_1 = v_1 : v, \text{ stąd } m v = m_1 v_1. \quad 8$$

Stwierdzono także, iż między ciężarem ciała  $P$ , jego masą  $m$  i przyspieszeniem ciężkości  $g$  zachodzi związek

$$P = m g \quad 9$$

stąd zaś

$$m = \frac{P}{g} \quad 10$$

oraz

$$\frac{P}{m} = g \quad 10a$$

z czego wynika, że stosunek ciężaru danego ciała do jego masy jest stały.

Z powyższych stosunków zresztą daje się wyznaczyć cyfrowo masę ciał w drodze doświadczenia, po przyjęciu za podstawę stosownej jednostki masy.

Jednostką taką w układzie centymetrgramsekundowym jest masa jednego centymetra sześciennego wody destylowanej o temperaturze  $4^\circ \text{C}$ . Gdy zaś w tych warunkach  $1 \text{ cm}^3$  wody waży jeden gram, oznaczony przez  $g$  według ustalonego

znakowania (zob. rozdział *A* pod *n*), str. 12), więc jednostką masy jest gram, którą to jednostkę dla odróżnienia od ciężaru ciała oznacza się przez *gr*; zatem

$$m = [1] = 1 \text{ gr.} \quad 11$$

Na podstawie wyników doświadczalnych wyznaczono z pomocą wzorów pod 8 do 10 *a* masy następujących ciał i przedmiotów („Zasady fizyki“ tom. III. z roku 1906, str. 87, A. Witkowski):

Masa 1 $\text{cm}^3$ powietrza wynosi . . . . .	0.0012 <i>gr</i>
(1 <i>gr</i> wody = masie 850 $\text{cm}^3$ powietrza)	
„ 1 $\text{cm}^3$ korka . . . . .	0.2500 <i>gr</i>
„ 1 $\text{cm}^3$ wody . . . . .	1.0000 <i>gr</i>
„ 1 $\text{cm}^3$ ołowiu . . . . .	11.3700 <i>gr</i>
„ człowieka dorosłego . . . . .	70000 <i>gr</i>
„ wozu kolejowego z ładunkiem . . . . .	$20 \times 10^6$ <i>gr</i>
„ lokomotywy . . . . .	$30 \times 10^6$ <i>gr</i>
„ księżycy . . . . .	$75 \times 10^{24}$ <i>gr</i>
„ ziemi . . . . .	$5979 \times 10^{24}$ <i>gr</i>
„ słońca . . . . .	$1990 \times 10^{30}$ <i>gr</i>

W „układzie ciężarowym miar“ niżej pod *f*) omówionym jednostka mas jest odmienna.

### e) Miara gęstości ciał.

Waga stwierdza, że ciała jednakiej objętości różnią się ciężarem, a więc zawartością masy; zatem materja ciał posiada rozmaity stopień zbitości, czyli gęstości.

Miarą gęstości ciała jest zatem masa, przypadająca na jednostkę objętości.

Jeżeli *m* jest masą ciała, *V* objętością, to gęstość jego

$$d = \frac{m}{V}. \quad 12$$

Co do ciała o gęstości niejednorodnej można mówić tylko o gęstości średniej, wyznaczonej z obliczenia większej jego objętości.

W układzie bezwzględny miar — stosownie do wzoru 12 będzie jednostką gęstości:

$$d = [1] = 1 \text{ gr/cm}^3 \quad 13$$

to znaczy, że ciało, którego 1  $\text{cm}^3$  waży jeden gram, posiada gęstość = 1; ciałem tem jest właśnie woda destylowana o temperaturze 4° C.

Z tem wszystkim łączy się pojęcie objętości właściwej (spezifisches Volumen); jest to objętość przypadająca na jednostkę masy i wyraża się wzorem

$$s = \frac{V}{m} \quad 14$$

gdy zaś według wzoru 12  $\frac{V}{m} = \frac{1}{d}$ , więc wzór 14 przybierze postać

$$s = \frac{V}{m} = \frac{1}{d} \quad 15$$

to znaczy, że objętość właściwa ciała jest odwrotnością jego gęstości.

Jeżeli dalej we wzór 12 podstawimy  $V=1$ , otrzymamy  $d=m$ ; gdy zaś według wzoru 9 ciężar ciała  $P=mg$ , gdzie  $g$  jest przyspieszeniem, czyli natężeniem ciężkości w danej miejscowości, więc podstawivszy  $\delta$  za  $P$  jako ciężar jednostki objętości oraz  $d$  za  $m$ , otrzymamy równanie

$$\delta = dg \quad 16$$

z którego wynika, że ciężar równający się gęstości ciała, pomnożonej przez przyspieszenie czyli natężenie ciężkości, jest ciężarem właściwym ciała (spezifisches Gewicht).

Ćwierć litry czyli  $250 \text{ cm}^3$  rtęci o temperaturze  $20^\circ$  waży  $3\cdot3865 \text{ kg}^1$ ; stąd gęstość rtęci  $d = \frac{3386\cdot5}{250} = 13\cdot546 \text{ gr/cm}^3$ ; objętość właściwa

rtęci  $s = \frac{1}{d} = \frac{250}{3386\cdot5} = 0\cdot07382 \text{ cm}^3/\text{gr}$ , a ciężar właściwy  $\delta = 13\cdot546 \times 981 = 13289 \text{ dyn/cm}^3$ , albo w układzie ciężarowym  $\delta = 13\cdot546 \text{ Gr/cm}^3$ .<sup>2</sup>

Z wzoru 12 na gęstość

$$d = \frac{m}{V}$$

daje się wyprowadzić także wzór na objętość

$$V = \frac{m}{d} \quad 17$$

który zastosowuje się do obliczania objętości ciał, niemających prostej, regularnej postaci.

<sup>1</sup> „Zasady fizyki” profesora A. Witkowskiego z roku 1908, tom I., wydanie trzecie, strona 188.

<sup>2</sup> Zob. następny poddział *f)* niżej.

Można też z pomocą tego wzoru obliczyć nieregularną pojemność naczyń, napelniwszy je wodą lub rtęcią o temperaturze dokładnie określonej, a następnie zważywszy tę ilość wody lub rtęci.

Wykaz gęstości w  $gr/cm^3$ .

Alkohol (20° C) . . . . .	0·789		powietrze w zwykłych	
cynk . . . . .	7·15		warunkach atmosfery-	
drzewo dębowe . . . . .	0·82		cznych około . 0·00116 =	$\frac{1}{860}$
drzewo bukowe . . . . .	0·79		rtęć 0° . . . . .	13·5956
drzewo jodłowe . . . . .	0·56		rtęć 20° . . . . .	13·5463
glin (aluminium) . . . . .	2·67		srebro . . . . .	10·35
korek . . . . .	0·24		stal . . . . .	7·6—7·8
kwarc . . . . .	2·653		szkło . . . . .	2·5—2·7
kwas siarczany zg. . . . .	1·843		woda 4° C . . . . .	1·00
kwas azotowy zg. . . . .	1·530		woda 0° . . . . .	0·9999
lód (0°) . . . . .	0·9167		woda 10° . . . . .	0·9997
miedź . . . . .	8·92		woda 20° . . . . .	0·9983
mosiądz . . . . .	8·44		wodor 0° (barometr	
oliwa . . . . .	0·915		760 mm) . . . . .	0·0000899
ołów . . . . .	11·37		złoto . . . . .	19·32
platyna . . . . .	21·50	żelazo . . . . .	7·86	
powietrze (suche 0°, ba-		żelazo lane . . . . .	7·1—7·7	
rometr 760 mm) . . . . .				
	$0·001293 = \frac{1}{773·4}$			

Do szybkiego pomiaru gęstości cieczy używają przyrządu nazwanego areometrem, który polega na tym objawie o pływaniu ciał, że jedno i to samo ciało zanurza się tem głębiej w danej cieczy, czem rzadszą jest ta ciecz.

## f) Miara sił.

Prędkość  $v$ , wywołana stałą siłą  $P$ , jest w prostym stosunku do siły  $P$  i do czasu  $t$  jej działania, a w odwrotnym do masy  $m$  ciała, co wyraża się wzorem

$$v = P \frac{t}{m} \quad 18$$

stad

$$m v = P t \quad 19$$

Iloczyn  $m v$  jest dynamiczną miarą ruchu i zowie się ilością ruchu lub pędem; natomiast iloczyn  $P t$  nazwano popędem czyli impulsem, i jest miarą ruchu czyli pędu.

Równanie 19 wykazuje zresztą, że jednakie siły w równych czasach wytwarzają we wszelkich masach ten sam pęd. Z tego otrzymujemy dalsze równanie

$$P = m \frac{v}{t}, \quad 20$$

które wyraża, iż pęd wytworzony w jednostce czasu, t. j.  $t = 1$ , zależy już tylko od natężenia siły i daje właśnie miarę tej siły.

Ponieważ nadto  $\frac{v}{t}$  jest przyspieszeniem  $\gamma$ , więc wzór 20 przybierze postać

$$P = m \gamma \quad 21$$

z której wynika, że natężenie siły stałej mierzy się także iloczynem z masy ciała i przyspieszenia, i że jednostką będzie tu siła, która w czasie  $t = 1$  wytworzy pęd  $m \gamma = 1$ . W rzeczywistości używają jednostek sił: w bezwzględnym układzie miar, albo w ciężarowym układzie miar.

### 1. Jednostka siły w bezwzględnym układzie miar.

W układzie tym będzie pęd  $m \gamma = 1$ , jeżeli odnośnie do wzorów 11 i 1 masa i przyspieszenie będą jednostkami, t. j. jeżeli będzie  $m = 1 \text{ gr}$ ,  $\gamma = 1 \text{ cm/sek}^2$ ; stąd pęd przybierze wartość  $m \gamma = [1] = = 1 \text{ gr cm/sek}^2$  i tworzy jednostkę siły stałej, nazwaną „dyna“.

Wyrazem więc jednostki siły jest równanie

$$P = [1] = 1 \text{ dyna} = 1 \text{ gr cm/sek}^2 = \frac{1 \text{ gr cm}}{\text{sek}^2} \quad 22$$

które opiewa, że jednostka siły dyna jest gramcentymetrem na kwadrat sekundy.

### 2. Jednostka siły w układzie ciężarowym miar.

Jednostka taka jest wprawdzie niezupełnie ścisła, gdyż ciężar tego samego ciała — idąc od równika ku biegunom — jest różny w ten sposób n. p., że 983 jednakich kulek śrutu waży tyle na równiku, co 978 na biegunie; różnica ta nie przekracza jednak nigdzie  $\frac{1}{200}$  części ciężaru i w wielu wypadkach można ją pominąć, jako bez znaczenia.

W układzie ciężarowym miar pozostają poprzednie jednostki: długości, czasu, prędkości i przyspieszenia, t. j. *cm*, *sek*, *cm/sek*, *cm/sek*<sup>2</sup>; za jednostkę ciężarową jednak przyjmuje się ciężar grama, który dla odróżnienia od przy-



jętego poprzednio grama masy =  $gr$ , oznacza się przez  $Gr$ . Będzie więc

$$P = [1] = Gr. \quad 23$$

Ciężar grama  $Gr$  jest ciężarem  $1\text{ cm}^3$  wody destylowanej o temperaturze  $4^\circ\text{C}$ , i jako siła ciężkości odnośnie do wzoru 7 jest wstanie tej masie wody nadać w próżni przyspieszenie  $g = 981\text{ cm/sek}^2$ ; według zaś zasadniczego wzoru 9 będzie dalej

$$Gr = mg = 1\text{ gr } 981\text{ cm/sek}^2. \quad 24$$

Gdy jednak według wzoru 20:  $P = m \frac{v}{t}$ , będzie  $P=1$ , jeżeli będzie  $v = 1$ ,  $t = 1$  i  $m = 1$ , więc trzeba przyjąć za jednostkę taką masę, która pod wpływem siły  $1\text{ Gr}$  otrzyma w sekundzie prędkość  $v = 1$ . Będzie to oczywiście masa  $m = 981\text{ gr}$  (n. p.  $981\text{ cm}^3$  wody o  $4^\circ\text{C}$ ); gdyż skoro masa  $1\text{ gr}$  (n. p.  $1\text{ cm}^3$  wody o  $4^\circ\text{C}$ ) otrzymuje pod wpływem własnego ciężaru prędkość  $981$ , to masa  $981$  razy większa — pod wpływem siły  $1\text{ Gr}$  — uzyska w tym samym czasie prędkość  $981$  razy mniejszą, a więc prędkość  $v = 1\text{ cm/sek}$ . Jednostką mas zatem w układzie ciężarowym jest wyższa jednostka  $M = 981\text{ gr}$ , czyli  $981\text{ cm}^3$  wody o  $4^\circ\text{C}$ , i daje się przedstawić równaniem:

$$M = 981\text{ gr} = 981\text{ cm}^3 = [1]. \quad 25$$

Stąd ostatecznie jednostka siły w układzie ciężarowym miar, po podstawieniu wartości z wzoru 22, będzie

$$Gr = [1] = 981\text{ gr cm/sek}^2 = 981\text{ dynam.} \quad 26$$

Ciało ważące n. p.  $10\text{ Kg} = 10.000\text{ Gr}$  ma w bezwzględnym układzie masę  $m = 10.000\text{ gr}$ , a w układzie ciężarowym według wzoru 26 masę  $m = \frac{10.000}{981} = 10.19368\text{ M}$ , t. j. jednostkom ciężarowym masy. Wreszcie stosownie do wzoru 19 jednostką pędu  $m v$  w układzie ciężarowym jest

$$m v = [1] = (981\text{ gr})\text{ cm/sek} = M\text{ cm/sek} \quad 27$$

zaś jednostką popędu siły

$$Pt = [1] = Gr\text{ sek.} \quad 28$$

### g) Miara pracy i energii.

Wykonywanie rozmaitych czynności celem poruszania ciał z równoczesnym pokonywaniem oporów jest pracą, zdolność zaś do wykonywania pracy energją.

Energja zatem jest to nagromadzony bądź w motorze żywym, bądź w mechanicznym zasób pracy, który jednak w miarę trwania pracy wyczerpuje się, a motor staje się do pracy niezdolny.

Praca jest proporcjonalna do iloczynu z oporu i drogi; zaiczem podniesienie 1 *Kg* na wysokość 10 *m* wymaga dziesięć razy większej pracy, niż na wysokość 1 *m* itd.

Sily poruszające równoważą się w każdym ruchu jednostajnym lub niejednostajnym z oporami, do których się wlicza także opór bezwładności. Obojętną jest więc rzeczą, czy obliczając pracę pomnożymy drogę odbytą *s* przez opór pokonany, czy też przez siłę *P*, co ten opór pokonała. Stąd praca

$$L = Ps. \quad 29$$

Jednostką pracy wogóle jest praca, wykonana przez jednostkę siły wzdłuż jednostki drogi.

### 1. Jednostka pracy w bezwzględny układzie miar.

Jeżeli we wzór 29 wstawimy jednostkę siły, określoną wzorem 22 i jednostkę drogi  $s = 1 \text{ cm}$ , to otrzymamy jednostkę pracy nazwaną erg, a mianowicie

$$L = [1] = 1 \text{ erg} = 1 \text{ gr cm/sek}^2 \text{ cm}$$

wreszcie

$$L = [1] = 1 \text{ erg} = 1 \text{ gr cm}^2/\text{sek}^2 = 1 \text{ dyna cm} \quad 30$$

Zamiast tej bardzo drobnej zresztą jednostki używają jednostki wyższej, mianowicie

$$1 \text{ Joule}^1 = 10,000.000 \text{ ergów} = 10^7 \text{ ergów}. \quad 31$$

### 2. Jednostka pracy w ciężarowym układzie miar

będzie praca, wykonana przez jednostkę ciężarową siły = *Gr* wzdłuż drogi = 1 *cm*; stąd jednostka ciężarowa pracy = 1 *Gr cm*; gdy zaś według wzoru 26, 1 *Gr* = 981 dynom, więc na podstawie wzoru 30

$$L = [1] = Gr \text{ cm} = 981 \text{ dyn cm} = 981 \text{ ergom} = 981 \text{ gr cm}^2/\text{sek}^2. \quad 32$$

W obliczeniach technicznych jednostką pracy jest siła, zdolna dźwignąć 1 kilogram na wysokość 1 metra, czyli kilogram-metr = *Kgm*; po wyrażeniu zaś tej jednostki w gramach i centymetrach według wzoru 32 będzie

$$Kgm = 1.000 Gr 100 \text{ cm} = 100.000 Gr \text{ cm} = 100.000.981 \text{ dyn cm} = \\ = 98,100.000 \text{ ergów}$$

a wreszcie na podstawie wzoru 31

$$Kgm = 9.81 \text{ jouleów} \quad 33$$

stąd

<sup>1</sup> „Joule” wymawia się: Dżul.

$$1 \text{ joule} = \frac{1}{9.81} \text{ Kgm} = 0.1019368 \text{ Kgm} \quad 34$$

Jednostki pracy wyżej poszczególnione są zarazem jednostkami energji, będącej właściwie zasobem pracy.

### 3. Energja kinetyczna czyli energja ruchu.

Jeżeli we wzorze 29 zasadniczym pracy  $L = Ps$  podstawimy za siłę ciężkości  $P = mg$  i za drogę tą siłą wywołaną  $s = \frac{gt^2}{2}$ , otrzymamy  $L = mg \frac{gt^2}{2} = m \frac{(gt)^2}{2}$ , gdy zaś  $gt = v$ , będzie więc

$$L = \frac{1}{2} mv^2 \quad 35$$

Praca przedstawiona tu połową iloczynu masy przez kwadrat prędkości zowie się energją kinetyczną czyli żywą siłą ciała poruszającego się.

Energja kinetyczna równa się całkowitej pracy, którą masa poruszająca się (n. p. kula armatnia) może wykonać, tracąc zarazem prędkość, jaką pierwotnie posiadała. Zaczem energja ta, jako wielkość równoważna pracy, mierzy się temi samymi jednostkami miary co praca, t. j. ergami, kilogrammetrami itd.

### h) Miara dzielności źródła pracy.

W życiu codziennem zależy nietylko na ilości pracy, ale także w jakim czasie została dokonana.

Zdolność zatem silnika (motoru), względnie jakiegokolwiek źródła pracy lub energji do wykonania w tym samym czasie stosunkowo większej ilości pracy, jest dzielnością, czyli skutkiem.

Za miarę dzielności przyjmuje się pracę, względnie energję, przypadającą na jednostkę czasu.

Jeżeli zatem w czasie  $t$  dokonana praca

$$L = Ps$$

to dzielność źródła tej pracy

$$E = \frac{Ps}{t} = P \frac{s}{t} = Pv, \quad 36$$

gdyż droga  $s$  podzielona przez czas  $t$  daje prędkość  $v$ .

1. Jednostką dzielności  $E$  w bezwzględny układzie miar będzie jednostka pracy *erg*, wykonana w sekundzie.

czyli *erg* na sekundę; a po podstawieniu wartości z wzoru 30 za *erg*, będzie:  $E = [1] = 1 \text{ gr cm}^2/\text{sek}^2/\text{sek}$ , stąd

$$E = [1] = \text{erg/sek} = \text{gr cm}^2/\text{sek}^3 = \text{dyna cm/sek.} \quad 37$$

W technicznych obliczeniach używa się zawsze wielokrotności tej jednostki, zwłaszcza w elektrotechnice jest nią

$$\text{watt} = 10^7 \text{ erg/sek} = \text{joule/sek} = 10^7 \text{ gr cm}^2/\text{sek}^3. \quad 38$$

Wyższą jednostką jest:

$$\text{Kilowatt} = 1.000 \text{ wattów.} \quad 39$$

Nazwę *watt* obrano na pamiątkę wynalazcy maszyny parowej Watta.

2. Jednostką dzielności w ciężarowym układzie miar będzie jednostka ciężarowa pracy — t. j. gramecentymetr, — dokonana w sekundzie. Odnośnie zatem do wzoru 32

$$\text{Gr cm/sek} = 981 \text{ erg/sek} = 981 \text{ gr cm}^2/\text{sek}^3 \quad 40$$

stąd  $\text{Kgm/sek} = 100 \times 1.000 \text{ Gr cm/sek} = 981 \times 100.000 \text{ erg/sek} = = 9.81 \times 10^7 \text{ erg/sek}$ , a wreszcie ze względu na wzory 33, 38

$$E = [1] = \text{Kgm/sek} = 9.81 \text{ joule/sek} = 9.81 \text{ watt.} \quad 41$$

Wyższą jednostką techniczną pracy mechanicznej jest siła konia parowego. Dawniej wyrażano ją przez siłę, zdolną podnieść odnośną ilość funtów na wysokość jednej stopy w ciągu sekundy i wynosiła: w Austrii 430, w Rosji 600, w Prusiech 480, w Hessji 530, w Hannoverze 516, w Wirtembergu 525, w Badenie 500, w Anglii 550 stopofuntów.

Dziś jedynie Anglja zatrzymała swoją siłę konia 550 stopofuntów; zresztą przyjęto wszędzie ciężarową miarę metryczną na wyrażenie siły konia parowego i oznaczono przez *HP* (z angielskiego „horse-power“); siła ta

$$\text{HP} = 75 \text{ Kg m/sek} = 735.75 \text{ watt} \quad 42$$

czyli okrągło

$$\text{HP} = 736 \text{ wattów} \quad 43$$

Jest to praca wykonana przez siłę, zdolną podnieść 75 kilogramów na wysokość jednego metra, lub jeden kilogram na wysokość 75 metrów w ciągu jednej sekundy, i — mówiąc nawiasem — przewyższa znacznie dzielność rzeczywistego konia żywego.

Przyjąwszy za jednostkę czasu godzinę zamiast sekundy, będziemy mieć siłę konia na godzinę, Wattgodzinę, Kilowattgodzinę itp.

## i) Wymiar dzielności silników żywych.

W każdym rodzaju pracy istnieje pewna prędkość  $v$  (w metrach) i czas trwania  $t$  (w sekundach), które silnikowi (motorowi) żywemu najwięcej odpowiadają i pozwalają na rozwinięcie największej siły normalnej  $P$  (w kilogramach). W tych warunkach będzie oczywiście także i dzielność czyli skutek pracy silnika najkorzystniejszy, a mianowicie:

$$E = P v t \text{ (w kilogrammetrach).} \quad 44$$

Skoro jednak silnik pracuje ze średnią prędkością  $= v_1$  i przez średni przeciąg czasu dziennego  $= t_1$ , to według Mascheka średnia siła tę pracę wykonująca będzie

$$P_1 = \left[ 3 - \frac{v_1}{v} - \frac{t_1}{t} \right] P. \quad 45$$

Na podstawie doświadczeń eo do najprzeróżniejszych zajęć, wykonywanych przez średnio silnych, 65 do 80 *kg* wających robotników w ciągu około 10 godzin rzeczywistych roboczych, podaje Rziha jako średnią sprawność czyli dzielność pracy ludzkiej.

$$E = \frac{1}{21} HP \quad 46$$

stąd praca 10godzinna

$$E_1 = \frac{75}{21} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 10 = 128570 \text{ Kgm.} \quad 47$$

Praca ta użyta do wytworzenia ciepła, wydałaby około 300 kaloryj (jednostek ciepła, o których niżej w poddziale *k*). Przerwy z powodu znużenia wynoszą średnio 35% istotnego czasu roboczego.

Na siłę konia parowego *HP* motorów zwierzęcych można liczyć około 720 *kg* ciężaru żywego. Waga konia wynosi 300 do 600 *kg*, wołu 900 do 1300 *kg*, muła 200 do 350 *kg*, osła 120 do 200 *kg*.

Silnik żywy	wykonuje pracę			
	siłą $P$	z prędkością $v$	$E = P v t$ w ciągu jednej sekundy	$E = P v t$ w ciągu 8 godzin czyli 28.800 sekund ( $t = 8$ godz.)
	<i>kg</i>	<i>m/sek</i>	<i>Kgm/sek</i>	<i>Kgm/8 godz.</i>
Robotnik bez maszyny . . .	15	0.8	12	345.600
„ u dźwigni . . .	5	1.1	5.5	158.400
„ „ korby . . .	10	0.8	8	230.400

Silnik żywy	wykonuje pracę			
	siła $P$	z pręd- kością $v$	$E = Pvt$ w ciągu jednej sekundy	$E = Pvt$ w ciągu 8 godzin czyl. 28.800 sekund ( $t = 8$ godz.)
	$kg$	$m/sek$	$Kgm/sek$	$Kgm/8$ godz.
Robotnik ręcznym kafar- kiem . . . . .	14	0.45	6.3	181.440
" w kieracie . . . . .	12	0.6	7.2	207.360
" u liny kołowrotu . . . . .	25	0.3	7.5	216.000
" u łańcucha po- ciągającego . . . . .	30	0.4	12	z przerwami
" w deptaku . . . . .	64	0.15	9.6	276.480
Koń bez maszyny . . . . .	60	1.25	75	2.160.000
" w kieracie <sup>1</sup> . . . . .	45	0.9	40.5	1.166.400
Woł bez maszyny . . . . .	60	0.8	48	1.382.400
" w kieracie . . . . .	65	0.6	39	1.123.200
Muł bez maszyny . . . . .	50	1.1	55	1.584.000
" w kieracie . . . . .	30	0.9	27	777.600
Osiół bez maszyny . . . . .	40	0.8	32	921.600
" w kieracie . . . . .	14	0.8	11.2	322.560

Jako normalną siłę pociągową konia dobrze utrzymanego pracują-  
cego dziennie przez czas  $t = 8$  godzin z prędkością  $v = 1.1$   $m/sek$   
można przyjąć:

gdy koń lekki o 250  $kg$  wagi,  $P = 60$   $kg$ ,

" " miernie silny o 350  $kg$  wagi,  $P = 75$   $kg$ .

" " silny o 450  $kg$  wagi,  $P = 90$   $kg$ .

U koni odróżniamy następujące rodzaje chodu i biegu:

Wolny krok o prędkości  $v = 0.6$   $m/sek$ ,

średni " " "  $v = 1.1$  "

szybki " " "  $v = 2.0$  "

krótki kłus " "  $v = 3$  do  $4$   $m/sek$ ,

wyciągnięty kłus o prędkości  $v = 4$  do  $6$   $m/sek$ ,

lekki galop " "  $v = 6$  do  $9$  "

ostrzy " " "  $v = 9$  do  $12$  "

bieg wyścigowy " "  $v = 12$  do  $16$  "

<sup>1</sup> Ramiona kieratu 4.50 do 6  $m$  długie.

Jako nadzwyczajną dzielność co do pracy można bez szkody dla zwierząt podwoić wykazaną wyżej dzielność normalną na krótki przeciąg czasu i nie długą drogę (około 600 *m*).

Stąd więc na gościńcu bitym dobrze utrzymanym można przyjąć ładunek wozu ciągniętego dwoma miernie silnymi końmi przez 8 godzin w okolicy pagórkowatej (wznios do 5<sup>0</sup>/<sub>10</sub>) na 2000 *kg*, a w okolicy płaskiej (do 2·5<sup>0</sup>/<sub>10</sub>) wzniosu) na 3500 *kg*.

### j) Miara ciepłoty.

Do mierzenia ciepłoty (temperatury) służą ciepłomierze (termometry) rțeciowe Celsiusa, Réaumura i Fahrenheita. Punkt marznięcia wody na obu pierwszych jest oznaczony zerem, a punkt wrzenia na termometrze Celsiusa cyfrą 100, Réaumura 80; Fahrenheit oznaczył punkt marznięcia cyfrą 32, a wrzenia 212. Całą zatem wysokość słupa rțeciowego pomiędzy punktem marznięcia a wrzenia wody, która — rozumie się — jest u wszystkich trzech termometrów jednaka, podzielił Celsius na 100, Réaumur na 80 a Fahrenheit na 212 — 32 = 180 równych części, zwanych stopniami, które w niezmienionej wielkości przedłużają podziałkę niżej punktu marznięcia.

Stąd względna wielkość stopni Réaumura jest największa a Fahrenheita najmniejsza.

Oznaczywszy ogólnie ilość stopni odczytanych z tych termometrów przez *C*, *R*, *F*, to wzajemny ich stosunek wynika z łatwo zrozumiałych wzorów:

$$C = \frac{5}{4} R = \frac{5}{9} (F - 32), \quad 48$$

$$R = \frac{4}{5} C = \frac{4}{9} (F - 32), \quad 49$$

$$F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + \frac{9}{4} R. \quad 50$$

Mając n. p. w domu tylko termometr Celsiusa, albo Fahrenheita i wiedząc, że higjena uznaje 16° *R* za właściwą ciepłotę mieszkania, łatwo dojść z powyższych relacyj, że ciepłota owa na termometrze Celsiusa wyniesie  $C = \frac{5}{4} \times 16 = \frac{80}{4} = 20^\circ$ , a na termometrze Fahrenheita  $F = 32 + \frac{9}{4} \times 16 = 32 + \frac{144}{4} = 68^\circ$ .

Zwykle termometry rțeciowe z próżnią powietrzną dają się używać do 300° w górę i do — 39° w dół. Do oznaczenia niższych ciepłot

służą termometry alkoholowe, toluolowe i eterowe naftowe; do mierzenia wysokich ciepłot używają pirometrów (ogniomierzy) metalowych, grafitowych, porcelanowych, powietrznych i innych.

Do ścisłego mierzenia temperatur służą wreszcie oprócz rtęciowych także termometry elektryczne aż do  $1000^{\circ}$  w górę i dowolnej ilości stopni w dół.

### k) Miara ciepła.

Jako jednostkę ciepła przyjęto tę ilość ciepła, jakiej potrzeba do podniesienia ciepłoty 1 kilograma wody o  $1^{\circ}$  C i nazwano kalorją. Ilość ta jednak dla rozmaitych stanów ciepłoty wody różni się nieco i obecnie ujawnia się dążność do przyjęcia za normalną jednostkę ciepła czyli za normalną kalorję (normalną kilogramkalorję) tę ilość ciepła, jakiej potrzeba do podniesienia 1 kg wody z  $14^{\circ}50'$  do  $15^{\circ}50'$  C.

Obok tego istnieje jeszcze średnia kalorja (kilogramkalorja), wynosząca setną część ilości ciepła, potrzebnej do ogrzania 1 kg wody z  $0^{\circ}$  do  $100^{\circ}$  C.

Fizycy używają jednostki ciepła tysiąc razy mniejszej, określonej ściśle jak poprzednia z tą różnicą, że — zamiast do kilograma — odnosi się do grama wody. Jednostka ta zowie się gram-stopniem, kalorją gramową, lub małą kalorją.

Przyrządy służące do mierzenia ilości ciepła są kalorymetr lodowy Bunsena i kalorymetr wodny.

Ciepło właściwe jest to ilość ciepła w kalorjach, jakiej potrzeba, aby jednostkę masy danego ciała ogrzać o jeden stopień, i zależy w ogóle od natury tego ciała i jego danej ciepłoty.

Jeżeli badane ciało o temperaturze  $t_1$  ma masę  $m$ , czyli waży  $m$  kilogramów, a jego ciepło właściwe, wynoszące  $c$  kaloryj jest niezmienne, to do ogrzania go do ciepłoty  $t_2$  stopni potrzeba ilości ciepła w kalorjach:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad 51$$

jeżeli zaś  $c$  jest zmienne, będzie

$$Q = m \int_{t_1}^{t_2} c dt. \quad 52$$

Średnie ciepło właściwe  $C_s$  najważniejszych ciał stałych i płynnych pomiędzy  $0^{\circ}$  do  $100^{\circ}$  C wykazuje następująca tablica.



Ciała stałe	$C_s$	Ciała stałe	$C_s$	Ciecze	$C_s$
Glin (aluminium) . . . . .	0·210	beton . . . . .	0·27	woda . . . . .	1·00
antymon . . . . .	0·050	lód (—20° do —1°) . . . . .	0·50	eter . . . . .	0·54
olów . . . . .	0·031	gips . . . . .	0·20	alkohol . . . . .	0·58
złoto . . . . .	0·031	szkło . . . . .	0·20	amoniak . . . . .	1·00
miedź . . . . .	0·094	granit . . . . .	0·20	anilina . . . . .	0·49
magnezju . . . . .	0·250	grafit . . . . .	0·20	benzol . . . . .	0·40
mosiądz . . . . .	0·092	dębina . . . . .	0·57	chloroform . . . . .	0·23
nikiel . . . . .	0·110	jedlina . . . . .	0·65	kwasy octowy . . . . .	0·51
platyna . . . . .	0·032	węgiel drzewny . . . . .	0·20	gliceryna . . . . .	0·58
rtęć stała —0·78° . . . . .		koks . . . . .	0·20	oliwa maszynowa . . . . .	0·40
do —0·40° . . . . .	0·032	marmur . . . . .	0·21	naftalina . . . . .	0·31
żelazo i stal . . . . .	0·115	wapień . . . . .	0·21	oliwa oliwkowa . . . . .	0·40
srebro . . . . .	0·056	piaskowiec . . . . .	0·22	nafta . . . . .	0·50
tantal . . . . .	0·036	żuzel . . . . .	0·18	kwasy siarkowy . . . . .	0·33
cynk . . . . .	0·094	siarka . . . . .	0·18	kwasy siarkawy . . . . .	0·32
cyna . . . . .	0·056	węgiel kamienny . . . . .	0·31	terpentyna . . . . .	0·42
popiół . . . . .	0·200	cegła . . . . .	0·22		
bazalt . . . . .	0·200				

Temperatura topnienia i krzepnięcia w stopniach Celsiusa.

Wodor . . . . .	—259	masło . . . . .	30	złoto . . . . .	1064
azot . . . . .	—211	wosk . . . . .	69	miedź . . . . .	1084
dwusiarczek węgla . . . . .	—113	parafina . . . . .	44—56	żelazo czyste . . . . .	1600
alkohol 95% . . . . .	—130·5	cyna . . . . .	232	żelazo lane . . . . .	1100
bezwodnik węgla <sup>1</sup> . . . . .	—56·7	olów . . . . .	328	stal . . . . .	1100—1300
rtęć . . . . .	—38·8	cynk . . . . .	419	platyna . . . . .	1775
lód . . . . .	0	sól kuchenna . . . . .	790	iryd . . . . .	1950
oliwa . . . . .	2·5	srebro . . . . .	961		

Ciepło utajone topnienia ciała stałego jest tą ilością kaloryj, której trzeba zużyć do przeprowadzenia 1 kg ciała stałego w stan płynny bez zmiany temperatury.

Ilość ciepła utajonego w kalorjach niektórych ciał stałych.

Glin . . . . .	77	żuzel pieca wielkiego . . . . .	50	rtęć . . . . .	2·8
benzol . . . . .	30	miedź . . . . .	42	siarka . . . . .	9
olów . . . . .	6	naftalina . . . . .	36	srebro . . . . .	21
kadm . . . . .	14	parafina . . . . .	35	wismut . . . . .	13
lód . . . . .	80	fosfor . . . . .	5	cynk . . . . .	28
żelazo . . . . .	30	platyna . . . . .	27	cyna . . . . .	13

Pod ciśnieniem 5·1 atm.

### 1) Miara mechanicznego równoważnika ciepła.

Stwierdzono, że gdy praca mechaniczna zużywa się wyłącznie tylko na wytworzenie ciepła, to stosunek jej do ilości ciepła wytworzonego posiada zawsze tę samą stałą wartość.

Liczba, wyrażająca wartość tego stosunku, nazywa się mechanicznym równoważnikiem jednostki ciepła; jest ilością jednostek pracy, równoważną jednostce ciepła i oblicza się z wzoru

$$J = \frac{L}{Q} \quad 53$$

gdzie  $L$  jest ilością zużytej pracy do wytworzenia ilości  $Q$  ciepła w kalorjach.

Jednostką miary równoważnika  $J$  jest jednostka pracy, zaś wytworzonego ciepła kalorja. Doświadczenia wykazały, że ilość ciepła potrzebna do ogrzania 1 gr wody z 15° na 16° C jest równoważna pracy

$$J = 41870000 \text{ ergów/na gramstopień} = 4187 \times 10^7 \text{ ergów/gramstopień.} \quad 54$$

Licząc 981 ergów na 1 Gramcentymetr = 1 Gr. cm, można napisać w ciężarowym układzie miar

$$J = \frac{41870000}{981} \text{ Gr.cm/gramstopień} = 42680 \text{ Gr.cm/na gramstopień,} \quad 55$$

gdy zaś kalorja wynosi 1000 gramstopni, więc równoważnik ciepła wyrażony w Kgm będzie

$$J = 42680 \times \frac{1000}{100000} = 426.8 \text{ Kgm/kalor,} \quad 56$$

to znaczy, że do wytworzenia jednej kalorji ciepła potrzeba zużyć 426.8 kilogrammetrów pracy.

### 1) Miara światła.

W życiu codziennem do mierzenia siły światła używa się za jednostkę świecy, której dzielność zawisa od jej materiału — jak wosk, stearyna, parafina —, od wysokości płomienia, czystości powietrza itp.

Od tego rodzaju świecy parafinowej wymaga się, by miała średnicę 20 mm i wysokość płomienia 50 mm.

W Niemczech powszechnie wprowadzono jako jednostkę siły światła świecę amyłową Hefner-Altenecka i oznaczono przez *HK* (Hefnerkerze); jest to lampka spalająca bez kominka

oetan amyłowy zapomocą knota bawelnianego 8 mm średnicy. zapelniającego rurkę metalową, średnicy zewnętrznej 8,3 mm. wystającą na 25 mm ze zbiornika, o płomieniu 40 mm wysokim z kierunkiem poziomym promieni. Siła światła tej świecy wynosi około 0,84 świecy parafinowej.

We Francji używają za jednostkę lampy Careela olejnej, której siła światła równa się około 8 świecom parafinowym.

Prócz poszczególnionych istnieją jeszcze inne jednostki różnej siły światła, zestawione porównawczo w następującej tabeli.

Liczba bieżąca		Jednostka siły światła, jej					
		oznaczenie i liczba bieżąca					
		nazwa	HK	VK	Candle	Careel	Bougie décimale
		1	2	3	4	5	6
1.	Świeca Hefnera HK .....	1·000	0·833	0·915	0·093	0·895	0·900
2.	Niemiecka związkowa świeca VK .....	1·200	1·000	1·098	0·112	1·072	1·709
3.	Candle (jednostka Pentan) angielska .....	1·095	1·095	1·000	0·102	0·980	0·985
4.	Careel francuska	10·750	8·950	9·800	1·000	9·630	9·650
5.	Bougie décimale we Francji ...	1·120	0·935	1·025	0·104	1·000	~1·000
6.	Międzynarodowa Candle z r. 1909.	1·110	0·926	1·016	0·104	~1·000	1·000

Co do siły oświetlenia pochodzącego od pewnego źródła światła, to głównem zadaniem w praktyce jest oświetlenie powierzchni poziomej, czyli podłogi itp., i powierzchni pionowej; oświetlenie normalne, t. j. prostopadłej powierzchni do kierunku promienia świetlnego ma tylko teoretyczne znaczenie.

Siła światła i oświetlenia mierzy się światłomierzami (fotometrami) rozmaitych pomysłów.

### m) Miara ciśnienia ciał lotnych.

Ziemię otacza ze wszech stron powietrze i tworzy atmosferę, sięgającą ponad szczyty gór najwyższych, chociaż już mocno rozrzedzoną. Ciśnienie warstw atmosfery wyżej położonych przenosi się na co raz niższe aż do powierzchni ziemi i działa na wszystkie przedmioty ze wszech stron równomiernie. Jeżeli jednak jeden koniec otwartej rurki zanurzy się w wodę, a drugim wyssie powietrze, to woda podniesie się i utworzy słup; gdyż po wyssaniu powietrza ciśnienie jego stało się zerem, podczas gdy w drugim końcu ciśnienie na wodę pełnem nateżeniem. Na tem doświadczeniu Toricellego i Pascala polegają barometry, służące do mierzenia ciśnienia atmosferycznego.

Słup wody  $SW^1$  jeden milimetr wysoki o temperaturze  $4^\circ C$  wywiera ciśnienie  $1 \text{ kg/m}^2$ ; tak samo wielkie ciśnienie wywiera słup rtęci  $SR^1$  o temperaturze  $0^\circ$ , ale niższy w odwrotnym stosunku do własnego ciężaru właściwego  $13\cdot596$ , a więc tylko  $\frac{1}{13\cdot596} = 0\cdot07355 \text{ mm}$  wysoki. Gdy dalej, słup wody  $10 \text{ m}$  wysoki o  $4^\circ C$  wywiera ciśnienie  $10\cdot000 \text{ kg/m}^2$ , czyli  $1 \text{ kg/cm}^2$ , to tak samo wielkie ciśnienie wywrze słup rtęci tylko  $735\cdot5 \text{ mm}$  wysoki o  $0^\circ C$ .

Ciśnienie powietrza zdolne podnieść słup rtęci o temperaturze  $0^\circ$  na wysokość  $760 \text{ mm}$  przyjęto od dawna za jednostkę ciśnienia atmosferycznego i nazwano atmosferą.

Od kwietnia 1911. zmieniono jednak tę jednostkę o tyle, że przyjęto wysokość słupa rtęci na  $735\cdot5 \text{ mm}$  o  $0^\circ C$ , odpowiadającą ciśnieniu  $1 \text{ kg/cm}^2$  i oznaczono tę nową atmosferę przez *at*.

Do napełnienia barometrów jest jedynie rtęć przydatną; woda bowiem wymagałaby nadmiernej ich wysokości, a łatwość parowania niszczyłaby próżnię. Oprócz barometrów używają także i aneroidów do mierzenia ciśnienia atmosferycznego.

Ciśnienie i prężność par i gazów mierzy się także wyżej określoną jednostką, t. j. atmosferą = *at*, a przyrządy służące do tego celu zowią się manometry.

#### Zestawienie porównawcze.

1. Nowa jednostka ciśnienia powietrza, prężności par i gazów, t. j. nowa atmosfera

$$1 \text{ at} = 735\cdot5 \text{ mm } SR \text{ o temp. } 0^\circ, \text{ lub } 737\cdot4 \text{ mm o temp. } 15^\circ C = \\ = 1 \text{ kg/cm}^2 = 28\cdot958'' \text{ ang. } SR \text{ o temp. } 0^\circ = 14\cdot223 \text{ } \overline{\text{w}} \text{ ang. } / 1 \square'' / \text{ang.} = \\ = 10 \text{ m } SW \text{ o temp. } 4^\circ C = 0\cdot968 \text{ dawnej atmosfery.}$$

<sup>1</sup> Dla krótkości oznacza się słup wody przez *SW*, zaś rtęci przez *SR*.

2. Dawna atmosfera =

$$= 760 \text{ mm SR o temp. } 0^\circ, \text{ lub } 762 \text{ mm o temp. } 15^\circ \text{ C} =$$

$$= 1.0333 \text{ kg/cm}^2 = 29.922'' \text{ ang. SR o temp. } 0^\circ =$$

$$= 14.696 \text{ } \bar{\text{a}} \text{ ang. } \sqrt{10}'' \text{ ang.} = 10.333 \text{ m SW o temp. } 4^\circ \text{ C} =$$

$$= 1.0333 \text{ at.}$$

Jeżeli odczytany stan barometru lub inna jaka wysokość słupa rtęci wynosi  $h$  milimetrów o temperaturze  $t$ , to wysokość ta  $h$  odniesiona do temperatury  $0^\circ$  będzie

$$h_0 = h (1 - \alpha t) \quad 57$$

do temperatury zaś  $15^\circ \text{ C}$

$$h_{15} = h [1 - \alpha (t - 15)] \quad 58$$

gdzie  $\alpha = 0.000162$  jeżeli podziałka jest mosiężna,

albo  $\alpha = 0.000175$  jeżeli podziałka jest drewniana lub szklana.

Ciśnieniu  $1 \text{ at}$  odpowiadają — zależnie od temperatury mierzonej na podziałce drewnianej lub szklanej — następujące wysokości słupa rtęci:

$t = 0^\circ \text{ C}$	$5^\circ$	$10^\circ$	$15^\circ$	$20^\circ$
$h = 735.5 \text{ mm,}$	$736.1 \text{ mm,}$	$736.8 \text{ mm,}$	$737.4 \text{ mm,}$	$738 \text{ mm,}$
	$25^\circ$	$30^\circ$		
	$738.7 \text{ mm,}$	$739.3 \text{ mm.}$		

Na powierzchni morza wynosi średnie ciśnienie powietrza  $760 \text{ mm SR} = 10.333 \text{ kg/m}^2$ ; waha się jednak w przybliżeniu między  $720$  a  $800 \text{ mm}$ , a więc prawie  $\pm 5.25\%$ .

### n) Miara elektryczności.

Objawy wzajemnego przyciągania się i odpychania dwu biegunów, oraz działania prądów na bieguny magnetyczne umożliwiły zastosowanie jednostek do mierzenia elektryczności, opartych na bezwzględny układzie miar, tak zwanym centymetrgram sekundowym *c. g. s.* Stosownie też do obu objawów dynamicznych powstał układ bezwzględnych miar elektrostatyczny i układ bezwzględnych miar elektromagnetyczny.

Miary bezwzględne elektrostatyczne są do obliczeń fizykalnych elektrostatycznych dogodniejsze; w praktyce jednak elektrotechnicznej utrzymały się jedynie bezwzględne miary elektromagnetyczne; i chociaż okazały się w niektórych przypadkach za małe, w innych za duże, to zaradzono tej niedogodności utworzeniem trzeciego szeregu miar, nazwanych miarami praktycznymi, które wprowadzono z bezwzględnych jednostek elektromagnetycznych.

## 1. Jednostki ilości elektryczności czyli naboju.

## a) Jednostka elektrostatyczna naboju.

Wzór

$$P = \frac{e e^1}{k r^2} \quad 59$$

którym ujęto prawo Karola Augusta Coulomba orzeka, iż siła  $P$ , z jaką dwa bieguny przyciągają się lub odpychają, jest proporcjonalna wprost do ilości elektryczności, czyli do naboju  $e$  i  $e^1$  obu biegunów, a odwrotnie do kwadratu wzajemnej odległości  $r$  biegunów i do zdolności elektrycznej  $k$  ośrodka, otaczającego pole działania elektryczności.

W bezwzględnym układzie miar jednostką elektrostatyczną naboju będzie odnośnie do wzoru 59 ta ilość elektryczności, która zebrana na biegunie elektrycznym w powietrzu, mającym zdolność elektryczną  $k_0 = 1$ , odpycha drugą taką samą ilość z odległości  $r = 1$  cm siłą  $P$  jednej dyny. Dla  $e = e^1$ ,  $k = k_0 = 1$ , wzór 59 przybierze postać

$$P = \frac{e^2}{r^2} \quad 60$$

stąd

$$e = r \sqrt{P} \quad 61$$

gdy zaś według wzoru 22  $P = 1$  dyna  $= \frac{1 \text{ gr} \cdot \text{cm}}{\text{sek}^2}$ , zaś  $r = 1$  cm, według założenia, więc jednostka elektrostatyczna naboju, wyrażona w bezwzględnym układzie miar

$$e = [1_e]_a = \text{cm} \frac{\sqrt{\text{gr} \cdot \text{cm}}}{\text{sek}} = \text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}. \quad 62$$

## b) Jednostka elektromagnetyczna naboju.

Stwierdzono, że gdy nabój elektryczny  $e$  porusza się prostopadle do kierunku natężenia  $H$  pola magnetycznego z prędkością  $v$ , to podlega on działaniu siły magnetoelektrycznej  $F$ , która jest proporcjonalna do wielkości naboju  $e$ , do prędkości  $v$  i do natężenia  $H$  pola magnetycznego; więc

$$F = \mu e v H \quad 63$$

gdzie  $\mu$  jest stałym współczynnikiem proporcjonalności.

Stąd wielkość naboju elektrycznego

$$e = \frac{F}{\mu v H} \quad 64$$

a jednostką bezwzględną elektromagnetyczną naboju będzie ilość elektryczności, która poruszając się w powietrzu (dla którego przyjmuje się  $\mu = 1$ ) z prędkością  $v = 1 \text{ cm/sek}$  w poprzek przez pole magnetyczne, mające natężenie magnetyczne  $H$  równe jednostce bezwzględnej, doznaje działania siły magneto-elektrycznej  $F$  jednej dyny. Ponieważ natężenie pola magnetycznego

$$H = \frac{P}{m} = \frac{F}{m} \quad 65$$

gdzie  $P = F$  jest siłą elektromagnetyczną, wywieraną przez prąd lub magnes w każdym punkcie pola magnetycznego na biegun magnetyczny, mający  $m$  jednostek magnetyzmu. Podstawiawszy w równanie 65 jednostki bezwzględne: za  $P$  z wzoru 22, zaś za  $m$  — które się mierzy tą samą miarą jak  $e$  — z wzoru 62, otrzymamy  $H$  w bezwzględnej jednostce

$$H = \text{cm}^{-\frac{1}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}. \quad 66$$

Wstawiawszy we wzór 64 tę wartość, oraz jednostki bezwzględne:

$$F = 1 \text{ dyna} = \frac{1 \text{ gr} \cdot \text{cm}}{\text{sek}^2}, \quad \mu = 1, \quad v = \frac{1 \text{ cm}}{\text{sek}},$$

$$e = [1_e]_b = \frac{\frac{\text{cm} \cdot \text{gr}}{\text{sek}^2}}{\frac{\text{cm}}{\text{sek}} \cdot \text{cm}^{-\frac{1}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}} = \text{cm}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \quad 67$$

jako wyraz bezwzględnej jednostki elektromagnetycznej naboju.

Przeprowadzone elektrostatyczne doświadczenie wykazało, że dwa bieguny, z których każdy uzbrojono jednostką elektromagnetyczną naboju  $e$ , odpychały się z odległości  $1 \text{ cm}$  siłą  $P = 9 \times 10^{20} \text{ dyn}$ . Po podstawieniu tej wartości, oraz  $r = 1$  we wzór 61 okazuje się wielkość odnośnego naboju w jednostkach elektrostatycznych

$$e = \sqrt{9 \times 10^{10}} = 3 \times 10^{10} \text{ jedn. el. stat.} = \text{jednostce el. magn.} = [1_e]_b. \quad 68$$

Wzór 65 zastosowany do powietrza i miar elektromagnetycznych będzie  $P = \frac{1}{k} \cdot \frac{e e^1}{r^2} = 9 \times 10^{20} \text{ dyn}$ , gdy zaś w tym przypadku  $e = e^1 = 1$ ,  $r = 1$ , więc musi być

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_0} = 9 \times 10^{20} = 3 \times 10^{10} \times 3 \times 10^{10}$$

stad ogólnie

$$P = 9 \times 10^{20} \cdot \frac{e e^1}{r^2} \text{ dyn.} \quad 69$$

## c) Jednostka praktyczna naboju.

Jednostkę tę nazwano kulomb (Coulomb), oznaczono przez  $Cb$ , a za wielkość jej przyjęto dziesiątą część jednostki elektromagnetycznej naboju; stąd więc

$$e = [1_e]_c = 1 \text{ kulomb} = 1 Cb = 10^{-1} \text{ jedn. el. magn.} \quad 70$$

## d) Zestawienie miar naboju elektrycznego.

1 kulomb =  $10^{-1}$  jedn. el. magn. =  $3 \times 10^9$  jedn. el. stat. naboju,  
jednostka el. magn. naboju = 10 kulombów =  $3 \times 10^{10}$  jedn. el. stat.  
naboju, jednostka el. stat. naboju =  $\frac{1}{3} \times 10^{-9}$  kulombów =  $\frac{1}{3} \times 10^{-10}$   
jedn. el. magn. naboju.

## 2. Jednostki prądu elektrycznego.

Prąd elektryczny posiada natężenie =  $i$ , jeżeli przez dany przewodnik przechodzi w jednostce czasu i jednostek elektryczności. Stąd za jednostkę prądu w każdym z trzech układów miar pod 1. a, b, c, uważa się tę wielkość jego natężenia  $i$ , która odpowiada przepływowi jednostki naboju  $e$  w czasie jednej sekundy.

## a) Jednostka prądu elektrostatyczna.

Jednostka ta stosownie do wyrażonego wyżej określenia, i na podstawie wzoru 62 przedstawia się w bezwzględny układzie miar

$$i = [1_i]_a = \frac{[1_e]_a}{\text{sek}} = \frac{cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}}{\text{sek}} = cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-2} \quad 71$$

## b) Jednostka prądu elektromagnetyczna.

Odnosnie do wzoru 67

$$i = [1_i]_b = \frac{[1_e]_b}{\text{sek}} = \frac{cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}}}{\text{sek}} = cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1} \quad 72$$

## c) Jednostka prądu praktyczna.

Jednostkę tę nazwano amper i stosownie do wzoru 70 będzie

$$i = [1_i]_c = 1 \text{ amper} = A = \frac{\text{kulomb}}{\text{sek}} = \frac{10^{-1} \text{ jedn. el. magn.}}{\text{sek}} \quad 73$$

## d) Zestawienie miar prądu elektrycznego.

Amper =  $10^{-1}$  jedn. el. magn. prądu =  $3 \times 10^9$  jedn. el. stat. prądu,  
miliamper =  $10^{-3}$  ampera =  $10^{-4}$  jedn. el. magn. prądu =  $3 \times 10^6$   
jedn. el. stat. prądu,



jednostka el. magn. prądu = 10 amperów =  $3 \times 10^{10}$  jedn. el. stat. prądu,

jednostka el. stat. prądu =  $\frac{1}{3} \times 10^{-9}$  ampera =  $\frac{1}{3} \times 10^{-10}$  jedn. el. magn. prądu.

### 3. Jednostki elektrycznego potencjału, napięcia i sił elektromotorycznych.

Siła elektromotoryczna jest działaniem każdego ogniwa galwanicznego, pędzącem lub usiłującym pędzić elektryczność od jednego bieguna do drugiego. Skoro jednak nagromadzony w ten sposób nabój n. p. w butelce lejdejskiej osiągnie pewną wielkość, to mocą właściwego sobie odpychania powstrzyma dalszy dopływ elektryczności i zrównoważy siłę elektromotoryczną. Oddziaływanie to zatem jest wielkością równorzędną z siłą elektromotoryczną, ma dążność do rozbrojenia naboju i zowie się napięciem elektrycznym; jeżeli zaś napięcie jest skierowane względem ziemi, to nazywa się potencjałem elektrycznym.

Miarą napięcia elektrycznego  $s$  jest odniesiona do jednostki naboju  $e$  praca elektryczna  $L$ , której najprostszym objawem jest rozchylenie listków elektroskopu, a więc

$$s = \frac{L}{e} \quad 74$$

Jeżeli  $s_1$  i  $s_2$  są potencjały (napięcie względem ziemi) dwu przewodników, to napięcie pierwszego z nich względem drugiego

$$s = s_1 - s_2. \quad 75$$

Ponieważ napięcie, względnie potencjał jest wielkością równorzędną z siłą elektromotoryczną, więc do mierzenia tej siły stosują się zupełnie jedne i te same jednostki.

a) Jednostką elektrostatyczną napięcia, potencjału elektrycznego i siły elektromotorycznej.

Każda z tych wielkości będzie tu jednostką, jeżeli przejście dodatniej elektrostatycznej jednostki naboju z jednego przewodnika na drugi wykona pracę jednego erga.

Odnośnie zatem do wzorów 30, 62 i 74

$$s = [1_s]_a = \frac{1 \text{ erg}}{[1_e]_a} = \frac{cm^2 \cdot gr \cdot sek^{-2}}{cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1}} = cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1} \quad 76$$

b) Jednostka elektromagnetyczna napięcia i potencjału elektrycznego i siły elektromotorycznej.

Jednostka ta musi odpowiadać określeniu jednostki elektrostatycznej pod a); gdy zaś jednostka elektromagnetyczna naboju  $e$  jest  $3 \times 10^{10}$  razy większa od elektrostatycznej, więc jednostka elektromagnetyczna napięcia itd. wypadnie tu tyleż razy mniejsza od elektrostatycznej pod a).

Będzie więc według wzorów 30, 67 i 74

$$s = [1_s] \delta = \frac{1 \text{ erg}}{[1_e] \delta} = \frac{\text{cm}^2 \cdot \text{gr} \cdot \text{sek}^{-2}}{\text{cm}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}}} = \text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-2} \quad 77$$

c) Jednostka praktyczna napięcia i potencjału elektrycznego i siły elektromotorycznej.

Za jednostkę tu przyjęto  $10^8$  jednostek elektromagnetycznych i nazwano ją wolt; a zatem

$$s = [1_s] e = 1 \text{ wolt} = V = 10^8 \text{ jednostek el. magn.} \quad 78$$

d) Zestawienie miar napięcia i potencjału elektrycznego i siły elektromotorycznej.

1 wolt =  $10^8$  jednostek el. magn. =  $\frac{1}{3} \times 10^{-3}$  jedn. el. stat. napięcia itd.,

jednostka el. stat. = 300 wolt =  $3 \times 10^{10}$  jednostek el. magn. napięcia itd.,

jednostka el. magn. =  $\frac{1}{3} \times 10^{-10}$  jedn. el. stat. =  $10^{-8}$  wolta,

1 miliwolt =  $10^{-3}$  wolta.

#### 4. Jednostki pojemności elektrycznej.

Jeżeli  $e$  jest nabój danego przewodnika,  $s$  napięcie tego przewodnika względem osłony (n. p. względem ścian pokoju itp.), zaś  $s_1$  i  $s_2$  potencjały przewodnika i osłony, to według wzoru 75  $s = s_1 - s_2$  a nadto

$$e = c s = c (s_1 - s_2) \quad 79$$

gdzie  $c$  jako współczynnik proporcjonalności jest tą ilością elektryczności (dla  $s = 1$ ,  $e = c$ ), jaką trzeba wprowadzić w przewodnik, by jego napięcie względem osłony, czyli różnica potencjałów była jednostka

Spółczynnik  $c$  jest pojemnością elektryczną przewodnika i odnośnie do wzoru 79

$$c = \frac{e}{s} \quad 80$$

Stąd pojemność elektryczna będzie jednostką, jeżeli przewodnik naelektryzowany do napięcia jednostki nagromadzi jednostkę naboju. To określenie stosuje się do wszystkich trzech układów miar.

a) Jednostka elektrostatyczna pojemności elektrycznej.  
Odnosnie do wzoru 62, 76 i 80

$$c = [1_c]_a = \frac{[1_e]_a}{[1_s]_a} = \frac{cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1}}{cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1}} = cm \quad 81$$

b) Jednostka elektromagnetyczna pojemności elektrycznej.

Odnosnie do wzorów 67, 77 i 80

$$c = [1_c]_b = \frac{[1_e]_b}{[1_s]_b} = \frac{cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}}}{cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-2}} = cm^{-1} \cdot sek^2. \quad 82$$

c) Jednostka praktyczna pojemności elektrycznej.

Jednostka ta nazywa się farad i wynika z wzorów 70, 78 i 80

$$c = [1_c]_c = 1 \text{ farad} = \Phi = \frac{\text{kulomb}}{\text{wolt}} = \frac{10^{-1}}{10^8} = 10^{-9} \text{ jedn. el. magn.} \quad 83$$

d) Zestawienie jednostek pojemności elektrycznej.

1 farad =  $10^{-9}$  jedn. el. magn. =  $9 \times 10^{11}$  jedn. el. stat. pojemności,

jednostka el. stat. =  $\frac{1}{9} \times 10^{-11}$  faradów =  $\frac{1}{9} \times 10^{-20}$  jedn. el.

magn. pojemności,

jednostka el. magn. =  $9 \times 10^{20}$  jedn. el. stat. =  $10^9$  faradów,

1 mikrofarad =  $10^{15}$  jedn. el. magn. =  $9 \times 10^{-5}$  jedn. el. stat. pojemności elektrycznej,

1 megafarad =  $10^6$  faradów =  $10^{-3}$  jedn. el. magn. =  $9 \times 10^{17}$  jedn. el. stat. pojemności.

### 5. Jednostki oporu elektrycznego.

Jerzy Ohm stwierdził, że natężenie  $i$  prądu stałego, płynącego przez jakikolwiek przewodnik, jest wprost proporcjonalne do różnicy potencjałów  $s_1 - s_2$  na jego końcowych przekrojach, że stosunek

ten jest liczbą stałą  $r$ , zależną od postaci, materiału i temperatury przewodnika, oraz od sposobu wprowadzenia do niego prądu. Stosunek ten jest oporem elektrycznym i wyraża się wzorem

$$r = \frac{s_1 - s_2}{i} \quad 83$$

z którego wynika tak zwany spadek napięcia

$$i r = s_1 - s_2 \quad 85$$

oraz natężenie prądu

$$i = \frac{s_1 - s_2}{r} \quad 86$$

Wyraziwszy we wzorze 84 zawarte wielkości w mierze elektrostatycznej, elektromagnetycznej, lub praktycznej, otrzymamy wartość oporu  $r$  w jednostkach zastosowanej miary.

a) Jednostka elektrostatyczna oporu elektrycznego.

Odnosnie do wzoru 71, 76 i 84

$$r = [1_r]_a = \frac{[1_s]_a}{[1_i]_a} = \frac{cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1}}{cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-2}} = cm^{-1} \cdot sek \quad 87$$

b) Jednostka elektromagnetyczna oporu elektrycznego.

Odnosnie do wzorów 72, 77 i 84

$$r = [1_r]_b = \frac{[1_s]_b}{[1_i]_b} = \frac{cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-2}}{cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1}} = cm \cdot sek^{-1} \quad 88$$

c) Jednostka praktyczna oporu elektrycznego.

Jednostka ta nazywa się ohm i wynika z wzorów 73, 78 i 84

$$r = [1_r]_c = 1 \text{ ohm} = \Omega = \frac{1 \text{ volt}}{1 \text{ amper}} = \frac{10^8}{10^{-1}} = 10^9 \text{ jedn. el. magn.} \quad 89$$

d) Zestawienie jednostek oporu elektrycznego.

1 ohm =  $10^9$  jedn. el. magn. =  $\frac{1}{9} \times 10^{-11}$  jedn. el. stat. oporu elektrycznego,

jednostka el. stat. =  $9 \times 10^{11}$  ohmów =  $9 \times 10^{20}$  jedn. el. magn. oporu,

jednostka el. magn. =  $\frac{1}{9} \times 10^{-20}$  jedn. el. stat. =  $10^{-9}$  ohmów oporu,

1 megaohm =  $10^6$  ohmów =  $10^{15}$  jedn. el. magn. =  $\frac{1}{9} \times 10^{-5}$  jedn. el. stat. oporu,

1 mikroohm =  $10^{-6}$  ohma =  $10^3$  jedn. el. magn. =  $\frac{1}{9} \times 10^{-7}$  jedn. el. stat. oporu.

Uwaga. Do pomiaru oporu 1 ohma służy wzorzec pierwszorzędny, nazwany ohmem międzynarodowym; przyrząd ten polega na tem, że ujęty rurką szklaną słupek rtęci o temperaturze  $0^\circ$ , jednostajnym przekroju 1 *mm*<sup>2</sup>, i długości 106.3 *cm* przedstawia opór jednego ohma z wszelką możliwą ścisłością.

### 6. Jednostki pracy elektrycznej.

Przepędzenie  $e$  jednostek elektryczności dodatniej wstecz od końcowego przekroju przewodnika o potencjale  $s_2$ , do początkowego przekroju przewodnika o potencjale  $s_1$  ( $s_1 > s_2$ ) wymaga pracy odnośnie do wzoru 74 i 75

$$L = (s_1 - s_2) e \quad 90$$

Tyleż pracy trzeba zużyć, gdy ta sama ilość elektryczności  $e$  spada prądem elektrycznym z wyższego potencjału  $s_1$  do niższego  $s_2$  gdy zaś prąd o natężeniu  $i$  w czasie  $t$  przewodzi  $e = it$  jednostek elektryczności, więc

$$L = (s_1 - s_2) i t \quad 91$$

Jest to praca elektryczna wykonana prądem  $i$  w czasie  $t$ , a miarą jej są te same jednostki, jak pracy mechanicznej: erg, joule, kilogrammometr itd.

#### a) Jednostka elektrostatyczna pracy elektrycznej.

Odnosnie do wzoru 71, 76 i 91 dla  $t = 1$  sek:

$$\begin{aligned} L = [1_l]_a &= [1_s]_a \times [1_i]_a \cdot \text{sek} = (\text{cm}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}) (\text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-2}) \text{sek} = \\ &= \text{cm}^2 \cdot \text{gr} \cdot \text{sek}^{-2} = 1 \text{ erg}. \end{aligned} \quad 92$$

#### b) Jednostka elektromagnetyczna pracy elektrycznej.

Odnosnie do wzorów 72, 77, 91 dla  $t = 1$  sek:

$$\begin{aligned} L = [1_l]_b &= [1_s]_b \times [1_i]_b \times \text{sek} = (\text{cm}^{\frac{3}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-2}) (\text{cm}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{gr}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{sek}^{-1}) \text{sek} = \\ &= \text{cm}^2 \cdot \text{gr} \cdot \text{sek}^{-2} = 1 \text{ erg}. \end{aligned} \quad 93$$

#### c) Jednostka praktyczna pracy elektrycznej.

Jednostka ta nazywa się joule (dżul) i wynika z wzoru 78 i 73

$$\begin{aligned} L = [1_l]_c &= 1 \text{ joule} = J = \text{volt} \times \text{amper} = 10^8 \times 10^{-1} = \\ &= 10^7 \text{ jednostek elektromagn.} = 10^7 \text{ ergów}. \end{aligned} \quad 94$$

d) Jednostka pracy elektrycznej równoważna ciepłu.

Jeżeli jedynym skutkiem pracy elektrycznej jest ciepło  $Q$ , n. p. na cele oświetlenia elektrycznego itp., to odnośnie do wzorów 53 i 91

$$Q = \frac{1}{J} L = \frac{1}{J} (s_1 - s_2) i t \quad 95$$

gdzie  $J$  jest równoważnikiem dynamicznym jednostki ciepła a według wzorów 54 do 56

$$\begin{aligned} J &= 4.187 \times 10^7 \text{ ergów/gramstopień} = 42680 \text{ Gr. cm/gramstopień} = \\ &= 426.8 \text{ Kgm/kalorję} = 4.187 \text{ joulów/gramstopień} \quad 96 \end{aligned}$$

Joule stwierdził zawisłość ciepła  $Q$  określoną wzorem

$$Q = k \cdot i^2 r t \quad 97$$

gdzie  $i$  natężenie prądu,  $r$  jego opór,  $t$  czas trwania,  $k$  stały współczynnik, nazwany stałą termiczną, która jest ilością ciepła dla  $i = 1$ ,  $r = 1$ ,  $t = 1$ ; obliczono i stwierdzono dalej, że

$$k = 0.2388 \text{ gramstopni} = \frac{1}{J} = \frac{1}{4.187} \quad 98$$

Stąd odnośnie do wzoru 95

$$Q = 0.2388 L \quad 99$$

podstawiając  $L = 1$  joule, będzie  $Q = 0.2388$  gramstopnia, a zatem

$$1 \text{ joule} = 0.2388 \text{ gramstopnia} \quad 100$$

skąd dalej zgodnie z ostatnią wartością równa 96

$$\frac{1}{0.2388} \text{ joule} = 4.187 \text{ joule} = 1 \text{ gramstopień.} \quad 101$$

e) Zestawienie jednostek pracy elektrycznej.

Jednostka el. statyczna = jednostce el. magn. pracy = 1 erg = =  $10^{-7}$  joulów,

1 joule =  $10^7$  jednostek el. magn. =  $10^7$  jednostek el. stat. pracy elektr. =  $10^7$  ergów = 0.2388 gramstopnia.

### 7. Jednostki dzielności elektrycznej.

Dzielność elektryczna jest stosunkiem  $K$  pracy elektrycznej  $L$  do czasu  $t$  jej trwania i mierzy się temi samymi jednostkami co praca elektryczna, odniesionemi jednak do jednostki czasu; odnośnie więc do wzoru 91

$$K = \frac{L}{t} = (s_1 - s_2) i \quad 102$$

a) Jednostka elektrostatyczna dzielności elektrycznej.

Stosownie do wzoru 92 i wyrażonego określenia

$$K = [1K]_a = \frac{1 \text{ erg}}{\text{sek}} = \frac{\text{cm}^2 \cdot \text{gr} \cdot \text{sek}^{-2}}{\text{sek}} = \text{cm}^2 \cdot \text{gr} \cdot \text{sek}^{-3} \quad 103$$

b) Jednostka elektromagnetyczna dzielności elektrycznej.

Odnosnie do wzoru 93 i określenia

$$K = [1K]_b = \frac{1 \text{ erg}}{\text{sek}} = \text{cm}^2 \cdot \text{gr} \cdot \text{sek}^{-3} \quad 104$$

c) Jednostka praktyczna dzielności elektrycznej.

Jednostka ta zowie się watt, czyli woltamper = wolt  $\times$  amper/sek. i wynika z wzorów 94 i 102

$$K = [1K]_c = 1 \text{ watt} = VA = \text{woltamper/sek} = \text{joule/sek} = \\ = 10^7 \text{ jednostek el. magn.} = \frac{1}{9 \cdot 81} \text{ Kgm/sek.} \quad 105$$

Praca trwająca godzinę z dzielnością 1 watta zowie się watt-godziną itp.

d) Zestawienie jednostek dzielności elektrycznej.

$$1 \text{ kilowatt} = 10^3 \text{ wattów} = 10^3 \text{ joulów/sek} = 10^{10} \text{ ergów/sek} = \\ = 101 \cdot 94 \text{ Kgm/sek} = \left( \frac{101 \cdot 94}{75} = 1 \cdot 36 \right) \text{ koni parowych (HP),}$$

$$1 \text{ wattgodzina} = 3600 \text{ joulé/sek} = \left( \frac{3600}{9 \cdot 81} = 366 \cdot 972 \right) \text{ Kgm,}$$

$$1 \text{ kilowattgodzina} = 10^3 \times 3600 \text{ wattów} = 3600 \times 10^3 \text{ joulów} = \\ = 366972 \text{ Kgm} = \left( \frac{366972}{426 \cdot 8} \right) [\text{wzór 53 do 56 włącznie str. 30}] = \\ = 859 \cdot 8 \text{ kaloryj} = 36 \times 10^{12} \text{ ergów.}$$

Dzielność z jaką pewna instalacja elektryczna pracuje w danej chwili, odczytuje się z ampermetru i woltmetru, alboweż z wattmetru elektrycznego, złożonego z obu tych dwu przyrządów, który wskazuje już gotową wartość iloczynu wolt  $\times$  amper.

Żarówki z cienkich drucików metali trudno topliwych dają światło jednej świecy kosztem pracy 1 watta, żarówki zaś z włókna węglowego zużywają około 3·5 wattów na 1 świecę i niszczą ją rychło.

### 8. Jednostki współczynnika indukcji wzajemnej i współczynnika indukcji własnej.

Jeżeli z dwu obwodów przewodników prąd przewodzących, jeden jest nieruchomy, a drugi ruchomy i około własnej osi obracalny, znajduje się w polu magnetycznym nieruchomego, to będzie przyciągany lub odpychany, aż wreszcie ustawi się równolegle tak, że kierunki obu prądów będą zgodne i wtedy obejmie możliwie największą liczbę linii magnetycznych pola. Przesunięcia i ustawienia przewodnika ruchomego dokonała praca  $K$  sił elektrodynamicznych wzajemnej indukcji, a wyrazem tej pracy jest

$$K = Q \cdot i_1 i_2 \quad 106$$

gdzie  $i_1$  jest natężenie prądu przewodnika pierwszego,  $i_2$  drugiego, a  $Q$  współczynnik indukcji wzajemnej, który — jak widno z wzoru — jest właściwie pracą sił indukcji wzajemnej, jeżeli natężenie prądu  $i_1 = i_2 = 1$ .

Podobnych działań doznaje wszelki przewodnik w polu, wytworzonym przez własny prąd; a chociaż nie może pod tem działaniem poruszać się lub obracać, to o ile będzie dostatecznie gętki i podatny zmieni widocznie swą postać w taki sposób, by liczba linii pola nim objętych była możliwie wielka. Działanie to jest wynikiem indukcji własnej, wykonane pracą

$$K = \frac{Q_0 i^2}{2} \quad 107$$

gdzie  $i$  jest natężenie własnego prądu, zaś  $Q_0$  współczynnik indukcji własnej, którego wartość daje się obliczyć wzorem

$$\frac{1}{2} \cdot Q_0 = \frac{K}{i^2} \quad 108$$

Współczynnik indukcji własnej mierzy się temi samymi jednostkami, co współczynnik indukcji wzajemnej, a mianowicie:

a) Jednostka elektrostatyczna współczynnika indukcji wzajemnej i współczynnika indukcji własnej.

Z wzoru 106 wynika

$$Q = \frac{K}{i_1 i_2} \quad 109$$

z czego widać, że współczynnik  $Q$  będzie tu jednostką, jeżeli  $K$ ,  $i_1$ ,  $i_2$  będą jednostkami elektrostatycznymi; po podstawieniu zatem tych jednostek z wzorów 71, 92 wynika



$$Q = \frac{K}{i_1 i_2} = [1g]_a = \frac{[1i]_a}{[1i_1]_a [1i_2]_a} = \frac{1 \text{ erg}}{(cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-2})^2} = \frac{cm^2 \cdot gr \cdot sek^{-2}}{cm^3 \cdot gr \cdot sek^{-4}} = cm^{-1} \cdot sek^2 \quad 110$$

b) Jednostka elektromagnetyczna współczynników indukcji wzajemnej i własnej.

Odnośnie do wzorów 72, 93 i 109, oraz dla  $i_1 = i_2 = [1i]$ ,

$$Q = \frac{K}{i^2} = \frac{1 \text{ erg}}{[1i]_b [1i]_b} = [1g]_b = \frac{cm^2 \cdot gr \cdot sek^{-2}}{(cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1})^2} = cm \quad 111$$

c) Jednostka praktyczna współczynników indukcji wzajemnej i własnej.

Jednostka ta nazywa się henry i odnośnie do wzorów 73 i 94 będzie

$$Q = \frac{K}{i^2} = [1g]_c = \text{henry} = H = \frac{1 \text{ joule}}{(1 \text{ amper})^2} = \frac{10^7}{(10^{-1})^2} = 10^9 \text{ jednostek elektromagnetycznych.} \quad 112$$

Jednostka zatem henry w bezwzględnej wartości odnośnie do wzoru 111 wynosi  $10^9 \text{ cm}$ , równa się czwartej części południka ziemi, i dlatego nazywają ją także kwadrantem.

d) Zestawienie jednostek współczynników indukcji wzajemnej i własnej.

1 henry =  $10^9$  jedn. el. magn. =  $\left[ \frac{10^7}{(3 \times 10^9)^2} = \frac{1}{9} \times 10^{-11} \right]$  jednostek elektrostatycznych współczynnika ind. wzajemnej i własnej,

jednostka el. stat. współczynnika =  $9 \times 10^{11}$  henrych =  $9 \times 10^{20}$  jedn. el. magn. współczynnika indukcji wzajemnej i własnej,

jednostka el. magn. =  $10^{-9}$  henrych =  $\frac{1}{9} \times 10^{-20}$  jedn. el. stat. współczynnika indukcji wzajemnej i własnej.

### 9. Zestawienie jednostek miary praktycznej używanych w przemyśle elektrotechnicznym.

W przemyśle elektrotechnicznym używają tylko wyłącznie jednostek miary praktycznej, utworzonych z wielokrotności lub z części jednostki elektromagnetycznej bezwzględnej, zestawionych na podstawie wprowadzonych wyżej wzorów 67, 70, 72, 73, 77, 78, 82, 83, 88, 89, 93, 94, 104, 105, 111, 112, w następującej tablicy.

Liczba bieżąca	Wielkość elektryczna	Jednostka praktyczna			Wymiar bezwzględnej jednostki elektromagnetycznej
		nazwa	oznaczenie	w bezwzględnych jednostkach elektromagnetycznych	
1.	Ilość elektryczności czyli nabój . . .	kulomb	<i>Cb</i>	$10^{-1}$	$cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}}$
2.	Prąd, natężenie prądu ( <i>J</i> ) . . . . .	amper	<i>A</i>	$10^{-1}$	$cm^{\frac{1}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-1}$
3.	Siła elektromotoryczna, napięcie, potencjał . . . .	wolt	<i>V</i>	$10^8$	$cm^{\frac{3}{2}} \cdot gr^{\frac{1}{2}} \cdot sek^{-2}$
4.	Pojemność elektryczności . . .	farad	$\Phi$	$10^{-9}$	$cm^{-1} \cdot sek^2$
5.	Opór ( <i>R</i> ) . . . . .	ohm	$\Omega$	$10^9$	$cm \cdot sek^{-1}$
6.	Praça elektryczna .	joule	<i>J</i>	$10^7$	$cm^2 \cdot gr \cdot sek^{-2}$
7.	Dzielność elektryczna, skutek	{ woltamper czyli watt }	<i>VA</i>	$10^7$	$cm^2 \cdot gr \cdot sek^{-3}$
8.	Indukcja wzajemna i indukcja własna	henry	<i>H</i>	$10^9$	<i>cm</i>

Milionkrotność, względnie tysiąckrotność poszczególnionych w tabeli jednostek praktycznych wyraża się za pomocą dodania z lewej strony do ich nazwy słów: „mega“, względnie „kilo“, zaś część milionowa względnie tysięczna słów: „mikro“, względnie „mili“. Będzie zatem

1 megawatt =  $10^6$  wattów =  $10^3$  kilowattów =  $10^{13}$  jednostek elektromagnetycznych,

1 mikrowolt =  $10^{-6}$  wolta =  $10^{-3}$  miliwolta =  $10^2$  jednostek elektromagnetycznych itp.

#### o) Miara twardości minerałów według skali Mohsa.

Twardość kamieni, skał jednolicie zbitych i wszelkich zresztą minerałów niema właściwie miary bezwzględnej, ale daje się ocenić dokładnie zapomocą skali Mohsa, składającej się z dziesięciu mine-

rałów tak dobranych i szeregowanych, że twardość każdego z nich wzrasta możliwie równomiernie i tworzy dla siebie osobny stopień. W szeregu tym twardość łojku przyjęto za pierwszy stopień twardości = 1, zaś twardość każdego następnego minerału rysuje wszystkie poprzednie.

Skala twardości Mohsa jest zatem następującym szeregiem, zestawionym według stopni twardości:

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1. łojek,                 | 6. spat polny,         |
| 2. gips lub sól kamienna, | 7. kwarc,              |
| 3. spat wapienny,         | 8. topaz,              |
| 4. topnik,                | 9. korund (Schmirgel), |
| 5. apatyt,                | 10. djament.           |

## D. MATERJAŁY.

### I. Kamienie naturalne i ziemie.

#### 1. Pogląd ogólny.

Ziemia w najdawniejszym swym stanie była niewątpliwie gazową, a później wytworzyła się skorupa ognistociekła, która z czasem zakrzepła. Skorupa ta, ulegając w następstwie wieków przeróżnym wpływom i przetworom, posiadała pewne znamienne dane, umożliwiające poznanie i odtworzenie dziejów ziemi, a nauka zajmująca się tem jest geologją historyczną.

Dane owe to pokłady, co powstawały w każdym momencie dziejów geologicznych; a nauka, obejmująca wynik badania ich natury, układu, złożenia, wzajemnego stosunku, oraz skamienieliń roślinnych i zwierzęcych, nazywa się stratografją.<sup>1</sup>

Wreszcie nauka, odtwarzająca ze znalezionych resztek roślin i zwierząt skamieniałych całą faunę i florę okresów, odległych od nas o miliony lat, zowie się paleontologją. Umożliwia ona określenie wieku geologicznego pokładów, odtwarza dzieje świata roślinnego i zwierzęcego na kuli ziemskiej i pozwala na wnioskowanie o rozmieszczeniu mórz i lądów, o stosunkach klimatycznych itp. w ubiegłych okresach geologicznych.

Podział wszystkich utworów warstwowych skorupy ziemi jest następujący.

<sup>1</sup> Po łacinie: stratum, warstwa.

*I. Grupa archaiczna*<sup>1</sup> jest najstarsza i obejmuje łupki krystaliczne, których pierwszą część stanowi potężna masa gnajsów i granitów wiele tysięcy metrów gruba; na niej spoczywają łupki łuszczkowe, łojkowe i fyllity bez skamienielin, z wtrąceniami marmurów i złożami grafitu. W łupkach krystalicznych znajdują się granaty, turmaliny, beryle i inne krzemiany.

*II. Grupa eozoiczna*<sup>2</sup> czyli *algonkińska*<sup>3</sup> składa się również z łupków krystalicznych; ku górze jednak pokłady przybierają charakter zbliżony do skał osadowych następnej grupy.

Skamienielin są tu tylko bardzo rzadkie ślady.

Utwory tej i poprzedniej grupy są zwykle mocno pofałdowane i popękane.

*III. Grupa paleozoiczna*<sup>4</sup> zawiera ciemne łupki ilowe, fyllity, ciemne, twarde, drobnoziarniste piaskowce o zlepie krzemionkowym, zwane szarowąką, kwarcyty, rzadziej ciemne wapienie; ku górze wapienie i dolomity; wśród starszych utworów żyły granitu, sjenitu, djabazu, a wśród młodszych porfiry i melafiry.

Grupa ta obejmuje:

1. System kambryjski z serjami a) dolne kambrium, b) średnie kambrium, c) górne kambrium.

2. System sylurski z serjami a) dolny sylur, b) średni sylur, c) górny sylur.

3. System dewoński z serjami a) dolny dewon, b) średni dewon, c) górny dewon.

4. System węglowy z serjami a) dolny karbon, b) średni karbon, c) górny karbon.

5. System permski z serjami a) dolny perm, b) średni perm, c) górny perm.

W grupie paleozoicznej znachodzą się kręgowce tylko najniższe, począwszy od syluru; najpierw najniższe ryby spoduiste i kostoluskie, potem płazy, a na końcu pierwsze gady.

W kambryjskim perjodzie, sylurskim i dewońskim bardzo bogata fauna trylobitów.

Ramionogi i liliowce dosięgają szczytu swego rozwoju.

Flora złożona przeważnie z rodniowców; olbrzymie drzewiaste widlaki, skrzypy i paprocie; najwyższe rośliny należą do nagozależkowych.

<sup>1</sup> Archajos, starożytny. <sup>2</sup> eos, jutrzienka — zoon, zwierzę. <sup>3</sup> Algonkin, ogólna nazwa pewnych szczepów Indjan Ameryki północnej. <sup>4</sup> Palajos (po grecku) dawny.

**IV. Grupa mezozoiczna**<sup>1</sup> odznacza się obfitością jasnych wapieni i margli, oraz ilów łupkowych różnego rodzaju, różnych piaskowców, zlepieńców itp. Widno tu dwa odrębne typy: alpejski i środkowo europejski, powtarzające się także i w innych częściach świata.

Grupa ta obejmuje:

1. System trjasowy z serjami: *a*) pstry piaskowiec, *b*) wapień muszlowy, *c*) kajper z retem (Räth).

2. System jurajski z serjami: *a*) dolny jura albo lias, *b*) średni jura albo dogger, *c*) górny jura albo malm.

3. System kredowy z serjami: *a*) dolna kreda z piętrami;  $\alpha$ ) neokom,  $\beta$ ) gault; *b*) górna kreda z piętrami:  $\alpha$ ) cenoman,  $\beta$ ) turon,  $\gamma$ ) senon.

W erze mezozoicznej nadają faunie kręgowców charakter olbrzymie gady. W trjasie jawią się pierwsze ssawce, w jurze najstarsze ptaki; wśród ryb panują kostno szkieletowe.

Z pomiędzy głowonogów szczególnie znamienne są tak zwane amonity i belemnity.

Ramionogi jeszcze liczne, chociaż ich fauna znacznie uboższa, niż w erze paleozoicznej.

Flora odznacza się panowaniem sagowców i roślin szpilkowych, ale już w kredzie pokazują się najstarsze rośliny dwuliścienne.

Paleozoicznych trylobitów itp. niema już, tak samo jak i lepidodendronów; sygilarje i pokrewne drzewiaste widłaki z małymi wyjątkami także nie istnieją.

**V. Grupa kenozoiczna**<sup>2</sup> obejmuje ily, gliny, piaski, piaskowce, żwiry, zlepieńce, margle i rozmaite wapienie; skały wybuchowe, trachity, andezyty i bazalty na znacznych przestrzeniach w olbrzymich masach. Jest to era tworzenia się mórz i lądów w postaci do dzisiejszej podobnych.

Grupa ta obejmuje:

1. System trzeciorzędny z serjami:

*a*) paleogen z piętrami:  $\alpha$ ) eocen,  $\beta$ ) oligocen;

*b*) neogen z piętrami:  $\alpha$ ) miocen,  $\beta$ ) pliocen.

2. System czwartorzędny z serjami:

*a*) dyluwium (łac. diluvium, zalew);

*b*) aluwium (łac. alluvies, napływy wodne).

<sup>1</sup> Mezos (po grecku) środkowy. <sup>2</sup> Kainos (po grecku) nowy.

W erze trzeciorzędnej ssawce doszły do wielkiego rozwoju, w faunie mięczaków morskich czem raz większy procent, nawet gatunków dzisiejszych.

We florze dominują rośliny okrytozalążkowe, przedewszystkiem dwuliścienne, także jednoliścienne.

Amonitów, belemnitów itp. już niema.

W perjodzie czwartorzędnym człowiek zajmuje pierwsze stanowisko w przyrodzie.

Mamut, niedźwiedź jaskiniowy itd. występują równocześnie z najstarszym znanym człowiekiem.

Dyluwium to epoka lodowa i początek epoki kamiennej. Tworzy dawniejsze napływy, złożone ze żwirów, piasków, otoczków, kamieni polnych, gliny, gliny piasezystowapiennej, czyli mamutowej (Löss) i wapieni wód słodkich.

Aluwium to koniec epoki kamiennej, oraz epoka brązu, żelaza i okresu historycznego ziemi. Utwory tej epoki obejmują ziemię nasypową, rudy błotne żelaza, torf, martwicę wapienną, krzemionkową, piaski morskie, korale, nowsze lawy wulkaniczne.

Kamienie w ogóle znajdują się jako wielka masa zbita lub uwarstwowiona, albo wreszcie jako rozbita począwszy od brył ogromnych do najdrobniejszych ziarn piasku.

Potrzebne nam kamienie znajdujemy jako mniejsze lub większe bryły na polach, w pobliżu rzek lub w ziemi, i nazywamy je znajdami. Przeważnie jednak wydobywamy kamień z kamieniołomów odkrytych; wydobywanie bowiem sposobem górniczym pod ziemią nieopłaca się.

Skały dzielimy na: 1. Skały krystaliczne jednorodne, 2. skały krystaliczne różnorodne, 3. okrucowce spojone, 4. okrucowce luźne.

## 2. Opis skał.

**1. Kwarec** czysty jest kwasem krzemowym ( $\text{Si O}_2$ ); rozpuszcza się w kwasie fluorowym i topi jedynie w najsilniejszym prądzie elektrycznym (piorun); z domieszką sody stapia się łatwo na masę szklistą.

Najczystszy kwarec, znany jako kryształ górny, jest bezbarwny i doskonale przejrzysty; z domieszkami bywa błądy, żółtawy, czerwonawy, brunatny, szary lub czarny.

Występuje w wielu skalnych utworach i tworzy główny skład kamiennych pokładów najczęściej w masie zbitej.

Ciężar właściwy jest 2.5—2.8, twardość 7.

**2. Kwarcyt** jest zbitą mieszaniną kamienną ziarnistą, białą lub jasnoszara, złożoną z drobnych ziarn kwarcu i innych mineralów.

Cieężar właściwy 2·5—2·8, twardość 6—9, trwałość niespożyta.

Używa się jako cios do budowli wodnych, na kostki brukowe, płyty, stopnie, jako tłučenje (szuter) do dróg itp., do fabrykacji ciał wybuchowych i fabrykacji szkła.

Tworzy piaski i okruchy, które w danych warunkach spoily się znou w piaskowce, okruhowce i zlepierce kwarcowe.

**3. Spat polny, skaleń,** jest połączeniem kwasu krzemowego z gliną i potasem (krzemian glinowopotasowy). Wchodzi w skład różnych skał rozdzielony delikatnie albo ziarniście, wietrzeje bardzo łatwo i tworzy glinę, a gdy bardzo czysty porcelankę. W wielkim gorącu zlewa się niezupełnie w szklistą masę gąbezastą. Jest jasnoszary, żółtawy, niebieskawy, czerwony.

Cieężar właściwy 2·5—2·6, twardość 6.

Używa się tam do budowy, gdzie nie będzie narażony na wpływ atmosfery i kwasów.

**4. Łyszczyk, mika,** jest wodnym krzemianem glinowopotasowym, zawierającym także tlenki żelaza i manganu; bezbarwny albo białawy z różnobarwnym odcieniem, żółty, brunatny, czerwony, szary, zielony z połyskiem perłowym; daje się łupać w blaszki miękkie, sprężyste, przezroczyste do 0·5 m szerokie i długie, których używają na szyby do okien okrętowych, do otworów rewizyjnych w piecach hutniczych itp.

Cieężar właściwy 2·76—3·10, twardość 2—3.

Na powietrzu rychło wietrzeje i daje glinę okrem zabarwioną, a na mrozie rozpada w blaszki. W wielkim piecu zlewa się w żuzel.

**5. Łupek łyszczkowy** składa się z silnie błyszczących warstw różnych łyszczków, przedzielonych kwarcem w warstwach, lub w równo rozdzielonych ziarnach. Domieszkę tworzy granat, turmalin, błękit (ejanit), spat polny, łojek, chloryt, spat wapienny, grafit, hornblenda, iskrzyk, złoto. Występuje w Karpatach.

Jest bardzo cennym materiałem ogniotrwałym, używanym do palenisk fabrycznych.

**6. Granit** jest zbitą masą krystaliczną z dostrzegalnych, zwykle białawych ziarn kwarcu, żółtawych spatu polnego i blaszek czar-nych łyszczku. Ogólna barwa żółtawoszara, szara aż do czerności, mięsnoczerwona, czerwona aż do brunatności, zielona.

Cieężar właściwy 2·25—3·00, twardość 6—8.

Jest trudno łupliwy i obrabialny, ale daje się znakomicie **polerować**; bardzo zresztą wytrzymały i trwały na powietrzu i w ogniu.

Używa się do budowli monumentalnych na cokoly, stopnie, progi, kolumny, głowice słupów itp., na pomniki, do budowli wodnych, na bruki, chodniki, kamienie młyńskie i podkładki pod belki żelazne.

Dobroć granitu wzrasta z zawartością kwarcu; przewaga zaś łyszczyka lub spatu polnego powoduje łatwo wietrzenie. Znajduje się w Tatrach.

**7. Sjenit** jest krystaliczną masą zbitą najczęściej średnio ziarnistą, złożoną ze spatu polnego i hornblendy; jest czarno i biało nakrapiany, szarobrunatny, ciemnozielony.

Ciężar właściwy 2·5—3·06, twardość 7—8.

Jeżeli prócz właściwych domieszek zawiera także małe ilości kwarcu i łyszczyka, zowie się granitem sjenitowym.

**8. Djoryt** składa się głównie ze spatu polnego białego, żółtego lub zielonego, z hornblendy i z przypadkowej domieszki pirytu (iskrzyk, siareczek żelaza); jest ciemny, czarnozielony, najczęściej czarnawobiały.

Ciężar właściwy 2·8, twardość 6.

Daje się trudno obrabiać i polerować, otrzymuje jednak piękny połysk i trwały; jest bardzo trwały o ile niema iskrzyku.

Używa się na kolumny, nagrobki, do budowli wodnych, na kostki brukowe i do budowy dróg, jako łamaniec i tłuczeniec.

**9. Djabaz** jest mieszaniną spatu polnego z augitem (Augit, sklistyn), barwy czarnej aż do zielonej, stąd także zieleniecem zwany.

Używa się jak djoryt, ale bywa często nadwietrzały i dlatego daje się rzadko polerować.

**10. Gabbro, eufotydy**, składa się z labradoru albo z sosurytu z mignikiem, albo ze smaragdytu; jest ciemnoszary i zielony. Mignik bywa szary, brunatny, oliwkowozielony z połyskiem metalicznym; smaragdyt jasno zielony z połyskiem perłowym, labrador białawy, białawoszary, niebieskawy, sosuryt jak labrador, najczęściej jednak zielonawy.

Ciężar właściwy 2·9, twardość 7.

Używa się do ornamentów, do okładania ścian, na płyty mozaikowe i stołowe, mniejsze kolumny, do bruków i do dróg.



**11. Wężowiec (serpentyt)** powstał prawdopodobnie z przemiany gabbro; najczęściej zielony, na działanie atmosferyczne niewytrzymały, spokrewniony z asbestem, którego nawet zawiera żyły.

Ciężar właściwy 2·56—2·89; świeżo wydobyty ma twardość 2·5, i daje się wówczas łatwo nożem lub piłą przecinać i toczyć; później twardnieje, daje się polerować i jest trwały.

Używa się na świeczniki, wazy, kolumny, gzymsy, okładziny ścian, obramienia kominków, płyty posadzkowe i stołowe itp. Jako materiał ogniotrwały używa się do pieców wielkich, piecyków chemicznych, murów kominowych, paleniskowych, tygli itp.

**12. Porfir** jest skałą wybuchową zbitą, drobnoziarnistą, w której tkwią wyraźne kryształy spatu polnego, niekiedy kwarcu, augitu, hornblendy itp.

Odróżniamy odmiany:

a) Porfir skaleniowy, czyli felzytowy, zawiera także łyszczyk jako domieszkę; jest czerwonawobrunatny, żółtawy, szary, zielonawy i niebieskawy. Znajduje się w Krzeszowicach i innych okolicach powiatu krakowskiego, oraz u źródeł rzeki Czeremoszu w Karpatach.

Ciężar właściwy 2·4—2·79.

Jest bardzo trwały i wytrzymały, daje się pięknie polerować, i używa się do budowli monumentalnych, na kostki brukowe, płyty chodnikowe, stołowe, jako tłuczeniec do dróg itp.; nadto jest materiałem ogniotrwałym.

b) Melafir jest najczęściej czarny od augitu; występuje w okolicach powiatu krakowskiego i jest podobny do bazaltu.

Ciężar właściwy 2·5—2·8.

Jest trudny do obróbki, nietrwały, z zaprawami źle wiąże i używa się do dróg bitych.

**13. Trachyt** jest skałą o masie gęstej, często porowatej, złożonej ze spatu polnego z tkwiącymi kryształami hornblendy, z czarnego łyszczyka, magnetytu i sanidynu; ogólna barwa szara. Występuje także w Karpatach.

Niektóre trachyty drobnoziarniste są wyborynym materiałem, budowlanym i mimo znacznej twardości dają się łatwo obrabiać z powodu porowatości i doskonale wiążą się z zaprawą. Sławna katedra kolońska jest zbudowana z trachytu.

Używa się na stopnie, płyty parapetowe, gzymsy, kolumny i bruki. Trachyty obfitujące w oligoklaz szybko wietrzeją.

Ciężar właściwy 2·2—2·6. twardość 6—6·5.

Odmiany trachytu:

a) Pumeks jest lawą trachytową piankową, komórkową, gąbczastą, jasnoszara, jasnożółta z połyskiem jedwabistym.

Ciężar właściwy 0·37—0·91, twardość 4·5.

Jako lekki i dobrze z zaprawą wiążący nadaje się do sklepień, budowy domów mieszkalnych, stajen itp.; w przemyśle ma liczne zastosowanie, jako kamień szlifierski.

b) Obsydjan jest szklistą lawą trachytową, szarą aż do czarnej, niekiedy zielonawą, niebieską, żółtą.

Ciężar właściwy 2·4—2·5, twardość 6—7.

Używa się na wazon, tabakierki, guziki itp.; w handlu ma nazwy: agatu szklanego, islandzkiego, lawy szklanej, szkła wulkanicznego, marekanitu.

c) Dźwięczec (fonolit) złożony z sanidynu i nefelinu z domieszką częstą hornblendy, jest szary, często prawie czarny.

Ciężar właściwy 2·51—2·7.

Daje się łupać na płyty, które wydają dźwięk czysty pod uderzeniem, stąd nazwa; jest bardzo trwały i używa się do budowli i do dróg, a jako łupek fonolitowy do krycia dachów.

**14. Skała augitowa czyli sklistynowa** zawiera przeważnie augit, który jest krzemianem magnezji, żelaza, wapni i glinu; ma barwę brunatną, lub prawie czarną.

Ciężar właściwy 3—3·5, twardość 5—6.

Odmiany jego są:

a) Doleryt składa się z białawego spatu polnego i z kryształów augitu i jest czarnawoszary.

Ciężar właściwy 2·9—3·1.

Jest wytrzymały, trwały, wiąże dobrze z zaprawą, ale trudno obrabialny; używa się do dróg, budowli wodnych, fundamentów, obramień okien i drzwi, na płyty parapetowe i stopnie.

b) Bazalt czyli słupień jest ścisłym połączeniem augitu (sklistynu), labradoru i magnetytu, zawierającym zwykle tytan z domieszką oliwca; barwę ma czarną we wszystkich odcieniach. Występuje w rozdzieleniu słupowem o pięknych słupach różnej postaci, najczęściej sześciobocznych o grubości 5 cm do 3 m, długości 2—100 m.

Niektóre bazalty dzielą się w płyty od kilku do 30 cm grube, inne zaś w kule złożone z warstw spółśrodkowych.

Bazalt chłonie chciwie wodę, wskutek czego wietrzeje.

Ciężar właściwy 2·7—3·3, twardość 6—8, wytrzymałość wielka.

Jest cennym materiałem budowlanym, pięknie się poleruje, ale trudno obrabia; używa się na kostki brukowe, do dróg, mostów, szluz, tam, brzegów, fortec, sklepień, kolumn, stopni, posągów, obramień itd., a w przemyśle w hutach żelaza, szkła, fabrykach cementu itp.

c) Lawa jest skrzeplym wytworem wulkanów, przeważnie porowatym, złożonym ze spatu polnego, augitu, magnetytu itd. Odróżniamy lawy bazaltowe i trachytowe; pierwsze są czarne, drugie szare.

Ciężar właściwy lawy bazaltowej 2·8—3, trachytowej 2—2·7, twardość 3·5.

Lawy zbite mocne używają do murów zewnętrznych, porowate do wewnętrznych i sklepień; zbite dają się pięknie polerować.

**15. Gnajs** jest łupkową odmianą granitu, ale łatwiej wietrzeje, zwłaszcza, gdy ma wiele spatu polnego i łuszczku.

Twardość 6—6·5.

**16. Łupek iłowy pierwotny (fyllit)** jest skałą łatwo łupliwą, mialkoziarnistą, ciemnoszarą, czasem zielonawą, czarnawoniebieską, rzadziej białą, fioletową i czerwoną z połyskiem perłowym, lub jedwabistym. Składa się z różnych odmian łuszczku, ziarn kwarcu i niewiele chlorytu (zielonki).

Gdy łuszczek przeważa, skała zbliża się do łupku łuszczkowego i zowie się fyllitem.

Ciężar właściwy 2·67—3·5, twardość 1—2.

Trwałych odmian używają do krycia dachów; grubszych płyt na posadzki, oprawy kominów, stoły, bilardy itp.

**17. Łupek iłowy czyli gliniasty** składa się z gliny i kwarcu, często z blaszkami łuszczku i jest czerwony, niebieski, szary aż do czarności; szkodliwe domieszki są iskrzyk (piryt), węgiel i węglan wapnia.

Łupki szaroniebieskawe z przeważającym kwarcem są wytrzymałe na zmiany atmosferyczne i działanie ognia.

Odmiany są: łupek gliniasty pospolity, szarowakowy, dachowy, tabliczkowy, pręcikowy, do ostrzenia, szlifierski, rysowniczy czyli kredka, alunowy, węglowy albo glina łupkowa, palny (bituminowy).

Najważniejszy jest łupek dachowy, i jeżeli jest wyborowy, daje pokrycie trwające przeszło 300 lat.

Ciężar właściwy 2·67—3·50, twardość 1—3, a szlifierskiego 4 do 5.

**18. Wapień, kamień wapienny, kalcyt,** składa się głównie z węglanu wapnia ( $\text{CaCO}_2$ ). Czysty wapień jest biały, ale pojawia się rzadko w stanie rodzimym; najczęściej zawiera glinę, krzemionkę, magnez, związki tlenowe żelaza i manganu, tlenek miedzi, węgiel i bitumy, i w tym stanie bywa białawy, szary we wszystkich odcieniach, żółty, czerwony, brunatny i czarny; barwy te są albo jednostajne albo mieszane z plamami, pasami, żyłami, obłoczkami.

Po wypędzeniu kwasu węglowego zapomocą wypalenia zostaje wapno żrące, używane do zapraw murarskich.

Złożenie wszystkich wapieni — z wyjątkiem kredy — jest krystaliczne, i o ile jest widoczne, wapienie zowią się krystaliczne lub ziarniste, o ile zaś dopiero lupą dostrzegalne zowią się zbite. Jeżeli wapień daje się polerować zowie się marmurem.

Odmiany wapienia są:

a) Wapień krystaliczny, zwany także marmurem właściwym albo białym, ma bez przymieszek barwę czysto białą prześwietlającą, jest marmurem szlachetnym, wydobywanym w Grecji, Carrara, Tyrolu, Norwegji i na Szląsku.

Ciężar właściwy 2·68—2·76, twardość 3—3·5.

b) Wapień zbity, zmieszany często z piaskiem, ciałami marglistymi, dolomitowemi itd., tworzy skałę o wyraźnem uwarstwieniu i złożeniu mialkoziarnistym. Powstaje i dziś jeszcze jako wapień ściekowy (Tropfstein). Wapień zbity i twardy jest wybornym materiałem budowlanym o ile niema gliny.

Twardość 3.

Tu należy wapień przejściowy formacji sylurskiej i dewońskiej; biały, żółty, czerwony, zielony, niebieski, fioletowy, brunatny różnych odcieni, niekiedy czarny. Zawiera często puste, lub gliną zapełnione miejsca, które się łatwo psują.

c) Wapień węglowy, zwykle ciemnoszary aż do czarności; tu też należy tak zwany granit belgijski, doskonały materiał budowlany.

d) Wapień gliniasty i bitumiczny, ciemnoszary w warstwach 5—10 i 30 m grubych.

e) Wapień muszlowy tworzy środkowe piętro formacji trjasowej; jest żółtawy, niebieskawoszary aż do czarności, czerwony.

Ciężar właściwy 2·5—2·80, twardość 5—7.

f) Wapień ljasowy tworzy dolne piętro formacji jurajskiej; jest ciemnoszary i brunatny.

Twardość 5—8.

g) Wapień ikrowy, ikrowiec, złożony z drobnych kulek lub ziarn jajowych, jest szary aż do czerwonoci brunatnej i tworzy środkową formację jura.

h) Wapień jurajski formacji jurajskiej wierzchniej białej, przeważnie biały, ale także szaro, żółtawo lub czerwonawo biały. Jest bardzo ceniony jako kamień litograficzny; najnowszy daje płyty posadzkowe, stołowe i lupkowe 5—8 mm grube, dachowe.

Znajduje się w powiecie wadowickim i w okolicy Krakowa, gdzie tworzy górę zamkową krakowską, górę z klasztorem Kamedulów na Bielanych, i wzgórze w Podgórzu.

Twardość 5—8.

i) Wapień alpejski tworzy ogniwa formacji trjasowej, jurajskiej i kredowej; jest żółtawy, czerwonawy, brunatny. Tu należy marmur z Unterberg.

j) Kreda jest białym ziemistym węglanem wapnia i tworzy formację kredową. Powstała z płytek, kulek i skorupki drobno-ustrojów przedwiecznych na dnie mórz; gdy zawiera glinę, krzemionkę i piasek przechodzi w margiel.

Używa się do pisania i rozlicznie w przemyśle.

Ciężar właściwy 2·7, twardość 1.

Tu należy wapień kredowy, opoka biała, której tylko mocniejsze odmiany nadają się do budownictwa.

k) Wapień gruby piaszczysty; świeży jest miękki, później twardnieje; składa się ze skorupki organicznych; barwę ma białą do żółtej (wapień paryski).

l) Wapień krzemionkowy, zwany marmurem granitowym (Granitmarmor), formacji jurajskiej, kredowej i eoceniczej; jasnoszary, brunatnawy.

Tu należą: okruchowce wapienne, jak marmur brokatelowy z mniejszych okruchów i marmur lumachelowy ze skamienieliin muszlowych.

ł) Marmury, o ile są białe, zbite o masie jednorodnej, barwie jednostajnej, występują bardzo rzadko; inne jednobarwne występują częściej i służą do robót podrzędniejszych. Najpospolitsze są różnobarwne, nakrapiane, z pasami, pręgami, smugami, żyłami, obłoczkami, plamami, o masie niejednorodnej.

Zależnie od barwy odróżniamy marmury: biały, żółty, czerwonawy (najpospolitszy), zielony, niebieski (należy do rzadkich), fioletowy (także rzadki), brunatny (mniej cenny), szary, czarny (na powietrzu wietrzeje).

m) Własności ogólne. Wapienie są wybornym materiałem budowlanym i rzeźbiarskim, nadto dają dobry nawóz i spożytkowują się w hutach metali, szkła, w fabrykach kwasu węglowego, sody, mydła, w farbiarniach, garbarniach, cukrowniach itd.

Wydobyte z łomu są mokre i trzeba je osuszyć przed użyciem do murów, gdyż w takim razie są trwalsze. Nienależy ich używać tam, gdzieby się stykały z ciałami gnijącymi, tłustą ziemią rodzajną, odechodami, studniami itp., gdyż wówczas występują wykwitry. Nienadają się do murów ogniskowych, gdyż się wypalają, a później gaszą się wilgotnością powietrza i rozsypują; użyte jako materiał do bruków i jako tłuczeniec do dróg ścierają się rychło i zużywają.

**19. Margiel** jest połączeniem ścisłem mechanicznem węglanu wapnia lub dolomitu i glinki, zawiera różne domieszki i tworzy zbitą masę kamieni ziemistych lub łupkowych. O ile zawartość glinki nieprzekracza 20% zowie się wapieniem marglowym.

Zależnie od zawartości glinki w granicach 20—80% jest marglem wapiastym lub gliniastym.

Pierwszy, do którego zaliczają kamień litograficzny, opokę i niektóre wapna hydrauliczne, jest jasny; drugi zwykle miękki, ziemisty, nieprzepuszczalny, pozostawia osad gliny.

Tu należy także margiel dolomitowy z 5—30% magnezu i margiel piaskowy, zawierający mialki lub grubszy piasek kwarcowy.

Barwa margli w ogóle jest zielonawa, ciemnoczarna do jasnoszarej, niebieskawo szara, żółtawa, żółtawo biała, czerwonawa, czerwono brunatna, pstra.

Niektóre rodzaje margli nadają się znakomicie do fabrykacji cementu.

**20. Dolomit** składa się z węglanu wapnia i węglanu magnezu z małą domieszką tlenków żelaza, tlenków mangauu, bitumów, krzemionki. Jest biały, żółtawo biały, żółtawo szary, żółty, szary, szarobiały, brunatny. Krystaliczny jest podobny do marmuru, zbity do wapienia.

Odmiany: waka dymna o dziurkowatym złożeniu, dolomit okruchowy z ciemnych ostrych okruchów, piasek dolomitowy mątowy, dymnoszary lub żółtawobrunatny, sypki, wapień dolomitowy z domieszką czystego niezwiązanego wapnia, dolomit falisty o warstwach falistych, dolomit obłoczkowy, gurhofian mialko ziarnisty, szarawo biały, żółtawo biały, zbliżony do czystego dolomitu.

Dolomit dobry jest twardym i trwałym materiałem budowlanym, zwłaszcza do cokołów, niektóre zaś odmiany wypalone dają dobre wapno hydrauliczne.

Ciężar właściwy 2·58—2·95, twardość nad 3·5, gurhofianu 5.

**21. Gips** składa się z siarczanu wapnia i wody krystalicznej ( $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ), jest bezbarwny, wodnisto jasny lub śnieżnie biały; tlenek żelaza, bitum, glina dają mu barwę żółtawą do czerwonej, szarą do czarnawej, rzadziej zielonawą do niebieskawej, niekiedy z plamami, smugami, pasami, obłoczkami, żyłami.

Złożenie gipsu jest krystaliczne, ziarniste, blaszkowate, włókniste, zbite lub ziemiste z połyskiem szklanym, perłowym lub jedwabistym; jest miękki i daje się zarysować paznokciem.

Wypalony w słabszym lub silniejszym żarze, sproszkowany i zarobiony na ciasto tężeje prędzej lub wolniej na twardą masę kamienistą.

Ciężar właściwy 2·2—2·96, twardość 1·5—2.

Odmiany tworzy następujące:

a) Spat gipsowy czyli selenit, złożony z ziarn lub z tabliczek krystalicznych, zwykle bezbarwny. Odmiana bardzo łatwo łupliwa w duże cienkie płyty przezroczyste zowie się szkłem maryjskim.

b) Gips włóknisty, złożony z grubych lub cienkich włókien prostych, lub krzywych zawsze równoległych, jest biały w różnych odcieniach, żółty, szary, czerwony do brunatności. Gdy ma domieszkę gliny zowie się gipsem gliniastym.

Występuje często w pokładach gliny, soli, łupków i margli gliniastych. Odmiana z wybitnym połyskiem zowie się gipsem atlasowym.

c) Alabaster, gips ziarnisty, jest drobno do miążkości ziarnisty, prześwietlający, śnieżnobiały, szarawobiały, żółtawobiały, czerwawobiały, ciemny, jasnożółty, czerwony, z plamami, żyłami, pasami, smugami i obłoczkami. Bywa nasycony bitumami barwiącymi ciemno; zawiera jako domieszkę krystal górny, boracyt, aragonit, łojek, sól kamienną, iskrzyk, siarkę. Na powietrzu łatwo się rozkłada; jest łatwo obrabialny ostrem żelazem lub pilnikiem, trudniej młotem i dłutem, daje się rznąć piłą i toczyć.

Ciężar właściwy 2·611—2·876.

d) Gips zbity jest bardzo miążkoziarnisty i różnobarwny, jak poprzednie odmiany. Gdy zawiera bitumy, tworzy tak zwany gips cuchnący, dymnoszary i szaroczarnawy.

Gips zbity jako mało trwały nienadaje się do murów; używa się do wypalania na zaprawę, do fabrykacji papieru i na nawóz.

e) Anhidryt, bezwodnik, jest siarczanem wapnia ( $\text{CaSO}_4$ ) a właściwie gipsem pozbawionym wody, znacznie twardszym od innych i daje się często używać jako marmur; jest biały, jasnoczerwony, jasnoszary, jasnoniebieski. Występuje obok innych gipsów, a także w Bochni i Wieliczce pod nazwą kamienia trzewiowego w ile solonośnym, gdzie tworzy cienkie warstewki bardzo gęsto i mocno pofałdowane.

Twardość 3—3.5.

Wykazane wyżej odmiany gipsu należą do formacji permskiej, trjasowej i trzeciorzędnej; gips formacji trzeciorzędnej tworzy pasmo od Raciborza na Szląsku pruskim przez Małopolskę do Dniestru w gubernii podolskiej. W Małopolsce występuje gips formacji mioceńskiej pod Krakowem, towarzyszy soli kuchennej w pokładach Wieliczki; Bochni, Drohobyca, Stebnika, Bolechowa, Doliny, Kałusza itd., tworzy całe pokłady wschodniej części kraju na obu brzegach Dniestru od Podworbia aż do Jezierzan, w okolicach Stanisławowa, Halicza, Tłumacza, Zaleszczyk, sięga od Lwowa do Szczerca i dalej aż do Podola rosyjskiego.

**22. Piaskowiec** składa się z ziarn piasku, powstałych z kruszenia; się skał wybuchowych, zwłaszcza kwarcowych, zlepionych różnemi spoiwami. Ziarna te kończaste, czy krągłe o wielkości grochu aż do pyłku bardzo miążkiego są różnobarwne. Zależnie od spoiwa odróżniamy piaskowiec krzemienisty, żelazisty czerwony, wapnisty, gliniasty, marglowy i bitumiczny.

Występuje we wszystkich formacjach osadowych, a nawet tworzy się obecnie; w każdym razie odmiany jego są następujące:

a) Wąka szara tworzy skałę przeważnie formacji sylurskiej i dewońskiej, złożoną z okruchów kończastych i krągłych kwarcu, odłamków łupku gliniastego i krzemionkowego, często z ziarnami spatu polnego lub innych skał krystalicznych, czasem z równoległemi blaszkami łyszczku; spoiwo bywa krzemienisto gliniaste lub krzemieniste twarde, niekiedy prawie niedostrzegalne, często z pyłem antracytowym. Barwę ma ciemnoszarą, białą, żółtą, czerwono-brunatną, czerwoną, zieloną, szarą, czasem pstrą.

Większe ziarna lub okruchy tworzą zlepienie szarowakowy; drobne zaś i niedostrzegalne z uwarstwieniem grubszym lub cieniok tabliczkowem tworzą łupek szarowakowy.



Wreszcie drobne ziarna dostrzegalne tworzą piaskowiec szarowakowy; jest on biały, szary we wszystkich odcieniach, żółty, czerwony, brunatny, często z pasami, smugami, wstęgami, obłoczkami, plamami.

W czerwonym gliniastym piaskowcu szarej waki widno często plamy i pasy zielone; należy do formacji sylurskiej i dewońskiej i występuje na Podolu. Znany czerwony piaskowiec trembowelski jest formacji dewońskiej; daje wyborny materiał budowlany, zachodzi się w okolicy Budzanowa i Zaleszczyk nad Dniestrem, jest bogaty w łyszczyk i ma złożenie łupkowe.

Ciężar właściwy piaskowca szarowakowego 2·5—2·8, twardość 6 do 8, wytrzymałość bardzo znaczna.

b) Piaskowiec węglowy formacji węglowej, złożony z drobnych lub miałkich ziarn kwarcu o spoiwie gliniastem, z łyszczykiem; jest jasnoszary, zawiera skamienieliły i odciski roślin; wietrzeje łatwo z małymi wyjątkami.

c) Piaskowiec czerwony permski zwany także nowszym dla odróżnienia od piaskowca formacji dewońskiej; składa się z ziarn kwarcu, rogowca i łupku krzemionkowego z domieszką ziarn spatu polnego i kaolinu; spoiwo gliniaste, barwi go na czerwono i zielono, a kaolinowe na biało i żółtawo. Najczęstsza barwa jest czerwona w odcieniach.

Występuje w okolicy Chrzanowa, Zagórza i innych; daje dobry materiał budowlany, a jako zlepienie o spoiwie krzemienistem używa się na kamienie młyńskie.

d) Piaskowiec pstry tworzy główne ogniwo dolnego piętra formacji trjasowej i składa się z krzemionki a czasem ze spatu polnego. Jest miałko i równomiernie ziarnisty, czasem krystaliczny, a niekiedy tak miękki, że się w palcach rozciera; barwy eglastej, brunatnej, żółtej, białej w odcieniach, pstrej, czerwonej z białą, także z zieloną w pasy i plamy. Występuje w okolicy Krakowa.

Ciężar właściwy 2·4—2·6, twardość 4—8.

e) Piaskowiec kajprowy tworzy ogniwo górnego piętra formacji trjasowej i występuje we wszystkich trzech warstwach tego piętra; jest najczęściej żółty o spoiwie gliniastem lub marglistem.

Odmiany: piaskowiec kajprowy dolny, zwany ilastym lub ilasto węglowym, żółtoszary, żółtobrunatny do czerwoności; piaskowiec kajprowy środkowy, zwany trzecinowym, zielonawy, zielonawoszary, żółtoszary, czerwony z pasami i pla-

mami, obejmuje także łupek dachowy; piaskowiec kajprowy wierzchni, barwy jasnej, a w okolicy Krakowa biały.

Ciężar właściwy 2·42—2·74, twardość 7—9.

f) Piaskowiec jurajski występuje we wszystkich trzech piętrach formacji jurajskiej i stosownie do tego odróżniamy piaskowiec ljasowy biały, jasnożółty, piaskowiec brunatny, brunatnoczerwony, brunatnożółty, szary, diaskowiec jura, biały.

Ciężar właściwy 2·2—2·3.

g) Piaskowiec kredowy formacji kredowej z odmianami: piaskowiec leśny szary, żółtawoszary, drobnoziarnisty z gór Deister; piaskowiec ciosowy, gliniasty, ziarnisty, biały; piaskowiec fukoidowy; opoczysty czyli praski; piaskowiec zielony, znajdujący się także w okolicy Lwowa jako tak zwany kleparowski, niepewny materiał budowlany; piaskowiec karpacki przeważnie szary, żółtoszary, ciemny, tworzy w Karpatach tak zwane warstwy ropianieckie, na których spoczywa piaskowiec jamnieński; piaskowiec neokomski, białawy i żółtawy.

h) Piaskowiec formacji trzeciorzędnej obejmuje: piaskowiec numulitowy, formacji eoceniczej, ciemno zielony, żółto zielony, czarnawy, ezerwonawy, zawiera wapno i skorupki; piaskowiec molasowy o spoiwie wapnisto gliniastem, szary, zielonawy, żółtawy; niepewny materiał budowlany.

i) Ogólne własności. Piaskowiec jest obok wapienia najwięcej rozpowszechnionym materiałem budowlanym. Jeżeli składa się z ziarn kwarcowych o spoiwie krzemienistem jest najtwardszy i najwytrzymalszy; mniej wytrzymały o spoiwie gliniastem, a najmniej o spoiwie wapnistem lub marglistem, które jest nawet rozpuszczalne w wodzie.

Świeżo z łomu wydobyte piaskowce są wilgotne, miękkie i łatwo obrabialne, a po wyschnięciu twardnieją; przed użyciem więc — po obrobieniu — należy je osuszyć, gdyż na mrozie łuszczyłyby się i kruszyły.

Zasadniczym typem piaskowców jest piaskowiec kwarcowy zbity złożony z krystalicznych ziarn kwarcu połączonych spoiwem.

Piaskowiec dobry budowlany powinien być wytrzymały i trwały na działanie wilgoci i mrozu, łatwo obrabialny, dawać się nawet szlifować; jego złożenie powinno być równomierne, miążkie, barwa trwała, a spoiwo krzemionkowe, wapienne lub margliste w niezbyt znacznej ilości.

Piaskowce o spoiwie gliniastem chłoną chciwie wodę i niszczeją na mrozie, wskutek czego nadają się jedynie do palenisk, jako ogniotrwałe; ogniotrwałe są również o spoiwie krzemionkowym. Gniazda iskrzyku (pirytu) albo żelaziaka brunatnego powodują rozpadanie się piaskowca na powietrzu; piaskowce z okrą żelazną o spoiwie żelazistem tak samo się zachowują, chciwie chłonią wodę i łuszczą się na mrozie.

Piaskowców używają do dróg, do budowli wodnych, lądowych, na kolumny do murów, na gzymsy, obramienia, ornamenta, pomniki, nagrobki, wazy, kamienie młyńskie i szlifierskie.

Ciężar właściwy 1·9—2·7.

**23. Zlepienie (konglomeraty)** składają się z otoczaków skal pierwotnych i z najprzeróżniejszych minerałów, dochodzących do 1 m<sup>3</sup> wielkości i są pojedyncze, jednostajne, jednorodne, albo złożone, niejednostajne, różnorodne, o spoiwie krzemionkowym, wapiennym, gliniastym, kaolinowym, marglowym, żelazistym, glaukonitowym.

Odróżniamy: zlepienie szarowakowe, zlepienie ezerwony, kwarcowe, zielenicowe, porfirowe, trachytowe, pumeksowe, bazaltowe, wapienne, i zlepienie o spoiwie marglowym tak zwany gomfolit albo nagelfluh.

**24. Okruchowce** złożone są z kończastych okruchów znacznie czasami większych niż 1 m<sup>3</sup>, z rozmaitem spoiwem jak zlepienie.

Odróżniamy okruchowce: gnajkowe (najstarsze), kwarcowe, zielenicowe, porfirowe, trachytowe, bazaltowe, wapienne.

**25. Martwica (tuff)** jest nową skałą, powstałą z pokruszonej na miłkie cząstki masy skały pierwotnej lub przemienionej na muł w wodzie osiadły. Jest mniej lub więcej luźną, porowatą, gąbczastą lub zbitą masą kamienną i tworzy martwice wulkaniczne i wapienne. Pierwsze są ciałami rozdrobnionymi, luźnymi, wyrzuceniami z wulkanów, drugie zaś wytworami osadowymi u źródeł kwaśnych.

Przeciętny ciężar właściwy 1·50.

Tu należą: martwica zielenicowa brudno zielona; porfirowa różnobarwna; trachytowa ziemista, jasna, ogniotrwała; pumeksowa biała, żółta, szara, zawierająca okruchy pumeksu i trachytu, ziarna augitu i amfigenu (leucytu), blaszki lyszczku, kryształy sanidynu, granatu itd.; martwica peperinowa czyli pieprzowa, miąższo ziemista, miękką, ciemnopopielatoszara; ziemia puzzola-

nowa, wulkaniczna, żółta, czerwona, łatwo rozcierająca się, w okolicy Puzzoli pod Neapolem; ziemia santorynowa, z wysp greckich Santorin, podobna do trasy nadreńskiego i puzzolany, rozcieralna łatwiej, o ciężarze właściwym 2·37; trasa, skała wybuchowa, podobna do pumeksowej, zbita, ziemista, luźna, często porowata, matowa, szorstka, szara, brudnożółta, żółtawoszara, z odłankami pumeksu, waki szarej, łupku gliniastego, bazaltu, lawy, kwarcu itd.; martwica bazaltowa z miłkostatrego bazaltu lub dolerytu, brudnoszara do czarniawej, zawiera augit, oliwin, hornblendę, łyszczyk itd.; martwica wapienna, skała zbita miłkoziarnista, będąca węglanem wapnia, wydzielonym z wody źródlanej, często ziemista, żółtawoszara, żółtawobiała, porowata, stanowiąca ogniwo formacji czwartorzędnej, już to dyluwialnej, zwana we Włoszech travertino; martwica leucytowa, żółtoszara, złożona z ziarn leucytu, augitu, łyszczyku, sanidynu, miłkoziemista miękka.

**26. Bryły, głazy zbląkane, znajdy**, pochodzą z przeróżnych skał i zostały uniesione lodowcami i górami lodowymi; najczęściej jest to granit, gnajs, sjenit, djoryt, porfir itd.

Wszystkie takie głazy mają ostre brzegi, oraz widoczne rysy i bruzdy, bieżące w pewnym stałym kierunku; wielkość brył obejmuje po kilkanaście centymetrów średnicy, a nawet po 18 do 20.000 m<sup>3</sup>. W wapieniach są skamienielińcy różnych formacji, między nimi i muszle dziś jeszcze w morzu żyjące. W Królestwie, na Węgrzech i u nas pochodzą owe bryły z Karpat, we Włoszech, Szwajcjarji, Francji z Alp, w Anglji, Hollandji, Niemczech i Rosji z gór Skandynawskich.

**27. Otoczaki i osuwańce**, to gruzy kamienne odkruszone mrozem; porwane wodą bystrą osiągają zaokrąglone brzegi i tworzą otoczaki, podczas gdy te, co się usunęły i pozostały u podnóża gór zachowały ostre swe brzegi i tworzą osuwaniec.

Zależnie od wielkości otoczaków odróżniamy: żwir gruby o kamykach 65—100 mm grubych, żwir średni 40—65 mm, żwir drobny czyli żwirek 7—40 mm.

Żwir sortuje się zapomocą rafowania, to jest przerzucania przez stojącą pochyło siatkę drucianą o stosownej wielkości oczek.

Odróżniamy żwir wapienny lub kwarcowy; z pierwszego wypala się wapno, drugi używa się do dróg i betonów.

### 3. Ogólne własności kamieni.

Ze stanowiska budowlanego główne znaczenie ma wytrzymałość trwałość, twardość, porowatość, wartość budownictwa zdrowotna i wygląd estetyczny kamieni. Badaniem tych własności zajmują się stacje mechaniczno doświadczałne, a wynik tego badania streszcza się w sposób następujący.

#### a) Wytrzymałość.

Wytrzymałość kamieni zawisa od składu mineralogicznego, jednostajności złożenia, ich wielkości, twardości, kierunku łupliwości i stopnia wilgoci. Tak n. p. piaskowce nasycone wodą posiadają tylko  $\frac{2}{3}$  swej wytrzymałości w stanie suchym. Wszakże obliczanie wytrzymałości kamieni pod względem teoretycznym pozostawia jeszcze wiele do życzenia.

Kamienie posiadają bardzo wielką wytrzymałość na ciśnienie, podczas gdy znaczniejszym nateżeniem na ciągnięcie, zginanie i ścinanie nie są w stanie się oprzeć. W zespołach budowlanych staramy się zatem przeważnie wyzyskać ich wytrzymałość na ciśnienie; wytrzymałość na zginanie tylko w razie niezbędnej konieczności, jak podestów, płyt balkonowych, stopni schodowych itp.; wytrzymałość wreszcie na ciągnięcie i ścinanie bardzo rzadko i to tylko wyjątkowo.

Wytrzymałość na ciśnienie wyznacza się zapomocą obciążania kostki danego kamienia tak długo, dopokąd się nie rozgniecie; ciężar do tego zużyty podzielony przez powierzchnię podstawy kostki w centymetrach kwadratowych, daje miarę wytrzymałości na ciśnienie.

Zwykle oznaczają współczynnik ostatecznej wytrzymałości: na ciśnienie przez  $K_d$ , na ciągnięcie przez  $K_z$ , na zginanie przez  $K_b$ , na ścinanie przez  $K_s$ ; współczynnik bezpieczeństwa wytrzymałości: na ciśnienie  $k_d$ , ciągnięcie  $k_z$ , zginanie  $k_b$ , ścinanie  $k_s$ ; współczynnik elastyczności: na ciśnienie  $E_d$ , ciągnięcie  $E_z$ .

Oznaczenia te zatrzymamy w dalszym toku.

Stosunek między współczynnikiem bezpieczeństwa na ciśnienie a resztą współczynników bezpieczeństwa różnych kamieni jest mniej więcej ilością stałą, a mianowicie:

$$\frac{k_d}{k_z} = 12 \text{ do } 50, \text{ średnio } 30, \text{ według Bauschingera } 26;$$

$$\frac{k_d}{k_b} = 3 \text{ " } 22, \text{ " } 7, \text{ " } \text{ " } 6 \text{ do } \frac{25}{4};$$

$$\frac{k_d}{k_s} = 8 \text{ " } 47, \text{ " } 16, \text{ " } \text{ " } 13 \text{ " } \frac{40}{3}.$$

### Stopień bezpieczeństwa współczynnika wytrzymałości.

Liczba bieżąca	Natężenie	Sposób obciążenia	Stopień pewności <i>K:k</i>
1	cisnące	obciążenie spokojne: budowa tymczasowa .....	10
2	"	budowa stała .....	15
3	"	obciążenie ruchome: bez uderzeń .....	20
4	"	z miernymi wstrząśnieniami .....	25
5	"	z silnymi wstrząśnieniami .....	30
6	"	cienkie filary lub słupy .....	40
7	ciągące	.....	10
8	zginające	.....	10
9	ścinające	.....	10

Kamienie warstw skrajnych skały są w regule nadwietrzale, więc i mniej wytrzymałe, niż warstw środkowych.

Wśród tych samych warunków wytrzymałość na ciśnienie jest odwrotnie proporcjonalna do porowatości kamienia i zależy od jego rozmiarów, postaci i sposobu obrobienia; w miarę bowiem jak wysokość ciosu staje się większa od najmniejszego rozmiaru podstawy, wytrzymałość na ciśnienie maleje.

Rondelet wykazał, że największą wytrzymałość na ciśnienie ma kamień o podstawie koła, mniejszą o podstawie kwadratu a najmniejszą o podstawie prostokąta i to w stosunku jak 917 : 806 : 703. Rozumie się, że czem podstawa jest równiejsza i gładza, tem wytrzymałość na ciśnienie większa.

#### b) Trwałość.

Trwałość jest obok wytrzymałości najważniejszą własnością kamieni i zawisła od ich fizycznych i chemicznych właściwości; tlen, woda, kwas węglowy, mróz i gorąco są tu czynnikami niszczącymi, i czem kamień twardszy, cięższy, wytrzymałszy, mniej porowaty i mniej rozszerzalny, tem trwalszy.

Woda, marznąc na lód, zwiększa o  $\frac{1}{11}$  część swej objętości pierwotnej i wywiera ciśnienie około  $140 \text{ kg/cm}^2$ ; dla tego woda rozsadza naczynia szklane, gliniane, kamionkowe i silne żelazne, w których zamarza, i dla tego kamień wilgotny pryska na powierzchni podczas mrozu.

Woda żłobi i wypłókuje kamienie i rozpuszcza spoiwo, a szczególnie wapienie i piaskowce.

Gruboziarniste i płytkowate kamienie z żyłami, gniazdami itp., nasiakające wodę wietrzeją łatwo; jednakże i niektóre kamienie o silnem zbitem złożeniu, jak margle, wietrzeją również.

Wpływ atmosfery, której zawartość kwasu węglowego działa najgorzej, powoduje wietrzenie skał i kamieni począwszy od powierzchni i od rys, co objawia się odbarwieniem. W miastach fabrycznych działają szkodliwie także gazy dymowe, zwłaszcza na wapienie i dolomity.

Łyszczyki są odporne na działania chemiczne, ale pod wpływem mrozu łuszcą się.

Najlepszą próbą trwałości jest dokładne obejrzenie kamieni wystawionych na wpływy atmosferyczne; trwale wykazują ostre brzegi, brak odkruszeń; nietrwale zaś krągłe brzegi i odkruszenia.

Bardzo trwałe są kamienie bogate w kwas krzemowy; tak samo kamienie bardzo twarde, bardzo wytrzymałe, ciężkie i zbite, a mianowicie: kwarcyt, granit w kwarc bogaty, sjenit, djoryt wolny od siarczku żelaza, gnajs bogaty w kwarc a ubogi w łyszczyk, bazalt, dolomit ziarnisty, serpentyn, porfir kwarcowy, porfiry, gabbro ubogi w labrador, łupek łyszczkowy bogaty w kwarc, fonolit, doleryt, lawa, piaskowiec o spoiwie kwarcowem (pstry, kajprowy, molasowy, djasowy), dobry łupek gliniasty, martwica pumeksowa, łupek szarowakowy.

Trwałe są: zbity wapień, gips, kreda, gruboziarnisty granit zasobny w łyszczyk i spat polny, granulit gnajsowy, gabbro bogaty w spat polny, trachyt, smołowiec, lawa żuzłowa, łupek gliniasty bez siarczku żelaza, piaskowiec o spoiwie wapieniem lub żelazowem, zlepienie, martwica porfirowa i leucytowa.

Mało trwałe są kamienie krzemionkowe, bogate w spat polny, ziemiste, miękkie, młodszych formacyj, a mianowicie: wapień ziarnisty, zbity dolomit, melafir, porfir, djoryt z siarczkiem żelaza, gabbro bogaty w labrador, łupek łyszczkowy bogaty w łyszczyk,

trachyt bogaty w spat polny, bazalt bogaty w tlenek żelaza, piaskowiec o spoiwie marglistem, gliniastem lub kaolinowem.

Bardzo mało trwałe są kamienie zasobne w tlenek żelaza lub siarczek żelaza, porowate, miękkie, mało wytrzymałe, lekkie, łupkowe, włókniste, ziarniste, ziemiste, sypkie, blaszkowate, a mianowicie: łupek łyszczkowy z siarczkiem żelaza, miękkie ziemiste trachyty.

Doświadczenie wykazało, że kolumny ze znakomitych kamieni podczas pożaru poodłupywały się i zawalały; to samo wydarzało się ze stopniami kamiennymi i schody zwały się. Kamienie bogate w kwas węglowy rozpadają się w ogniu lub tracą swą wytrzymałość; gruboziarniste zaś granity i sjenity niszczeją z powodu nierównego rozszerzania się części składowych.

Ogniotrwałe kamienie są: łupek łyszczkowy, łupek gliniasty, łupek zielonkowy (chlorytowy), łupek łojkowy (magnezjowy), wężowiec, gips, piaskowiec kwarcowy i niektóre piaskowce o spoiwie gliniastem, martwica trachytowa, pumeks, trass, martwica bazaltowa. Używają ich do murów paleniskowych, pieców fabrycznych itp., zaś gips na okładzinę słupów żelaznych itp.; glina zresztą może być ogniotrwała lub topliwa zależnie od domieszek.

Wszelkie inne kamienie i skały ulegają w ogniu zniszczeniu.

Do murów stykających się z ziemią używa się kamienia silnego, zbitego, ciężkiego, nienasiąkliwego, w dużych bryłach; do murów nadziemnych kamienia porowatego, niełuszczącego się, wiążącego się dobrze z zaprawą; do murów ciosowych kamień duży, trwały wśród wpływów atmosfery, doborowy, wytrzymały na ciśnienie; do sklepień łatwo obrabialny, lekki, porowaty, silny, łożysty, niekruchy; do gzymsów łatwo obrabialny, doborowy, trwały, wytrzymały na złamanie; do bruków zbity, twardy, trwały, nienasiąkliwy, mało zużywalny; do kanałów kamień obojętny na kwasy, nienasiąkliwy cieczami i gazami; wapniak do tego jest nieodpowiedni, chyba murowany i wyprawiony cementem.

### c) Twardość.

Twardość jest oporem kamienia przeciw naruszeniu spoiwości swych cząstek zarysowaniem, pocieraniem obtłukiwaniem itp. Do oceniania stopnia twardości służy skala Mohsa (rodział C, poddział e, strona 46).



Od stopnia twardości zależy większa lub mniejsza trudność obróbki, powolniejsze lub prędsze zużycie. Najtwardszych kamieni używa się na bruk, na tłuczenie do dróg, płyty chodnikowe, stopnie; średnio twarde na ozdoby architektoniczne i członkowania; miękkich zaś na ciosy do murów.

Kamienie kruche dają się łatwiej obrabiać niż żylaste, które trzeba rznąć piłą.

Bardzo trudno obrabialne są: kamienie bardzo twarde, bardzo żylaste i bardzo wytrzymałe, a w szczególności hornblenda, szarowaka, bazalt, djoryt, kwarcyt i sjenit.

Trudno obrabialne są: kamienie twarde, żylaste, zbite, drobnoziarniste, regularnie gruboziarniste, a szczególnie niektóre porfiry i sjenit o równoległym złożeniu ortoklazów.

Mniej trudno obrabialne są: kamienie porowate o drobnych porach, jak suchy wapieniak i piaskowiec, martwice, marmury, alabaster, świeży węzowiec (serpentyń).

Łatwo obrabialne są: świeży wapieniak i piaskowiec.

#### d) Porowatość i wartość zdrowotna.

Porowatość kamieni jest bardzo rozmaita, dostrzegalna wolnym okiem lub nie.

Jeżeli kamień zważymy najpierw w suchym stanie a potem po nasyceciu go wodą, to różnica obu ciężarów wyrażona w procentach objętości kamienia suchego, nazywa się współzynnikiem porowatości.

Od stopnia porowatości zależą zaś własności zdrowotne kamienia, a mianowicie: przepuszczalność powietrza i przewodzenie ciepła; nadto porowatość ma także wpływ na podatność do obrabiania i polerowania, na ciężkość i trwałość.

Czem kamień więcej porowaty, tem większa jego przepuszczalność, która może być także i miarą porowatości.

Współzynnikiem przepuszczalności  $p$  jest to ilość powietrza, która przechodzi przez ścianę 1 m grubą, o powierzchni 1 m<sup>2</sup> w godzinie, pod ciśnieniem 1 kg/cm<sup>2</sup>, będącego różnicą ciśnień  $p_1$  i  $p_2$  panujących z jednej i z drugiej strony ściany; zazwyczaj  $p = p_1 - p_2 = 1 \text{ kg/cm}^2$ .

#### e) Wygląd estetyczny.

Wygląd estetyczny zawisł od widocznego złożenia kamienia, od jego barwy, połysku, pasm, pasów, żył, obłoczków, plam, zdolności do polerowania i od postaci, jaką mu się nada.

Upostacenie kamienia zależy od jego zadania, od architektonicznego znaczenia budowli i od jego rodzimej łozystości, gdyż w miejscu przeznaczenia swego musi leżeć tak, jak leżał w stanie rodzimym. Kamień ziarnisty, jednostajnie zbity — ale nienadwierały, jak to zdarza się często u granitu i porfiru — daje się najpiękniej polerować.

### f) Wydobywanie kamieni.

Jeżeli skała występuje na wierzchu, albo jeżeli odkrywka jest niegruba, łatwa i tania, albo wreszcie jeżeli skała tworzy grube ławy, to kamień wydobywają w kamieniołomach.

Jeżeli jednak odkrywka jest bardzo gruba, albo bardzo kosztowna i trudna, albo jeżeli skała występuje w cienkich ławach, albo żyłach biegnących w głąb, to kamień wydobywa się sposobem górniczym zapomocą szybów i sztolni.

W kamieniołomie przedewszystkiem usuwa się przykrywkę celem uzyskania ściany pionowej tak zwane czołolomu, tworzące wyjście łamania. W czoło wykuwa się poziome i pionowe wiećcia, poczem wylamuje się objęte niemi masy kamienia.

W miarę postępu łamania, gdy czoło łomu dosięgnie znacznej wysokości, zakłada się odsady po 5—10 m wysokie jedna nad drugą, w których prowadzi się wyłom i rozwózkę brył kamiennych.

### g) Stan przysposobienia użytkowego.

Kamienie w budownictwie używane bywają w miarę potrzeby w następującym stanie obrobienia dostawiane:

a) Kamień łamany tworzy większe lub mniejsze bryły tak, jak z łomu wyszły, i stosownie do tego jest kamieniem łamanym warstwowym lub niewarstwowym.

b) Kamień łozysty, jeżeli płaszczyzny jego łozyskowe zostały z grubsza wyrównane.

c) Kamień przyciosany warstwowo, jeżeli prócz łozyskowych ma także płaszczyzny czołowe i przyczółkowe z grubsza przyciosane.

d) Kamień ciosowy, cios, jeżeli jest ze wszech stron dokładnie obrobiony.

e) Tłuczeniec (szuter tłuczony) uzyskuje się tłuczeniem większych kamieni na drobne kamvki wielkości 2—7 cm.

## 4. Główne rodzaje ziemi.

### a) Piasek.

Piasek jest sypkim materiałem, złożonym właściwie z bardzo drobnych otoczek lub osuwaków, czyli ziarn krąglawych lub ostrych, zwykle kwarcowych, zanieczyszczonych gliną, wapnem i marglem, co jednak łatwo usunąć płókanem. Rzeczny piasek jest czysty i ma ziarna krągłe; kopany piasek ma ziarna ostre i jest nieczysty.

Czysty piasek kwarcowy jest jasnowodnisty lub biały; z domieszkami zaś żółty, czerwony, rdzawy, czerwono-brunatny, czarny, szary i zielony (ziarna glaukonitu). Zależnie od wielkości ziarn odróżniamy: piasek perłowy z ziarnami 3 do 4 mm, — piasek gruby z ziarnami 1,5 mm, — piasek drobny z 0,5 do 1 mm, — piasek mialki czyli lotny z ziarnami pyłkowymi, łatwo wiatrem unoszonymi, tworzący wydmy i kurzawki. Zależnie od materiału odróżniamy piasek kwarcowy z 2 do 20% domieszek; — piasek wapienny z 80 do 90% ziarn węgla wapnia, z 5 do 10% kwarcu i z 2 do 10% gliny (u stóp gór wapiennych, na brzegach morskich, w podłożu łąk mokrych); — piasek wulkaniczny z kryształkami i ziarnami spatu polnego, amfibolu, piroksenu, zeolitu, amfigeny itp. minerałów alkalicznych w pobliżu wulkanów.

Piasek przepuszcza łatwo wodę, powietrze i gazy, ale nie chłonie pary z powietrza, o ile jest czysty kwarcowy bez domieszek; ogrzewa się i stygnie szybko; wilgotny spaja się w różnym stopniu, a gdy ma domieszki i jest pod ciśnieniem zmienia się w piaskowiec. Piaski tworzyły się we wszystkich okresach geologicznych i formacjach i dziś się jeszcze tworzą.

### b) Martwica krzemionkowa, okrzemka.

Martwica krzemionkowa, okrzemka, ziemia wymoczkowa, ziemia diatomowa, jest masą ziemistą, mączkową, łatwo rozciernalną, białawą, żółtawą, zielonawą, złożoną z mikroskopijnych ziarn krzemionkowych, pozostałych z okrzemek (diatomei), t. j. z roślin, mikroskopijnych z gromady wodorostów, czyli alg, rosnących niegdyś w niezmiernych ilościach w wodach stojących, przesyconych krzemionką. Jest ogniotrwała, obojętna na wszystkie niemal wpływy chemiczne, przewodzi źle ciepło, odznacza się bardzo wielką chłonnością i ma ciężar właściwy niewielki.

Występuje w Norwegji, Isle de France, Toskanji, na Węgrzech, w Czechach, Niemczech i innych krajach.

Używa się do okładziny izolacyjnej kotłów i rur parowych, wstrzymującej emisję gorąca, — do zabezpieczania pustych przestrzeni w ścianach baraków drewnianych dla ochrony od zimna, — do opakowania towarów, ulegających łatwo wpływowi atmosfery jakoto: wina, piwa, owoców, mięsa itp., — do podsypki w stajniach, kloakach itp. z powodu znacznej chłonności, — do wyrobu dynamitu, szkła zwykłego, szkła wodnego, polewy, farb itp. Wreszcie służy jako proszek szlifierski i ciało filtrujące wodę i inne ciecze.

### c) Głina.

Głina jest wytworem wietrzenia skał spatu polnego, hornblendy i łyszczyku, które rozkładają się chemicznie na masę ziemistą, czyli na wodny krzemian glinu, będący zasadniczą częścią składową wszelkiej gliny, i zawierający w stanie czystym 46·4% krzemionki, 39·68% glinu i 13·92% wody. W stanie tym jednak krzemian ten prawie nigdy nie występuje, chyba tam, gdzie pozostał nienaruszony po wytworzeniu się; uniesiony bowiem w inne miejsca często bardzo odległe, zanieczyścił się węglanem wapnia lub magnezu, tlenkami żelaza, gipsem, piaskiem, ciałami organicznymi, potasem, sodem, solą, bitumami itp. i tworzy glinę osadową w licznych odmianach mniej lub więcej różnych.

Głina zarobiona wodą jest spoista, lepka, ugniatalna w dowolnej postaci, niezmiennie po wyschnięciu i wypaleniu w stosownej temperaturze na kamień. Własność ta zowie się plastycznością czyli urabialnością. Głina z małą ilością piasku itp. ciał nieplastycznych jest tłustą; gdy jednak zawiera ich dużo jest chudą.

Odróżniamy następujące odmiany:

1. Glinka czysta, porcelanka, kaolin jest czystym, wodnym krzemianem glinu, śnieżnobiałym; przymieszki obce barwią ją żółtawo-białą, zielonawobiałą, czerwonawobiałą; jest zresztą miękka, chuda, z wodą daje się ugniatąć i w najsilniejszym ogniu nie topnieje. Ciężar właściwy 2·2; służy do wyrobu porcelany.

2. Glinka plastyczna jest kaolinem mniej lub więcej zanieczyszczonym, występującym we wszystkich formacjach osadowych; grubo lub miękko ziemista, zatrzymuje uporeczywie roztwory soli i tłuszcze, zarobiona kureczy się i pęka podczas wysychania.

Tu należą: glinka fajkowa bez tlenków żelaza, bardzo plastyczna, po wypaleniu śnieżnie biała, służy do wyrobów tak

zwanych kamionkowych, do fajansów, fajek, osłon porcelany podczas wypalania itp.; — glinka ogniotrwała także mało zanieczyszczona, używana do murowania przewodów paleniskowych w piecach wielkich, na retorty, tygle itp.; — glina łupkowa miękka, szara, czarno, niebieskawo, żółtawo lub białawo szara, złożona z gliny, bardzo miłkiego piasku i blaszek łyszezku; — il łupkowy, bogaty w glinę, bardzo tłusty i ciągliwy, żółty, czerwony, pstry z żyłami i smugami zielonawymi; — il jest to zwiertrzały il łupkowy, bardzo tłusty i plastyczny, czerwony, zielony i siny; — glina garncarska z tlenkami żelaza i węglanem wapnia, staje się szklistą dopiero w wyższych temperaturach; używa się do wyrobów garncarskich, majolikowych, fajansowych (Fayence), terakotowych, oraz do wyrobu kafli i cegły.

3. Glina ceglarska różni się od glin plastycznych większą domieszką piasku, jest więc mniej plastyczna i łatwiej topliwa; zawiera także tlenek żelaza, który ją barwi na żółto a po wypaleniu na czerwono. Używa się do wyrobu cegły.

Odmiany bogate w krzemionkę (piasek kwarcowy) i margiel są mniej odpowiednie na cegłę, dają jednak często dobry materiał do wyrobu cementu portlandzkiego.

Tu należą: glina margłowa, będąca marglem glinianym o zawartości glinki ponad 75%; gdy ma 75—85% glinki a 10—25% węglanu wapnia, topi się łatwo w ogniu; natomiast gdy ma 85—95% glinki i 5—10% węglanu wapnia, nie topi się weale; — glina piaseczystowapienna czyli mamutowa jest żółtobrunatna, w różnych odcieniach, używa się do wyrobu cegły surowej i cegły palonej, do zaprawy glinianej itp.; glina piaseczysta różni się od poprzedniej mniejszą zawartością węglanu wapnia; tworzy się nawet obecnie jako osad w dolinach rzek i ujściu ich do morza; barwa i zastosowanie, jak poprzednia glina.

#### d) Własności ogólne gliny.

Właściwa masa gliniasta składa się z cienkich blaszek lub łusk w równoległych warstwach poziomych; piasek zawierają wszystkie jej odmiany, spoistość wielu glin mała, rozpuszczają się w wodzie na mętny, mleczny roztwór i z tego powodu łatwo je przepłókiwać, odplawiać. Glina chłonie cheiwie wodę, nasycona nią nie przepuszcza ani wody, ani gazów, posiada w tym stanie właściwą sobie woń, a parowanie odbywa się tem trudniej i powolniej, czem jest tłustszą.

Ilość wody potrzebnej do zarobienia gliny zależy od rodzaju gliny; bardzo czysta i sucha glina chłonie do 70% wody, chuda zaś z większą zawartością piasku 40—50%. Plastyczność gliny jest bardzo cenną własnością i występuje silniej u tłustej, niż u chudej. Zarobiona i wysuszona traci wodę i daje się ponownie zarobić; ogrzana jednak do 300° C traci wodę chemicznie związaną, a sproszkowana i zarobiona wodą przestaje być plastyczną. Podczas wypalania traci wodę domieszana, potem chemicznie związaną i kureczy się, czyli zsyca się; kureczenie się jest tem większe, czem glina tłustsza i dochodzi do 20%. Nierównomierne zsychanie się powoduje pękanie tem większe, czem masa jest mniej jednostajnie gęsta i czem szybciej wysychała.

Oprócz wody chłonie glina cheiwie gazy, oleje, barwniki, sole i kwasy zależnie od ilości zawartej w niej wody, a po wyparowaniu wody przyswaja sobie te ciała; wilgotna, zalana roztworem soli kuchennej lub gipsu, nasiąka nim jednostajnie; skoro jednak roztwór zawierał więcej soli lub gipsu, niż glina zatrzymać może, to wydziela nadmiar ze siebie w kryształkach. Stąd też widać często zewnętrzne wykwitry soli kuchennej, saletry, alunu itp. na glinie.

Czysta glinka wypalana w piecach stosownych nie topi się w największym ogniu, lecz twardnie na kamień; uderzona wydaje czysty dźwięk, a zanurzona w wodę chłonie jej mniej lub więcej. Domieszka węgla wapnia, wodorów, tlenków żelaza i manganu, alkali, magnezu, krzemionki (piasku), spatów polnych itp. czyni ją więcej lub mniej topliwą.

Glina mokra zarobiona wykazuje temperaturę niższą od powietrza, a po wyschnięciu ciepłota się znowu wyrównuje. Tem się też tłómaczy, dla czego mokry grunt gliniasty tak bardzo trudno wysycha, ziębi okolicę w jego obszarze położoną, a domy na nim zbudowane są tak przenikliwie zimne i wilgotne.

Po wypaleniu otrzymuje glina zabarwienie od tlenku żelaza czerwone, tlenku magnezu żółte (lwowska cegła tak zwana Stillerówka), od wapna białe, tlenku żelaza zielonawe; gliny przesycone ciałami organicznymi są ciemne lub szare, a o ile nie zawierają związków tlenowych żelaza, stają się białe lub żółtawe po wypaleniu.

Oprócz wymienionych już wyżej celów używa się gliny także do rur, do wyrobów terakotowych, modelowania, tudzież do nieprześlakliwych obwałowań, gródz, grobel, warstw i okładzin

izolacyjnych itp., o ile nie jest zbyt piaszczysta, a więc przepuszczalna. Wreszcie z piaszczystej gliny wykonują mury gliniane, wałkowane ściany, polepy, wyprawy i krycie dachów.

### e) Ziemia rodzajna.

Ziemia rodzajna pokrywa kulę ziemską w różnej grubości i składa się z wytworów wietrzenia skał, oraz gnicia roślin i zwierząt. Jest tem ciemniejszą, czem ma mniej części mineralnych, a gdy jest prawie czarna, tworzy tak zwany czarnoziem. Kąt naturalny stoku nasypanej suchej ziemi wynosi 40—50°; chłonie cheiwie wodę, ale nasycona do 60 cm głęboko już jej więcej nie przepuszcza; w ciepłocie 600° C zaczyna tleć. Jest zresztą bardzo podatną i ściśliwą, zaczem tworzy zły grunt pod fundament. Zawiera prawie zawsze sól kuchenną i w zetknięciu z węglanem wapnia w murach, z kamieniem wapiennym, z wyprawą i zaprawą tworzy węglan sodu i chlorek wapnia, z których pierwszy gromadzi się na powierzchni murów w postaci kryształków iglastych, drugi zawilgaca i rozmiękcza mury. Jest to znany wykwit murów, powodujący łuszczenie się i odpadanie cząstek muru pod wpływem mrozu.

## II. Kamienie i wyroby sztuczne palone.

### 1. Wyroby ceglarskie.

#### a) Uzyskanie i przysposobienie gliny.

Cegła jest sztucznym kamieniem budowlanym, wyrobionym z gliny i wypalonym. Gлина ta nie powinna być zbyt tłusta, gdyż wysychając pęka się i pęka, ani też zbyt chuda, gdyż daje cegłę kruchą. W rodzimym stanie nadaje się glina rzadko do wyrobu cegły; trzeba ją w pierw uczynić stosownie chudą lub stosownie tłustą, a często jeszcze odczyszczając. Piasek jest bardzo dobrą domieszką gliny o ile nie przekracza 20 do 25%; związki tlenowe żelaza umożliwiają wypalenie cegły w niższej temperaturze, nadają jej znaczną twardość, wytrzymałość i dźwięk. Węglan wapnia w ilości 15 do 20% czyni cegłę po wypaleniu zeszkłąną i znacznie wytrzymałą; gdy jednak przekroczy 25%, cegła rozpada się; podobnie działa gips. Magnez daje glinie wygląd tłustawy i zwiększa topliwosć w wysokiej ciepłocie; w niższej jednak może wytworzyć siarczan magnezu, powodujący wykwyty. Bitumy barwią ciemno

cegłę, ale w temperaturze wypalania rozkładają się. Iskrzyk (piryt) podczas wypalania zamienia się na siarczan żelaza i tworzy wykwity, powodujące kruszenie się i rozpadanie cegły. Domieszka kamyków utrudnia przyciosywanie i powoduje pęknięcie cegły. Organiczne domieszki wreszcie spalają się i czynią cegłę porowatą i lekką, co bywa niekiedy pożądane; jednakże większe korzenie, muszle itp. utrudniają wyrób, zmniejszają wytrzymałość i psują postać cegły.

1. Kopanie gliny odbywa się ławami w stopniach mniej więcej jednako wysokich i szerokich, a ukopany materiał układa się w kupy i pozostawia na powietrzu przez jesień i zimę aż do początku wiosny. Wskutek tego glina pulchnieje, traci złożenie łupkowe i ujednostaja się, czyli wietrzeje; a czem dłużej to trwa, tem staje się lepszą na cegły. Po zwietrzeniu zrzuca się ją w jamy około  $2.5 \times 2.2 \times 2.2$  m i polewa stopniowo wodą miękką; cegielnicy zowią to rozmiękczeniem, które trwa przez dwa do kilku dni; wtedy też w miarę potrzeby dodaje się domieszki celem stłuszczenia lub schudzenia gliny. Zamiast piasku kwarcowego dodają także piasku glinianego, miału węgla kamiennego, żużlu miałkiego, trocin, mączki szamotowej, mączki gliny palonej itp.; zaś ilość domieszki wyznacza się zapomocą prób. Piasku wapiennego nie należy używać jako domieszki.

2. Mięsenie gliny wykonują nogami lub przyrządami na pomostach drewnianych  $5 \times 3$  do  $6 \times 4$  m w ten sposób, że depeze się glinę w dostatecznie cienkich warstwach i wyrzucą twarde domieszki, jak kamyki itp., co najłatwiej daje się uskuteczyć w ten sposób. Mniej korzystne jest mięsenie gliny zapomocą zwierząt, albo żelaznymi dragami, albo przeciskaniem przez siatki itp.

Mieszarki nożowe są to naczynia drewniane lub żelazne walcowe, albo stożkowe ścięte, zaopatrzone nożami spiralnymi lub śrubowymi z żelaza kutego, osadzonymi na pionowej osi ruchomej naczynia w ten sposób, że mijają się z kółkami, tkwiącymi w ścianach naczynia.

Mieszarkę porusza motor parowy lub zwierzęcy, a glina nałożona wylazi dolnym otworem bocznym równomiernie już wymieszana. Zamiast noży używa się także walców stalowych lub żelaznych, które rozcierają glinę wraz z przypadkowymi kamyczkami; bywają nawet mieszarki złożone z noży i walców, z sieci i rusztów.

3. Płókanie czyli pławienie gliny przeprowadza się dla odczyszczenia jej z kamyczków, korzonków itp. lub z piasku, gdy jest za chuda. W tym celu rozpuszcza się ją zupełnie w wodzie



z pomocą grac i grabi w zwykłych skrzyniach wapniarskich, których otwory boczne mają kraty żelazne o oczkach 15 mm w kwadrat; następnie roztwór spuszcza się do dołów glinianych, a reszta pozostaje w skrzyni. Także celem zmieszania kilku rodzajów glin rozpuszcza się je razem, a roztwór odprowadzony do dołu osadza po pewnym czasie czystą masę glinianą, dokładnie wymieszaną.

### b) Urobienie i suszenie cegły.

Urobienie czyli upostacenie cegły wykonują ręcznie lub maszynowo. Ręczny wyrób jest w powszechnym zastosowaniu i dokonuje się na dużych niskich stołach ceglarskich za pomocą postatnicy, która jest ramą skrzynkową z rękojeściami, wykonaną z żelaza lub desek 1·5 do 2 cm grubych, wewnątrz blachą okutych. Z gliny zarobionej i na stole ułożonej bierze ceglarz (strycharz) stosowny kawał i po zmoczeniu wodą lub posypaniu piaskiem wrzuca do postatnicy i wgniata rękami, aby jej wnętrze szczelnie zapełnił; wreszcie wystające części gliny zrzuca deseczką lub prętem mosiężnym, wyrzuca cegłę na deszczulkę i znosi do suszarni. Gładziej powierzchnie i ostrzejsze brzegi uzyskuje cegła w postatnicy stalowej, olejem wysmarowanej. Niekiedy ugniatają cegłę w stanie już napół suchym prasami ręcznymi, aby była gładka o ostrych brzegach, które jednak dostają ryski. Upostacenie dachówek, zwłaszcza karpiówek skuteczniejsza się ręcznie, częściej jednak w prasach.

Maszyny używane do wyrabiania cegły pełnej i pustej wszelkich postaci i rur są bardzo liczne i różnorodne.

Suszenie odbywa się na wyrównanej, ubitej, piaskiem posypanej ziemi lub na podkładach drewnianych, w szopach otwartych 12 do 40 m długich, 12 m szerokich, 2 do 2·5 m w okapie wysokich, zwróconych długością swą ku wiatrom wschodnim i zachodnim.

Cegłę trzeba suszyć w cieniu powolnie i równomiernie przez 14 do 30 dni i podczas tego ciężar cegły zmniejsza się przeciętnie o 33%, a rozmiary o  $\frac{1}{3}$ , t. j. 7·7%.

### c) Wypalanie cegły.

Wypalanie odbywa się w piecach ceglarskich niżej opisanych, po należytem wysuszeniu cegły; gdyż w przeciwnym razie cegły silnie i nierówno kureją się, krzywią i pękają. Budowa pieców powinna być tania, prosta; ilość paliwa niewielka, a układanie w nich surowki dogodne i łatwe.

Po wysuszeniu i wypaleniu rozmiary cegły zmniejszają się o  $\frac{1}{10}$  do  $\frac{1}{7}$ , t. j. 10 do 15%; chcąc zatem mieć cegłę o rozmiarach unormowanych, potrzeba zwiększyć rozmiary wnętrza postawnicy o tę właśnie miarę zaniku. Wszakże stopień zaniku rozmiarów jest u każdego rodzaju gliny inny, i potrzeba dla każdej cegielni wyznaczyć go zapomocą prób.

a) Piec polowy czyli tymczasowy jest najprostszym i najtańszym piecem ceglarskim, w którym się wypala co najmniej po 20.000 cegieł. Zastosowuje się go w tym razie, gdy pokład gliny jest mały i trzeba go spożytkować jak najtaniej, albo gdy cegła ma służyć tylko do jednej budowy w miejscowości, nieposiadającej cegielni. Piec ma postać ściętego ostrosłupa o podstawie prostokątnej lub kwadratowej i wykonuje się z cegieł surowych, do wypalania przeznaczonych, na miejscu wolnem, wyrównanem i ubitem, które pokrywa się warstwą wysuszonej cegły rębem. Na tem zakłada się prostopadle do podłużnej osi pieca na wylot przewody powietrzne, pół cegły szerokie i wysokie, w odstępach wzajemnych 1 do 1·3 *cm* i przykrywa się je cegłą płazem ze szczelinami 2 do 3 *cm* szerokiemi. Nad tymi przewodami urządza się wydłużone paleniska na przestrzał w świetle 0·6 *m* szerokie a wysokie 1 do 1·3 *m* dla opalania drzewem, albo 0·5 do 0·6 *m* dla opalania węglem kamiennym lub torfem. Kanaly te zapełnia się łatwo palnym opałem. Cegły surowe układa się następnie rębem co 2 do 3 *cm* warstwami tak, aby na przemian biegly raz równolegle, drugi raz pod kątem 45° do osi pieca i każdą warstwę według możności posypuje się miałem lub gruzem węgla na 10 *mm* grubo. Szerokość pieca wynosi 4 do 5 *m* dla drzewa, a 2·5 do 3·5 *m* dla węgla kamiennego lub torfu; gdy opalanie idzie z dwu stron pieca, rozmiary te się podwaja. Wysokość obejmuje 30 do 36 warstw cegieł rębem, a długość nie powinna obejmować więcej niż 8 kanałów paleniskowych, gdyż trudnoby było utrzymać w piecu równomiernego ognia, a oziębianie trwałoby zbyt długo.

Ściany zewnątrz i pokrywę wylepia się gliną a wierzch pieca przysypuje się ziemią 8 do 10 *cm* grubo.

Teraz rozpala się ogień we wszystkich paleniskach naraz i najpierw utrzymuje się słaby przez 24 do 30 godzin; następnie wzmacnia się go i utrzymuje w tym stanie przez dalszych 24 do 30 godzin; wreszcie zamurowuje się otwory paleniskowe z pozostawieniem szczelin kontrolnych, a ukazujące się płomyki zalepia się gliną.

Piec zakłada się na suchym gruncie w głębokim wykopie na stoku góry lub w nasypie, dla ochrony przed wiatrem i wilgocią.

Większe piece połowe dają stosunkowo mniejszą stratę cegły niż mniejsze, bo wynoszącą tylko 10 do 20<sup>o</sup>/<sub>o</sub>; natomiast w piecach murowanych stałych traci się tylko około 6 do 7<sup>o</sup>/<sub>o</sub>. W pobliżu ścian zewnętrznych pieców połowych cegły są niedopalone, a w pobliżu kanałów paleniskowych przepalone. Zresztą wypalanie w tych piecach 20.000 cegieł wymaga 2 dni do ułożenia, 5 do palenia, 4 do ochłodzenia, 2 do wybrania, czyli razem 13 do 14 dni.

β) Piece stałe są czworoboczne, otwarte lub sklepione i odpowiadają zresztą tym samym warunkom, co poprzednie.

Ściany są podwójne; zewnętrzne 90 cm, wewnętrzne 60 cm grube, wymurowane z cegieł palonych na glinie, a pusta przestrzeń między nimi 15 do 30 cm gruba, zapelnia się piaskiem lub tp. złym przewodnikiem ciepła. Dach ustawia się nad całym piecem tak, aby wszelkie drzewo miał odległe conajmniej 2 m od wierzchu pieca, u szczytu wzdłuż posiadał otwartą latarnię przewiewną i wokół pieca tworzył poddasze, które ma służyć na skład opału i schronisko dla palaczy. W przedniej ścianie pieca wykonuje się 3 do 4 otwory do kanałów paleniskowych w odstępach 1·5 do 1·8 m, zaopatrzone drzwiczkami żelaznymi lub płytami glinianymi. Ściany trzeba ściągnąć starannie silnymi kotwiami, aby ich gorąco nie rozsadziło i od wnętrza gliną wylepić; kanały paleniskowe muruje się cegłami na glinie. W piecach tego rodzaju wypala się 30.000 do 90.000 cegieł; większe z nich otrzymują paleniska wydłużone na przestrzał z dwoma otworami do palenia; lepiej jednakże w takim razie przedzielić je pełną ścianą środkową i utworzyć w ten sposób dwa piece. W ścianie przyczółkowej urządza się otwór drzwiowy do obsługi palenisk i do wnoszenia surówki i wynoszenia jej po wypaleniu, który to otwór zamurowuje się podwójnymi ściankami po 15 cm grubymi z zapelnieniem pustej przestrzeni piaskiem lub popiołem.

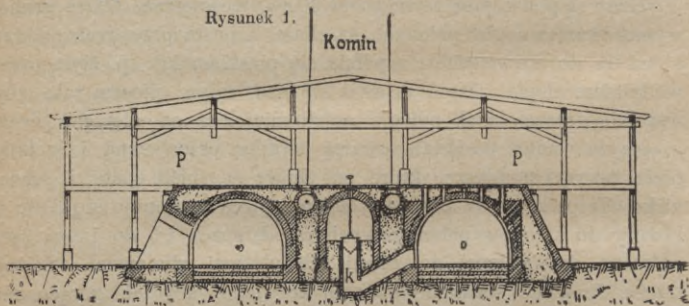
Cegłę układa się tu tak samo, jak w piecu połowym i każdą warstwę cegieł przysypuje się cienko miałem węglanym; a do wypalania węglem kamiennym paleniska otrzymują popielnik z rusztem z cegieł lub ze sztab żelaznych.

Wypalanie trwa około 3 doby, nie licząc czasu nałożenia, oziębiania i wybierania, co mniej więcej trwa tak samo, jak w piecu połowym, t. j. około 8 dni.

γ) Piec stały sklepiiony jest taki sam, jak poprzedni otwarty, ale ma 4—6 kanałów paleniskowych w odstępach co 1,8—2 m i zużywa mniej paliwa. Sklepienie jest kolebkowe i ma liczne otwory dymowe, służące do regulowania palenia.

δ) Piec kręgowy wynaleziony w r. 1858 przez budowniczego Frydryka Hoffmana, o nieustannym przebiegu wypalania, zyskał oddawna powszechne zastosowanie i utrzymuje się znakomicie. Dozwala na wypalanie dziennie 3.000 do 40.000 cegieł, oszczędza na paliwie 50 do 70% w porównaniu do poprzednich pieców, dopuszcza zużycie taniego miálu węglanego do opalu i przysparza tem znaczne zyski, a co najważniejsza daje cegłę dobrze i równomiernie wypaloną z bardzo małą ilością odpadków.

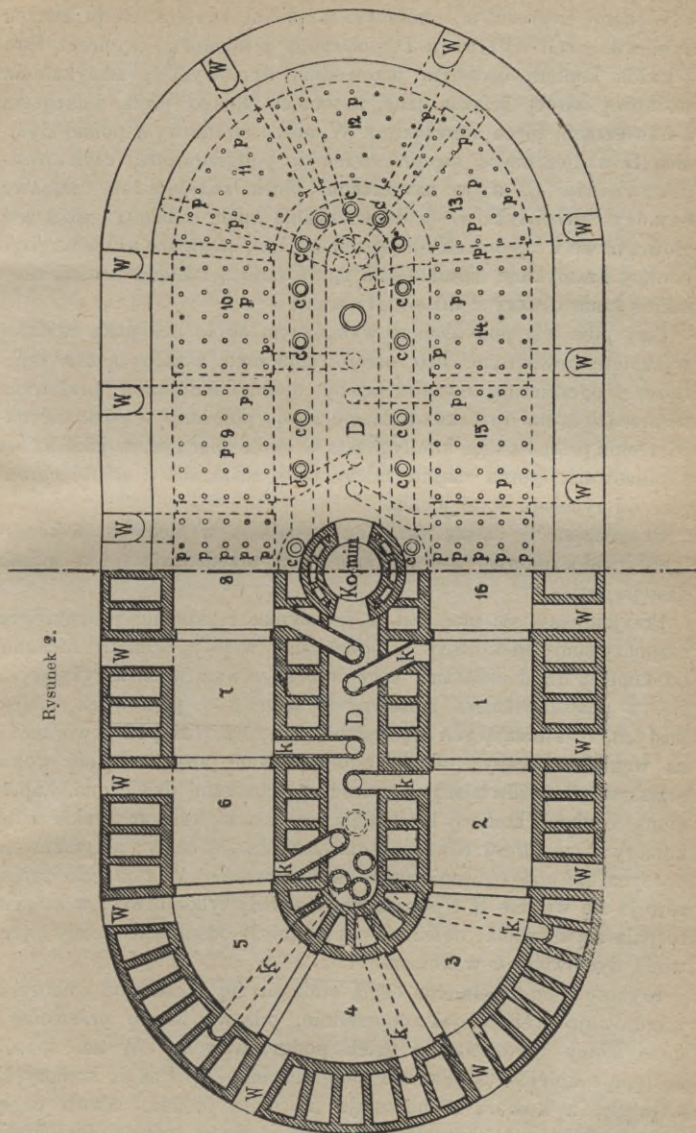
Rysunek 1.



Wnętrze pieca, w którym cegła się wypala, czyli wypalnia tworzy zamknięty zasklepiiony pierścień, poprzedzielany otwartymi arkadami na poszczególne komory, które w miarę potrzeby oddzielać można stosownymi ściankami ruchomymi, ustawialnymi pod arkadami; w nowszych czasach używają jednak ścianek papierowych, jako o wiele korzystniejszych, dogodniejszych i tańszych. Początkowo piec miał zarys kołowy z 12 komorami; dziś powszechnie dają mu zarys wydłużony owalny, jako racjonalniejszy i odpowiedniejszy, z 12 do 24 komorami, a czasami także wydłużonego prostokąta.

Mur wewnętrzny i zewnętrzny wypalni jest podwójny, z poprzecznymi żebrami a przestrzeń pustą zapelnia piasek lub popiół, jak wykazuje rysunek 1. i 2.

W zewnętrznej ścianie jest wejście *W* do każdej komory, służące do wnoszenia i wynoszenia cegły, zamurowywane podczas wypalania dwiema po 30 cm grubymi ścianami na glinie, a przedział między nimi zapelnia się piaskiem lub popiołem.



Rysunek 2.

W murze środkowym, okolonym wypalnią, znajduje się przestrzeń dymowa, czyli dymnica *D*, połączona z kominem, a oprócz tego z każdą komorą osobnym przewodem dymowym *k*, zamykalnym stożkową zatulą żelazną laną, zapomocą silnego pręta żelaznego, z nawierzehni pieca sterzącego. W murze środkowym ponad dymnicą *D* wzdłuż mieści się przestrzeń do podgrzewania, czyli podgrzewalnia *C*, a w nawierzehni pieca znajdują się pionowe otwory paleniskowe *p* do wrzucania opału (miału i gruzu węglowego) we wzajemnych odstępach co 1 m, sięgające aż do wnętrza komory i zamykane nasadzonemi nakrywami żelaznemi lanemi, oraz także same otwory *c* do podgrzewalni.

Cały piec jest pod dachem wystającym około 3 m poza najdalej wysunięte zewnętrzne lico omurowania jego, a nakrytą nim przestrzeń *P* ograniczają zewnątrz ściany, opierzone deskami; przestrzeń tę przedziela na dwie kondygnacje strop, położony w poziomie nawierzehni pieca; dolna kondygnacja w około pieca służy jako palnia i pracownia, górna często także jako suszarnia, a całość chroni piec od rychłego wyziębienia.

Rozpoczęcie i dalszy przebieg wypalania w piecu o 16 komorach, uwidocznionym w rysunkach 1 i 2, przedstawia się w sposób następujący.

Przyjmujemy, że piec jest w spoczynku i zupełnie próżny, i że rozpoczynamy od komory 1; oddzielamy więc ją ścianką ruchomą od komory 16, i układamy cegłę rębem w warstwach krzyżujących się, z pozostawieniem stosownych szszelin i pionowych miejsc pustych, rozszerzających się lekko ku górze tuż pod otworami *p* na węgiel wrzucany; także i pod arkadami pozostawia się wolną przestrzeń, umożliwiającą czynność ze ściankami dzielezemi. Zapelnioną cegłami komorę 1 oddziela się ścianką ruchomą także i od komory 2, w której również teraz zakłada się cegły; a tymczasem poczyna się podgrzewanie cegły w komorze 1. W tym celu zamurkuje się wejście *W* i pozostawia się mały tylko otwór, w którym rozpala się niewielki ogień po poprzednim odsunięciu zatule przewodu dymowego *k* w komorze 1.

Komorę 2 po zapelnieniu cegłą oddziela się ścianką od komory 3, zamurkuje wejście jak poprzednio, odsuwa zatulę przewodu *k* do dymnicy i rozpala się ogień podgrzewawczy. W ten sposób postępuje kolejno układanie i podgrzewanie cegieł aż do komory 15 włącznie, a komora 16 pozostaje na razie próżna. Skoro cegły w komorach 1, 2, 3 dostatecznie się podgrzały, usuwa się ściankę

między komorą 1 i 16, a na jej miejsce układa się i zapala stos drzewa po zupełnem zamurowaniu wszystkich wejść do komór od 1 do 15 włącznie, po zatkaniu w nich zatuł dymowych przewodów *k* do dymnicy z wyjątkiem komory 15 i po usunięciu ścianek oddzielczych. Wskutek tego gazy spalania i gorąco z płonącego stosu przeciągają przez wszystkie komory, uchodzą w komorze 15 do komina i podgrzewają cegłę w dalszych komorach we właściwej mierze; pod wpływem zaś bezpośredniego działania płomieni stosu oraz ognia węgla, dorzucanego otworami *p* z nawierzchni pieca, następuje właściwe wypalanie cegły w komorze 1 i przenosi się kolejno po dorzuceniu węgla z góry do komór 2, 3 itd. Po skończeniu wypalenia cegły w komorze 1 pozostawia się ogień dopóki nie zgaśnie, a dopływające z komory 16 świeże powietrze oziębia zwolna cegłę wypaloną; to samo dzieje się z komorą 2, 3 itd.; a gdy dojdzie do komory 8, to do komory 1 można już wejść. Tem właśnie krażeniem gazów spalania i gorącego powietrza przez całe szeregi komór wyzyskuje się ich gorąco do możliwych granic i osiąga znaczne zaoszczędzenie na opale.

Teraz odmurowuje się wejście do komory 1 i wydobywa z niej cegłę wypaloną, a równocześnie układa się surówkę w komorze 16, oddziela się ją ścianką od komory 1 i zamyka się zatuł dymową przewodu *k*.

W ten sposób wypalanie doszło do końca kręgu pierścieniowego i odtąd utrzymuje się w nieustannym biegu, a mianowicie: po opróżnieniu komór 2 i 3 poczyną się znowu zapełnianie surówką komory 1, podczas gdy w przeciwległej komorze 8 odbywa się wypalanie z pomocą dosypywanego węgla. Podgrzewanie teraz surówki w komorze 1 dokonuje się zapomocą rur, zaopatrzonych na obu końcach kolanami pod prostym kątem w jedną stronę zwróconemi, a mianowicie jedną rurą łączy się komorę 1 z kanałem podgrzewawczym czyli podgrzewalnią *C* przez założenie jej kolan w odnośne otwory *p*, a drugą rurą podgrzewalnię z jedną z komór, zawierających gorące powietrze; rozumie się, należy równocześnie nastawić zatuły dymowe tak, aby przeciąg szedł od komory gorącej, przez podgrzewacz do komory 1, a stąd do komina.

W ciągu 24 godzin można jedną komorę wypróżnić, poprzednią napęlić i ściankę oddzielczą między nimi ustawić.

Komory są zwykle 3 m długie, 2 m szerokie i 2 m wysokie i obejmują około 2500 cegieł austriackiego formatu (29 × 14 × 6.5 cm),

lub około 3000 cegieł niemieckiego formatu ( $25 \times 12 \times 6.5$  cm); rozmiary komór dochodzą jednak do 8 m długości, 6 m szerokości i 3 m wysokości.

Na 1 m<sup>3</sup> pojemności komory liczy się przeciętnie 220 cegieł austriackiego, lub 300 cegieł niemieckiego formatu.

W ciągu zatem 200 dni palnych, przypadających w jednym roku można wypalić w piecu o 12 komorach około 500.000 a o 24 komorach około 1.000.000 cegieł austriackiego formatu, albo 600.000 względnie 1.200.000 cegieł niemieckiego formatu.

Wszakże w piecu o 24 komorach wypada korzystniej prowadzenie dwu ogni równocześnie a mianowicie w komorach 1 i 13 albo 2 i 14 itd; w takim razie każdy szereg 12 komór stanowi może dla siebie jeden piec.

ε) Piec kręgowy Siehmona i Rosta ma dymnicę w górnej części muru wewnętrznego, zamiast w dolnej; zaczem komory nie mają dolnych przewodów dymowych *k*, tylko otrzymują połączenie z dymnicą zapomocą 4 do 6 rur ruchomych dwukolankowych z blachy żelaznej w ten sposób, że jedno kolanko rury wkłada się w odnośny pionowy otwór paleniskowy, a drugie w najbliższy otwór dymnicy na wierzchniej ceglanej posadce pieca. Piec te są trwalsze i budowa tańsza, bo odpadają zatule dzwonowe, wentyle. kanały podgrzewawcze itp.

#### d) Rodzaje cegły.

Barwa cegieł zależy od właściwości gliny i od wysokości temperatury wypalania; w wyższej temperaturze cegła staje się cięższą i twardą, a topi się dopiero w 1100° C.

Stosownie do stopnia wypalania uzyskujemy cegły rozmaitej jakości, a mianowicie.

a) Cegła niedopalona, kopciałka pochodzi z górnych warstw pieca; jest miękka, bezdźwięczna, matowa, barwi rękę i rozpada na mrozie. Używa się do murów wewnętrznych nieobciążonych i do pieców.

b) Cegła wypalona, wiśniówka, pochodzi ze środkowych warstw pieca; jest najlepszej jakości, twarda, barwy wiśniowej, dźwięczna, matowa, ręki nie barwi, wody nie maści i chłonie jej tylko około 15%, na mrozie nie rozpada i z zaprawą dobrze się łączy. Używa się do murów zewnętrznych i obciążonych.

c) Cegła przepalona, zendrówka, pochodzi z warstw najbliższych ogniska pieca; jest od wiśniówki ciemniejsza, miejscami



zeszklona, i tem się różni od klinkierek, mających całą masę stopioną; wody chłonie tylko 4—6% i dla tego gorzej się łączy z zaprawą; na mrozie jest dobrze wytrzymała. Używa się do fundamentów, zwłaszcza w miejscach wilgotnych, do posadzek, chodników itp.

Przyjmują, że każdy ładunek pieca daje około 25% kopczałki, 35% wiśniówki, 20% zendrówki i 20% cegły uszkodzonej, popękanej lub złamanej.

d) Cegła z wycieczajna jest równoległością prostym i prostokątnym, ręczna lub maszynowa.

Jeżeli  $d$  jest długość,  $s$  szerokość,  $g$  grubość cegły,  $w$  grubość spoiny wspornej,  $c$  spoiny stycznej, to grubość  $g$  cegły może być wprawdzie dowolna, ale nie powinna przekraczać 75 mm, gdyż inaczej suszenie i wypalanie napotyka na trudności ze stratą czasu i paliwa, a z ujmą dobroci cegły; natomiast ze względu na prawidłowość wiązania musi być szerokość cegły

$$s = 2g + w$$

a stąd wynika grubość

$$g = \frac{s - w}{2}.$$

Z tej samej racji jak szerokość powinna być także długość cegły

$$d = 2s + c$$

a stąd

$$s = \frac{d - c}{2}$$

Ze związków tych wynikają wreszcie grubości spoin

$$w = s - 2g$$

$$c = d - 2s.$$

Tym zasadam odpowiadają ściśle rozmiary cegły austriackiej unormowane na  $d \cdot s \cdot g = 29 \times 14 \times 6.5 \text{ cm}$ ; niezupełnie natomiast odpowiadają rzeczonym zasadam rozmiary cegły niemieckiej  $25 \times 12 \times 6.5 \text{ cm}$ , gdyż grubość ich powinna wynosić  $5.5 \text{ cm}$ , a nie — jak unormowano —  $6.5 \text{ cm}$ .

Do prawidłowego wiązania cegieł w mur zachodzi niezbędna potrzeba także pewnych części objętości całej cegły  $= d s g$ ; części te są następujące:

$$\text{trzyćwiartówka} \dots\dots\dots = \left( 3 \cdot \frac{d}{4} \right) s g,$$

$$\text{połówka} \dots\dots\dots = \left( \frac{d}{2} \right) s g,$$

ćwiartówka, kwaterka .....	=	$\left(\frac{d}{4}\right) s g,$
połówka pasowa, pasówka .....	=	$d \left(\frac{s}{2}\right) g,$
trzyćwiartówka pasowa .....	=	$\left(3 \frac{d}{4}\right) \left(\frac{s}{2}\right) g,$
ćwiartówka pasowa .....	=	$\left(\frac{d}{2}\right) \left(\frac{s}{2}\right) g.$

Części te w miarę potrzeby wytwarzają murarze na miejscu budowy przycinaniem cegły podczas murowania; tracą jednak wiele czasu i materiału ceglanego, a nadto spoina styeczna wskutek nierówności przycięcia jest nieodpowiednia i w lieu muru niepiękna. Dlatego cegielnie prócz całych cegieł powinny wytwarzać także i owe części, a przynajmniej trzyćwiartówki, połówki i ćwiartówki, i dać im stosowne rozmiary ze względu na prawidłowość wiązania.

e) Cegła licówka służy jako okładzina zewnętrznego lica muru, które ma pozostać bez wyprawy; zazem powinna być doskonale wytworzona i wypalona, o brzegach równych, ostrych i o barwie żywej, jednostajnej, a o rozmiarach ścisłych; nadto musi być wytrzymała i trwała na wpływy atmosferyczne.

Jako licówkę wybiera się cegłę zwykłą najlepiej wyrobioną i wypaloną, albo też wytwarza się ją starannie z doborowej tłustszej gliny. Cegielnie barwią licówkę sztucznie lub powlekają barwną polewą. Często także cegłę starannie wyrobioną i wysuszoną zanurzają przed wypaleniem w roztworze śmietanowy z gliny lepszej; powłoka taka zowie się angobą i daje cegle po wypaleniu piękną barwę białą, żółtą, czerwoną i inne.

Stosownie zresztą do sposobu wykonania odróżniamy licówkę gładzoną, przycinaną i prasowaną. Tu należą także cegły upostaczone czyli wycinane (profilowane), do gzymsów, obramień drzwi i okien, cegły klinowe do sklepień, studni, kominów itp. o różnych rozmiarach.

f) Cegła porowata wyrabia się z gliny chudej, zmieszanej z miąkami ciałami palnymi, jak kora, trociny, miążwę węgłową, koksowy, torfowy itp. 30 do 50%. Jest mało wytrzymała, daje wykwity, a więc odpowiednia tylko do murów suchych, nieobciążonych; waży 1130 do 1380 kg/m<sup>3</sup>.

g) Cegła pusta czyli dziurawiona ma 1 do 9 dziur prostokątnych, kwadratowych lub okrągłych, bieżących równolegle do

długości, szerokości lub grubości cegły, a grubość ścianek wynosi 15 do 25 mm. W porównaniu do cegieł pełnych, wysycha pręcej i równomiej, spotrzebuje mniej gliny, przewodzi źle ciepło, zimno, wilgoć i głoś, a wytrzymałość jej na ciśnienie równa się cegle zwykłej tak dalece, że można jej bez obawy użyć nawet do obciążonych murów zewnętrznych na zaprawie wapiennej, co tłumaczy się koniecznością staranniejszego wykonania cegieł tego rodzaju. Rozmiary otrzymuje takie same, jak cegła zwykła. Cegły pustej używają także do stropów i wtedy dają jej najrozmaitsze rozmiary.

h) Cegła posadzkowa pełna lub pusta musi być możliwie najtwardsza i silnie bardzo wypalona; rozmiary jej są rozmaite.

i) Cegła kominowa służy do murowania wąskich kominów krągłych: mało ma jednak zastosowania, gdyż prawidłowość wiązania cegieł wymaga, by przewody takich kominów były kwadratowe.

j) Cegła strychowa posiada rozmiary długości i szerokości normalne, natomiast jest znacznie cieńszą (około 4 cm).

k) Cegła klinkerka jest w całej swej masie stopiona, zeszlona i tak wytrzymała, twarda, trwała i nienasiąkliwa, że nieustępuje najlepszym kamieniom naturalnym.

Wyrabia się z gliny wapnistej, topliwej a przejście podczas wypalania ze stanu twardego w topliwą powinno być powolne i stopniowe, aby się nie deformowała. Temperatura wypalania wynosi około 1100° C i musi być jednostajna, co się uzyskuje najlepiej w piecach gazowych.

Z powodu trudności i kosztów wyrabiają także półklinkerki stopione i zeszlone zwierzchu tylko, i o ile nie są popękane, spełniają to samo zadanie, co klinkerki.

Klinkerki mają w regule rozmiary cegły zwykłej i posadzkowej; atoli otrzymują i inne, stosownie do przeznaczenia od 150 do 470 mm długości, 100 do 200 mm szerokości i 18 do 120 mm grubości.

Do klinkerek używa się zaprawy hydraulicznej i to gęstszej, gdyż nie chłonią wody.

Zresztą półklinkerki, a nawet zwykle zendrówki uchodzą w praktyce jako klinkerki, i dla tego trzeba się mieć pod tym względem na baczności.

l) Cegła ogniotrwała, szamotowa, wyrabia się z glinki porcelanowej (kaolinu) i fajkowej starannie oczyszczonej, z dodaniem wiasku kwarcowego gruboziarnistego, gdy ma wytrzymać niebardzo

wysoką temperaturę, a mączki szamotowej dla najwyższych temperatur i wypala aż do rozżarzenia. Mączkę szamotową uzyskuje się z glinki ogniotrwałej wypalanej i potłuczonej, a mianowicie z czerpów tygli do wypalania porcelany używanych, z cegiełek ogniotrwałych itp.

Cegielki ogniotrwałe są bardzo wytrzymałe na działanie ognia i służą do wykładania wnętrza palenisk; barwę mają białawo lub żółtawoszarą, a muruje się nimi na zaprawie szamotowej.

Najlepsze cegły ogniotrwałe wyrabiają w Anglii i Szwecji; w Niemczech także niezłe.

### e) Polewa czyli glazura cegły.

Celem zapobieżenia nasiąkliwości zaopatruje się cegłę szklaną polewą czyli glazurą najróżniejszych barw.

Polewę wykonuje się w ten sposób, że z masy glazurowej mialkiej sporządza się rzadki roztwór, zanurza się w nim dany wyrób i poddaje wypaleniu, podczas którego roztwór stapia się, wnika w wyrób i łączy się z nim bardzo trwale. Nakładają także polewę pędzlem na wyroby wysuszone lub nawet już słabo wypalone, po czem je wypalają.

Najprostszą polewę wywołuje się wrzuceniem soli do pieca rozżarzonego do białości, wskutek czego piec zapelnia się parami solnymi, pod których wpływem wytwarza się na widocznych powierzchniach wyrobów wypalanych polewa połyskliwa i cienka, zwykle barwy żółtawej lub brunatnawej.

Cegłę zabarwia się także na szaro dymem lub na czarno smołą.

### f) Dachówka.

Dachówka jest cegłą, której grubość w stosunku do długości i szerokości jest bardzo mała i służy do krycia dachu. Należy ją wyrabiać z gliny dobrej, starannie wypławionej i odczyszczzonej tak, aby była możliwie cienka i dała się wypalić mocno i twardo. Zależnie od postaci odróżniamy następujące dachówki.

Karpiówka, czyli dachówka zwykła jest płytą prostokątną, wydłużoną, której dolny bok jest linią prostą, łukową lub łamaną, górny zaś ma piętękę do zaczepiania o łatę. Długość najczęściej wynosi 350 do 480 mm, szerokość 150 do 180 mm, grubość 13 do 25 mm.

Do uzupełnienia krycia na krawędziach dachu używa się półkarpiówki o połowę mniejszej.

Gąsior jest podłużnym odcinkiem rury stożkowej, odpowiadającym kątowemu środkowemu  $150^\circ$ , zazwyczaj 350 do 400 mm długim, średnio 160 mm szerokim i 20 mm grubym. Służy do krycia grzbietów i narożników dachu karpiówką krytego, a nawet i do krycia całego dachu.

Dachówka holenderska, czyli flamandzka o poprzecznym przekroju wydłużonego *S*, z piętka u spodu; mało używana.

Dachówka rzymska jest najdawniejsza; trapezowa, z piętka u spodu i podgiętymi pod prostym kątem lub łukowo, podłużnymi bokami, których zetknięcie przykrywa się gąsiorami. Długość wynosi 370 do 400 mm, szerokość górna 300 mm, dolna 230 mm, a podgiętych boków po 24 mm.

Dachówka żłobkowana czyli francuska jest jedną z najlepszych, zwłaszcza w nowszej swej postaci; ma z jednej strony podłużnej żłobek, z drugiej stosowną wpustkę; górny brzeg podgięty w górę z piętka u spodu, dolny w dół jako przykrywka; bywa 390 mm długa, 230 mm szeroka i 10 do 15 mm gruba. Z powodu tanioci i łatwości krycia, oraz lekkości używa się dziś powszechnie.

Dachówka kwadratowa jest płytka kwadratowa, z piętka lub dziurką w jednym rogu; przez obojętne dwu przeciwległych narożników otrzymuje się dachówkę sześcioboczną.

Są jeszcze i inne rodzaje dachówek; wszystkie zaś, łącznie z wyżej poszczególnionymi, powlec można polewą, różnie zabarwioną, niepekającą, zmniejszającą chłonność.

### g) Rury drenowe.

Rury drenowe, drewny wyrabiają i moeno wypalają z gliny sposobem ceglarskim podobnie jak cegły i dachówki. Średnica ich w świetle wynosi 30 do 150 mm, grubość ścian 8 do 50 mm, a długość 300 do 450 mm zależnie od tego, czy średnica jest mniejsza lub większa, niż 100 mm.

Drewny w ziemi układa się tak, by czołami wzajemnie przypierały, a ssanie wody odbywa się temi zetknięciami; niekiedy nasuwa się na zetknięcia pierścienie z gliny o ściance cieńszej.

## 2. Ogólne własności wyrobów ceglarskich.

### a) Własności cegły.

Porowatość jest pożądana u cegły zwykłej, natomiast u klinkerek i dachówek jest wadą. Cegła wodą nasycona jest mniej wytrzymała, zwiększa objętość, ale po wyschnięciu znowu ją zmniejsza;

ślabo wypalona lub popękana kruszy się i łuszczy na mrozie; nawet sama wilgoć powoduje wietrzenie, gdy cegła ma węglany wapnia, margiel, iskrzyk (piryt), sole i kamyki wapienne lub gipsowe w wodzie rozpuszczalne lub rozkładalne.

Glina czysta wypalona jest białą; gdy jednak zawiera chociażby 4% tleniku żelaza, staje się tem czerwieńszą, czem temperatura wypalania była większa; w bardzo wysokiej temperaturze zielenieje a wreszcie czarnieje.

Cegła wypalona z gliny, zawierającej alun lub gips, dostaje na powierzchni wykwity w postaci białawego pyłku, zmieniające z czasem barwę cegły. Wykwity wogóle są siarczanami wapnia, sodu (soli glauberskiej), magnezu, związkami chromu, oraz zielonymi i niebieskimi związkami wanadu; mogą pochodzić także z zaprawy, z gruntu, kloak itp. O ile wykwity są zielone na powierzchni murów, pochodzą z chromu lub wodorostów, o ile zaś czarne, są grzybkami.

Wykwity soli trudno rozpuszczalnych, jak gips, węglan wapnia, pozostają stale na murze i zwiększają swą objętość; wykwity zaś soli łatwo rozpuszczalnych, jak siarczan sodu i magnezu, pojawiają się podczas pogody suchej, a znikają w czasie słoty.

Ciężar właściwy cegły zwykłej 1·4 do 2·2, klinkerek 1·5 do 2·3; w szczególności ciężar właściwy cegieł w Rosji wyrabianych, a mianowicie: niedopalonych i średniowypalonych 1·65, dobrze wypalonych (wiśniówek) 1·855, zendrówek 1·994.

Znamiona dobrej cegły są następujące:

1. Czysty metaliczny dźwięk po uderzeniu młotkiem lub kostką pałca, brak rys, pęknięć itp.

2. Cegły nie powinny mieć gródek wapiennych, ani kamyków; gdyż pierwsze wypalone na wapno żrące gaszą się i rozsadzają cegłę, a drugie czynią ją kruchą i niedozwalają przyciosywania.

3. Powierzchnie cegieł mają być płaskie i szorstkie, krawędzie proste, ostre i równoległe, względnie prostopadłe, rozmiary dokładnie jednakie. Nie powinna barwić ręki.

4. Cegła nie powinna się łatwo łamać, lecz pozostać całą nawet do rzuceniu jej na kupę innych cegieł; przyciosywana młotkiem, nie powinna się kruszyć.

5. Odłam ma być jednolity, drobnoziarnisty, muszłowy bez dziurek i zagłębień.

6. Nasiąkliwość cegły wodą nie powinna być większa, niż 15% ciężaru.

7. Cegła powinna posiadać zdolność rychłego wysychania po zmoczeniu.

8. Nie powinna się łuszczyć, kruszyć, mięknąć ani kureczyć pod działaniem dłuższem wilgoci, mrozu itp.

9. W ogniu nie powinna się zmniejszać, rozpadać itp.

10. Pod zmiennem działaniem ciepła, wilgoci i mrozu nie powinna zmieniać postaci, barwy, ani pękać, ani dostawać wykwitów.

### b) Własności dachówki.

Dachówka ma posiadać te same cechy dobroci co cegła i to w wyższym jeszcze stopniu, gdyż jest wystawiona zawsze na wpływy atmosferyczne; nadto powinna być lekka, równą, nie pokrzywioną ani spaczoną i wytrzymałą na uderzenia gradu. Ogrzana i zanurzona w wodę nie powinna pękać; nie powinna też chłonać wody więcej, niż 4<sup>o</sup>/<sub>0</sub> ciężaru.

Celem zapobieżenia nasiąkliwości zaopatruje się najczęściej dachówki i rury szklaną polewą, czyli glazurą najróżniejszych barw. Polewę wykonuje się tak, jak polewę cegły, w sposób opisany wyżej w rozdziale II, pod 1. e.

Cegłę i dachówki zabarwia się także dymem na szaro lub czarno w ten sposób, że do pieca z wyrobami dopalanymi już wrzucą się drzewo świeżo ścięte z gałęziami i liśćmi i zamyka się szczelnie; wyroby wskutek tego nie zmieniają swych własności.

Na czarno barwi się je zanurzeniem w smołę lub smolną powłoką, czem czyni się je nawet odporniejsze na wpływy atmosferyczne.

## 3. Wyroby garncarskie.

Wyroby garncarskie wytwarzają i wypalają z gliny w rozmaitych postaciach i używają do t. zw. sklepień garnkowych i do stropów na zaprawie gipsowej lub cementowej. Obecnie wszakże zastąpiła już je cegła z wielkiem powodzeniem.

### a) Terrakota.

Terrakota<sup>1</sup> jest nazwą wszelkich nieglazurowanych wyrobów z gliny ceglarskiej, stosownie czyszczonej i przerobionej, wypalanych na żółto lub czerwono. Wyroby te służą do celów zdobniczych i bywają najczęściej angobowane. Miara zbiegnięcia się (skurczenia się) wynosi około  $\frac{1}{8}$ .

<sup>1</sup> Terra, ziemia, — cotta, palona; po franc. terre cuite.

Z terrakoty wyrabiają: cegły modelowe, trudniejsze części kolumn, głowice, wsporniki (konzole, sterczyny), płyty płaskorzeźbne, figury itp. Rozmiary są tu dowolne; kolumny dochodzą wysokości do 6·5 *m*, figury do 5·00 *m*, karjatydy i posągi 2·5 *m*, głowice, podstawy, sterczyny do 1·2 *m*, wazony do 2 *m* itd.

### b) Wyroby kamionkowe.

Wyroby kamionkowe wytwarzają z gliny plastycznej, zmieszanej z czystą gliną (kaolinem), krzemionką i spatem polnym. Masa ta kamionkowa powinna podczas wypalania stopić się i zeszklić na wskróś, gdyż jedynie w tym stanie jest nieprzeziąkliwa, bardzo twarda i trwała; barwę ma szarą, żółtawą, czerwonawą lub niebieskawą.

Oprócz klinkerek, wyżej już omówionych, wyrabiają z tej masy rury wodociągowe, wychodkowe, zlewy, misy klosetowe, płytki posadzkowe itp.

Rury kamionkowe mają długość 300 do 1000 *mm*, średnicę w świetle 50 do 1000 *mm*, i otrzymują kolana, ramiona itp.; na długość łączą się na rękawy stałe lub nasuwane; dobre rury wytrzymują 15 do 18 atmosfer.

Najlepsze wyroby kamionkowe są francuskie i angielskie, z polewą; w handlu są jednak także wyroby pół kamionkowe, t. j. nie w całej swej masie stopione.

### c) Płyty mozaikowe.

Płyty mozaikowe wykonują z małych bryłek różnej postaci i barwy z gliny wypalonych, we wzorzystą całość ułożonych i spojonych, najczęściej zaprawą cementową. Płytki posadzkowe są 32 do 40 *mm* grube, bardzo twarde, trwale i wytrzymałe, kwadratowe, sześcioboczne, ośmioboczne.

### d) Płytki inkrustowane.

Płytki inkrustowane wyrabiają z dwu rodzaju gliny co najmniej pod bardzo wielkiem ciśnieniem i wypalają, niekiedy aż do zupełnego stopnienia. Masa warstwy wierzchniej, zazwyczaj cienkiej, służy do nadania płycie właściwej barwy jednostajnej lub wielobarwnej wzorzystej; dolna warstwa płytki składa się z masy pośredniej i służy tylko do nadania płycie potrzebnej grubości i wytrzymałości.



### e) Płytki brukowe.

Płytki brukowe są żłobkowane, żółte, szare i brunatne, 30 do 40 mm grube, a chodnikowe 26 do 30 mm grube i mają w kwadrat 150 do 200 mm; posadzkowe są wielobarwne lub wzorzyste, kwadratowe i sześcioboczne, 20 mm lub mniej grube.

### f) Wyroby majolikowe.

Wyroby majolikowe wytwarzają z gliny palonej, gładkie z płasko-rzeźbami, najczęściej opatrzone rysunkiem barwnym, a zawsze powleczone polewą; służą do wykładania ścian. Tu należą.

1. Płyty płaskorzeźbne wygniatane z mokrej masy w stosownych postatnicach (formach), a po słabem wypaleniu przezręczystą polewą powleczone, i ostatecznemu wypaleniu poddane.

2. Płyty fajansowe wykonują z gliny białej lub tylko nią powlekają (angobują); wzory barwne odbija się na płycie sposobem litograficznym albo wykonuje ręcznie z innych glin, sproszkowanych z barwnikami, wciskanych w powierzchnię płyty, poczem powlekają polewą bezbarwną i wypalają w silnym ogniu.

3. Majolika szwajcarska. Wyrób powleka się cienko gliną, dającą po wypaleniu barwę odmienną od reszty masy, poczem wycina się linje rysunku tak, aby była widoczną w nich barwa masy wyrobu i zaopatruje polewą; najczęściej angoba jest ciemna a linje rysunku jasne. Używa się w wyrobach ściśle garncarskich.

4. Płyty majolikowe wyrabiają z gliny białej i po słabem wypaleniu powlekają gęstą polewą cynowoolowianą, nie przezręczystą, na której się maluje lub odbija wzory; potem płyty wypalają w silnym ogniu. Wymagają one wiele trudu i pracy i są bardzo drogie.

5. Kafle do pieców t. zw. porcelanowych wyrabiają z glinki mającej 14 do 15% wapna i powlekają gęstą polewą ołowianą białą, rzadziej barwną. Chcąc poznać, czy polewa niepopękana, zmywa się kafel cieczą barwną, która w razie istnienia rysek zostawia smugi.

## III. Zaprawy.

Zaprawy są spoiwem, używanem w stanie ciastowym do zapełnienia pustej przestrzeni między cegłami lub kamieniami w murach, gdzie twardniejąc z czasem aż do skamieniałości, wiąże powierzchnie cegieł lub kamieni nawzajem w jedną całość, mniej lub więcej stałą.

Niektóre zaprawy tężeją skutkiem wyschnięcia po ulotnieniu się wody, mechanicznie domieszanej, albo też skutkiem skrzepnięcia, ale zresztą nie doznają żadnej zmiany chemicznej. Są to zaprawy mechaniczne i tu należy zaprawa gliniana, szamotowa, kleje, niektóre kity i zaprawa asfaltowa.

Są jednak i zaprawy chemiczne; przechodzą one w stan stały nie tylko wskutek ulotnienia się wody, lecz także wskutek zaszłych równocześnie zmian pewnych chemicznych, wśród których wiąże się chemicznie pewna część wody użytej do zarobienia zaprawy.

Tu należy zaprawa wapienna, gipsowa, wszelkie zaprawy hydrauliczne i cementowe.

### 1. Zaprawa gliniana.

Najdawniejszą i najprostszą jest zaprawa gliniana, tworzy się bowiem wprost zarobieniem gliny wodą, która w miarę przeznaczenia zaprawy wynosi 16 do 50%, a nawet do 70% objętości gliny.

Najodpowiedniejsze są tu gliny tłustawe, żółtawe, brunatnawe i jasnoszare, dające się zarabiać wodą na lepkie ciasto jednolitej gęstości. Gliny zbyt tłuste trudniej się zarabiają, powolniej wysychają i pękają.

Zaprawa gliniana z kamieniami prawie się niewiąże; nieco lepiej łączy się z cegłą paloną, a najlepiej z cegłą wysuszoną tylko czyli surówką lub cegłą egipską, wyrobioną z gliny, zmieszanej z sieczką i wysuszoną. Woda jednak może zawsze spłókać zaprawę glinianą.

Do fundamentów nie używa się tej zaprawy, gdyż niewyschłaby; wogóle służy do podrzędniejszych budowli wiejskich, ale wymaga ochrony mocno wystającymi okapami dachu przed wodą. Właściwe jej użycie jest do murów paleniskowych, przewodów paleniskowych, pieców itp., niewystawionych na zbyt gorąco, oraz do ogniochronnego powlekania słomy i drzewa.

Do zaprawy glinianej, przeznaczonej do wyprawy ścian, dodaje się celem powiększenia jej wiązalności około 25% plewy, sieczki ze słomy, trzciny, siana, mchu leśnego, włosia bydłęcego, odpadków lnu itp.

W murach wykonanych na zaprawie glinianej, zwłaszcza zewnętrznych, gnieździ się łatwo grzyb domowy, i niepodobna go już stamtąd usunąć.

Posadzkę boisk, klepisk, kręgielni itp. wykonuje się również z zaprawy glinianej za dodaniem omlotowin (zendry) lub krwi byleńcej; dodatki te wzmagają twardość zaprawy. Objętość gliny po zarobieniu wodą ani się nie powiększa, ani zmniejsza.

## 2. Zaprawa szamotowa.

Zaprawa szamotowa składa się z mączki szamotowej, zmieszanej z suchą sproszkowaną gliną i z wodą; jest zupełnie ogniotrwała i używa się do murów z cegiełek ogniotrwałych, wystawionych na bezpośrednie działanie ognia.

Mączka szamotowa uzyskuje się z ogniotrwałej gliny palonej i potłuczonej, a mianowicie: z czerepów tygli, używanych do ochrony porcelany podczas wypalania, z uszkodzonych cegiełek ogniotrwałych lub z jakichkolwiek innych odłamków i czerepów z ogniotrwałej glinki wypalonych.

Zaprawa szamotowa niewiąże, lecz wysechając twardnieje; zanim jednak wyschnie, nie należy jej wystawiać na działanie ognia, bo popęka. Wilgoci nieznosi. Używają jej także jako okładziny wnętrza pieców żelaznych.

## 3. Zaprawa wapienna.

Zaprawa wapienna wytwarza się głównie z tlenku wapnia ( $\text{CaO}$ ), uzyskiwanego wypaleniem węglanu wapnia ( $\text{CaCO}_2$ ).

Węglan wapnia czysty składa się z 56,3 części wapnia i 43,7 części kwasu węglowego; jest w postaci krystalicznej bezbarwny, a w postaci zbitej biały, nieprzezroczysty. Rozpuszcza się w wodzie nasyconej kwasem węglowym, nietopnieje w najwyższych znanych temperaturach, z wyjątkiem tylko gdy zawiera glinę, krzemionkę (kwarc) lub tlenek żelaza. W ogniu rozżarzony traci kwas węglowy i staje się lżejszy około 44%. W stanie rodzimym niema czystego węglanu wapnia; tylko mniej lub więcej zanieczyszczone obcemi domieszkami kamienie wapienne w najrozmaitszych odmianach, i z nich uzyskuje się wapno palone do celów budowlanych. Małe ilości żelaza, manganu, magnezu i bitumów nieszkodzą; natomiast tlenek żelaza w większej ilości czyni wapno po wypaleniu żółtem, nienadającym się do bielienia ani do wypraw białych. Zawartość około 10% węglanu magnezu czyni wapno chudem, a większa ilość pozbawia go własności gaszenia się. Szkodliwsze są domieszki ciał glinastych i piasku kwarcowego; gdyż wapień taki wypalony,

zwłaszcza w wysokiej temperaturze, niedaje się już gasić; można go jednakże użyć do zaprawy wodotrwałej.

Wapienie, zawierające 94 do 99% węgla wapnia, dają wapno bardzo tłuste, 80 do 94% węgla wapnia, wapno średnio tłuste, a niżej 80%, wapno chude.

Zwykle nasze wapienie zawierają 5—18% domieszek, a użyteczność ich bada się drogą analizy chemicznej, lub próbnym wypaleniem w tyglu aż do białego rozżarzenia i zgaszeniem 3 do 4 razy większą objętością wody. Ciężar kamieni wapiennych 2460 do 2840  $kg/m^3$ .

### a) Wypalanie wapna.

Wypalanie wapna ma za cel wypędzenie kwasu węglowego i poczyna się w 400° C, a kończy zupełnie dopiero w temperaturze 1100 do 1300° C.

Trwanie wypalania zależy od typu i wielkości pieca, od rodzaju paliwa, od zbitości i właściwości wapienia, położenia pieca itp. Gdy wszelkie warunki korzystne, wypalanie trwa około 36 godzin, zresztą zwykle 60—100 godzin. Czem kamienie mniejsze, tem dokładniej się wypalają. Wapno przepalone jest wtedy, gdy skutkiem szkodliwych domieszek zeszkli się w wysokiej temperaturze na powierzchni i niedaje się gasić; również niedaje się gasić wapno niedopalone, zawierające jeszcze część kwasu węglowego. Umiarkowanym jednak i ogólnym wypaleniem można tego wszystkiego uniknąć.

Wapno wypalane węglem kamiennym, zawierającym iskrzyk (piryt), przechodzi częściowo w siarczan wapnia, ewentualnie w siarczan magnezu i powoduje wykwity na murach.

Wapno wypalają w stosach, jamach i piecach polowych, jeżeli idzie o wytworzenie wapna do jednej tylko budowy; są to więc piece tymczasowe. Natomiast celem uzyskania wielkich ilości wapna palonego, zakłada się piece stałe.

1. Piece tymczasowe tworzy przeznaczony do wypalania stos wapna w postaci stożka ściętego około 4·5 m wysokiego i tyleż średnicy w podstawie, a 2·7 m u góry, ustawiony na ziemi wyrównanej i starannie ubitej nad rowem 1 m głębokim, służącym za palenisko. Nad paleniskiem wykonuje się sklepienie z wapieni o tyle szczelne, by się węgiel nie sypał, a na niem układa się dalej kamień warstwami około 20 cm do 30 cm grubymi, miałkim węglem przysypywanymi. Stos zewnątrz narzuca się gliną wilgotną

5 *cm* grubo, a dla ochrony ciepła wykonuje się mur kamienny wokół, poczem palenisko zapelnia się drzewem i zapala; wreszcie gdy się rozgrzeje, zatyka się ziemią szczelnie otwór paleniskowy.

Doły do wypalania wykopuje się na stokach pagórków 2·5 do 3 *m* głębokie o podstawie 1·2 do 1·5 *m* w kwadrat, ściany wylepia się gliną lub wykłada cegłą ogniotrwałą, poczem układa się wapień tak, aby utworzył palenisko 40 do 60 *cm* szerokie i wysokie; zresztą układanie warstw i wypalanie idzie jak poprzednio.

Piec polowy wykonuje się jak piec polowy do wypalania cegieł, opisany w rozdz. II pod 1, c), a) (str. 78).

2. Piece stałe zaoszczędzają robociznę i paliwo, a dają wapno lepszej jakości. Są murowane z cegły lub kamienia łamanego i wyłożone wewnątrz cegielkami ogniotrwałymi, a do opalania węglem kamiennym lub torfem otrzymują ruszta i popielniki.

Są to albo piece okresowe, w których każdy przebieg wypalania od następnego dzieli przerwa, albo też piece ciągle w których wypalanie odbywa się bez przerwy.

Każdy zaś z tych rodzajów pieców może być piecem o płomieniu krótkim, o ile w nim każda warstwa wapieni wypala się opałem pod nią bezpośrednio podsypnym, lub piecem o płomieniu długim, o ile wszystkie warstwy kamieni wypalają się płomieniami, gorącymi gazami i rozżarzonem powietrzem, dostającymi się do nich bezpośrednio z paleniska.

a) Piece okresowe. Piec leżący prostokątny około 6 *m* długi, 4 *m* szeroki, i 3·5 *m* wysoki, przesklepiony, z otworami regulującymi, cały pod dachem; wypalanie trwa 1½ do 2 dni.

Piec stojący z wnętrzem beczułkowem, o jednym lub kilku paleniskach, 5 do 6 *m* wysoki; wypalanie z zapełnieniem, oziębianiem i opróżnieniem trwa około 7 dni.

Piec piętrowy składa się z dwu pieców, jeden nad drugim, a wypalanie odbywa się ze spółdziałem pary, wprowadzanej do pieca w stosownej chwili.

Piec o rusztach bocznych ma postać zbliżoną do stożka, a wokół na zewnątrz muru cztery paleniska z pochyłymi rusztami bocznymi; wypalanie jednorazowe trwa 3 doby.

Piec baniasty postaci kuli u dołu splaszczonej, średnicy 5 *m*, wysoki 4·5 *m*, z trzema paleniskami, może służyć także do ciągłego wypalania.

Piec lejowy o płomieniu krótkim i wiele innych.

b) Piece ciągłe. Piec Rumforda, wysoki z wnętrzem szybowym stożkowym; wapień nakłada się z góry, a po wypaleniu wybiera się u spodu szybu w pewnych okresach czasu. Dla ochrony ciepła mury pieca są podwójne z przestrzenią zapełnioną piaskiem lub popiołem; paleniska są zewnątrz pieca, a wypalanie uskutecznia się gazami gorącymi, doprowadzonymi do szybu wśród dopływu świeżego powietrza.

Piec rüdersdorfski jest odmianą poprzedniego pieca i ma wysokość około 14 m; wapno palone wyjmuje się co 12 godzin i wynosi około 11.000 kg dziennie. Zużywa mało opału i jest bardzo wydajny, ale koszt założenia wielki; wypalać można w nim także cegłę i cement.

Piec S. Hoffmanna podobny do poprzedniego, ale ma nasadzony wysoki komin, mający u podnóża swego otwory do wrzucania do pieca wapienia.

Piece gazowe dają wapno palone wolne od zanieczyszczeń popiołem i żuzłem i umożliwiają uchwycenie odpędzanego kwasu węglowego bez dymu. Można tu zastosować każdy opał, nie potrzeba go wiele, a okolica niedoznaje plagi dymienia.

Zasada opalania polega na tem, że w generatorach osobno założonych obok pieca wytwarzają się gazy spalania, i dostają się stosownym przewodem do wnętrza pieca, gdzie zetknąwszy się z ogniem, względnie z rozżarzonym wapieniem, spalają się wśród dostępu powietrza.

Piec gazowy D-ra Gustawa Kadena w Rzęsee koło Krakowa daje dziennie 3 do 3,5 wagonów wapna palonego (30.000 do 35.000 kg).

Piece kręgowe Hoffmanna są jednak ze wszystkich najlepsze i urządzone albo wyłącznie tylko do wypalania wapna, albo też zarówno wapna jak i cegły.

W wapiennikach firmy „Liban & Ehrenpreis“ w Podgórzu pod Krakowem 2 piece kręgowe wypalają dziennie około 4 wagonów = 40.000 kg wapna.

Wskutek wypalania traci czysty węgiel wapnia 44% kwasu węglowego, i pozostaje tylko 56% tlenku wapnia (CaO), czyli wapna palonego. Ta wydajność jest znacznie mniejsza, gdy wapień zawiera wiele wody i ciał organicznych, albo znacznie większa, gdy zawiera wiele ciał gliniastych i krzemionkowych. Są wapienie, co tracą tylko 20 do 25% ciężaru pierwotnego. Objętość wapnia po wypaleniu zmniejsza się o 10 do 20%.

Ciężar 1 m<sup>3</sup> wapna palonego w stosie z kawałków ułożonym wynosi przeciętnie 800 do 1080 kg; jednolitego bez pustki 1250 do 1800 kg; w stanie sproszkowanym 1300 do 1400 kg, a sproszkowanym ubitym 2300 kg.

### b) Gaszenie wapna.

Wapno palone, zwane wprost wapnem, a także wapnem skalistem, niegaszonym, gryzącem, żywym, zanurzone na kilka chwil w wodę lub polane wodą rozgrzewa się wkrótce bardzo silnie, wydziela parę, pęcznieje, pęka i rozpada na proch mialkodziarnisty biały, zwany mączką wapienną. Przebieg ten zowie się gaszeniem, a właściwie lasowaniem wapna i daje wodan wapnia (Ca O<sub>2</sub> H<sub>2</sub>) czyli wapno gaszone, którego objętość zwiększa się 2½ do 3 razy.

Do utworzenia wodanu wapnia potrzeba na 100 części ciężarowych wapna palonego około 32 części wody; w 100 częściach ciężarowych zatem wapna gaszonego zawiera się 75·67 części tlenu wapnia i 24·33 wody.

Jeżeli większa ilość wapna palonego łączy się jedynie z ilością wody niezbędą do chemicznego związku, to wywiązuje się tak znaczne gorąco, że może zapalić proch strzelniczy, słomę, a drzewo zwęglić.

Jedna część wapna gaszonego rozpuszcza się w 778 częściach wody o temperaturze 16° C, a 1270 części wody potrzeba do tego o temperaturze 100° C. Roztwór ten jest zupełnie czysty i zowie się wodą wapienną.

Jedna część ciężarowa wapna palonego, zanurzona w jedną część wody, zagotowuje się, pęcznieje i tworzy ciasto wapienne czyli wapno białe; ciasto to rozcieńczone wodą daje mleko wapienne, z którego po osadzeniu się wapna pozostaje czysta woda wapienna.

Wapno palone wchłania z czasem wilgoć i kwas węglowy z powietrza, rozpada na proszek szorstki wśród zwiększenia objętości i po dłuższem leżeniu na powietrzu staje się węglanem wapnia napowrót, jest nie do użycia i zowie się wapnem zwiertzałem. Dla uniknięcia więc tego trzeba wapno zabezpieczyć od przystępu powietrza.

Czem wapień czystszy, tem bielszy po wypaleniu.

Wapno, zwiększające swą objętość po zgaszeniu 2 do 4 razy, zowie się tłuściem, a 1½ do 2 razy chudem.

1. Gaszenie mokre dokonują w następujące sposoby.

a) Do wapna palonego w skrzyni dolewa się całą potrzebną ilość wody, a gdy zacznie kipieć i rozpadać się, miesza się ciągle gracą aż do zupełnej płynności.

b) Zamiast całej potrzebnej wody dolewa się tylko  $\frac{1}{3}$  część i gracuje, a wśród tego dolewa się dalszych  $\frac{2}{3}$  części i w ten sposób otrzymuje się szybciej ciasto wapienne.

c) Do skrzyni wodą napełnionej wrzuca się wapno i przerabia się gracą, aż się stanie płynnem.

d) Do skrzyni w połowie wodą zapełnionej wkłada się tyle wapna, ile woda przykryć może, a gdy się zacznie rozpadać, rozbija drągiem grudy i zarabia się gracą na ciasto jednolite, dolewając w miarę potrzeby wodę.

Najkorzystniejsze sposoby gaszenia są pod b) i c).

Woda do gaszenia lepsza jest miękka, niż twarda; w każdym razie powinna być możliwie czysta, gdyż inaczej może spowodować wykwit.

Użycie za mało wody do gaszenia powoduje tworzenie się ziarnistego proszku i ciasta niezupełnego, zwanego wapnem spalonem; za wiele zaś wody zaziębia wapno, które jako źle zgaszone nazywa się wapnem zatopionem. W obu tych razach wydajność wapna jest mniejsza i własności gorsze. Wapno czyste, świeże wymaga więcej wody i ma wydajność większą.

W wodzie chłodnej wapno gasi się trudniej i w zimie należy używać wody grzanej.

Ilość potrzebnej do gaszenia wody wyznacza się zapomocą prób; w regule: 1 objętość wapna palonego tłustego i 3 wody dają 3 objętości wapna gaszonego, a 1 objętość wapna chudego i 2 objętości wody, dają 2 objętości wapna gaszonego.

Gaszenie odbywa się w skrzyni drewnianej 2 do 2·5 m długiej, 1·25 do 1·5 m szerokiej, 0·40 do 0·55 m głębokiej, ustawionej nad jamą wapienną 2 do 4 m długą i szeroką, 2 m głęboką, której dno i ściany — w miarę potrzeby — okłada się deskami lub wymurowuje ceglami. Boczny otworem z zasuwą i kratą, lub z siatką żelazną, spuszcza się do jamy wapno zgaszone ze skrzyni, w której pozostają już tylko nieczystości, kamyki i większe grudki.

W jamie dopiero z czasem gaszą się ostatecznie pozostałe jeszcze cząstki ziarniste i grudki, t. j. wapno błotnieje i staje się lepszem. Zachodzi zatem konieczna potrzeba pozostawienia go w jamie przed użyciem najmniej przez kilka tygodni, a w najgorszym razie przez



8 dni przed użyciem do murowania, — względnie najmniej przez kilka miesięcy, a w najgorszym razie przez 20 dni, przed użyciem do wyprawy. Wapno w jamie zbłotniałe przykrywa się z wierzchu piaskiem lub ziemią na 30 do 60 *cm* grubo, by niechłoniło z powietrza kwasu węglowego i tak da się utrzymać całymi latami w stanie do użytku przydatnym.

2. Gaszenie suche czyli lasowanie obejmuje następujące sposoby.

a) Zanurzanie. Wapno palone potłuczone drobno zanurza się z koszem w wodę, a gdy się zacznie burzyć wyjmuje się i usypuje warstwowo na pokładzie z desek, gdzie się rozpada na proszek, który następnie zarabia się z wodą na ciasto wapienne. Sposób ten nie jest dokładny.

b) Zraszanie. Wapno palone układa się na pomoście w kupki około 1 *m* szerokie i długie, do 0·75 *m* wysokie, pokrywa się piaskiem w ilości potrzebnej do zaprawy, ubija i co 6 godzin skrapia wodą. Trwa to 24 do 48 godzin, a przebicie kupki drążkiem wykazuje, czy wapno już zgaszone. Podczas tego trzeba uważać, by powietrze nie dostało się do wapna i w tym celu zasypywać starannie piaskiem wszelkie powstające rysy. Po zgaszeniu zarabia się piasek z wapnem gracą na zaprawę.

Sposób ten stosują powszechnie do gaszenia wapna chudego.

c) Gaszenie na powietrzu. Wapno potłuczone na kamyki wielkości jaja, układa się na pomoście w warstwie 30 do 60 *cm* grubej, gdzie z czasem gasi się samo chłoniąc wodę i kwas węglowy z powietrza. Wapno to trzeba chronić od opadów atmosferycznych przez cały czas gaszenia, trwający około 3 miesiące; rozpada się ono na proszek, zawierający 10 do 11% wody i około 50% tej ilości kwasu węglowego, której potrzeba do zmiany wapnia na węglan wapnia. Ten sposób gaszenia jest wprawdzie najlepszy, ale wymaga wiele czasu i miejsca.

Gaszenie suche, które — mówiąc nawiasem — wytwarza pary zdrowiu szkodliwe, spotrzebuje mniej wody; ale też i wydajność wapna jest mniejsza, niż w gaszeniu mokrem.

Ciężar zgaszonego proszku jest 1·3 do 1·4 razy większy niż wapna palonego, ciężar właściwy proszku 2·445 do 3·15. W gaszeniu sposobem pod a) i b) proszek nieubity zwiększa objętość 1·5 do 1·7 razy, a 1 *m*<sup>3</sup> waży 550 do 700 *kg*; w gaszeniu zaś sposobem pod c) zwiększenie objętości jest 3·5 razy.

### c) Wykonanie zaprawy wapiennej.

1. Zaprawa z wapna sucho gaszonego. Do zarobienia proszku na ciasto potrzeba 1·7 do 1·9 części ciężarowych wody na 1 część ciężarową proszku i otrzymuje się objętość ciasta 2 do 2·6 razy większą od objętości wapna palonego. Zaprawę zresztą należy wykonywać z proszku świeżego, a mianowicie proszek zmieszać dokładnie z piaskiem (1 objętość proszku i 3 do 4 piasku), a potem dodać wody.

Tu dla uniknięcia możliwych niejasności w dalszej treści podnieść wypada, że — zgodnie zresztą z praktyką — tam, gdzie tylko mowa o stosunku składników mieszaniny jakiegokolwiek zaprawy, cyfry stosunkowe odnoszą się zawsze do objętości tych składników, o ile niema wyraźnej innej wzmianki.

2. Zaprawa z wapna mokro gaszonego wytwarza się z ciasta wapiennego z domieszką piasku we właściwej mierze i wody. Do murów z cegły, lub z kamieni porowatych zaprawa powinna być rzadka; do murów z klinkerek lub z kamieni zbitych, nienasiąkliwych gęsta.

Ilość wody, potrzebna wogóle do zarobienia zaprawy, wynosi około 15% z sumy objętości wapna i piasku.

3. Piasek czysty kwarcowy jest wogóle najlepszym do zapraw; piasek ten może być zresztą morski, rzeczny lub kopalny. Pierwszy nie jest ostry i zawiera sole, a więc jest mniej odpowiedni, jak drugi, który jest również nieostry, ale czysty; wreszcie trzeci mniej czysty, ale najczęściej ostry. Nieco gorsze piaski są dolomitowe i wapienne; dają jednak niezłą zaprawę, gdy mają spat polny, rogowiec, granit, łyszczyk lub sjenit.

Przymieszki ziemiste, organiczne i w wodzie rozpuszczalne, jak glina, są stanowczo szkodliwe, gdyż ciasto wapienne niewiąże z takim piaskiem, zaprawa jest sypka i powoduje wykwit.

Dobry piasek powinien być: a) ostry, co poznać po szeleście podczas rozcierania w palcach, — b) mieszany z grubszych i drobniejszych ziarn, gdyż wtedy pustka jego międzyziarnowa jest najmniejsza, — c) czysty, t. j. wolny od ziemistych, gliniastych i organicznych domieszek, co poznać, gdy mąci wodę w szklance lub brudzi rękę.

Brudny piasek trzeba oczyścić i w tym celu wysypuje się do skrzyni, a prąd wody przepływający przez piasek ciągle łopata mieszany splókuje nieczystości.

Według przepisów M. R. P.:

Piasek budowlany wogóle waży . . . . .	1600 $kg/m^3$ ,
a w szczególności:	
piasek drobny suchy . . . . .	1600 „
„ „ mokry . . . . .	2000 „
źwir . . . . .	1600—1800 „

a) Piasek normalny jest piaskiem sucho przesianym przez sito z drutu 0.40 mm grubego o 64 oczkach na 1  $cm^2$  i pozostałym następnie na sicie z drutu 0.30 mm grubego o 144 oczkach na 1  $cm^2$  po wysianiu mialkiej domieszki.

b) Piasek normalny przyjęty przez niemieckich fabrykantów cementu portlanckiego jest wysiewkiem sita z drutu 0.38 mm grubego o 60 oczkach na 1  $cm^2$ , uwolnionym od mialkiej zawartości na sicie z drutu 0.32 mm grubego o 120 oczkach na 1  $cm^2$ .

Piasek normalny z pustką międzyziarnową waży . . . . . 1500  $kg/m^3$   
 „ „ bez pustki międzyziarnowej . . . . . 2650 „

litr zatem tego piasku zawiera  $\frac{1.50}{2.65} = 0.56$  l masy piaskowej i 0.44 l pustki; po stłoczeniu objętość piasku zmniejszy się do 0.90 l, więc właściwie pustka jego zmniejszy się na 0.34 l, a stąd wynika, że 1 litr piasku stłoczonego, względnie ubitego będzie zawierać 62.3% masy piasku i 37.7% pustki, czyli że piasek zmniejsza swą objętość po ubiciu o 10%; są jednak rodzaje piasku, którego objętość nasypana daje się stłoczyć nawet niżej 20%.

c) Stosunek piasku do ciasta wapiennego. Czem tłściejsze wapno, tem wymaga więcej piasku. Wapno powinno otoczyć każde ziarno piasku i zapelnic pustkę międzyziarnową, która według doświadczenia wynosi 30 do 50% całej objętości piasku. Dla zmniejszenia tej pustki używa się z korzyścią do zaprawy  $\frac{2}{3}$  części piasku średnioziarnistego, a  $\frac{1}{3}$  część drobnoziarnistego do zapelnienia pustki.

Największy w praktyce stosunek objętościowy wapna do piasku w zaprawie wynosi 1:1, najmniejszy 1:4.

Do murów podziemnych (fundamentowych) zwłaszcza z kamienia łamanego używa się zaprawy w stosunku 1:3 i 1:4; gdyż z powodu zbyt utrudnionego tu przystępu kwasu węglowego tężenie zaprawy byłoby tem powolniejsze, czem więcej wapna; zresztą nacisk murów nadziemnych wspomaga znacznie tężenie zaprawy,

choć chudszej. Do murów nadziemnych używa się stosunku 1:2 i 1:3, a do wypraw 1:1, 1:1½ gdy wapno chude, i 1:2.

Zaprawy z piaskiem drobnoziarnistym używa się do wypraw, z średnioziarnistym do murów ceglanych, z gruboziarnistym do murów z kamienia łamanego; piasek bardzo gruboziarnisty czyni zaprawę po wyschnięciu kruchą i źle wiążącą, a bardzo mialki utrudnia jej wysychanie. Wogóle domieszka piasku czyni zaprawę porowatą.

#### d) Wiązanie zaprawy wapiennej.

Wiązanie jest właściwie tylko zaschnięciem zaprawy na ciało stałe, które chociaż kruche, daje jednak murom pewną odporność na ciśnienie.

Następujące potem twerdnienie odbywa się już tylko procesem chemicznym w miarę chłonięcia kwasu węglowego z powietrza i zaprawa kamienieje zwolna na węglan wapnia. Objawy te są możliwe jedynie w suchym powietrzu, gdyż zaprawa wapienna w wilgoci niewysecha, a w wodzie rozpuszcza się; stąd też zowią ją nawet zaprawą powietrzną.

Twardnienie idzie od zewnątrz ku wnętrzu muru i odbywa się powolnie; poczyną się z zejściem zawartości wody w zaprawie do 60%, a już po roku dochodzi 70 do 80% wytrzymałości właściwej. Zupełne stwardnienie jednak zaprawy następuje w miarę grubości muru dopiero po wielu latach.

Zwykle spoiny na powietrzu twerdnieją zupełnie w przeciągu około 5 dni.

Ciśnienie, znaczne odstępły, wielkie powierzchnie, wzmoczenie parowania, sztuczne suszenie, ogrzewanie itp. przyspieszają twerdnienie. Podczas sztucznego suszenia wyprawy zapomocą kszów koksowych temperatura niepowinna przekraczać 100° C. Ciężar zaprawy wapiennej wynosi 1700 kg/m<sup>3</sup>; wytrzymałość na ciśnienie

$$K_d = 40 \text{ do } 50 \text{ kg/cm}^2, \text{ na ciągnienie } K_s = \frac{K_d}{8}.$$

#### e) Wydajność zaprawy wapiennej.

Wydajność zaprawy wynosi około 80% sumy objętości wapna i piasku, wchodzącej w skład mieszaniny.

Tlustego wapna należy używać wtedy dopiero, gdy dostanie w jamie rysy skutkiem zeschnięcia się.

Wapno chude gasi się sucho, czyli rozpada na proszek, który też prędzej twerdnieje.

Zaprawy nie należy zarabiać więcej ponad to, co w jednym dniu da się zużyć.

W murach, wykonywanych w czasie mrozu większego niż  $-2^{\circ} C$ , zaprawa kruszy się i traci siłę wiążącą.

Dodanie mleka krowiego czyni zaprawę nadzwyczajnie twardą.

#### 4. Zaprawa wapienna mieszana.

Do zwykłej zaprawy wapiennej dodają rozmaitych domieszek w celu polepszenia jej własności, zaoszczędzenia kosztów, lub też zhydraulicznienia.

Co do sposobów zhydraulicznienia zaprawy wapiennej jest mowa niżej w dziale o zaprawach hydraulicznych (wodnych); tu zaś należą tylko następujące odmiany.

1. Zaprawa Loriota jest mieszaniną 2 części ciasta wapiennego, 2 części świeżo wypalonego wapna sproszkowanego, 0,5 części wapna gryzącego (palonego), 3 piasku rzecznoego, 2 do 3 mączki ceglanej; wiąże szybko i ma wielką wytrzymałość na ciągnięcie.

2. Zaprawa popiołowa składa się z 1 części wapna i 9 części popiołu; jest zaprawą wodo i ogniotrwałą, o połowę lżejszą od zwykłej zaprawy wapiennej, nienadaje się jednak do paleniska dla wysokich temperatur.

Popiołu jednakże z palenisk kotłowych należy używać jako domieszki jedynie do gipsu lub do cementu.

3. Zaprawa popiołowa ze szkłem wodnym jest mieszaniną (według Gottgetreua) 1 części wapna sproszkowanego, z dwiema częściami przesianego popiołu: z torfu, z węgla kamiennego czarnego lub brunatnego, zarobiona wodą, oraz dwiema częściami szkła wodnego, rozpuszczonego w trzech częściach wody. Jest bardzo dobrą zaprawą bez domieszki piasku.

Popioł z węgla kamiennego nasypywany waży około  $750 \text{ kg/m}^3$ .

4. Zaprawa selenitowa czyli zaprawa z cementu Scotta uzyskuje się skutkiem poddania wapna palonego w rozżarzonym stanie działaniu par siarkowych, lub skutkiem stopienia wapna palonego z gipsem palonym, lub wreszcie skutkiem zgaszenia wapna palonego wodą gipsową dwu do trzyprocentową. Cement Scotta wyrabiają w Anglii.

Zaprawa ta jest wytrzymalsza i twardsza od zwykłej wapiennej, wiąże w 12 godzinach i znosi co najmniej dwa razy więcej piasku, niż wapno tłuste.

## 5. Zaprawa gipsowa.

### a) Wypalanie i rodzaje gipsu.

Gips, którego ogólne własności opisano wyżej (w dziale D, rozdz. I., poz. 21, str. 59), rozpuszcza się trudno, gdyż do 1 jego części potrzeba 445 części wody o temperaturze  $14^{\circ} C$ , lub 420 części wody ogrzanej do  $20.5^{\circ} C$ ; roztwór ten zowie się wodą gipsową.

W stanie rodzimym waży przeciętnie  $1 m^3$  kamienia gipsowego w masie 2300 kg, a w stosie z kawałków złożonym 1250 kg.

Wypalanie gipsu wogóle odbywa się w takich samych piecach, jak wypalanie wapna. Atoli gips, przeznaczony do robót artystycznych, wypalają w innych, do tego celu umyślnie zbudowanych piecach. Gips palony jest miękki, nieprzezroczysty, i łatwo rozcieralny; sproszkowanie dokonuje się bez trudności tłuczeniem, lub mieleniem w młynach o kamieniach stojących lub leżących. Po zmieleniu trzeba go jeszcze przesiać dla wydzielenia części grubszych.

Przed wypalaniem należy gips potłuc na małe kawałki.

Palony w temperaturze do  $200^{\circ} C$  traci gips całą swą zawartość wody krystalicznej, wynoszącej około 21%, a sproszkowany i zmieszany z wodą łączy się z nią bardzo szybko, ogrzewa się i tężeje w masę niebardzo jednak twardą.

Gdy ciepłota wypalania przekroczy  $200^{\circ} C$  choćby o kilka tylko stopni, gips przepala się, staje się martwy i niewiąże się z wodą. Dopiero w ciepłocie  $400$  do  $600^{\circ} C$  rozżarzony do czerwoności robi się zbityszy, cięższy i nabiera hydraulicznych własności, t. j. sproszkowany łączy się bardzo zwolna z wodą i zamienia w nader twardą masę.

Gips dobrze wypalony i roztarty w palcach daje się ucuwać jako nieco tłustawy i wilgotny, podczas gdy źle wypalony jest szorstki, suchy i czepia się paleców.

Zależnie zatem od powyższych granic ciepłoty wypalania odróżniamy dwa rodzaje gipsu palonego.

I. Gips stukowy czyli rzeźbiarski wypala się z reguły w ciepłocie  $120$  do  $130^{\circ} C$ , i w tym stopniu wypalenia, które trwa  $12$  do  $18$  godzin, zawiera jeszcze około 5% wody krystalicznej. Sproszkowany i zarobiony wodą, wiąże już w  $5$  do  $10$  minut, twardnieje najpóźniej w  $30$  minutach, i nieogrzewa się, ale zwiększa objętość o 1%.

Wypalony jednak w ciepłocie nad  $130$  do  $200^{\circ} C$  wiąże bardzo szybko i tak silnie się rozgrzewa, że topi formy klejowe.

Kamień gipsowy wskutek wypalenia w tej granicy ciepłoty traci na wadze około 13 do 14%.

Ciężar właściwy gipsu rzeźbiarskiego wynosi około 2·60; 1<sup>m</sup> gipsu tegoż sproszkowanego, nasypanego waży 650 do 850 *kg*, a słozonego 1200 do 1400 *kg*.

II. Gips murarski albo posadzkowy wypala się w obrębie drugiej granicy ciepłoty wypalania, wynoszącej 400 do 600° C, w której się rozżarza aż do czerwoności i traci na wadze 21%. Sproszkowany po wypaleniu przyjmuje stosunkowo niewiele wody i zarobiony nią okazuje własności hydrauliczne, tęższe zupełnie dopiero po wielu dniach bez zwiększenia objętości, tworzy masę zbitą podobną do alabastru, bardzo wytrzymałą, odporną na wpływy atmosferyczne i łączącą się dobrze z kamieniem.

Ciężar właściwy wynosi 2·8 do 2·9; w stanie sproszkowanym lekko nasypanym waży 1000 do 1200 *kg/m*<sup>3</sup>, a słoconym 1500 do 1600 *kg/m*<sup>3</sup>.

Wogóle gips palony i sproszkowany chłonie cheiwie wodę, wskutek czego przechowuje się go w szczelnych naczyniach (najlepiej w beczkach) i w suchych miejscach; dlatego też korzystniej jest wypalać go i proszkować na miejscu, niż sprowadzać z dalekich stron. W handlu sprzedają gips sproszkowany na wagę.

Prócz celów niżej poszczególnionych używa się gipsu: niepalonego sproszkowanego do kitów, farb itp., jako domieszkę do cementu i jako nawóz; wreszcie gipsu przepalonego do fabrykacji papieru.

Z obu rodzajów gipsu palonego pod I. i II. przedstawionych uzyskuje się następujące różne zaprawy.

### **b) Zaprawa z gipsu stukowego czyli rzeźbiarskiego.**

Celem należytego zarobienia zaprawy sypie się ciągle lekko i równomiernie na powierzchnię wody gips, który opada na spód, a gdy pocznie miejscami wystawać, miesza się go spokojnie aż rozezyn przybierze gęstość śmietany. Wody na gips nigdy się nie nalewa, ani też nie miesza podczas wsypywania, gdyż tworzą się bańki i gruczoły.

Ilość wody wynosi około 10 objętości na 11 do 16 objętości gipsu, i należy wogóle liczyć raczej równą, niż większą objętość wody, gdyż zaprawa po stężeniu byłaby mało wytrzymała; stwierdzona doświadczeniem ilość wody wynosi 62·5 do 91%, a nawet do 100% objętości gipsu.

Gdy zaprawa po stwardnieniu daje się już ledwie zarysować paznokciem, to znak, że proces wiązania skończony. Klej rozpuszczony w wodzie i dodany w małej ilości do zaprawy opóźnia jej wiązanie i czyni po stężeniu tak twardą, że się daje polerować; domieszka około 10% wapna tłustego opóźnia również wiązanie i czyni ją wytrzymałą na wpływy atmosferyczne; za dodaniem alkoholu do wody zaprawy można wiązanie zaprawy przedłużyć całymi godzinami. Domieszka  $\frac{1}{2}$  do  $\frac{1}{3}$  części piasku, mączki ceglanej, lub żuźlowej opóźnia wiązanie i zmniejsza pęcznienie, czyni jednak zaprawę chudsza i mało twardą; miałko sproszkowany korzeń ślazowy w ilości 2 do 8% do gipsu domieszany, opóźnia bardzo tężenie zaprawy i czyni ją tak żylastą, że się daje piłować, toczyć i wiercić.

Wydajność zaprawy wynosi 75%, a więc 1 m<sup>3</sup> gipsu sproszkowanego daje 0.75 m<sup>3</sup> zaprawy.

Zaprawy tej używają: do odlewów rzeźbiarskich, do naprawek rys drobnych, dziurek i nierówności wyprawy ścian i fasad, gdy chodzi o szybkie schnięcie, — do osadzania rozmaitych przedmiotów w murze (z wykluczeniem żelaza, które się przetwarza na witrjol i niszczyje), — do zalewania pustej przestrzeni między oprawą okien a murem, — do kitowania, do bandaży chirurgicznych, do deszczulek gipsowych, do płyt, do ścian i sufitów Rabitza.

Do zaprawy gipsowej nienależy nigdy dodawać cementu.

Cheąc uzyskać gładkie powierzchnie wyprawione zaprawą gipsową, zarobioną wodą klejową, szlifuje się je pumeksem, potem piaskowcem, potem tryplą i filem, a wreszcie płótnem i mydlinami. Polerowania dokonuje się zapomocą kawałka materji wełnianej, nasyconej oliwą lub rozczynem wosku.

Ponieważ na wilgoci zaprawa gipsowa się rozpuszcza, więc używa się jej tam tylko, gdzie z wilgocią zetknąć się nie może. Roboty zaprawą gipsową można wykonywać na mrozie dziesięćstopniowym.

Najważniejszy dział zastosowania tej zaprawy tworzą następujące niżej grupy robót.

### c) Wyroby stukatorskie.

• Celem tych robót jest nadanie wyglądu muru i pewnego stopnia ogniotrwałości powierzchniom drewnianym zapomocą wyprawy, mianowicie sufitom gładkim, sufitom z belkowaniem lub z kasetowaniem, ścianom drewnianym itp., po poprzednim otrzeinowaniu, lub przysposobieniu w inny sposób stosowny.



Do wyprawy służy tu zaprawa gipsowowapienna, złożona z 30 części wapna, 60 części piasku i 1 części gipsu co do objętości, którą wykonuje się w ten sposób, że najpierw zarabia się zaprawę wapienną, a potem nasypuje się gipsu i miesza. Lepsze sufita po wyschnięciu wyprawy zaciera się cienką warstwą czystej zaprawy gipsowej.

#### d) Wyroby stukowe.

Wyroby tu należące są to tak zwane stuki, będące właściwym rodzajem złożenia i wykonania wyprawy gipsowej murów o powierzchni połyskującej czyli zwierciadlanej; nadto zalicza się tu wykonywanie z tej zaprawy i przymocowanie ornamentów architektonicznych z gipsu, cementu, terakoty itp. do ścian i sufitów. W szczególności do tych robót należy.

a) Stuk zwyczajny jest wyprawą murów, gzymsów itp., złożoną z 2 do 3 części wyborowego wapna tłustego, zmieszanego z piaskiem i z 1 części gipsu; gips czyni tę zaprawę ciągliwą, przyspiesza tężenie i przez to zaprawa ta nadaje się bardzo dobrze do ciągnięcia gzymsów.

β) Stuk gipsowy biały. Na zwykłą wyprawę gładką ścian po wysuszeniu nakłada się stalową łopatką 2 do 3 razy po 1 mm grubości rozczyń zaprawy gipsowej, zmieszany z mialkiem wapnem i mialkim 10% wynoszącym piaskiem, zaciera i wygładza łopatką wśród zwilżania, a wreszcie oczyszcza, poczem otrzymuje się białą błyszczącą powierzchnię ścian.

γ) Stuk gipsowy. Na murze nie wyprawionym wolnym od wykwitów, po oskrobaniu i oczyszczeniu spoin, albo też na podwójnie otrzeźnianej powierzchni drewnianej, wykonuje się najpierw wyprawę 1 do 1.5 cm grubą, złożoną z równych części gipsu i piasku, zarobioną wodą klejową. Wodę klejową przysposabia się z kleju przez 24 godzin w wodzie moczonego, którego następnie 1 część co do wagi daje się do 28 części wody i gotuje; jeżeli zarobiona na próbę zaprawa nie stężeje po 30 minutach, to woda klejowa jest odpowiednia. Na tę pierwszą wyprawę, której powierzchnia niepowinna być gładka, nakłada się po wyschnięciu właściwa zaprawa stukowa 3 do 8 mm grubo, zarobiona z przesianego gipsu stukowego wodą klejową, wskutek czego tęższe powolniej i staje się twardszą. Klej bezbarwny daje stuk biały; jeżeli zaś stuk ma być barwny, dodaje się do zaprawy minja, cynober, czerwień angielska, barwnik z drzewa fernambukowego, operment, gummigutta.

indygo sproszkowane, ziemia kolońska, umbra itp. farby ziemne, a nadto roztwór siarczanu żelaza i miedzi z małą domieszką wapna. Po wyschnięciu nałożonej wyprawy stukowej, zwilża się jej powierzchnię wodą, wyciera pumeksem i powleka klejem zgęszczonym zapomocą pędzla, potem usuwa się klej i gdy stuk wyschnie polezuje się go szmatami i tryplą wśród zapuszczania oliwą. W ten sam sposób postępuje się z płytami i ozdobami architektonicznymi.

Zaopatrzenie stukiem ścian pruskich wymaga podwójnego otrzeźnowania wszelkiego widocznego drzewa w lieu muru.

δ) Marmur stukowy w głównym swym składzie wykonuje się jak wyżej pod γ) określony stuk gipsowy z tą różnicą, że ciasto właściwej zaprawy stukowej — po zaopatrzeniu stosowną barwą tła, oraz odcieniami barw, tworzących żyły, plamy, smugi i płomyki zamierzonej imitacji marmuru — urabia się w bryłę i rozcina na cienkie płytki, które nakłada się jedna przy drugiej szelnie na zwilżoną poprzednio czystą wodą wyprawę podkładową, przyeiska wszystkie i wygładza kielnią w powierzchnię, możliwie ścisłą i gładką.

Gdy wyprawa stukowa (z płytek) dostatecznie stężeje, wyrównuje się ją strugiem (hyblem) z gruba, potem szlifuje gruboziarnistym piaskowcem wśród zwilżania gąbką w wodzie mączaną, oczyszcza, wszelkie pęknięcia, rysy i zagłębienia wyrównuje rozcieńczoną zaprawą stukową, powleka tą samą zaprawą z pomocą pędzla całą powierzchnię i wygładza szeroką a cienką łopatką drewnianą. Ten sposób cały powlekania, wyrównania i gładzenia powtarza się trzy do cztery razy. Wreszcie całkowicie wyschniętą wyprawę stukową szlifuje się wśród zwilżania i w miarę potrzeby poprawia, używając do szlifowania czem raz drobniejszych kamieni, jak lupek gliniasty, jaspis czerwony, krwawnik. Celem wzmoczenia połysku wyciera się powierzchnię ścierkami, powleka olejem lnianym, po kilkugodzinnem schnięciu zapuszcza małą ilością wosku w terpentynie rozpuszczonego i wyciera ścierkami, poczem stuk otrzymuje piękny połysk i trwały jak marmur prawdziwy.

ε) Mozaika i terrazzo wyrabia się także z zaprawy stukowej, a mianowicie: na wykonaną wyprawę stukową przed, lub po jej stwardnieniu, przenosi się rysunek zamierzonej mozaiki, względnie terrazza, wycina rylem lub dłutkiem stalowem miejsca objęte wzorem dość głęboko i wgniata w nie zabarwione odpowiednio ciasto stukowe, poczem całą powierzchnię mozaiki, względnie terrazza wygładza się i szlifuje.

### e) Odlewy gipsowe.

Zarówno odlewy gipsowe, jak formy czyli postatnice do odlewów gipsowych, cynkowych, bronzowych itp., tudzież modele do wyrobów porcelanowych, fajansowych i galwanoplastycznych wykonują z gipsu rzeźbiarskiego; do odlewów bierze się najczęściej gips czysty, zaś do form gips zmieszany z piaskiem, mączką ceglana, gliną, wapnem itp.; a chociaż wskutek tego są po stężeniu mniej wytrzymałe, to jednak u form jest to pożądane.

Wierność i dokładność odtworzenia pierwowzoru znajduje ułatwienie w pęcznieniu zaprawy, która dzięki temu zapełnia wszelkie najdrobniejsze szczeliny i wgłębienia form. Celem zmniejszenia ciężaru i oszczędzenia na materiale większe odlewy wykonują wewnątrz puste.

Gips palony sproszkowany, zarobiony dwiema częściami wody z jedną częścią alkoholu 90 procentowego, zmniejsza po stwardnieniu rozmiary liniowe swej objętości o 4% w porównaniu do rozmiarów formy; odtwarzając zatem w ten sposób odlew kolejno można go dowolnie pomniejszyć.

Odlewom daje się stosowne powłoki barwne, lub bezbarwne dla ochrony od pyłu i kurzu, które zacierają wyrazistość linii i rysunku. Twardość odlewów można zwiększyć przez zanurzenie ich po wyschnięciu na 15 do 30 minut w ciepły roztwór z 1 części ałunu i 5 do 6 części wody, a następnie po wysuszeniu przez zlewanie roztworem ałunu; wskutek tego na powierzchni odlewów wytwarza się warstwa bardzo silna i twarda, ale w wodzie rozpuszczalna. Tej wady nie mają wyroby z gipsu rzeźbiarskiego, który po wypaleniu wprost z pieca zanurzono w roztwór ałunowy, a następnie powtórnie wypalono w słabym żarze czerwonym; gips w ten sposób przysposobiony zowie się gipsem ałunowym; daje się łatwo sproszkować, a zarobiony wodą twardnie jak gips zwyczajny.

### f) Zaprawa z gipsu murarskiego czyli posadzkowego.

Do zarabiania gipsu sproszkowanego murarskiego w sposób zresztą wyżej pod *b)* (str. 107) w pierwszym ustępie opisany, używa się mniej wody, gdyż stosownie do swych własności zaprawa ta musi mieć gęstość zwykłej zaprawy wapiennej. Podczas zarabiania nie wywiązuje się ciepło i zaprawa okazuje zupełnie hydrauliczne własności, przedstawione zresztą szczegółowo wyżej w pierwszym ustępie pod II (str. 107).

Gdy zatem zaprawa gipsowa rzeźbiarska daje się z korzyścią zastosować tylko w przestrzeniach chronionych od wilgoci, to za-

prawa z gipsu posadzkowego nadaje się znakomicie do wszelkich robót zewnątrz budynku; jest bowiem trwała na wpływy atmosferyczne, prawie nie pęcznieje i łączy się tak silnie z kamieniami, iż z czasem staje się twardszą od nich, jak o tem świadczą dziś resztki budowli starożytnych.

Używa się do betonu, do wyrobu sztucznych kamieni, do murowania i wyprawy murów, która w ogniu jest nawet znacznie wytrzymała; znakomicie jednak nadaje się do posadzek, zwłaszcza w sieniach, spiżarniach, suszarniach, składach zboża itp. Mur wykonany na tej zaprawie ma nadzwyczajną wytrzymałość i nigdy nie zwiększa swej objętości; a także i mur lany odpowiada dobrze swemu celowi. Zaprawa ta zresztą daje się łatwo barwić. Jedynie do robót wodnych nie nadaje się weale. —  $1 m^3$  zaprawy gipsowej waży 1100 kg.

#### g) Szczególne rodzaje zaprawy gipsowej.

Oprócz opisanych wyżej pod b) i f) zapraw gipsowych mają w budownictwie zastosowanie następujące jeszcze szczególne rodzaje zaprawy gipsowej.

1. Zaprawa gipsowa ałunowa. Jest to czysty biały gips nasycony po wypaleniu rozezytnem z 1 części ałunu i 12 do 13 części wody; potem drugi raz w ostrym czerwonym żarze wypalony, sproszkowany i zarobiony takim samym rozezytnem ałunowym.

Gips w ten sposób przygotowany nazywa się: gips ałunowy, cement marmurowy, cement Kina (Keene), cement Mac Lina (Mac Lean).

Zaprawa ta wiąże zwolna, hydraulicznie, daje się polerować, ma znaczną wytrzymałość na ciągnięcie i ciśnienie, jest wytrzymała na wpływy atmosferyczne, woda jej nie niszczy i dlatego można ją wodą zmywać.

2. Zaprawa z gipsu borakowego. Zaprawę tę uzyskuje się z gipsu wypalonego, nasyconego rozezytnem z 1 części boraksu i 11 części wody, potem powtórnie wypalonego, sproszkowanego i zarobionego rozezytnem z 1 części kamienia winnego i 11 części wody. Zaprawa ta ma te same własności, jak zaprawa z gipsu ałunowego, nie powinna się jednak stykać ze świeżem wapnem; używa się jej także do stuku wewnętrznego i do wyprawy murów, a zwłaszcza wewnątrz szpitali, gdyż uchodzi za posiadającą własności przeciwwzakaźne.

Gips borakowy zowie się także Pariancementem.

3. Zaprawa z gipsu cementowego Macka uzyskuje się z gipsu posadzkowego, zmieszanego z 0·40% siarczanu potasu, lub zawapnionej soli glauberskiej, zarobionej wodą; tężeje bardzo szybko, staje się bardzo twarda i jest na wpływy atmosferyczne wytrzymała. Używa się do posadzek, ścian i pował Rabitza, do sklepień, wyprawy murów, betonu itp.

4. Zaprawa skaliolowa jest mieszaniną gipsu stukowego palonego, oraz sproszkowanego spatu gipsowego, zarobioną wodą klejową i daje wyborny stuk.

5. Zaprawa trypolitowa jest to mieszanina gipsu, wapna, wapniu magnezjowego, piasku i 0·10 części węgla lub koksu, miernie wypalona i zarobiona małą ilością wody. Jest lżejsza od gipsu, wiąże jak on szybko, jest na mróz wytrzymała, mocna, mało pęcznieje, dosyć ogniotrwała, daje się zmywać mydłem i ługiem i używa się do robót stukowych.

Do wyprawy zwykłej murów miesza się 1 część trypolitu z 2 lub 3 częściami piasku; mała domieszka mleka wapiennego opóźnia wiązanie zaprawy bez dostrzegalnej ujemy siły ciężenia. Do zwykłego murowania nadaje się mieszanina zaprawy 2 części trypolitu, 1 części wapna i 7 części piasku. Wyprawione powierzchnie zatarte żelazem i wygładzone, uzyskują piękny połysk i większą twardość.

## 6. Zaprawy hydrauliczne.

Zaprawy hydrauliczne czyli wodne posiadają bardzo wielką zdolność stosunkowo szybkiego wiązania i twardnienia aż do skamieniałości zarówno na powietrzu jak w wodzie; dają więc użyć się tak do budowy lądowych jak i wodnych.

Już starożytni Grecy i Rzymianie umieli wytwarzać zaprawy wodotrwałe z pomocą naturalnych domieszek, jak ziemi santorynowej, puzzolanowej i innych do zwykłej zaprawy wapiennej. Ilość domieszek z czasem znacznie wzrosła, odkąd zbadano, że wszystkie te domieszki naturalne są związkami krzemowymi tlenków różnych metali, a skuteczność ich hydrauliczna zależy głównie od obecności galaretowatej krzemionki bezpostaciowej. Domieszki te nazywają się puzzolanami naturalnymi, dla odróżnienia od domieszek czyli puzzolan sztucznych.

Stwierdzono, że margiel gliniasty (dział D, rozdział I., poz. 19., str. 58) po wypaleniu zmienia węglan wapnia na wapno palone.

a glinę na krzemionkę bezpostaciową czyli na puzzolanę; staje się zatem wapnem hydraulicznem.

Główną rolę we wszystkich zaprawach wodnych odgrywa stosunek zawartości węglańu wapnia do krzemionki, względnie do krzemianów przeważnie gliniastych.

Wapień gliniasty czyli margiel gliniasty, zawierający 20—40% gliny, jest materiałem stosownym do zapraw hydraulicznych, i w miarę stosunku wapnia do krzemianów gliniastych, lub samej krzemionki (zwanych zwykle glinką), w obrębie podanej właśnie granicy procentowej, posiadamy dziś: wapno hydrauliczne naturalne i stuczne, cement romański (rzymski), cement portlancki, różne cementy mieszane i cementy żuźlowe.

#### a) Zaprawa z domieszkami hydraulicznemi naturalnemi.

Domieszki hydrauliczne czyli puzzolany są to ciała, które w stanie sproszkowanym domieszane do wapna tłustego nadają mu hydrauliczne własności. Ciała te same dla siebie nie dają żadnej zaprawy, a działają tem silniej hydraulicznie, czem więcej miałko są sproszkowane; dodaje się ich zamiast piasku, lub z małą ilością piasku do zaprawy podczas gaszenia, lub po zgazeni uwapna. Domieszki jednak są dziś tam tylko racjonalne, gdzie są na miejscu; gdyż o wiele dogodniej i taniej otrzymuje się zaprawę tej samej własności za dodaniem cementu portlanckiego do zaprawy wapiennej.

Stosownie do pochodzenia i natury domieszek odróżniamy następujące rodzaje zaprawy.

**1. Zaprawa puzzolanowa** tworzy się za dodaniem do zaprawy wapiennej puzzolany właściwej, czyli ziemi puzzolanowej, zwanej także puzzolaną neapolitańską, która jest martwicą okrucową, a nazwa jej pochodzi od miasta Puzzuoli w bliskości Wezuwiusza. Najlepszą jest brunatna, mniej dobrą żółta a najgorszą żółtawobiała.

Ciężar jej właściwy wynosi 2·40; a 1 m<sup>3</sup> miałko zmielonej, nasypanej waży około 880 kg.

Waga samej zaprawy w stanie sypkim wynosi 900—1000 kg/m<sup>3</sup>, a stłoczonej 2700 kg/m<sup>3</sup>; nadaje się do budowli w wodzie morskiej, której cement portlancki nieznosi.

Używane stosunki mieszaniny wapna gaszonego, puzzolany i piasku: 2:1:1, 2:3:0, 1:3:0, 1:3:2, 1:3:3, 1:1:0, 1:2:0, 1:1<sup>1</sup>/<sub>3</sub>:1<sup>1</sup>/<sub>3</sub>.

Puzzolana powinna być świeża, a mury na zaprawie puzzolanowej powinny pozostać na powietrzu 5—6 tygodni, a najmniej 8—10 dni, zanim je woda otoczy, gdyż zaprawa tylko w takich warunkach szybko tężeje w wodzie.

**2. Zaprawa trasowa** tworzy się za domieszczeniem do zaprawy wapiennej mączki trasu, który jest martwicą wulkaniczną, gąbezastą, podobną do puzzolany.

Tras sprzedają kawałkami około 10 kg i w ten sposób można się ustrzec od fałszowań; w Niemczech występuje pod nazwą nadreńskiej martwicy a także pod nazwą „Duckstein“ żółtawoszary o twardości cegły dobrze wypalonej.

CieŜar właściwy 2·30; 1 m<sup>3</sup> mączki nasypanej waŜy 915 kg.

Dodany do cementu portlandkiego podnosi jego wytrzymałość i trwałość na wpływy atmosferyczne, wody morskiej, kwasów itd. i zmniejsza koszt; używają mieszaniny: 2 części cementu, 1 część trasu i 9 części piasku na wagę.

Zmieszany z cementem romańskim pogarsza zaprawę; w połączeniu z wapnem zwykłym daje korzystniejszy wynik, gdy wapno jest sproszkowane.

Ilość potrzebnej do zaprawy wody wynosi 20% z sumy objętości trasu, cementu i piasku, a 10% z sumy wapna, trasu i piasku.

Stosunki mieszaniny trasu, wapna i piasku oraz wydajność zaprawy: 1:1:1 daje 2 części, 1:1:2, 3:10 części, 1:2:3, 4:30 części, 1:2:6, 7·5 części zaprawy.

**3. Zaprawa santorynowa** uzyskuje się za domieszczeniem do wapiennej zaprawy ziemi santorynowej, która jest martwicą wulkaniczną z wysp greckich Santorin i innych, podobną do puzzolany, ale łatwiej rozcieralną.

CieŜar właściwy 2·37; 1 m<sup>3</sup> mączki nasypanej waŜy 833 kg; jest barwy szarobiałej.

Zaprawa twardnieje tylko w wodzie, jest wytrzymałą jak cementowa, i używa się do budowli w wodzie morskiej; na powietrzu kruszeje i rozsypuje się nawet i wtedy, gdy po stwardnieniu w wodzie dostanie się na powietrze.

Zaprawa ta jest mieszaniną 75—80% ziemi santorynowej i 20 do 25% ciasta wapiennego.

**4. Jako naturalne domieszki hydrauliczne**, podobnie jak wyŜej poszczególnione, dają się użyć niemal wszystkie skały wulkaniczne; jak lawa, martwica bazaltowa itp., a także i niektóre niewulkaniczne jak opal, chalcodon i inne.

### b) Zaprawa z domieszkami hydraulicznymi sztucznymi.

Szkło wodne, żuzle z wielkich pieców (hutniczych), glina palona, mączka ceglana, lupek alunowy palony, popiół z węgla kamiennych, piaskowice gliniasty palony, gnajs palony itp. ciała, zawierające krzemionkę rozpuszczalną, a domieszane do tłustego wapna dają zaprawę mniej lub więcej dobrą i hydrauliczną. Ciała te zowią się domieszkami hydraulicznymi sztucznymi i dają następujące rodzaje zaprawy.

**1. Zaprawa żuzłowa** jest mieszaniną wapna gaszonego i mialko sproszkowanego żuzlu z pieców wielkich.

O ile żuzel ten zawiera 50—60% krzemionki i 15—20% glinki, równa się najlepszej puzzolanie; o ile jednak mniej niż 40% krzemionki i 15% glinki, lub jeżeli żuzel pochodzi z pieców fryserskich, nie nadaje się na domieszkę hydrauliczną.

Zaprawa żuzłowa wiąże powoli, lecz pod wodą staje się bardzo twardą i wytrzymałą.

**2. Zaprawa popiołowa** jest mieszaniną wapna gaszonego i popiołu węgla kamiennych z okruskami wapna, pozostałego w paleniskach pieca wapińskiego, który to popiół zowie się popiołem wapiennym.

Zaprawa o stosunku 3:2 wapna gaszonego do czystego dobrego popiołu wapiennego używa się do murów wodnych, wystawionych na zmienny stan wody, a o stosunku 1:1 do murów na powietrzu.

**3. Zaprawa z mączki ceglanej** jest mieszaniną wapna gaszonego i mączki z cegły dobrze wypalanej. Wyborną jest mączka z klinkerek holenderskich jasnożółtych i daje bardzo dobrą zaprawę hydrauliczną, złożoną z 1 części wapna tłustego gaszonego, 1 części mączki ceglanej i 2 części piasku; zalecają także: 1 część wapna tłustego, 2 części wapna chudego, 1 część mączki ceglanej; 3 części wapna, 2 części mączki ceglanej i 3 części piasku; 8 części wapna sproszkowanego sucho zgaszonego, 3 części mączki ceglanej i 3 części żuzla mialkiego.

**4. Zaprawa ze sztucznej puzzolany** jest mieszaniną wapna i puzzolany sztucznej, wyrabianej z gliny z wapnem zmieszanej, wypalanej i sproszkowanej.

Okrzemka starannie wypławiona, osuszona, wyżarzona i zmielona na proszek mialki daje sztuczną domieszkę hydrauliczną, zwaną nowym trassem.



### c) Zaprawa z wapna hydraulicznego.

Wapień gliniasty czyli margiel podczas wypalania traci kwas węglowy, wskutek czego węglan wapnia staje się wapnem palonem, a równocześnie także i glina zamienia się na krzemionkę bezpostaciową i tworzy razem puzzolanę. Margiel więc po wypaleniu przedstawia naturalną mieszaninę, która w stosownym stanie zarobiona wodą, daje zaprawę hydrauliczną.

Margiel, zawierający więcej wapna, po wypaleniu rozpada na proszek, gasi się i zwiększa objętość podobnie jak zwykle wapno; a gdy obok tego okazuje własności hydrauliczne, więc jest w istocie wapnem hydraulicznem.

Margle zawierające 20—25% gliny i przeważnie związki krzemionki z gliną, tlenek żelaza, tlenek żelaza, potas i sól, dają najlepsze wapna hydrauliczne; także margle o zawartości gliny niżej i zwyż tej granicy dają jeszcze niezłe wapna hydrauliczne; zresztą i wapienie formacji jurajskiej wypalają się na wapno hydrauliczne.

Margiel z 12% gliny daje słabe, z 15% średnie, a z 20—25% mocne wapno hydrauliczne.

Wypalanie margli odbywa się w piecach stojących w temperaturze niżej stopienia; zaznem zużywa się mniej paliwa, niż do wypalania wapna zwykłego.

Wapno hydrauliczne gasi się nieco powolniej jak zwykle, rozgrzewa się mniej i narasta około 50%; gaszenie dokonywa się przez zanurzenie w wodę lub pod pokrywą piasku, wskutek czego wapno rozpada na proszek miałki, mączny, żółtawobiały, który zarabia się na zaprawę. Potrzebna do gaszenia ilość wody wynosi 30 do 50%.

W handlu sprzedają wapno hydrauliczne w kawałkach lub sproszkowane; ostatnie jest korzystniejsze tam, gdzie go wiele potrzeba.

Ciężar jego właściwy jest 2·4—2·8; w stanie sproszkowanym nasypanym waży 550—600  $kg/m^3$ .

Skład margli jest niepewny nawet w tym samym kamieniołomie. Starano się zatem wytworzyć sztuczne margle celem zabezpieczenia jednostajnej jakości wapna, i stąd pochodzi w handlu i nauce wapno hydrauliczne naturalne i sztuczne.

Celem uzyskania zaprawy hydraulicznej zarabia się wodą wapno hydrauliczne zaraz po wypaleniu zgaszone i z piaskiem zmieszane;

wapno bowiem odleżałe po wypaleniu wietrzeje rychle i daje lichą zaprawę.

Zaprawa tęższe powolnie nawet bez dostępu kwasu węglowego i po pewnym czasie staje się hydrauliczną; mur wykonany na niej schnie prędzej, jest wytrzymalszy i trwalszy na działanie atmosfery, niż na wapnie zwykłym. Wyprawa murów zaprawą hydrauliczną jest na mrozie trwała.

Wapno silnie hydrauliczne niegasi się, lecz po wypaleniu miele na proszek, który po dodaniu wody i piasku zarabia się na zaprawę.

Mieszaniny wapna hydraulicznego do piasku według objętości używane są w stosunku: 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5. Wydajność zaprawy wynosi około 75% sumy objętości wapna i piasku a potrzebna ilość wody około 12% z tej samej sumy; bez uwzględnienia jednak odnośnej ilości wody na zwilżanie cegły itd.

Wytrzymałość zaprawy na ciśnienie  $K_d = 30-150 \text{ kg/cm}^2$ , a na ciągnięcie  $K_z = 6-18 \text{ kg/cm}^2$ .

Zaprawa w budowlach wodnych może jedynie wówczas spełnić zadanie, jeżeli przed zetknięciem z wodą pozostawała przez dłuższy czas na powietrzu aż do stężenia.

## 7. Zaprawy cementowe.

### a) Zaprawa z cementu romańskiego.

Margiel zawierający 25—40% ciał gliniastych zmienia, po wypaleniu w temperaturze niższej stopienia, swój węglan wapnia na wapno żrące, a ciała gliniaste na puzzolanę i tworzy materiał hydrauliczny, który różni się tem od wapna hydraulicznego, że się nie daje gasić, że wskutek tego trzeba go zarobić na zaprawę jedynie w stanie zmielonym na proszek i że po zarobieniu wodą nie powiększa objętości swjej w sposób dostrzegalny.

Materiał ten jest właśnie cementem romańskim, zwanym także wprost cementem, i ma barwę żółtawą aż do ciemnobrunatnej. Sprzedają go w beczkach po 250 kg wagi brutto i w workach po 50—75 kg o pojemności 0.47—0.71 m<sup>3</sup>; nasypywany waży 800 do 1050 kg/m<sup>3</sup>, a więc średnio 900 kg/m<sup>3</sup>, a stłoczony 1200—1500 kg/m<sup>3</sup>.

Cement rzymski zarobiony nie powinien po stwardnieniu ani zwiększać objętości, ani rysować się, ani łuszczyć; poczyną twarzenie na powietrzu bez domieszki piasku po 7—15 minut.

Zaprawa z cementu romańskiego jest mieszaniną sproszkowanego cementu romańskiego i piasku, zarobioną wodą; rozgrzewa się nieznacznie, nie chłonie wiele wody, pod wodą tężeje prędzej jak cement portlandki i z tego powodu jest bardzo cennym materiałem w robotach podwodnych, zwłaszcza do tamowania źródeł lub dopływu wody zaskórnej. W stanie czystym, to jest bez domieszki piasku, używa się tylko do murów wystawionych na uderzanie fal; do wszelkich innych zwykłych robót murarskich dodaje się do cementu piasku w stosunku 1:1, 1:2 i 1:3; ta ostatnia mieszanina może dać jeszcze dobrą zaprawę, gdy cement świeży. Użycie zaprawy musi być szybkie, gdyż rychło tężeje i psuje się; zbyt rzadka zaprawa słabo wiąże, a wysychając kurezy się i pęka.

Do wyprawy robót stukatorskich i odlewów używa się zaprawy w stosunku cementu do piasku 1:6 do 1:8; odlewy jednak są liche. Wiele lepsze z tego cementu są kamienie sztuczne do murów, koryta wodne, kręgi studzienne, rury kanałowe, drenowe, rynny, żłoby, płyty pisoarowe, misy itp., oraz dachówki, wymagające jednak starannej roboty. Do tych wszystkich przedmiotów cement musi być powolnie wiążący i w tym celu miesza się go z cementem portlandkim i ze znaczną ilością piasku, zarabia małą ilością wody i ubija w formach. Wszelkie wyroby należy przechowywać w wilgoci przez 3—4 tygodni i chronić od przewiewu powietrza.

Ciężar właściwy zaprawy stwardniałej 2·7—3·00.

Bezka najlepszego cementu romańskiego w Anglii wyrabianego obejmuje 0·175 m<sup>3</sup> i waży 163 kg; 1 m<sup>3</sup> w stanie nasypanym waży 700—900 kg.

Jeden hektolitr cementu rzymskiego ważącego 80—90 kg, zarobiony 30—40% wody daje 0·60—0·76 hl ciasta cementowego, które z 3 hl piasku tworzy 2·9—3 hl zaprawy; 1 hl z 60—80% wody daje 0·91—1·11 hl ciasta cementowego.

Wystarczająca zazwyczaj domieszka wody wynosi 30—35% objętości albo 40—43% wagi cementu i daje ciasto dostatecznie gęste; do ciasta ciekłego 55—60% wody według objętości lub 68—75% według wagi; do zaprawy z domieszką piasku trzeba powiększyć te ilości wody o kilka procent.

Zaprawę cementową należy szybko zużyć zanim się rozpocznie jej wiązanie i zarobić naraz tylko tyle, ile murarz w przeciągu 5—10 minut może zużyć. Wyprawę należy utrzymywać przez pierwszych dni kilka w wilgoci i osłonić przed promieniami słońca.

Niepewność co do składu margłów, nawet w jednym i tym samym kamieniołomie, stała się i tu powodem do wyrabiania cementu z margli sztucznych, czyli tak zwanego cementu portlanckiego.

### b) Zaprawa z cementu portlanckiego.

*Cement portlancki* jest sztucznie wytworzoną i stosownie przyrządzoną mieszaniną węglanu wapnia i gliny, dającą zaprawę o doskonałych własnościach hydraulicznych; jest więc właściwie sztucznym marglem wypalonym, mającym tę wyższość nad marglami naturalnymi, że zawiera najlepsze jednolite ustosunkowanie składników i staranne przysposobienie całej masy.

Margle sztuczne wyrabiają zazwyczaj z miękkich wapieni, jak ziemie margliste, kreda, martwice wapienne, wapienie jezior i łąk; rzadziej natomiast z wapieni łomowych i margli zbitych. Wapienie te miękkie po sproszkowaniu i uwolnieniu od obcych przymieszek zapomocą wyplawienia, miesza się w stosunku 78—75% wapienia na 22—25% gliny udoskonalonymi już dziś przyrządami.

Po zarobieniu na ciasto można je wypalać w bardzo wysokiej temperaturze, w której tlenek wapnia łączy się chemicznie z krzemionką gliny, a margiel, niemając już wapna wolnego, nie gasi się. Zmielony wreszcie na mączkę miłąką i zarobiony wodą tężeje jak cement rzymski lub podobne wapna hydrauliczne i osiąga bardzo znacznej wytrzymałości.

Zdarzają się także i rodzime margle o zupełnie doskonałych i do fabrykacji cementu znakomitych własnościach, jak np. w Perlmooos w pobliżu Kufstein w Tyrolu i w innych miejscowościach. Cement z nich przyrządzony zowie się cementem portlanckim naturalnym.

Warunkiem niezbędnym jest wypalenie marglu aż do spieczenia czyli rozmiękczenia całej jego masy, gdyż od tego jedynie zależą w wysokim stopniu cenne własności cementu portlanckiego; wypalanie zresztą w tak wysokiej temperaturze, wynoszącej około 2000° C, doprowadzającej masę cementową do jasnego żaru białego, jest właśnie zasadniczą cechą, odróżniającą cement portlancki od cementu romańskiego i wapna hydraulicznego, wypalanych w temperaturach niskich.

Do wyrobu cementu portlanckiego nadają się zresztą wszystkie wapienie; glina zaś powinna być plastyczna, wolna od grubszych przymieszek i posiadać masę jednostajną.

Materiały surowe po odpowiednim przygotowaniu rozdrabniają się możliwie mialko i mieszają jak najdokładniej sposobami następującymi.

Mieszanie suche. Wapienie łamane i kredy twarde suszy się w piecach a potem miele; tak samo postępuje się z gliną. Mączkę każdą osobno przesiewa się sitem o 360—500 oczkach na  $1\text{ cm}^2$ , poczem ilości ich, odmierzone dokładnie we właściwym stosunku, miesza się możliwie najdokładniej i zarabia na zupełnie jednostajną gęstą masę ciastową.

Mieszanie półmokre. Jeden z obu materiałów, a najczęściej wapień, oczyszcza się z piasku i kamyków zapomocą rozdrobnienia i wypławienia i mokry ten mułek miesza się z mączką drugiego materiału, otrzymaną w drodze suchej.

Mieszanie mokre. Wapień i glinę po rozdrobnieniu miesza się we właściwym stosunku i wypławia, a mułek stąd otrzymany zawiera oba ciała dokładnie wzajemnie wymieszane.

Z masy otrzymanej, w któryby sposób wyżej opisany, robi się cegielki ręcznie lub maszyną, suszy na powietrzu lub w suszarni i wypala w piecach, zazwyczaj stojących, w których się je układa warstwami na przemian z paliwem. Czasem, zamiast w cegielkach, wypalają masę w nieforemnych grudach, ale cement jest gorszy.

Czem dokładniej wysuszone cegielki, tem krócej trwa wypalanie.

W piecach okresowych do 10.000 *kg* masy cementowej obejmujących wypalanie trwa 24 godzin, a 20.000—30.000 *kg* 30—40 godzin.

Używają także pieców o nieustannem wypalaniu.

Masa cementowa należyście wypalona ma wygląd ciała spiekłego, do lawy wulkanicznej podobnego, barwy zielonoszarej; niedopalone części są jasnobrunatne i mało wytrzymałe, a przepalone są niebieskoszare aż do barwy czarnozielonej i dają ciężki niewiążący proszek. Masa należyście wypalona jest bardzo twarda i wymaga bardzo silnych maszyn do zmielenia, które ją najpierw roztlukują na drobne kamyczki, a potem mielą na mączkę. Mączkę przesiewa się przez sita, aby była najdelikatniejszym proszkiem, gdyż od tego zależy dobroć cementu.

W handlu sprzedają cement w beczkach i w workach; według norm austriackich beczka cementu portlanckiego ma ważyć 200 *kg* a worek 60 *kg* brutto; według zaś norm niemieckich beczka ma ważyć 180 *kg* brutto a 170 *kg* netto. Dopuszczalna różnica w każdym razie wynosi 2% wagi.

Na beczce oprócz napisu „Cement portlancki“ powinien być wypisany także ciężar brutto i netto.

Cement po wytworzeniu powinien odleżeć w suchym miejscu około 3 miesiące na składzie, gdyż odleżały wiąże powolniej i jest znacznie wytrzymałszy. Z doświadczenia wiadomo, że cement podczas tężenia w wodzie zwiększa swą objętość, ale odleżały mniej niż świeży; skutkiem tego cegły muru na cemencie odpryskują w pobliżu spoin. Zresztą odleżały cement, zarobiony wodą, nie rozgrzewa się tak jak świeży. Pęcznienie i pęknięcie cementu wtedy się wydarza, gdy ma za wiele tlenu wapnia lub magnezu.

Dobry cement jest proszkiem mialkim, ostrym w dotknięciu, barwy jasnoszarej do ciemnoszarej, z odcieniem zielonym lub niebieskim, a pod mikroskopem okazuje złożenie z ostrych blaszek i płytek.

Ciężar właściwy cementu portlanckiego wynosi 3·10—3·25; odleżalego zmniejsza się na 2·96—2·85; atoli gdy jest dobry, zmniejszenie niepowinno zejść niżej 3·05. Jest to jedna z najważniejszych cech dobroci.

Litr cementu lekko nasypanego waży 1·2—1·4 kg; silnie stłoczonego w opakowaniu 1·85 kg.

Dobry cement zawiera na wagę: 58—67% tlenu wapnia, 20—26·5% krzemionki, 4—10% glinki, 2—6% tlenu żelaza, 0·5—3% tlenu magnezu, 0·5—2% kwasu siarkowego i do 3% zasad (potasu i sodu).

Michaëlis na podstawie licznych rozborów podaje następujący przeciętny skład dobrego cementu: 60·05% tlenu wapnia, 24·31% krzemionki, 7·5% glinki, 3·34% tlenu żelaza, 1·17% tlenu magnezu, 0·80% potasu, 0·74% sodu, 1·82% gipsu.

Według norm austriackich cement portlancki powinien zawierać na jednostkę wagi: składników hydraulicznych 1·7 wagi składników wapnistych.

Gips dodany w ilości 1—1½% do cementu, zawierającego za dużo wapna, usuwa niebezpieczeństwo pęcznienia nie ujmując innym własnościom i przedłuża tężenie; wszakże w dobrym cemencie ilość gipsu niepowinna przekraczać 2%. Żużel z pieców wielkich mielony usuwa również pęcznienie; soda zwapniona, sole rozpuszczalne, wapień, glina, łupki gliniane, piasek, popiół itp., domieszane do cementu są szkodliwe, a w najlepszym razie obojętne i małej wartości, za które jak za cement drogo płacić trzeba. Jak długo jednak ilość wszystkich tych domieszek nieprzekracza 2%, to zawartość ich nie jest jeszcze fałszowaniem cementu; w większej jednak ilości

mogą zmienić tak dalece własności cementu, że przestanie być cementem; mimo tego jednak może się on dać jeszcze użyć ze skutkiem do wielu robót budowlanych.

Jeżeli więc fabrykant przedstawia swój wyrób i sprzedaje jako cement z domieszkami, nie jest to jeszcze fałszerstwem; skoro jednak postępuje przeciwnie, to popełnia fałszerstwo tem gorsze, że kupujący niema możliwości dorywezego stwierdzenia składu chemicznego, ani stopnia zafalszowania. Świadomość tej trudności rozpoznania daje właśnie pochop spekulantom do wyrabiania cementów fałszywych, obejmujących czasami do 50% domieszek obcych, co uchodzi bezkarnie, gdyż stwierdzenie domieszek, a zwłaszcza żuzłu często nawet w drodze ścisłego chemicznego rozbioru jest niemożliwe.

Wszelkie barwniki, a szczególnie oker, zmniejszają wytrzymałość cementu, z wyjątkiem tylko farb ultramarynowych (niebieskich i zielonych), których nawet domieszka 40% nie szkodzi. Mimo tego barwią cement czarno, czerwono w najrozmaitszych odcieniach, żółto, brązowo, zielono i niebiesko; jedynie na białe cementu zabarwić nie można.

*Zaprawa z cementu portlanckiego* jest pod względem siły wiążącej i innych nieocenionych własności najdoskonalszą ze wszystkich innych zapraw hydraulicznych.

Cement zarobiony wodą w ilości 35—40% objętości cementu daje 90% czystej zaprawy cementowej, która na powietrzu poczyna tężeć po 10 minutach, gdy cement wiąże szybko, po 10—15 minut, gdy średnio, a po 15 minutach, gdy powolnie wiąże, i staje się z czasem bardzo wytrzymałą.

W budownictwie lądowym rzadko kiedy używa się zaprawy czystej cementowej, gdyż na powietrzu kureczy się niejednostajnie i pęka; w wodzie jednak tężeje prawidłowo, niepęka i dla tego używają jej do zatykania źródeł, zapelniania szczelin i pęknięć murów pod wodą płynącą i kanałów, do osadzania żelaza w murach, i w ogóle tam, gdzie potrzeba szybkiego stężenia zaprawy.

Zresztą do zaprawy cementowej dodaje się zawsze piasku w pewnym stosunku, wskutek czego wiąże wprawdzie powolniej, ale bez ujemny wytrzymałości; ze względów oszczędnościowych używa się piasku nawet i do zapraw podwodnych. Prawie do wszystkich robót jest odpowiedniejszym cement powoli wiążący, gdyż podczas użycia jest dogodniejszy, tężeje prawidłowiej i jest wytrzymalszy. Cement zaś szybko wiążący używa się oprócz wypadków wyżej

poszczególonych, także i tam, gdzie roboty nie są zabezpieczone od dostępu wody płynącej, a nadto do murów wznoszonych późną jesienią chłodną, do wypraw, gzymsów itp.

Wody i piasku należy do zaprawy cementowej dodawać we właściwej mierze, gdyż nawet nieznaczne uchybienia pod tym względem prowadzą szkodliwe skutki; trzeba zatem w drodze prób wyznaczyć najkorzystniejsze ilości stosunkowe tych domieszek dla danego cementu.

Woda ma być bezwarunkowo czysta, wolna od jakiegokolwiek soli, gliny, mułku, tłuszczu itp. Zależnie od rodzaju cementu, przeznaczenia roboty i stanu pogody ilość potrzebnej wody do gęstej zaprawy wynosi w regule około 20% sumy objętości cementu i piasku i dochodzi nawet do 30%, zwłaszcza jeżeli zaprawa zawiera więcej cementu, niż piasku; do zaprawy zaś rzadkiej potrzeba wody około 40%. Zawartą w składnikach mieszaniny wilgoć, oraz stopień nasiąkliwości kamieni trzeba także uwzględnić. Szybko wiążące cementy wymagają więcej wody, a tak samo w porze suchej i gorącej. Zaprawa gęsta po stężeniu jest więcej zbita, wytrzymała i trwała na wpływy atmosferyczne, niż rzadka; do murów z cegły używa się rzadszej zaprawy, niż do murów z kamieni łamanych, gdyż cegła nawet zmoczona odbiera wodę zaprawie. Za małą ilość wody powoduje pęcznienie zaprawy z ujmą wytrzymałości; trzeba zatem kamienie i cegły oczyścić z brudu i dobrze nasycić wodą; skrapianie szczołką tu nie wystarcza. Za dużo wody czyni zaprawę mało zbitą i porowatą, co jednak mniej szkodzi wytrzymałości, niż u innych zapraw. W robotach murarskich niepodobna uniknąć nadmiaru wody, co jednak jest o tyle korzystne, że opóźnia tężenie a szkody nie przynosi, gdyż podczas wysechania nadmiar wody się ulatnia. Wszakże do wyrabiania kamieni z cementu itp. trzeba go zarobić taką ilością wody, jakiej potrzeba do utrzymania zaprawy w stanie wilgotniej ziemi czyli t. zw. zaprawy sypkiej; ten stan bowiem jedynie umożliwia prawidłowe ubicie zaprawy na jednolitą masę i wystarcza zupełnie do stwardnienia.

Za dodaniem więcej wody zaprawa staje się lepką i trzeba ją zarabiać już w skrzyni (w naczyniu).

Ilość piasku, który ma posiadać własności, wymagane wyżej dla zwykłej zaprawy wapiennej<sup>1</sup>, zależy od rodzaju cementu i piasku

Zobacz oddział III., rozdział 3., poddział c), poz. 3. strona 102.



oraz od wymaganego stopnia wytrzymałości i hydrauliczności zaprawy. Czem więcej piasku, w równych zresztą warunkach, tem zaprawa wolniej tężeje tak w powietrzu jak w wodzie, i ma mniejszą siłę wiążącą, gęstość i wytrzymałość, oraz łatwiej przepuszcza wodę.

Stosunki mieszaniny cementu, piasku i wody powinny być właściwie ciężarowymi; gdy jednak zastosowanie wagi byłoby z wielkimi trudnościami połączone, więc w praktyce używają powszechnie stosunków objętościowych do zaprawy.

Do nieprześlakliwych zbiorników nie należy przekraczać stosunku do piasku 1:1; tego też stosunku używa się do spoinowania (testowania spoin) i zalewania.

Stosunku 1:1½ używa się do betonu w rowach fundamentowych źródlistych i podatnych, do cienkich murów, cienkich sklepień, cienkich filarów, wyprawy cokołów, pochyłych powierzchni ściekowych i kamieni sztucznych.

Stosunku 1:2 do murów w wodzie, oporów, łuków ziemnych, łuków i sklepień płytkich, moeno obciążonych, do ciągnięcia i wyprawy gzymsów, do wyprawy zewnętrznej i do wilgotnych cokołów.

Stosunku 1:3 do fundamentów budynków wielopiętrowych, murów piwnicznych, filarów oporowych, sklepień kolebkowych o strzałce ¼—⅕, wewnętrznej wyprawy i do posadzek.

Stosunku 1:4 do fundamentów suchych i podwodnych, do cokołów budynków jednopiętrowych, do tylnych przemurowań murów oporowych i do cienkich ścian działowych.

Cement portlandzki mimo miążkiego zmielenia ma pustkę międzyziarnową większą lub mniejszą w miarę, czy jest lekko nasypany lub stłoczony; pustkę tę zapełnia woda podczas zarabiania cementu.

Ponieważ 1 litr lekko nasypanego cementu waży 1·40 kg a ciężar jego właściwy wynosi 3·20 kg, więc właściwa masa cementu w litrze będzie  $\frac{1\cdot40}{3\cdot20} = 0\cdot44$  l; stąd na pustkę międzyziarnową przypadnie  $1 - 0\cdot44 = 0\cdot56$  l, co mniej więcej odpowiada ilości wody potrzebnej do związania cementu. Podobnie litr piasku lekko nasypanego waży około 1·60 kg, gdy zaś ciężar jego właściwy jest 2·65, więc masa wyniesie tu  $\frac{1\cdot60}{2\cdot65} = 0\cdot60$  l; zaczem na pustkę międzyziarnową piasku przypadnie  $1 - 0\cdot6 = 0\cdot40$  l, czyli ogólnie 40%. Jeżeli do naczynia litrowego piaskiem suchym lekko i równo zapełnionego, dolewa się tyle wody ile się zmieści, to pomierzona objętość wody

jest także pojemnością pustki; w piasku zwykle używanym wynosi pustka 30—35%.

Objętość zaprawy nie jest równa sumie objętości cementu, piasku i wody, wchodzących w jej skład, lecz jest zawsze mniejszą. Pochodzi to stąd, że podczas zarabiania zaprawy woda zapelnia międzyziarnową pustkę w sypkim cemencie, a ten znowu międzyziarnową pustkę w piasku.

Objętość uzyskanej zaprawy w porównaniu do sumy objętości jej składników jest wydajnością zaprawy. Zależy ona od jakości i natury cementu i piasku, oraz od ilości wody i daje się wyznaczyć dla danego cementu i piasku jedynie zapomocą próby. Do zorientowania się jednak w projektowanej robocie cementowej co do ilości potrzebnych materiałów i kosztów, konieczne są pewne praktyczne wskazówki i do tego celu mogą posłużyć następujące dane.

W zeszybie 24. laboratorium mechanicznotechnicznego wyższej Szkoły technicznej w Monachium podaje Stahl wyniki obliczenia zaprawy cementowej w procentach od sumy objętości składników jej mieszaniny, to jest od cementu i piasku z pominięciem wody, a mianowicie: 1:0 daje 90%, 1:1 daje 73·50% (70%), 1:2 daje 68% (65%), 1:3 daje 72·75% (70%), 1:4 daje 76·40% (74%), 1:5 daje 78·84% (76%), 1:6 daje 80·57% (78%), 1:7 daje 81·88% (80%), 1:8 daje 82·84% (82%), 1:9 daje 83·70%, 1:10 daje 84·37%, 1:11 daje 84·92%, 1:12 daje 85·59%. W tem mieści się już także spółdział wody potrzebnej do zaprawy.

Büsing und Schumann w dziele „Der Portlandzement und seine Anwendungen im Bauwesen“ twierdzą, że powyższe wyniki obliczenia Stahla są nieco za wysokie i proponują dla stosunków 1:1 do 1:8 niższe cyfry procentowe wydajności, uwidocznione wyżej w nawiasie obok cyfr Stahla. Oświadczają nadto, że ostatecznie do użytku codziennego wystarczy zupełnie przyjęcie przeciętnej wydajności na 75% dla stosunków 1:1 do 1:4, i podają prosty wzór ogólny do obliczenia wydajności zaprawy

$$V = \frac{G_c}{g_c} + \frac{G_p}{g_p} + \frac{G_w}{g_w},$$

119

w którym  $G_c$ ,  $G_p$ ,  $G_w$  są ciężary bezwzględne cementu, piasku i wody w stanie wchodzącym w skład zaprawy,  $g_c$ ,  $g_p$ ,  $g_w$  ciężary właściwe tych składników, o przeciętnych wartościach  $g_c = 3\cdot13$ ,  $g_p = 2\cdot65$ ,  $g_w = 1\cdot00$ .

Unna, opierając się na stwierdzonej doświadczalnie wydajności cementu 0.48 i przyjąwszy, że pustka w piasku wynosi 40%, a woda jako domieszka spóldziała także w wydajności zaprawy, dochodzi częściowo na podstawie doświadczeń, częściowo na podstawie obliczeń do następujących cyfr: mieszanina o stosunku cementu, piasku i wody 1:2:0.53 daje 2.21 części zaprawy, 1:2.5:0.62 daje 2.60 części, 1:3:0.64 daje 2.92 części, 1:4:0.80 daje 3.68 części, 1:5:1 daje 4.48 części.

Na tych samych właśnie podstawach Karol Stöckl, starszy radea budownictwa kolei państwowych, oparł ściśle swój wzór do obliczania wydajności z zaprawy cementowej, który podaje w „Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst“ Nr. 48 z roku 1909. w następującej postaci:

$$Z = 0.48 C + 0.60 P + W, \quad 120$$

gdzie  $C$  oznacza objętość cementu,  $P$  piasku,  $W$  wody, której wartość wyznacza się z wzoru osobnego

$$W = 0.17 (C + P). \quad 121$$

Po podstawieniu tej wartości we wzór poprzedni będzie

$$Z = 0.65 C + 0.77 P. \quad 122$$

Cement zarobiony wodą jest spoiwem, które zlepia ziarna piasku, zamieniając zaprawę po stwardnieniu na piaskowiec. Skoro zatem cement, względnie spoiwo zapełni całą pustkę w piasku, czyli skoro objętość spoiwa podzielona przez objętość pustki międzyziarnowej piasku będzie równa, lub większa niż 1, to zaprawa cementowa będzie syta; w przeciwnym razie zaprawa jest niesyta.

Według powyższych wzorów Stöckla spoiwo wynosi  $0.48 C + 0.17 (C + P)$ , gdy zaś pustka w piasku jest  $0.40 P$ , więc stopień gęstości zaprawy przedstawia wzór

$$D = \frac{0.48 C + 0.17 (C + P)}{0.40 P}. \quad 123$$

Dla stosunku cementu i piasku 1:2 będzie gęstość zaprawy

$$D = \frac{0.48 + 0.17 \times 3}{0.80} = 1.23. \quad 124$$

gdy zatem  $D > 1$ , zaprawa jest syta.

Dla stosunku 1:3

$$D = \frac{0.48 + 0.17 \times 4}{1.20} = 0.97 \quad 125$$

tu jest  $D < 1$ , zaprawa zatem niesyta; z powodu jednakże zbyt małej różnicy między  $D$  i 1, stosunek cementu do piasku

1:3 można uważać jeszcze jako skrajną granicę sytości zaprawy.

Zarabianie zaprawy powinno być bardzo staranne i dla tego należy ją poruczać murarzom, obznajomionym z tą czynnością, której przebieg powinien być następujący.

Piasek suchy miesza się dokładnie tak długo, aż mieszanina okazuje barwę jednostajną; poczem dopiero dodaje się zwolna potrzebnej ilości wody wśród ciągłego zarabiania; gdy piasek mokry, cement zarabia się wodą a następnie dosypuje się potrzebnej ilości piasku.

Ilości cementu i piasku, potrzebne do zaprawy bądź ciężarowe, bądź objętościowe, należy starannie odmierzyć według przepisanego stosunku.

Przemiana zaprawy w masę skamieniałą zowie się tężeniem, którego pierwszym okresem jest wiązanie a drugim twardnienie. Skoro masa po zarobieniu stężała o tyle, że naciskana palcem z lekka niedostaje znaku, to zaprawa związała; twardość jej i wytrzymałość jeszcze niewielka, ale w wodzie już nie rozpada. Czas wiązania wogóle trwa od kilku minut do kilkunastu godzin, a podczas zarabiania podnosi się ciepłota zaprawy zwłaszcza szybko wiążącej o 2,5—13° C. Okres twardnienia trwa zazwyczaj 3 miesiące, chociaż nawet i później jeszcze twardnienie postępuje przez lat kilka.

Zaprawa tężąca na powietrzu a zwilżana dostatecznie w pierwszych dniach, jest po stwardnieniu wytrzymalsza, niż zaprawa stwardniała w wodzie.

Należy baczyć zwłaszcza w pierwszych miesiącach tężenia, by woda nie mogła w znacznych ilościach uchodzić z zaprawy, i w tym celu chronić ją od przewiewów, gorąca i od materiałów chłonących wodę. W przeciwnym bowiem razie wytrzymałość zaprawy będzie tak mała, że może popękać i rozsypać się; najniekorzystniejsze pod tym względem są wyprawy cienkie na znacznych powierzchniach.

Na wiosnę i w jesieni zaprawy cementowe tężąją powolniej, ale są wytrzymalsze niż w lecie, w której to porze powinny być stale zwilżane. Wystawione w pierwszym miesiącu tężenia na mróz mają stosunkowo małą wytrzymałość a niekiedy nietężąją wcale dalej, lecz pękają i kruszą się. Zaprawa wstrząsana po zarobieniu, lub wystawiona na działanie wody płynącej nie twardnie wcale. Na mrozie należy używać zaprawy gęstej, zarobionej ogrzany piaskiem i ciepłą wodą; sól kuchenna, dodana w ilości około 8% do wody,

przeznaczonej do zarobienia zaprawy, przyczynia się do jej stwardnienia na mrozie i czyni dostatecznie wytrzymałą, ale może spowodować wykwyty.

Zaprawa zupełnie stwardniała (skamieniała) dostaje barwę nieco jaśniejszą i nieprzepuszcza weale wody ani powietrza, wskutek czego nadaje się znakomicie do izolacji od wilgoci.

W temperaturze 100° C zaprawa stwardniała niedoznaje uszczerbku; w wyższych temperaturach zmniejsza swą wytrzymałość, a rozżarzona do czerwoności kruszeje i pęka.

Na działanie silnych kwasów nie jest odporną nawet po stwardnieniu; najszkodliwsze są kwasy, tworzące z wapnem związki rozpuszczalne, jak kwas solny, azotowy, octowy itp.; mniej szkodliwe są kwasy, tworzące związki z wapnem trudno lub weale nie rozpuszczalne, jak kwas siarkowy i fluorowodorowy. Potas, sól, amoniak itp. oraz sole, z wyjątkiem chlorku magnezu i siarczynu magnezu, pozostają bez wpływu; smoła i oleje mineralne nie działają w sposób widoczny na zaprawę stwardniałą; natomiast oleje tłuste, kwas garbnikowy, piwo skwaśniałe tworzą mydła wapienne i rozmiękczejają zaprawę, jednak zaprawa o stosunku cementu do piasku 1:1 jest na to prawie odporna.

W pewnych warunkach niekorzystnych wydarza się czasem, że zaprawa zmniejsza swoją objętość.

Jeżeli przedmioty z ołowiu lub cynku stykają się z cementem, to ulegają rychło zniszczeniu; dla zapobieżenia więc temu należy je osłonić papierem, filem lub tekturą asfaltową.

Wytrzymałość zaprawy czystej cementowej bez piasku na ciśnienie  $K_d = 250$  do  $270 \text{ kg/cm}^2$ ; zaprawy zaś zmieszanej z piaskiem w stosunku 1:3 po 28 dniach wytrzymałość na ciągnięcie  $K_z = 20$  do  $40 \text{ kg/cm}^2$ , na ciśnienie  $K_a = 150 \text{ kg/cm}^2$ .

Według Bausehingera:

$$K_z = \frac{K_d}{10} \text{ do } \frac{K_d}{6} \quad 126$$

$$K_b = \frac{K_d}{4} \quad 127$$

$$K_a = \frac{K_d}{6} \quad 128$$

minimum

$$K_z = 16 \text{ kg/cm}^2. \quad 129$$

<sup>1</sup> Zobacz oznaczenia współczynników skrajnej granicy wytrzymałości, strona 65.

Zaprawy z cementów ciężkich mają większą wytrzymałość, niż z cementów lżejszych.

Cement nie przechodzący przez sito z drutu 0·10 mm o 900 oczkach na 1 cm<sup>2</sup>, wiąże późno i słabo; jeżeli pozostałość cementu na tym sicie nie przekracza 10%, a na sicie z drutu 0·05 mm o 4900 oczkach na 1 cm<sup>2</sup> wynosi nie więcej niż 30 do 35%, to cement jest dostatecznie mialki.

Zaprawy nie należy przygotowywać w większej ilości, niż da się zużyć w czasie około dwu godzin; nie należy też przechowywać jej przez obiad, a tem mniej przez noc, gdyż twardnie i staje się nieprzydatną, a zarobienie jej ponowne nie prowadzi do celu.

Kamienie do murów na zaprawie cementowej powinny być czyste, nie kruche i nie miękkie, cegła zaś dobrze wypalona i doborowa. Cegła o gładkich zeszlonych powierzchniach nie łączy się ściśle z zaprawą cementową.

Powierzchnię murów przed wyprawą należy starannie oczyścić i zmoczyć; użycie rzadkiej a na to gęstej wyprawy jest mniej korzystne. Zacieranie wyprawy zewnątrz gęstszą zaprawą powoduje łuszczenie się.

Do naprawy stopni z piaskowca używa się gęstej zaprawy, zmieszanej z mączką tegoż piaskowca i z opilkami żelaznemi.

Zaprawa wapienno-cementowa jest mieszaniną zaprawy cementowej z wapnem gaszonym, lub sproszkowanym.

Zbyt chuda zaprawa cementowa w stosunku cementu do piasku 1:6, 1:7 itd. jest jeszcze wprawdzie wytrzymała, ale wskutek zbytnej sztywności niedogodna w użyciu i wiąże źle w murze; domieszka pewnej ilości ciasta wapiennego czyni ją ciągliwą, plastyczną i usuwa wszelkie powyższe wady i niedogodności. Wiąże powoli i można ją kilkakrotnie przerabiać w ciągu 24 do 26 godzin; jest zresztą wytrzymalsza od odnośnej zaprawy cementowej, tania i tworzy bardzo odpowiednią zaprawę do murów fundamentowych, piwnicznych, nadziemnych i wyprawy sklepień.

Zalecają zaprawy o następujących stosunkach cementu do ciasta wapiennego i do piasku 1:1½:6 do 9, 1:2:6 do 10, 1½:1½:6 do 9, 2:1:6 do 9, 1:½:5, 1:1:6 do 7.

Zaprawy do murów i sklepień: 1 część cementu, 5 piasku, 0·50 wapna i 1·30 wody daje około 4·90 części zaprawy, 1:6:1:1·35 daje około 6·00 części, 1:7:1:1·60 około 6·80 części, 1:8:1½:1·6 około 7·80 części, 1:10:2:1·7 około 9·45 części.

Do wyprawy murów zalecają mieszaninę: 2 części cementu, 3 piasku,  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{3}$  ciasta wapiennego, a jako zaprawy nieprzemakalne: 1 część cementu, 2 piasku, 0,5 wapna, 1:3:1, 1:5:1 $\frac{1}{2}$ , 1:6:2.

Zarabianie zaprawy wapienno-cementowej dokonuje się w następujący sposób: ciasto wapienne odmierzone we właściwym stosunku, zarabia się w skrzyni z wodą na mleko, a cement z piaskiem miesza się osobno według danego stosunku, poczem zsypuje do mleka i przerabia do właściwej miary.

Zamiast wapna zwykłego miesza się do zaprawy cementowej także wapno hydrauliczne; zalecają tu następujące stosunki cementu do wapna hydraulicznego i do piasku: 1:1 $\frac{1}{2}$ :6 do 9, 1:2:6 do 9, 1 $\frac{1}{2}$ :1 $\frac{1}{2}$ :6 do 9, 2:1:6 do 9, 1:1 $\frac{1}{2}$ :5, 1:1:6 do 7, 1:2:10.

### c) Zaprawa z cementów mieszanych.

**1. Cement dolomitowy.** Dolomit po słabem wypaleniu w temperaturze 300—400° C twardnie prędko w wodzie sposobem hydraulicznym i kamienieje; wypalony zaś w temperaturze znacznie wyższej i sproszkowany gasi się szybko w wodzie wśród znacznego ogrzania i daje masę, która podobnie jak gips służy do odlewów. Na tych własnościach dolomitu opiera się właśnie fabrykacja cementu dolomitowego.

**2. Cement medina** stanowi odmianę poprzedniego i wyrabia się z dolomitu i gliny zawierającej żelazo. Jest mniej wytrzymały, niż cement portlandki, ale znacznie tańszy i wytrzymały na działanie wody morskiej.

Dolomit, wypalony aż do wytworzenia się wapna żrącego, jest mało hydrauliczny i daje chudą zaprawę powietrzną, używaną zamiast zwykłej wapiennej.

**3. Cement magnezjowy.** Wypalona magnezja (tlenek magnezu), zmieszana z roztworem chlorku magnezu 20—30° Beaumé, rozgrzewa się i prędko tężyje w masę twardą, wytrzymałą, która podobnie jak cement portlandki staje się coraz twardszą. Masę tę nazwał Sorel cementem magnezjowym; jest jasnej barwy, przyjmuje wiele piasku i daje zaprawę po stwardnieniu bardzo wytrzymałą, ale niezupełnie hydrauliczną.

Używa się do wyrobu kamieni sztucznych, posadzek mozaikowych, ozdób architektonicznych, sztucznej kości słoniowej, kul bilardowych, do spajania metali, oraz szkła z metalami. Odmiany cementu magnezjowego są:

a) Abolit jest to magnezyt rozdrobniony, wypalony, zmielony i przesiany, z bezpostaciowym kwasem krzemowym zmieszany. Zarobiony wodą służy do wyrobu pomniejszych ozdób architektonicznych.

b) Cement magnezjowo-wapienny jest cementem magnezjowym, zmieszany z wapnem tłustem i używa się zamiast wapna hydraulicznego.

c) Bitumelit jest to cement magnezjowy zmieszany z asfaltem sproszkowanym.

**4. Cement biały**, zwany także cementem Ransome'a, jest dobrze wypaloną gliną, zmieszaną ze stosowną ilością kredy i glinki porcelanowej (kaolinu); cała ta mieszanina wypala się w retortach.

Jest podobny do marmuru, twardnie rychle, ma znaczną wytrzymałość, ale jest droższy od portlandzkiego.

Berkefeld wyrabia go z okrzemki i kredy, Heintzel z kredy i kwarcu silnie rozżarzonych; a w nowszych czasach wypalają mieszaninę z wapienia i kaolinu z domieszką feldspatu.

Używa się przeważnie do ozdób architektonicznych.

#### d) Zaprawa z cementów puzzolanowych.

**1. Cement puzzolanowy** jest mieszaniną wodoru wapnia czyli wapna na proszek zgaszonego z przymieszką, którąkolwiek puzzolanową; różni się od zwykłych zapraw puzzolanowych tem, że z fabryk otrzymuje się już jako gotowa mieszanina i że jest znacznie lepszy od owych zapraw puzzolanowych.

Cement puzzolanowy nie rozgrzewa się, wiąże powoli, nie pęcznieje, ale okazuje dążność do pęknięcia.

**2. Cement żuźlowy.** Rozżarzony płynny żuźel, spuszczonej z pieców wielkich w koryto z zimną wodą, płynącą silnym prądem, tworzy mniej lub więcej grube ziarna, zwane żuźlem ziarnowanym, czyli granulowanym. Ziarna te są gąbczaste, podobne do pumeksu, dają się łatwo sproszkować na mialką mączkę; a gdy pewne żuźle zasadowe wykazują w tym stanie ziarnowanym cenne własności hydrauliczne, więc zastosowano je zamiast gliny do wyrobu cementów. Cement żuźlowy zatem jest mieszaniną wapna na proszek zgaszonego z granulowanym żuźlem zasadowym z pieców wielkich; wytwarzają go dziś na wielką skalę, gdyż żuźel jest materiałem tanim, oddawanym nawet za darmo przez zakłady hutnicze, by niezabierał miejsca.



Wodan wapnia uzyskuje się starannem zgaszeniem suchem, poczem w ilości 15—35% miesza się z mączką żuźlową; barwa cementu jest jasna, żółtawoszara, a do zarobienia go na zaprawę potrzeba 20—30% wody.

Ciężar właściwy cementu żuźlowego wynosi 2·8; 1 m<sup>3</sup> lekko nasypanego waży 900—1000 kg, a 1 m<sup>3</sup> żuźlu sproszkowanego nasypanego 850 kg.

Dłuższe leżenie na składzie suchym, wolnym od przeciągów, zmniejsza ciężar, opóźnia wiązanie i podnosi dobroć.

Sprzedają go w beczkach po 200 kg i w workach po 50 kg brutto taniej, niż cement portlancki.

Początek twardnienia cementu żuźlowego na powietrzu bez domieszki piasku, gdy wiąże szybko, natępuje po 10 minutach, gdy wiąże miernie szybko, to po 10—30 minutach, gdy powoli, to po 30 minutach. Twardnie zupełnie po 15—20 godzinach.

Według normy austriackiej zaprawa złożona z 1 części na wagę cementu żuźlowego i z 1 części piasku normalnego, po tężeniu przez 24 godzin na powietrzu i 27 dni pod wodą, średnio wiążąca, powinna mieć wytrzymałość  $K_d = 180 \text{ kg/cm}^2$ ,  $K_s = 18 \text{ kg/cm}^2$  co najmniej.

Wszystkie cementy żuźlowe na mrozie nie dają się używać a na powietrzu okazują skłonność do pękania.

Używa się szczególnie do betonowania pod wodą i wogóle do robót i budowli wodnych; do budowli na powietrzu, względnie do budowli lądowych nie używa się go weale.

**3. Cement portlancki żelazny** wytwarzają w Niemczech we wszystkich fabrykach cementu żuźlowego w ten sam sposób jak cement portlancki, lecz zamiast gliny dodają granulowany żuźel zasadowy z pieców wielkich, zawierający tlenki metali. W nowszych czasach dodają do gotowego już tego cementu około 30% granulowanego, wyżarzonego i zmielonego żuźlu.

Cement portlancki żelazny różni się od cementu żuźlowego tem, że daje się używać bez żadnych ograniczeń tak, jak cement portlancki, a często okazuje lepsze nawet własności od cementu portlanckiego. W budownictwie wodnem okazuje te same znakomite własności, jak cement żuźlowy; a zresztą jest pod każdym względem równorzędny z cementem portlanckim.

**4. Badanie dobroci środków hydraulicznych wiążących** musi się odnosić do tego stanu, w którym się ich używa do budowy. Odnośne przepisy co do sposobu przeprowadzania tych badań

wydało Stowarzyszenie austriackich inżynierów i architektów, a mianowicie:

Przepisy co do jednolitego dostarczania i badania: *a)* cementu portlandzkiego z roku 1889, *b)* cementu romańskiego z roku 1890, *c)* cementu żuźlowego z roku 1907.

W Prusiech, względnie w b. dzielnicy pruskiej obowiązują okólniki Ministerstwa robót publicznych: *a)* Normy co do jednolitego dostarczania i badania cementu portlandzkiego z dnia 28. czerwea 1887. z dnia 23. kwietnia 1897, z dnia 19. lutego 1902. *b)* Instrukcja do wyznaczania ciężaru netto podczas odbioru cementu portlandzkiego.

## 8. Beton.

Beton jest mieszaniną zaprawy z kamykami, która po stwardnieniu tworzy sztuczny zlepieniec. Do tego nadają się wszelkie zaprawy i stąd odróżnia się beton wapienny, gipsowy, trasowy, puzzolanowy, hydrauliczny, z cementu romańskiego, portlandzkiego, żuźlowego.

Kamyki wchodzące w skład mieszaniny są żwirem, osuwanem, tłuźceńcem kamiennym lub ceglany, zazwyczaj drobne o określonej wielkości; wszakże w wielkich masach betonu używają także dużych kamieni.

### *a)* Beton wapienny i beton hydrauliczny.

1. Beton wapienny cechuje się tem, że zawiera więcej piasku (6—10 części na 1 część wapna), niż zwykła zaprawa, a często także i domieszkę kamyków. Używa się do wznoszenia murów zabudowań i do wyrabiania cegieł wapienno piaskowych. Do zaprawy dodają także proszek wapienny, lub domieszki wodotrwale.

Przygotowuje się w ten sposób, że gęste ciasto wapienne przerabia się graczami na jednolitą masę, rozpościiera na pomoście, posypuje piaskiem starannie odmierzonem i przerabia tak długo, aż składniki mieszaniny staną się niedostrzegalne; następnie dodaje się kamyki a wody tyle tylko, ile niezbędnie potrzeba i znowu zarabia. Beton taki należy zaraz użyć.

Beton z wapna zwykłego sproszkowanego przygotowuje się mieszanem na sucho i zarabia jak beton cementowy portlandzki w sposób niżej opisany.

2. Beton hydrauliczny przygotowuje się tak samo, jak beton cementowy portlandzki; zarówno jednak beton hydrauliczny, jak i beton wapienny używa się tylko wyjątkowo.

### b) Beton gipsowy.

Beton gipsowy jest mieszaniną gipsu murarskiego z ostrym żwirem czystym, tłużeńcem kamiennym lub ceglany; mieszanina po zrobieniu wlewa w formę rychło twardnie i ma znaczną trwałość i wytrzymałość.

Zamiast kamyków używają często także gruzu starych murów.

Z betonu gipsowego wyrabiają mury budynków, oraz sztuczne kamienie, ale tylko tam, gdzie gips znajduje się w obfitości i łatwo daje się wydobywać. Tak np. w Harzu wznoszą z betonu gipsowego domy mieszkalne, gospodarcze, wile, altany, ogrodzenia, sklepienia, schody a nawet kominy fabryczne i piece suszarniane; we Francji jest również rozpowszechnione użycie betonu gipsowego; u nas mimo obfitych pokładów gipsu we wschodniej części kraju, betonu gipsowego nikt nie używa w budownictwie.

### c) Beton cementowy portlancki.

Beton cementowy portlancki jest mieszaniną zaprawy cementowej z kamykami, względnie mieszaniną cementu, piasku i kamyków, zarobioną wodą. Mieszanina ta tworzy najlepszy, najwytrzymalszy, ale zarazem najdroższy beton, używany dziś powszechnie w budownictwie o bardzo obszernym zakresie, a zwłaszcza tam, gdzie potrzeba możliwie wielkiej wytrzymałości, oporności, trwałości, nieprzesiakliwości itd.

1. *Piasek* należy przed użyciem starannie oczyścić z gliniastych ziemistych i innych domieszek; wszakże domieszka około 6<sup>o</sup>/<sub>o</sub> miążkiej, nieprzyległej do ziarn piasku gliny, podnosi wytrzymałość zaprawy i takiego piasku nie trzeba płókać.

Dobry piasek powinien zawierać wszelkie wielkości ziarn od pyłku do najgrubszych, jednak pyłku nie więcej niż 15<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, gdyż w przeciwnym razie wymaga więcej cementu i daje zaprawę mniej wytrzymałą, niż piasek grubszy.

2. *Woda co do swej jakości i ilości* ma ważny bardzo wpływ na późniejszą wytrzymałość betonu; powinna więc być czysta i raczej miękka niż twarda, o czem jednak decydują warunki miejscowe. Woda moczarowata jest zupełnie nieprzydatna, woda zaś morska nieszkodzi, ale może spowodować wykwit. Należy też starannie przestrzegać właściwego wymiaru wody w każdym danym przypadku.

3. *Kamyki do betonu (kruszywo)* używane, mogą być: drobnym żwirem, żwirkiem, średnim żwirem, lub grubym żwirem;

nierównie jednak silniej spajają się z zaprawą kamyki kończaste, czyli tłuźeniec rodzimy lub sztuczny, drobny, lub gruby.

Największe używane kamyki żwiru są około 50 mm grube, a tłuźeniec 50—60 mm; celem jednak zaoszczędzenia zaprawy wkłada się w masę betonu większych ław lub brył duże kamienie w ilości do 40% całego materiału kamiennego, które należy rozmieścić równomiernie a każdy otoczyć miękką masą betonową w dostatecznej ilości.

Żwir nie łączy się z zaprawą tak silnie, jak tłuźeniec, ale zato ułatwia wymieszanie masy i ubijanie; beton zatem z tłuźenieca jest wytrzymałszy w ogóle, a szczególnie na uderzenia. Za żwirem przemawia i to, że składa się z kamyków różnej wielkości, wskutek czego drobne zapełniają pustkę między grubszymi, a pustka międzyziarnowa staje się mniejszą i czyni beton ekonomiczniejszy, gdyż mniej trzeba cementu.

Tłuźeniec z cegły lichej jest nieprzydatny do betonu, gdyż wytrzymałość jej na ciśnienie  $K_d = 100 \text{ kg/cm}^2$  i byłaby mniejsza, niż wytrzymałość zaprawy, a nasiąkliwość dochodzi 50%; cegła najlepsza ma  $K_d = 1200 \text{ kg/cm}^2$  i chłonie wody około 8%; cegła średnia ma  $K_d = 300 \text{ kg/cm}^2$  i nasiąka 25% wody. Należy więc używać do betonu cegły najlepszej, lub średniej jakości.

Tłuźeniec z piaskowca może mieć nawet  $K_d = 250 \text{ kg/cm}^2$  i nasiąkliwość ponad 10%, trzeba tu więc zwracać uwagę na jakość piaskowca.

Tłuźeniec z wapieni i marmurów jest bardzo odpowiedni do przedniejszych wyrobów, jak płytki posadzkowe, stołowe itp.

Tłuźeniec z granitu, gnajsu, kwarcytu, szarejwaki, zieleńca, hornblendy, bazaltu itp. twardych kamieni jest najlepszy. Trachyty i lawy są nieodpowiednie.

Podczas tłuźenia kamieni wytwarza się mialki gruz, którego nie należy wysiewać, gdyż zmniejsza pustkę między kamykową tłuźenieca.

Z użyciem tłuźenieca żuzłowego trzeba być bardzo ostrożnym i wypróbować go w betonie, gdyż zawartość siarki w żuzlu jest bardzo niebezpieczną w betonie połączonym z żelazem.

Tłuźeniec wytworzony ręcznie jest regularniejszy, niż maszyną; pierwszy bowiem ma mniej więcej kamyki sześciennie, a drugi ostre najrozmaitszej postaci.

**4. Stosunek wzajemny składników betonu.** Wielkość pustki międzyziarnowej żwiru lub tłuźenieca wyznacza się tak samo, jak

piasku. Jeżeli tłuczeniec ma ziarna równomierne, to według doświadczenia wynosi pustka 40—50% objętości; domieszką jednak drobniejszego tłuczenia, lub żwiru da się ta pustka zmniejszyć o 15 do 25%.

Wszystkie bez wyjątku składniki betonu muszą być czyste, gdyż inaczey zlepienie ich dokładne spoiwem nie byłoby możliwe.

Co do betonu obowiązuje ta zasada, że pustkę międzykamykową musi zaprawa nietylko całkiem zapełnić, ale nadto każdy kamyk otoczyć zewsząd cienką warstewką; ta sama zasada tyczy się także zaprawy. Za mało zaprawy dałoby beton porowaty, za dużo podrożyłoby go niepotrzebnie.

Hość zatem zaprawy musi być nietylko tak wielka jak pustka międzykamykowa, ale posiadać nadto pewien nadmiar, zależny odwrotnie od wielkości kamyków. Nadmiar ten wynosi 10—25% pustki; w szczególności zaś dla betonu zwykłego 10%, dla muru betonowego 15%, dla zespolów z betonu i żelaza 20—25%. Przejętnie przyjmuje się nadmiar 15%. I tak z doświadczenia wiadomo, że żwir złożony z ziarn od 7—45 mm dużych posiada pustkę około 35%, a stąd potrzebna do betonu zaprawa z nadmiarem wyniesie  $35(1 + 0.15) \cong 40\%$ .

Zależność nadmiaru zaprawy od wielkości kamyków okazuje się dosadnie ze stosunku powierzchni do objętości kostki o długości boku 1 cm, a kostki o długości boku 6 cm; stosunek ten w pierwszym wypadku  $6 : 1 = 6$ , a w drugim  $216 : 216 = 1$ . Beton więc z kostek 1 cm dużych wymaga nadmiaru zaprawy 6 razy większego, niż beton z kostek 6 cm grubych.

Nasypany lekko osuwaniec, lub tłuczeniec zawiera pustkę około 50%, która da się zmniejszyć do 35% przez domieszanie drobniejszych kamyków różnej wielkości, a w ten sposób zmniejszy się także ilość potrzebnej zaprawy; zapomocą ubijania osiąga się również zmniejszenie objętości pustki.

Hość wody wpływa nietylko na trwanie tężenia i wytrzymałość zaprawy, lecz także i na ubijalność betonu; wilgoć wzmagą ubijanie do pewnego stopnia, za wiele jej jednak czyni beton tak rzadkim, że się nieda ubić, tylko usuwa się na boki a nawet wydziela cement z wodą.

Stosownie do zawartości wody rozróżniamy beton:

1. wilgotny (sypki), zawierający tyle wody, że w rękach da się ugniatać w kulki,

2. plastyczny, zawierający o 50% więcej wody niż poprzedni,

3. miękki, ze znaczną domieszką wody,

4. lamy, posiadający nadmiar wody.

Beton sypki używa się tam, gdzie go można silnie ubijać, plastyczny zaś do konstrukcji betonu z żelazem.

Ponieważ materiał kamienny jest zawsze w stanie chłonać wodę i może odebrać zaprawie wodę, potrzebną do wiązania, więc należy kamyki osobno zmoczyć dostatecznie wodą, wynoszącą według doświadczenia około 25% objętości kamienia.

Stosunek składników mieszaniny betonu wyrażają powszechnie objętościowo; sposób ten jednak może prowadzić do nadużyć przez umyślne zbyt lekkie nasypywanie cementu celem zaoszczędzenia na wadze. Właściwą miarą powinien tu być stosunek ciężarowy, który jedynie prowadzi do ścisłego określenia stosunku mieszaniny. Ciągłe ważenie jednak materiałów, wchodzących w skład betonu, jest niemożliwe w praktyce do zastosowania zwłaszcza, gdy roboty są wielkie, gdyż wymagałoby dużo zachodu i straty czasu.

Możnaby tu wybrać drogę pośrednią, to jest wyznaczyć stosunek mieszaniny ciężarowo i przerachować na stosunek objętościowy; ale i to miałoby w praktyce swoje trudności z powodu potrzeby ciągłej zmiany naczyń do mierzenia objętości składników betonu. Ostatecznie utrzymało się w praktyce takie postępowanie, że stosunek cementu do piasku i kamyków wyznacza się objętościowo, a obok objętości stosunkowej cementu wyraża się także ciężar jego pod założeniem, że 1 m<sup>3</sup> cementu w stanie używanym do mieszaniny, to jest w stanie nasypanym lekko waży 1400 kg.

Stosunek zatem mieszaniny betonu nie jest w praktyce ustalony. Zazwyczaj stosunek cementu do piasku, do kamyków oznaczają ilościami objętościowymi 1 : m : n.

Jak doświadczenie poucza, z mieszaniny 1 części cementu, m części piasku i n części kamienia otrzymujemy beton o objętości O, która jest mniejsza niż objętość składników, zatem

$$O < 1 + m + n$$

Stosunek

$$\frac{O}{1 + m + n} = K$$

130

zwiemy współczynnikiem wydajności lub wydajnością betonu.

Przeciętnie  $K = 0.6$ .

Wedle Büsinga i Schunana na 1 m<sup>3</sup> betonu ubijanego potrzeba:

dla mieszaniny	cementu	piasku i kamienia	wody
1 : 3	450 kg	0·964 m <sup>3</sup>	0·134 m <sup>3</sup>
1 : 4	355 „	1·021 „	0·131 „
1 : 5	295 „	1·059 „	0·130 „

Dla przerechowania wagi cementu na objętość przyjmuje się 1 m<sup>3</sup> cementu = 1200 kg cementu (§ 23, p. 5., przepisów M. R. P.).

Dla osiągnięcia betonu szczelnego stosunek wzajemny składników powinien wynosić:

$$1 : m : n = 1 : m : 1\frac{1}{2} m \quad 131$$

Poniższe zestawienie wskazuje ilość składników na 1 m<sup>3</sup> betonu przy zachowaniu stosunku 1 : m : 1·5 m:

Stosunek mieszaniny	cementu	kruszywa, to jest		To jest na 1 m <sup>3</sup> kruszywa cementu
		piasku	kamienia	
1 : 2 : 3	378 kg	0·54 m <sup>3</sup>	0·81 m <sup>3</sup>	280 kg
1 : 2·5 : 3·75	302 „	0·54 „	0·81 „	223 „
1 : 3 : 4·5	252 „	0·54 „	0·81 „	187 „
1 : 3·5 : 5·25	216 „	0·54 „	0·81 „	160 „

Wedle § 23. rozp. M. R. P. ilość cementu nie może być mniejsza niż 100 kg na 1 m<sup>3</sup> kruszywa.

Dokładne ilości potrzebnego materiału należy wyznaczyć na podstawie prób z materiałem, który ma być użyty.

Stosunek 1 : m : 1½ m utrzymuje się w praktyce, gdyż umożliwia doraźną kontrolę roboty.

Najważniejszym warunkiem dobrei betonu jest stosunek cementu do piasku. W praktyce zdarza się często naturalna mieszanina żwiru o rozmaitej grubości ziarn z piaskiem, która daje tę korzyść, że oszczędza pracę mieszania; gdzie jednak beton musi wytrzymywać wysokie natężenia, zachodzi konieczność zbadania, czy ilość piasku tej naturalnej mieszaniny jest we właściwym stosunku do żwiru i czy wystarcza do zapelnienia pustki międzykamykowej. Wielkość tej pustki wyznacza się zapomocą wody w sposób wyżej podany; badanie zaś stosunku naturalnej mieszaniny dokonuje się wysiewaniem, zaczem przyjdzie nieraz dodać jeszcze piasku do tej mieszaniny. W takim razie jednak korzystniejszą i pewniejszą będzie zawsze mieszanina sztuczna, niż naturalna.

5. *Wydajność betonu.* Wyznaczenie potrzebnej do robót betonowych ilości materiałów danego stosunku  $1:m:n$  lub  $1:x$  mieszanki, względnie ilości materiałów na  $1 m^3$  betonu, jest rzeczą inżyniera, umożliwiającą wypracowanie kosztorysu i wydanie zamówień. Jeżeli  $C, P, K$  są objętości cementu, piaski i kamyków,  $b$  zaś cyfrą procentową pustki międzykamykowej jednostki objętości materiału kamiennego, to ilość zaprawy  $Z$ , potrzebnej do zapelnienia całkowitej pustki międzykamykowej  $b K$ , musi równać się tej pustce, zatem musi być

$$Z = b K. \quad 132$$

Jeżeli dalej zaprawa ta jest mieszaniną cementu do piasku w stosunku objętościowym  $1:m$ , to objętość  $Z$  zaprawy nie będzie sumą objętości składników  $1+m$ , lecz tylko pewnym procentem  $k$  tej sumy; będzie zatem

$$Z = (1+m) k, \quad 133$$

stąd stosunkowa ilość cementu, przypadająca na jednostkę zaprawy będzie  $\frac{1}{(1+m)k} \cdot 1$ , gdy zaś ilość jednostek zaprawy musi wynosić według założenia  $b K$ , więc cała ilość cementu, potrzebna do ilości  $K$  betonu

$$C = \frac{1}{1+m} \cdot \frac{1}{k} \cdot b K. \quad 134$$

Ponieważ objętość piasku jest  $m$  razy większą od objętości cementu, więc

$$P = m C = \frac{m}{1+m} \cdot \frac{1}{k} \cdot b K. \quad 135$$

Ilość wreszcie powstałego stąd betonu

$$B = K. \quad 136$$

Dobroć betonu jednak wymaga pewnego nadmiaru wyznaczonych wyżej składników; jeżeli więc  $\mu$  jest cyfrą procentową tego nadmiaru, to łącznie z nadmiarem będzie potrzeba cementu

$$C_1 = C(1+\mu) = (1+\mu) \cdot \frac{1}{1+m} \cdot \frac{1}{k} \cdot b K \quad 137$$

i piasku

$$P_1 = P(1+\mu) = (1+\mu) \cdot \frac{m}{1+m} \cdot \frac{1}{k} \cdot b K. \quad 138$$

Podczas wypracowania kosztorysu niema zwykle pod ręką materiałów, które wejdą w skład betonu i nie można wyznaczyć czynników  $b, K$ ; do tego celu wystarczą jednak przeciętne wartości odnośne, znane z doświadczenia, a mianowicie: dla piasku i kamienia wartość  $b = 0.40$ , wartości zaś współczynnika wydajności zaprawy wynikają z wzorów 120—125, str. 127.



Jeżeli zatem w danym razie zaprawa ma być mieszaniną cementu do piasku w stosunku 1:3, to ilość potrzebnych składników do 1 m<sup>3</sup> betonu czyli dla  $B=K=1$ , po podstawieniu odnośnej wartości średniej czynnika wydajności zaprawy  $k=0.70$ , otrzymamy na podstawie powyższych wzorów

$$C = \frac{1}{1+3} \cdot \frac{1}{0.70} \cdot 0.4 = 0.143 \text{ m}^3 = 200 \text{ kg}$$

$$P = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{0.7} \cdot 0.4 = 0.429 \text{ m}^3, \quad K = 1 \text{ m}^3,$$

a z nadmiarem

$$C_1 = 1.15 C = 1.15 \times 0.143 = 0.164 \text{ m}^3 = 230 \text{ kg}$$

$$P_1 = 1.15 \times 0.429 = 0.493 \text{ m}^3.$$

Obliczone wyżej cyfry przedstawiają stosunek cementu do piasku i kamyków 0.143:0.429:1, względnie 0.164:0.493:1, co daje się sprowadzić do formy 1:m:n, lub 1:x, na podstawie zwykłej proporcji 0.143:1 = 1:n, względnie 0.164:1 = 1:n, z których wynika  $n = \frac{1}{0.143} = 7$ , względnie  $n = \frac{1}{0.164} = 6$ , a stąd będzie stosunek 1:3:7, względnie 1:3:6.

Skrócona zaś forma stosunku 1:x wynika z wzoru

$$x = n(1-b) + m = 7 \times 0.6 + 3 = 7.2, \text{ względnie}$$

$$x = 6 \times 0.6 + 3 = 6.60, \text{ a stąd } 1:x = 1:7.2, \text{ względnie } 1:6.60.$$

Inny sposób wyznaczenia poszczególnych składników betonu zestawił starszy radca budownictwa Stöckl w „Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst“ Nr. 48 z roku 1909: jeżeli 1 m<sup>3</sup> nasypanego lekko cementu waży  $g_c$ , piasku  $g_p$ , kamyków  $g_k$ , betonu  $G$ , a  $C, P, K$  są objętości składników 1 m<sup>3</sup> betonu to

$$C g_c + P g_p + K g_k = G, \quad 139$$

jeżeli dalej składniki te są w stosunku 1:m:n, to  $C = C \times 1$ ,  $P = m C$ ,  $K = n C$ , co podstawione w powyższe równanie daje

$$C g_c + C m g_p + C n g_k = G, \quad 140$$

$$C = \frac{G}{g_c + m g_p + n g_k}, \quad 141$$

$$P = \frac{m G}{g_c + m g_p + n g_k}, \quad 142$$

$$K = \frac{n G}{g_c + m g_p + n g_k} \quad 143$$

Ten autor dalej wywodzi. Jeżeli  $K_p$  przedstawia objętość naturalnej mieszaniny kamyków z piaskiem, a zaś pustkę międzyziarnową jednostki objętości tej mieszaniny, to  $c K_p$  będzie jej całkowitą pustką.

a potrzebna do takiego betonu ilość cementu musi się nie tylko równać  $c K_p$ , ale nadto otrzymać nadmiar  $\mu c K_p$ , będzie zatem

$$C = c K_p + \mu c K_p = K_p (1 + \mu) c, \quad 144$$

stąd za

$$K_p = \frac{C}{(1 + \mu) c} \quad 145$$

oraz

$$\frac{K_p}{C} = \frac{1}{(1 + \mu) c} \quad 146$$

Objętość betonu będzie

$$B = C + K_p - c K_p = c K_p + \mu c K_p + K_p - c K_p = K_p (1 + \mu c) \quad 147$$

$$K_p = \frac{B}{1 + \mu c} \quad 148$$

co podstawivszy we wzór na  $C$  otrzymany

$$C = B \frac{(1 + \mu) c}{1 + \mu c} \quad 149$$

Dla  $1 m^3$  betonu, to jest dla  $B = 1$

$$C = \frac{(1 + \mu) c}{1 + \mu c} \quad 150$$

$$K_p = \frac{1}{1 + \mu c} \quad 151$$

Równanie 151 podzielone przez równanie 150 daje stosunek mieszaniny betonu w skróconej formie, a mianowicie:

$$\frac{K_p}{C} = \frac{1}{1 + \mu c} = x \quad 152$$

gdyż

$$C : K_p = 1 : \frac{K_p}{C} = 1 : x. \quad 153$$

Wyznaczenie z góry wydajności betonu jest o wiele trudniejsze niż zaprawy, gdyż tu główny wpływ ma wielkość kamyków a potem stopień ubicia betonu.

Stöckl podaje następujący wzór na wydajność betonu

$$B = 0.48 C + 0.60 P + 0.60 K + W, \quad 154$$

w którym objętość potrzebnej wody

$$W = 0.17 (C + P) \quad 155$$

co podstawione we wzór 154 daje

$$B = 0.65 C + 0.77 P + 0.60 K. \quad 156$$

Dla stosunku  $1:m:n$ ,  $P = m C$ ,  $K = n C$ , a potrzebna ilość cementu na  $1 m^3$  betonu będzie

$$C = \frac{1}{B}. \quad 157$$

R. Dyckerhoff podaje wydajność doświadczalną ubijanego betonu, w którym żwir zawierał 35<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, a tłuczeniec 47<sup>o</sup>/<sub>o</sub> pustki: przez stosowną zaś domieszkę drobnych ziarn kamiennych do tłuczenia można było pustkę 47<sup>o</sup>/<sub>o</sub> zniżyć do 35<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, a wtedy ilość cementu i piasku była taka sama jak dla betonu żwirowego. Wydajność tę przedstawia w sposób następujący:

Mieszanina cementu, piasku i żwiru w stosunku 1:2:4 daje 4.40 części betonu, 1:3:6 daje 6.65 części, 1:4:8 daje 8.85 części, 1:5:10 daje 11.25 części, oraz 1 część cementu, 1 część wapna hydraulicznego, 6 części piasku i 12 żwiru daje 13.45 części betonu ubijanego.

Mieszanina cementu, piasku i tłuczenia w stosunku 1:2:3 daje 3.55 części betonu, 1:3:4.5 daje 5 części, 1:4:6 daje 6.50 części, 1:5:7.5 daje 8.35 części, oraz 1 część cementu, 1 część wapna hydraulicznego, 6 części piasku i 9 części tłuczenia daje 9.53 części betonu ubijanego.

Gdy beton jest mniej mocno ubity i więcej wilgotnie zarobiony, to wydajność jego jest większa od wyżej wykazanej.

Bardzo chude betony, począwszy już od stosunku cementu do piasku 1:5, dają się tem trudniej zużytkować czem stosunek wyższy; mieszaniny te można jednak przerobić na weale używalne zapomocą domieszki wapna zwykłego, lub co lepiej hydraulicznego (odnośnie stosunki na stronie 130 i 131).

6. *Przygotowanie betonu* czyli mieszanie jego składników wykonuje się ręcznie lub maszyną, a największy wpływ na dobroć jego i wytrzymałość, obok doboru składników i ich wzajemnego stosunku, ma wymieszanie wzajemne składników tak starannie przeprowadzone, aby spoiwo ogarnęło każde ziarnko piasku, względnie zaprawa każdy kamyk.

a) Ręcznego przygotowania betonu dokonuje się na pomoście szczelnym z desek, blachy itp., na który nasypuje się około 10 cm gruba warstwa piasku starannie odmierzonego taczka, lub innem naczyniem według przepisanej stosunku, a warstwę tę posypuje się równomiernie cementem także odmierzonym i miesza łopatomi, dopokąd mieszanina wśród przerzucania nie wykaże wszędzie jednakiej barwy. Potem wśród ciągłego przerzucania łopatomi zlewa się

mieszanie wodą z konewki sitkiem zaopatrzonej, aż osiągnie gęstość wymaganą i dosypuje się kamyków starannie odmierzonych, oczyszczonych i zmoczonych; wreszcie całość mieszaniny przerzuca się łopatom dwa do trzy razy, aż każdy kamyk oblepi się zaprawą, i beton jest gotowy.

Mieszają także i w ten sposób, że na pomoście usypują kupę stożkową cementu, wokoło niej wał piasku, a następnie mieszają jak poprzednio.

Beton wapienno-cementowy zarabiają w ten sposób, że do wymieszanego na sucho cementu z piaskiem, dodają zarobionego wapna, a po należytem wymieszaniu dosypują zmoczonych kamyków; albo też do zarobionego wapna dosypują cementu, potem piasku, a na koniec kamyków.

b) Przygotowanie maszyną daje beton więcej zbity, wykazujący 20—25% większą wytrzymałość i mniejszą skłonność do rys i pęknięć; z tego powodu też w większych robotach betonowych wymaga się wyraźnie pracy maszynowej. Zresztą maszyna dokonuje mieszania o wiele szybciej i wydawniej, daje masę więcej równomierną niż ręcznie, i zastosowuje się wszędzie tam z korzyścią, gdzie zależy na wytworzeniu w krótkim czasie wielkiej masy betonu i gdzie jest mało miejsca do ustawienia stosownej ilości robotników do zarabiania ręcznego.

Maszyna ma jednak swoje wady: nie daje się dostosować do różnych warunków składników, jak oto: większa grubość kamyków, zwiększony dodatek wody; ani też kontrolować we wszystkich stadjach roboty tak, jak robota ręczna, gdyż widzi się jedynie beton już gotowy, sypiący się z maszyny. Maszynę trudniej też przenieść na inne miejsce i trudniej dostosować do zmiany warunków, jak bezrobocie lub wstrzymanie. Mimo tego wszystkiego maszyna ma pierwszeństwo, a w połączeniu z robotą ręczną wady jej znikają. Zaprawa zarabia się również maszyną.

W maszynowym zarabianiu utrzymywał się przebieg zdwojony, polegający na tem, że osobna maszyna dokonywała zarobienia składników zaprawy, a osobna wymieszania zaprawy z kamykami; załatwianie jednak obu tych czynności równocześnie jedną maszyną jest pod każdym względem korzystniejsze i dziś używają jedynie takich tylko maszyn.

Maszyny, służące do zarabiania betonu, pracują ciągle lub z przerwami; a mieszanie odbywa się w naczyniach poziomych lub w pochyłych, ruchomych albo w stałych, zaopatrzonych rucho-

memi ramionami; maszyny te są najrozmaitszych typów, bywają poruszane siłą 'udzką, zwierzęcą, lub motorową i mogą dostarczyć w godzinie do 45 m<sup>3</sup> gotowego betonu. Najdogodniejszym jest tu pod każdym względem motor elektryczny.

7. *Sposób użycia betonu.* Beton gotowy trzeba zaraz zużyć do budowy a zużycie może być dwojakie; albo sypią go w miejscu przeznaczenia według możliwości warstwowo, gdzie układa się pod działaniem własnego ciężaru, i w tedy zowie się betonem sypnym, albo też układa się warstwami i ubija każdą warstwę, a wtedy zowie się betonem ubijanym. Jest jeszcze także i beton lany, który zawiera wielką domieszkę wody i żwirek, a służy do odlewania w formach, delikatnie upostaconych, przedmiotów czyli odlewów betonowych.

a) Beton ubijany posiada wyższy stopień wytrzymałości; nie wszędzie jednak można go ubijać, zwłaszcza w śród dostępu wody. Jeżeli beton jest sypki, to układa się go warstwami 15—20 cm, jeżeli zaś lepki, to warstwami 20—30 cm grubemi i ubija się każdą warstwę zaraz po ułożeniu.

Czem mniejsza grubość warstwy, tem silniej da się ubić; ciensze jednak warstwy od wyżej podanych powiększyłyby niepotrzebnie koszt ubijania, grubsze zaś niedałyby się ubić należyście.

Warstwy należy układać możliwie prostopadle do kierunku sił cisnących, występujących w zespole betonowym tak, aby ubijanie mogło być równoległe do kierunku sił; gdzie to nie możliwe, należy warstwom nadać takie położenie w każdym razie, aby pod działaniem sił niebyły wystawione na przesunięcie; ułożenie warstw równoległe do kierunku ubijania będzie w takich razach najeczęściej lepsze niż ukośne. Tak n. p. sklepienia o łuku płaskim nie można ubijać w warstwach poziomych, lecz przeciwnie, w miejscach płaskich prostopadle do opierzenia. Według doświadczenia wytrzymałość betonu na ciśnienie jest prawie taka sama w kierunku ubijania, jak w kierunku prostopadłym do ubijania.

Ubijania dokonują żelaznymi lanymi bijkami z drewnianymi trzonami lub także żelaznymi, o podstawie kwadratowej 10—16 cm, albo krągłej z wyokrąglonymi dolnymi brzegami, ważącymi 10 do 17 kg. Beton ubija się tak długo, aż na powierzchni okaże wodę i nie poddaje się już pod bijkami. Sypki beton daje się ubijać o wiele silniej niż lepki, gdyż z lepkiego wydzieliłby się zupełnie cement. Szczególnie troskliwie należy ubijać naroża i przy zewnętrznych ścianach, gdzie beton musi być zupełnie szczelny.

i nie powinien zawierać grubszych kamyków. Użyto już także i maszyn do ubijania, co jednakże oplaca się tylko na wielką skalę.

Między objętością betonu nasypanego a ubitego wynosi różnica 25%.

Według doświadczenia  $0.145 m^3$  cementu,  $4 \times 0.145 m^3$  piasku i  $6 \times 0.145 m^3$  kamyków daje  $1 m^3$  betonu w stosunku 1:4:6; do  $1 m^3$  betonu ubitego potrzeba  $1.5—1.6 m^3$  sypkich składników.

Według możliwości powinny iść warstwa na warstwę świeżo; gdy przerwa w robocie była konieczna, to przed nałożeniem nowej warstwy należy zawsze rozdrapać powierzchnię gotowej warstwy miotłami stalowymi, ubić i dopiero potem nałożyć nową warstwę. Jeżeli przerwa trwała dłużej niż 24 godzin, wzruszą się beton dziobakami, oczyszcza z okruszków, zmywa starannie wodą, zalewa tłustą zaprawą i dopiero na to nakłada nową warstwę, ubija itd. Tyczy się to zarówno powierzchni poziomych jak i pionowych. Tam gdzie beton przypiera do drzewa lub do muru kamiennego należy te przedmioty zmoczyć, aby nie odeciągnęły wody z betonu.

Beton w stadium twardnienia należy przed działaniem gorąca słońca, wiatru i mrozu chronić zapomocą starannego okrycia deskami, słomą, liśmami, piaskiem itp., a w miarę potrzeby zabezpieczyć częstym zlewaniem wodą od zbyt rychłego wyschnięcia.

Zamierzony przedmiot z betonu należy z boków i od dołu otoczyć ścianami, tworzącymi formę, tak mocnymi, aby mogły wytrzymać ciężar betonu i silne ubijanie i nie wybrzuszyć się; ściany te i dno mogą być ziemne, murowane, drewniane lub żelazne. Deski większych opierzeń są niehyblowane, przystosowane, przybite lekko od wnętrza do szkieletu drewnianego; deski zaś małych form są hyblowane i tłuszczem powleczone, aby beton nie przyłgnał.

Otwory drzwiowe w murze betonowym opiera się równocześnie z opierzeniem całego muru, okna zaś w miarę postępu roboty; oprawy drzwi i okien, drewniane, zakłada się dopiero później i przymocowuje do drewnianych, osadzonych w tym celu w szpaletach. Komin i przewody wentylacyjne wykonuje się jak w murach ceglanych.

Formy drewniane rozbiera się, skoro beton stwardnieje do tego stopnia, że może zatrzymać już swą postać. W średniej ciepłocie, gdy mury betonowe niewysokie, można opierzenie rozebrać już po 24 godzinach; mniejszych sklepień 2—3 m rozpiętości po 2 do 3 dniach; sklepienia większe muszą jednak pozostać w opierzeniu 10—14 dni.

Wyprawa trzyma się tylko wtedy, gdy beton wyprawi się zaraz po odjęciu opierzenia, kiedy jeszcze mokry; powierzchnię oczyszcza się z kurzu, zwilża, nakłada cienko zaprawę, obejga łąką i zacierą. Gdy deski opierzenia są czysto ohyblowane i przystosowane, a beton przy nich starannie ułożony i ubity tak, aby żaden większy kamyk tam nie przypadł, to wyprawy niepotrzeba.

Stosownie do przeznaczenia betonu używają do jego mieszaniny cementu, piasku i kamyków w następujących stosunkach:

Do fundamentów, brukowań w rowach, podwórzach itp. 1:4:6, 1:4:7 do 1:5:10, a gdy grunt zły 1:3:6.

Do murów i sklepień 1:3:4, 1:3:5.

Do sklepień, stropów i murów, wytrzymałych na pociski bomb i strzałów 1:3:4.

Do wielkich kwader betonowych 1:3:4, a wystawionych na silne obciążenia 1:2:3.

Do delikatnych przedmiotów betonowych ze żwirku 1:1½:2 do 1:2:2.

Beton jest nieocenionym materiałem fundamentowym; jednakże wykonują z niego także mury budynków, sklepienia, filary, schody, stropy, posadzki, zbiorniki, cysterny, rury kanałowe, beczki, płyty chodnikowe i posadzkowe, giowice kolumn, wazony, figury itd. Do murów budynków nienadaje się ze względów budowniczozdrowotnych, gdyż nasiąka wilgocią, nie przepuszcza powietrza i nie utrzymuje ciepła; wartość zdrowotna znacznie się polepsza; gdy jest z kamyków żuźlowych, które są porowate. Zresztą rozległe ma zastosowanie do budowli drogowych, do mostów, budowli wodnych, do podkładu pod brukowanie ulie itp.

Metr sześcienny betonu waży: z granitu 2500 *kg*, z wapniowca i piaskowca 2200 *kg*, z cegieł 1800 *kg*.

b) Beton sypany ogranicza się przeważnie do wykonywania budowli pod wodą, a zresztą wogóle używa się tam, gdzie ubijanie niemożliwe. Odróżnia się od betonu ubijanego tem, że go się sypie według możności w warstwach poziomych, lub mało pochyłych, i to tylko w najprostszych formach, podczas gdy beton ubijany może otrzymać najrozmaitsze formy.

Betonowanie we wodzie należy tak prowadzić, aby beton dostał się na miejsce przeznaczenia w stanie możliwie niezmiennym. Jeżeli go się spuszcza przez wodę, to naprzód spadają kamyki, potem piasek a w końcu cement i utworzą się trzy warstwy oddzielne na dnie wody, które nie są już betonem. Dla uniknięcia

tego opuszcza się beton aż na dno w koszach, worach, skrzyniach, a także rurami, sięgającymi do właściwej głębokości; jednak mimo tego prąd wody splókuje beton i trzeba go zabezpieczyć palisadami, o ile to jest możliwe; w przeciwnym razie używa się z korzyścią cementu szybko wiążącego. Betony, wogóle przeznaczone do robót wodnych, powinny otrzymać nieco tłściejszą zaprawę i w większej nieco ilości, niż w miejscach bezwodnych.

Woda bowiem zawsze splókuje cement, piasek i kamyki tak, iż tytułem tych strat potrzeba więcej: cementu około 15%, piasku 10%, kamyków 5%.

Ponieważ beton w wodzie wykonany jest mniej wytrzymały, niż na powietrzu, wskutek nadmiaru wody, niemożliwości ubijania i częściowego wypłókiwania podczas sypania, więc należy się starać, aby przynajmniej podczas wykonania i tężenia dostęp wody był zupełnie powstrzymany, bo wówczas można go nawet ubić.

Do budowli portowych i innych wielkich robót wodnych używają gotowych już stężalnych brył betonowych o objętości 5—20 m<sup>3</sup>.

#### d) Beton cementowy portlancki z żelazem czyli żelbeton.

Jak wiadomo beton nienadaje się do użycia na znaczniejsze nateżenia ciągnące, tylko na cisnące. Z powodu jednak silnej przyrzepności, jaką objawia cement do żelaza, oraz prawie jednakiej rozszerzalności obu materiałów w gorącu, brak mocy na ciągnięcie betonu daje się znakomicie zastąpić wytrzymałością stosownych wkładek żelaznych w masę betonu osadzonych.

Pierwszy zastosował wkładki tego rodzaju Józef Monier, ogrodnik w Paryżu w roku 1861; wykonał mianowicie z powodzeniem najpierw donice na kwiaty z plecionką żelazną betonem otoczoną, później duże zbiorniki na wodę, i w ten sposób dał początek zespołom betonu z żelazem, znanym pod nazwą „systemu Moniera“.

Plecionkę z drutu stosują tylko do wyrobów mniejszych, jak ścianki Rąbitza, rury itp.; siatka jest z drutu 1—1,5 mm grubego o oczkach 15—25 mm. Zamiast betonu cementowego używają do ścianek Rąbitza także zaprawy wapiennej lub gipsowej; takie ścianki jednak są mało wytrzymałe i nietrwałe na wpływy atmosferyczne i używają się jako ścianki działowe i osłony wewnątrz budynku.

1. System Moniera tyczy się większych zespołów betonowych i polega na tem, że używa się plecionki z prętów żelaznych 3 do



6 mm grubych, równoległe obok siebie w odstępach 50—100 mm ułożonych, krzyżujących się pod prostym kątem z drugą warstwą takich samych i tak samo ułożonych prętów, powiązanych z poprzednimi na miejscach skrzyżowania drutem 1 mm grubym, aby się nie rozsuwały podczas ubijania betonu; plecionka ta stanowi główną cechę systemu Moniera.

Płytę betonową nad lokalem prostokątnym można pomyśleć złożoną z szeregu belek wolno opartych na krótszej rozpiętości; gdy zaś największe rozciąganie każdej takiej belki występuje w dolnej powierzchni, więc stąd idzie racja osadzenia wkładek żelaznych możliwie najbliżej tej powierzchni wzdłuż belki; wkładki te zowią się dłużnicami. W kierunku poprzecznym, czyli równoległym do dłuższej rozpiętości lokalu, uważa się płytę także jako złożoną z szeregow beleczek, rozpiętych od jednej dłużnicy do drugiej, wobec czego okazuje się potrzeba wstawienia i w tym kierunku wkładek żelaznych, zwłaszcza jeżeli dłużnice nie leżą dosyć gęsto. Zadaniem tych drugorzędnych wkładek jest rozdzielenie ciężaru odosobnionego na większą powierzchnię płyty w kierunku poprzecznym i dlatego zowią się przecznicami, przenośnikami czyli przewiązkami. Wspierają się one na dłużnicach i są w miejscach skrzyżowania powiązane drutem, a ponieważ wolna ich rozpiętość jest niewielka, więc mogą być o wiele słabsze od dłużnic.

Zresztą istnieją dziś liczne inne systemy, mianowicie:

2. Hyatt w systemie swym układa dłużnice z płaskiego żelaza rębem i przewleka przez nie znacznie ciensze pręty jako przecznice, tworząc w ten sposób wkładkę kratową do płyt betonowych.

3. System Donath polega na zastosowaniu do dłużnic słabego żelaza wałkowanego o przekroju **I**, **T**, lub żelaza płaskiego rębem stawianego; zaś do przecznice wyłącznie tylko żelaza płaskiego rębem stawianego w ten sposób, że między każdymi dwiema po sobie bezpośrednio następującymi dłużnicami bieżną przecznice w zygzakach pod kątem 45° łamane, i połączone z dłużnicami zapomocą klamer tworzą sieć.

4. Cottancin łączy pręty żelazne, tworzące dłużnice i przecznice w jedną sieć zapomocą wzajemnego przeplatania.

5. Golding, Amerykanin, używa kratki rozpostartej, wytworzonej z blachy stosownem porozcinaniem, rozciągnięciem i wytłoczeniem przecięć tak, aby powstała kratka o oczkach rombówch.

6. Hennebique w roku 1892 zamiast dźwigarów żelaznych zastosował do płyt betonowych belki betonowe o przekroju prostokątnym, a zarówno płyty i belki wzmocnił dwoma szeregami dłuźnic z żelaza krągłego, osadzonymi jeden nad drugim przy krawędzi ciągnionej przekroju belki. W dolnym szeregu dłuźnice są proste, sięgają od oporu do oporu i na końcach są widelkowo rozgięte, lub łukiem hakowym zagięte; w drugim zaś szeregu część środkowa dłuźnic bieży równolegle do poprzednich, poczem dalsza ich część z prawej i lewej strony podnosi się ukośnie w ten sposób, że końce ich wychodzą ponad opory aż do górnej powierzchni płyty. Ten sposób wzmocnienia uznał słusznie Hennebique za właściwy do uchwycenia nateżeń ścierających i zastosował go nawet do takich płyt i belek, które nie są na oporach stale przytwierdzone. Nadto wprowadził strzemiona czyli przewiązki, na których zawiesza niejako poszczególne dłuźnice.

Zadaniem strzemion jest przeniesienie największego nateżenia ścierającego z osi obojętnej na wyżej i niżej niej położone warstwy; gdy zaś te nateżenia ścierające zawisły od sił pionowo ścierających, więc układa się strzemiona ku obu oporom belki w mniejszych, a ku środkowi w większych odstępach. Taki sam a nawet korzystniejszy skutek dają dłuźnice podgięte od dołu ku górze, gdyż nie mogą się przesunąć tak, jak strzemiona, niebędące stale złączone z dłuźnicami.

Zasługą wielką Hennebiquea jest wprowadzenie w budownictwo belek i słupów z betonu i żelaza na wielką skalę i tem samem wskazanie nowych obszarów budowlanych zastosowania betonu, wzmocnionego żelazem.

7. Celem wzmocnienia wogóle przyczepności między betonem a żelazem dają wkładkom na końcach zagięcia, a w całej długości wkładek nacięcia, szczytów, pręgi poprzeczne itp., oraz nanitowują poprzeczki z żelaza kąтового; to zadanie spełnia także i powiązanie wkładek drutem w miejscach skrzyżowania.

8. Maciachini oprócz zwykłego wzmocnienia betonu wkładkami z prętów żelaznych owija go w całej długości drutem w linii śrubowej; beton w ten sposób wzmocniony zowią betonem spowitym (béton fretté).

9. Słupy i podpory betonowe wzmacniają wkładkami z żelaza krągłego 14—40 mm grubego, rozstawionymi symetrycznie w około punktu ciężkości przekroju poprzecznego, możliwie blisko powierzchni zewnętrznej. Słupy, które mają pozostawać stale pod działaniem

ekscentrycznym sił, muszą otrzymać ugrupowanie wkładek odpowiadające sposobowi działania nateżeń. Bardzo ważne znaczenie ma stosowne powiązanie wzajemne wkładek w odstępach 20—40 *cm* w tym celu, aby się niewyboczyły pod działaniem nateżeń cisnących i wyboczających. Przewiązki te dzielą słup na szereg równoległościaków, dla których można przyjąć tak zwaną wytrzymałość sześcienną na ciśnienie, która jest znacznie większa, aniżeli wytrzymałość betonu w innej postaci.

Przewiązek nienależy używać z żelaza płaskiego, gdyż podcinałyby zbyt nie przekrój poziomy słupa; pręty 7—10 *mm* grube są do tego celu najodpowiedniejsze

Słupy betonowe, złożone z żelaza walcowanego o większych przekrojach **I**, **C**, **L**, pojedynczego lub zespolonego w szkielec, mają znaczenie więcej ogniotrwałości; beton bowiem tworzy tylko tu osłonę ogniotrwałą, która jest zbyt cienką, aby jej wytrzymałość mogła wejść w rachubę.

W podobny sposób, jak słupy i podpory, zaopatrują wkładkami także i piloty betonowe; głowice takich pali podczas wbijania otrzymują nakładkę z materiału elastycznego.

Połączenie betonu, który posiada tylko znaczną wytrzymałość na ciśnienie, z żelazem, które jest wysoce wytrzymałe na ciągnięcie i ciśnienie, daje nowy materiał budowlany, jednoczący w sobie najlepsze własności obu materiałów, których nadto współczynnik rozszerzalności jest prawie ten sam, gdyż na 1° C wynosi dla żelaza średnio 0·00001235 a dla betonu 0·00001370.

Ważnym dalej jest warunek, aby żelazo utrzymywało się wolne od rdzy, aby beton nie był za chudy i aby posiadał dosyć wody, to jest aby był lepki i w ten sposób ułatwił ścisłą przyczepność wzajemną obu materiałów. Wolne od rdzy żelazo błyszczące utrzymuje się dobrze w betonie i nie rdzewieje; w każdym razie wkładki należy oczyścić od rdzy i unikać powleczenia ich tłuszczem lub olejem.

Cement czysty, na powietrzu twardniejący, okazuje dążność do ściągnięcia się o 1·5—2 *mm* na 1 *m*, a zmieszany z piaskiem o 0·3 do 0·5 *mm*; twardniejący zaś we wodzie cement zachowuje się przeciwnie, gdyż zwiększa swą objętość o 1—2 *mm* na 1 *m*, a zmieszany z piaskiem tylko o 0·2—0·5 *mm*. Skutkiem tego w zespole betonu z żelazem powstają nateżenia, zanim został obciążony, a mianowicie: w pierwszym wypadku wkładki żelazne

doznają ciśnienia i oddziałują na beton ciągnąco, a w drugim wkładki żelazne doznają ciągnięcia i reagują na beton cisnąco.

Natężenia te zwane natężeniami początkowymi można zmniejszyć, jeżeli unika się zbyt tłustej zaprawy do betonu i daje tylko tyle cementu, ile koniecznie potrzeba do dostatecznej wytrzymałości.

Wogóle co do układu wkładek w betonie istnieje zasada, że powinny się znajdować tam w zespole, gdzie występują jakiegokolwiek tylko natężenia ciągnące.

## IV. Kamienie sztuczne niepalone.

### 1. Cegła gliniana surówka.

a) Cegła surówka bywa wyrabiana z gliny zupełnie tak samo, jak cegła zwykła, ale się nie wypala, tylko suszy. Gdy suszenie trwało 3 do 4 tygodnie, a w odłamie nie okazuje odmiennej barwy, to jest dostatecznie wysuszona; po wysuszeniu rozmiary, które mogą być rozmaite, zmniejszają się o 5%.

Używa się do podrzędnych budowli gospodarskich, ale wymaga zabezpieczenia od wilgoci, i w tym celu fundamenta i podmurowanie na 1 do 1.25 m ponad teren wykonuje się z kamienia lub cegieł palonych i daje warstwę izolacyjną; zewnątrz licuje się cegłą paloną, opiera deskami, lub wyprawia wapnem.

b) Cegła surówka egipska czyli podolska różni się tem od surówki, że do gliny dodaje się 10 do 20% słomy, siana, mehu, pokrzywy, korzenia perzu, paździerzy, plewy itp., w stanie drobno-siekany.

Rozmiary ma takie same lub większe, niż cegła palona, nasiąkliwa jest więcej od surówki, ale trzyma lepiej zaprawę wapienną.

### 2. Cegła wapienna.

Cegła wapienna bywa wyrabiana zwykle z 1 objętości świeżo zgaszonego wapna, zarobionego wodą na ciasto, które się miesza starannie z 6 objętościami piasku grubego; mieszaninę przechowuje się 8 do 10 dni, poczem wyrabia się z niej cegłę ręcznie w formach żelaznych lanych, rzadziej drewnianych, lub w prasach zwykłych ceglarskich. Gdy wyrób odbywa się pod ciśnieniem, to ilość piasku można zwiększyć na 9 do 12 objętości na 1 objętość wapiennego ciasta. W miejsce piasku biorą niekiedy proszek wapienny, mączkę ceglana, koks miałki, popiół węgla kamiennego, lawę sproszkowaną itp., co przyspiesza twardnienie i daje wytrzymałość większą.

Cegły z form wyjęte suszy się na miejscu słonecznym i przewiewnym, a po 24 godzinach muruje się nimi na wapnie; po 14 do 28 dniach twardnieją dostatecznie na powietrzu. Twardnienie uzyskuje się większe już po 8 dniach przez zanurzenie cegieł — po pierwszym przysuszeniu — w tak rozcieńczonym roztworze szkła wodnego, aby na 1000 cegieł przypadło 0·5 *kg* suchego szkła wodnego.

Postać i rozmiary tej cegły są takie same, jak cegły zwykłej; powinna być równa, gładka i wydawać czysty dźwięk metaliczny.

Przyciosywać się nie daje i trzeba wyrabiać potrzebne kawalki; wytrzymałość ma mniejszą od cegły zwykłej, jest krucha i łatwo pęka, ale zato tańsza o 30 do 50%; nadaje się do murów nadziemnych i sklepień; ciężar jej jest większy niż cegły palonej, ale w ogniu rozpada się.

### 3. Piaskowiec sztuczny i cegła piaskowa.

a) Sztuczny piaskowiec jest mieszaniną miążkiego piasku i żwiru (także proszku ze szkła) z wapnem sproszkowanym, cementem portlandzkim i małą ilością wody, w formach ubijaną. Po wysuszeniu na powietrzu następuje twardnienie w rozcieńczonym roztworze szkła wodnego. Podobnie sporządza się piaskowiec hydrauliczny.

Używa się jako tani wyrób w miejsce rodzimego piaskowca, którego barwę i ziarnistość dobrze naśladuje, a mianowicie do frontonów budynku, stopni, płyt posadzkowych, ornamentów. Należy jednak badać jego nasiąkliwość przed użyciem.

b) Cegła piaskowcowa według Neffgena i cegła z piaskowca wapnistego według Olszewskiego, Schwarza i innych jest mieszaniną niegaszonego miążko sproszkowanego wapna z wielką ilością piasku, zgaszonego małą ilością wody, zarabianą pod ciśnieniem pary i formowaną pod silnym ciśnieniem prasowym, a potem jeszcze poddaną całymi dniami pod ciśnienie pary. Mieszanina ta zawiera 6 do 10% wapna, które tworzy ostatecznie krzemian wapnia; barwą, ziarnistością i twardością równa się rodzimemu piaskowcowi.

Wytrzymałość na ciśnienie  $K_a = 100$  do 240 *kg/cm*<sup>2</sup>; koszt 1000 cegieł wynosił około 11 do 14 koron przed wojną.

c) Cegła reńska bywa wyrabianą w miejscowościach nad Renem z 1 objętości mleka wapiennego, wymieszanego starannie z 9 objętościami wulkanicznego piasku pumekowego, a po uformowaniu w cegłę suszy się na powietrzu przez 2 do 3 miesiące. Jest

lekka, tańsza od cegły palonej, porowata i posiada wszystkie dobre zalety cegły porowatej, ale jest mało wytrzymała. Wymaga zaprawy, będącej mieszaniną wapna i piasku pumekсового i używa się do ścian nieobciążonych, do murów pruskich, sklepień itp.; jest ogniotrwała, bezpieczna od grzyba.

Ciężar właściwy 0.70 do 0.95; wytrzymałość na ciśnienie  $K_d = 17$  do  $27 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4. Kamienie żuzlowe.

a) Angielski kamień żuzłowy jest żuzłem z pieców wielkich, odlanym w formach żelaznych, który pozostawiony dłuższy czas w stanie rozżarzonej, a potem powolnie ochłodzony daje kamień nadzwyczaj twardy, ciężki, niekruchy, barwy brązowej aż do czarnej. Używa się do brukowania chodników, podwórzy, stajen, do murów fundamentowych i oporowych.

Podobne są żuzłowce niemieckie barwy szarej, używane także do brukowania dróg.

b) Żuzłowice wapienny wytwarza się w ten sposób, że rozpalony płynny żuzel z pieca wielkiego spuszcza się do zimnej wody, skutkiem czego zamienia się na ziarna; poczem zmieszany z ciastem wapiennym wyciska się w cegielki  $25 \times 12 \times 8 \text{ cm}$ . Cegielki twardnieją na powietrzu bardzo rychło, tworząc krzemian i węgiel wapnia i dają dobre ściany ryglowe po wyprawieniu od wnętrza. Ciężar wynosi  $1200 \text{ kg/m}^3$ ; wytrzymałość na ciśnienie  $K_d = 45$  do  $90 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 5. Cegła popiołowa i korkowa.

a) Cegła popiołowa jest mieszaniną ciasta wapiennego z popiołem węgla kamiennego czarnego lub brązowego; jest lekka, ale mało wytrzymała.

b) Cegłę korkową wyrabiała firma „Grünzweig & Hartmann“ w Ludwigshafen nad Renem z odpadków korkowych drobnych, spojonych zaprawą wapienną, formowanych pod prasą w cegielki  $25 \times 12 \times 6.5$ ,  $29 \times 14 \times 6.5 \text{ cm}$ , lub w płyty  $26 \times 25 \times 2.5$ ,  $45 \times 25 \times 3$  do  $4 \text{ cm}$  i suszonych w temperaturze 120 do  $150^\circ \text{ C}$ .

Ciężar wynosi  $330 \text{ kg/m}^3$ ; są zatem lekkie, tanie, łączą się dobrze z zaprawą, najczęściej gipsową, dają się przyciosywać, krajać, piłować, przybijać gwoździami lub śrubami, przewodzą źle ciepło, wytrzymują temperaturę do  $180^\circ \text{ C}$ , ale wytrzymałość ich mała. Do wyprawy ścian z cegły korkowej używa się zaprawy z wapna i z gipsu w równych częściach mieszanej.

c) Cegły korkowe białe mają za spoiwo masę gliniastą; wilgoci ani temperatury ponad  $350^{\circ} C$  nie znoszą; osadza się je na zaprawie gipsowej, a do wyprawy używa się zaprawy wapiennej z domieszką gipsu.

d) Czarne cegły korkowe mają za spoiwo smołę z węgla kamiennego i są mocniejsze, cięższe, o połowę droższe od białych i przydatne do izolowania od wilgoci. Do murowania używa się zaprawy cementowej lub asfaltowej; powleczone z jednej strony gudronem zalecają się na okładziny ścian wilgotnych i zimnych, słupów żelaznych i są nawet ogniochronne.

Kamień korkowy o stosownym spoiwie, sprasowany w formach półrurowych jest znakomitym środkiem ochronnym przewodów parowych od gorąca. Wiele skuteczniejsze pod tym względem są płyty okrzemkowe, złożone z okrzemki, gliny i drobnych kawałków korkowych, mokro formowane i silnie wypalone; są bardzo lekkie i porowate.

## 6. Łupek asbestowy.

Łupek asbestowy wytwarzają fabryki wyrobów asbestowych i gumowych w tablicach białych lub barwnych, lekkich, nieprześląkliwych, twardości łupków naturalnych; tabliczki te są ogniotrwałe izolują od gorąca i nadają się także do łatwo zestawialnych i rozbieralnych baraków mieszkalnych w okolicach gorących.

## 7. Kamień cementowy.

Kamień cementowy wytwarza się z najlepszego zwołna wiążącego cementu rzymskiego, lub raczej portlandzkiego, zmieszanego z najmniejszym piaskiem aż do grubego piasku żwirowego w miarę przeznaczenia przedmiotów wyrabianych. Postępowanie tu jest mniej więcej takie, jak z betonem ubijanym i daje wytwór podobny do piaskowca sztucznego, wyżej pod 3. opisanego. Chcąc otrzymać szczególnie gładkie powierzchnie, daje się do form drewnianych — często blachą cynkową wyłożonych — polewę z rzadkiej nieco zaprawy cementowej tłustej w stosunku 1 : 1. Dopiero po 1 do 2 dni wyjęte z form przedmioty, trzeba jeszcze przez 1 do 2 miesięcy oodziennie zwilżać. Farba olejna trzyma się na wyrobach cementowych stwardniałych i wyschniętych; ale w przeciwnym razie rychło płowieje, traci połysk, mięknie i łuszczy się. Najlepiej trzymają się farby ze szkłem wodnym, które można malować zaraz po odwiązaniu cementu.

Z kamienia cementowego wytwarzają:

a) Wyroby ozdobne, a mianowicie słupy, głowice, podstawy, żyzmy, rozety, medaljony, statuy itd., wykonują z 1 części bardzo mało zmielonego, zwolna wiążącego, nie pęczniejącego cementu z 3 do 6 części drobnoziarnistego, czystego piasku ostrego z małą domieszką wody; masą tą zapełnia się formy i ubija aż do okazania się wody na powierzchni. Powierzchnię tworzy się z 1 części cementu i z 1 do 2 części piasku.

b) Płyty cementowe: z 1 części cementu i 4 do 8 części grubego piasku, a powierzchnie z 1 części cementu i 1 piasku. Płyty są 20 do 80 *cm* długie i szerokie i służą do posadzek, bruków, ścieków i krycia murów.

c) Płyty mozaikowe lub terrazowe wykonują z cementu, z kawalczków marmuru i mączki marmurowej po zarobieniu wodą na gęstą masę. To samo otrzymują z zaprawy cementowej zmieszanej z farbą lub barwnymi kamykami, po uformowaniu i ubiciu lub sprasowaniu. Płytki te są kwadratowe albo 6- i 8-boczne, 30 do 40 *cm* duże i 2·55 do 5 *cm* grube.

d) Dachówki płaskie, korytkowe esówki, gąsiory itd. wytwarzają z 1 części cementu i z 0·75 do 2 piasku lub żużlu z pieców wielkich pod prasą.

e) Rury cementowe studzienne, wodociągowe, kanałowe, drenowe itp. wyrabiają z zaprawy z cementu portlanckiego, romańskiego lub żużlowego; rury o większych średnicach w świetle otrzymują wkładki żelazne.

Rury stwardniałe wkłada się w roztwór kwasu krzemowego celem podniesienia ich oporności. Podczas układania i osadzania rur spoiny zalewa się zaprawą cementową. Grubość ścianek rur nie powinna zejść niżej 5 *cm*; stosownie jednak do przeznaczenia wynosi także 6 do 9 *cm*. W porównaniu do glinianych są rury cementowe tańsze, gdy mają większą średnicę w świetle; natomiast są jednako drogie, gdy średnica ich mniejsza. Na ogół jednak rury cementowe są dokładniejsze, wytrzymują ciśnienie do 10 *at* i wytrzymalsze są na uderzenia; poprzeczny ich przekrój bywa okrągły lub jajowy, o średnicy w świetle 7·5 do 100 *cm*, a długość otrzymują 0·8 do 1 *m*.

Rury betonowe z cementu portlanckiego wyrabiają z masy o stosunku cementu do mieszaniny piasku ze żwirem, jak 1 : 4·5 lub 1 : 5; piasek tu powinien być 1 do 1·5 *mm* gruby, a żwir 12 do 15 *mm*. Beton taki mało wilgotny dobrze przerobiony i ubity pozostaje w formie 36 godzin; po wyjęciu zwilża się rury codziennie, a po



14 dniach używa do roboty. Celem uzyskania większej szczelności powleka się ich wewnątrz rzadką zaprawą cementową.

Zalecają zanurzenie rur przez 24 godzin w zimny roztwór z 1 części siarczanu żelaza (witriolu zielonego) i 3 części wody; po osuszeniu stają się cięższe o 10% i mają być trwalsze na wpływy atmosferyczne. W podobny sposób utrwalają cementowe wyprawy murów stare i świeże kilkakrotną powłoką rzezonego roztworu, poczem dają się nawet wodą zmywać.

f) Deszczulki cementowe wytwarzają z 1 części cementu i z 3 piasku kwarcowego, albo z 3 części piasku pumekowego; pierwsze dają się obrabiać tylko dłutem, drugie zaś rznąć piłą, przybijać gwoździami itd. Jedną stronę mają gładką, a drugą przegowaną; szerokość wynosi 30 do 50 cm, długość 1 m, grubość 6 do 14 cm; ważą 2160 do 2200 kg/m<sup>2</sup>.

Wytrzymałość na rozeciąganie w stanie suchym 47·20 kg/cm<sup>2</sup>, nasycyonym wodą 44·13 kg/cm<sup>2</sup>, wymrożonym na powietrzu 39·85 kg/cm<sup>2</sup>, pod wodą 31·25 kg/cm<sup>2</sup>; na ciśnienie 22 do 45 kg/cm<sup>2</sup>.

Służą do ścian oraz jako ściel powalowa.

J. Wygasch miesza z masą cementową trociny drzewne i daje jako wkładkę plecionki wierzbowe lub druciane.

g) Deszczulki cementowe żłobkowane wyrabiają, jak wyżej opisano, z użyciem piasku kwarcowego lub pumekowego; mają one wzdłuż żłobki, a na brzegach podłużnych półżłobki; spoiny zapełnia się cementem.

h) Kamienie asbestowo-cementowe składają się z zaprawy cementowej i sproszkowanego asbestu; są ogniotrwałe, odporne na wpływy atmosferyczne, dają się przybijać gwoździami, strugać, rznąć piłą, krajać, izolują dobrze od gorąca i głosu, można je polerować, malować, lakierować, tapetować. Grubość płyt wynosi 2 do do 2·5 cm; używają się do podłóg i okładzin ścian.

i) Łupek eternitowy czyli łupek asbestowo cementowy wytwarzają z asbestu i cementu pod wysokim ciśnieniem. Tabliczki są 3 do 4 mm grube, kwadratowe lub prostokątne; do krycia dachu otrzymują rozmiary zwykłych tablic łupkowych, a do okładzin ścian nawet wielkość 1 m<sup>2</sup>.

## 8. Dyle gipsowe.

Dyle gipsowe wytwarzają z zaprawy gipsowej (str. 111 do 113), w którą wkładają trzeinę zwykłą lub bambusową itp. dla nadania deszczulkom giętkości i spoistości.

Dyle te pomysłu budowniczego O. Macka z Ludwigsburgu są z gipsu grubo mielonego, zarobionego wodą alunową lub klejową z domieszką ciał włóknistych, jak włosia, piór, włókien drzewnych itp. Każdą deszczulkę odlewa się w formie na szkielecie z trzciny, lub na wkładce z tektury asfaltowej, a po 10 minutach tężenia wyjmuje się z formy i daje do suszarni. Zazwyczaj są 1·8 do 2·5 m długie, 20 do 25 cm szerokie i 2·5 do 8 cm grube; do 5 cm grube używają się do wykładania sufitów, ścian drewnianych, ryglowych i kolumn żelaznych, a z 7 do 8 cm grubych wykonują ściany działowe. Ciężar wynosi 6 do 7 kg/m<sup>2</sup> na każdy centymetr grubości. Do drzewa przybija się je gwoździami drutowymi.

Deszczulki gipsowe są tanie, lekkie, ogniotrwale, łatwo osadzalne, suche, izolują głos i ciepło; można je ciąć, rznąć, wiercić, przybijać i grzyb się ich nie ima. Atoli gwoździe nie dobrze trzymają, a w pustych przestrzeniach trzciny itp. lęgnie się robactwo i zarodki chorobowe.

Tu należą także: Dyle gipsowe z wkładkami drzewnymi, które to wkładki są postronkami z wełny drzewnej, szkłem wodnym impregnowanej; deszczulki gipsowe z wkładkami kokosowemi; wreszcie deszczulki żuzłowo gipsowe.

## 9. Ksylolit.

Ksylolit (drzewo kamienne) w formie płyt 1670 × 830, 1520 × 830 i 995 × 995 mm, a 10 — 26 mm grubych jest wyrabiany z trocin sosnowych, świerkowych lub jodlowych, spojonych spoiwem magnezjowem, pod wysokim ciśnieniem. Płyte te mają wygląd drewna i stąd pochodzi ich nazwa. Ksylolit jest ogniotrwały, odporny na wpływy atmosfery nieprześlakliwy, przewodzi źle ciepło jak drzewo, nie daje odgłosu, nie pęcznieje, nie gnije, opiera się kwasom, mrozom i gorącej parze a także i grzybowi, przyczem jest on bardziej trwały niż dąb. Wprawdzie nie można go gwoździami przybijać, ani ciąć; natomiast daje się rznąć piłą, wiercić, dziurawić, łobić, strugać; ma barwę drzewa.

Płyty układa się na zupełnie suchym podkładzie betonowym 10 do 15 cm grubym, w masie z kredy i piasku, zarobionej rozezyem szkła wodnego. Używa się go jako podłogi, do wykładania: ścian, pokładów okrętowych, statów laboratoryjnych parapetów okiennych itd. Posadzkę wykonują także i w ten sposób, że na podkładzie betonowym nakłada się ciasto ksyrolitowe 7 do 20 mm grubo, ubija i walcuje, poczem powierzchnię wyrównuje się starannie, szlifuje i zapuszcza.

Ciężar właściwy wynosi 1.40 do 1.56; wielkość płyt wynosi do 1.5 m<sup>2</sup>, a grubość 10 do 26 mm. Wytrzymałość w suchym stanie: na ciągnięcie  $K_z = 976 \text{ kg/cm}^2$ , — na ciśnienie  $K_d = 902 \text{ kg/cm}^2$ .

Tu należą liczne odmiany ksyolitu, które zawierają sproszkowane drzewo lub korek i mniej lub więcej innych domieszek, związanych w jedną masę stosownym spoiwem; własności i użycie tych odmian są mniej więcej takie same jak ksyolitu.

## 10. Kamień ze szkła wodnego.

a) Kamienie ze szkła wodnego (zob. rozdz. VII., poz. 2. g). Wynalazca szkła wodnego Fuchs w Monachium (r. 1818) zauważał, że szkło wodne przekształca sypkie ciała na twardą masę kamienistą, i tę własność wyzyskano do wyrobu kamieni sztucznych, z których najwięcej rozpowszechnił się w Anglii kamień Ransomea. Gdy dostrzeżono, że piaskowice zielonawoszary, z którego zbudowano gmach parlamentu w Londynie, począł wietrzeć, zalecił Ransome nasylenie powierzchni kamieni roztworem szkła wodnego sodowego i powlec roztworem chlorku wapnia i w ten sposób rzeczywiście zabezpieczono go od dalszego wietrzenia.

b) Kamień Ransomea wytwarza się z piasku możliwie czystego, ostrego, przemytego i przesianego, zarobionego starannie wodnym szkłem zgęszczonym, a otrzymane stąd ciasto ciągliwe ugniata się, ubija lub prasuje w formach gipsowych, drewnianych lub żelaznych; zamiast piasku lub łącznie z nim biorą także pumeks, szkło itp. Wyjęte z formy kamienie poddaje się kąpielom w chlorku wapnia, a potem w gorącym chlorku wapnia. Używają się jako ciosy budowlane i ornamentalne, są białe, bardzo wytrzymałe, trwale na wpływy atmosferyczne i dają się barwić.

## V. Asfalt.

Tłuszcze ziemne czyli bitumy<sup>1</sup> są to bardzo rozpowszechnione w przyrodzie związki węgla i wodoru, albo w stanie płynnym (ropa naftowa, nafta itd.), — albo w stanie zgęstniałym (maź ziemna), — albo w stanie stałym (smoła ziemna, żywica ziemna czyli kopalna).

Z pomiędzy tych bitumów smoła ziemna jest właściwym materiałem asfaltowym.

<sup>1</sup> Bitumen, liczba mnoga bitumina, taciński wyraz.

## 1. Smoła ziemna czyli kopalna.

Smoła ziemna czyli kopalna była znaną i używaną już w starożytności w Babilonji, Assyrii, Persji, a głównie w Egipcie i nazywaną asfaltem. W stanie czystym rodzimym składa się z petroleny, z mazi ziemnej i asfalteny, które są związkami węgla i wodoru, a z których pierwsze dwie są olejami lotnymi, trzecia zaś ciałem stałym. Smoła ziemna jest zresztą ciałem bezpostaciowym, częściej stałym, niż płynnym, nieprzezroczystym, ciemnobrunatnoczarniawym, o wadze 1000 do 1200  $kg/m^3$  i twardości 2. Pali się płomieniem świecącym, mocno kopeącym; w temperaturze 20 do 40° C staje się giętką, a w temperaturze 100° C topi się.

W stanie rodzimym znajduje się w Morzu martwym jako tak zwany asfalt syryjski czyli judajski, gdzie wydobywa się z gorących źródeł jako płynna, a potem twardnie w wodzie i wypływa na wierzch, oraz w Peru jako asfalt peruwiański. Oba te rodzaje smoły ziemnej są w stanie wysoce czystym i używają się do wyrobu czarnych pokostów i laków. Mniej czystą jest smoła asfaltowa z wyspy Cuba (asfalt meksykański), zawierająca 27 do 35% gliny itp., oraz smoła z jeziora błotnego na wyspie Trinidad w Antyllach z 48% gliny itp.

Jako przedmiot handlu znajduje się smoła czysta asfaltowa w cegiełkach.

## 2. Kamień asfaltowy.

Kamień asfaltowy (fr. roche asphaltique). Smoła ziemna, względnie maź kopalna (fr. goudron minérale) znajduje się w przyrodzie także w stanie sycącym piasek, łupki, piaskowce, wapienie i dolomity i tworzy w ten sposób kamień asfaltowy, zwany także rudą asfaltową, lub asfaltem surowym. Kamień ten stanowi materiał do wytwarzania czystej smoły asfaltowej zapomocą wygotowania gorącą wodą, albo zapomocą wytopienia, albo też wydzielenia drogą chemiczną.

Wapień bitumiczny, jako kamień asfaltowy czyli nasycony smolą, względnie mazią kopalną, rozpuszczoną widocznie w stanie rodzimym w ropie naftowej, jest najczęściej miękki, porowaty, ciemnoczekoladowy lub brunatnoczarniawy, waży 2150 do 2235  $kg/m^3$ , występuje w warstwach wapienia białego, rzadziej w warstwach gliny i w technice budowlanej nazywa się asfaltem.

Zawartość bitumu asfaltowego w kamieniu asfaltowym wynosi 7 do 12%, czyli średnio około 10%; dochodzi jednakże 20 i 30%.

Najważniejsze odmiany kamienia asfaltowego znajdują się: w Val de Travers w Szwajcarii z 19 do 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> bitumu, w Seyssel departament de l'Ain z 9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, w Bartennes departament de Landes z 6 do 12<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, na wyspie Trinidad, w Limmer (Hannover) z 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, w Lob-sann (Alzacja) z 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Vorwohle (Brunświk) z 8·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Iberg (Harz) z 12<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, na wyspie Brazza (Dalmacja), w Morowizza pod Sebenico, na wyspie Sycylii itd.

### 3. Stop asfaltowy czyli ciasto asfaltowe.

Stop czyli ciasto asfaltowe (fr. mastie d'asphalte) uzyskuje się zapomocą przetopienia w temperaturze 175 do 230° C kamienia asfaltowego po wyłamaniu go — z zastosowaniem nawet ciał wybuchowych — i po rozdrobnieniu na ziarna około 3 mm grube.

Przetapianie jednak jest możliwe jedynie za dodaniem pewnej ilości bitumu, t. j. smoły ziemnej lub żywicy skalnej, gdyż inaczej kamień asfaltowy nie stopi się, tylko rozsypie na proszek.

W tym celu daje się do kotła ilość bitumu, stosowną do wartości asfaltowej kamienia, a potem wśród ciągłego mieszania dosypuje co 15 minut tyle proszku asfaltowego, aby przed upływem 5 godzin cała jego ilość do przetopienia przeznaczona była już w kotle. Ze stopionego w ten sposób ciasta asfaltowego odlewają w żelaznych formach bochenki asfaltowe po 25 do 30 kg. Bochenki te zwane stopem czyli ciastem asfaltowym są przedmiotem handlu i dają się dowolną ilość razy przetapiać, ale trzeba za każdym razem dodać pewnej ilości bitumu.

### 4. Gudron czyli maź asfaltowa.

Gudron czyli maź asfaltowa (fr. goudron) jest to umożliwiający stopienie kamienia asfaltowego bitum, który musi być rodzimy, pochodzić z tej samej kopalni co dany kamień asfaltowy, albo też posiadać ten sam skład i własności, jak smoła ziemna, sycąca ów kamień i musi być oczyszczony z wszelkich przymieszek. Bitum taki zowie się gudronem asfaltowym, mazią asfaltową albo wprost gudronem i krzepnie w temperaturze 10° C, a topi się w 40 do 50° C.

Z powodu wszakże braku rodzimych bitumów asfaltowych wszystkie niemal kopalnie przygotowują obecnie bitumy czyli mazie z oczyszczonej smoły ziemnej, stopionej z ciężkimi olejami, jak maź ziemna, olej parafinowy itp. Bitumy takie zowią się również gudronem; wskutek domieszek olejowych jednak różnią się już swym

składem chemicznym od mazi ziemnej, sycącej kamień asfaltowy, co wpływa na mniejszą trwałość robót asfaltowych. Pomędzy innymi znany jest tego rodzaju bitum pod nazwą gudronu z Trinidad.

## 5. Asfalt lany.

Asfalt lany (fr. *asphalte coulé*) sporządza się z przetopionych bochenków ciasta asfaltowego w temperaturze 150 do 170° C, za dodaniem 3 do 6% gudronu, na płynną masę, którą się miesza z 50 do 60% na wagę żwirku 4 do 7 mm grubego, całkiem czystego i suchego. Do opalania używa się drzewo, które nadaje się lepiej do regulowania ciepłoty, niż węgiel lub koks. Przez cały czas gotowania masy miesza się ją gracami i uznaje za gotową, gdy pocznie dymić i łatwo z gracy opada. Wtedy przenosi się ją w czerpakach lub wiaderkach na miejsce przeznaczenia, rozlewa, rozpościera w pasach 0.9 do 1 m szerokich, wyrównywa packą, posypuje piaskiem 7 mm grubym i zaciera; spoiny podczas tego należy czysto trzymać i podgrzewać zwłaszcza, gdy się nakłada przyległe pasy. Niekiedy wykonuje się asfalt w dwu warstwach, i wówczas do dolnej warstwy daje się na wagę 8% bitumu lub gudronu i 57% żwirku lub piasku grubego; do górnej zaś warstwy, która się ukiada po ostygnięciu dolnej, dodaje się mniej bitumu, a więcej piasku.

Grubość polepy asfaltowej wynosi zwykle 15 do 25 mm, a gdy ma być znacznie obciążona, to 30 do 35 mm; wykonywanie grubszej polepy z asfaltu lanego nie miałyby właściwie żadnego celu.

Do wyprawy ścian stromych lub pionowych, która jednak na ogół źle się trzyma, należy przygotować zaprawę asfaltową z domieszką większą bitumu lub gudronu; trzymają się tu dobrze jedynie wyprawy z asfaltów szybko wiążących, jak np. asfalt z wyspy Brazza (Dalmacja).

Stosunek ciasta asfaltowego do gudronu i żwirku zawisł zresztą od zawartości bitumu w cieście i od klimatu okolicy; gdyż ze wzrostem zawartości bitumu wzmaga się w lecie rozmięczenie asfaltu, a za mało bitumu czyni go w zimie kruchym. Wogóle na 1 m<sup>3</sup> zaprawy asfaltowej w umiarkowanym klimacie potrzeba 1500 do 1600 kg ciasta asfaltowego, 700 do 800 kg żwirku i 100 kg gudronu.

Jako podkład pod asfalt lany daje się dwie warstwy cegieł płazem, lub jedna rębem na piasku; lepszy jednak jest beton 10 do 15 cm stwardniały i suchy.

Asfalt lany jest łatwiejszy w robocie i tańszy, ale mniej wytrzymały niż asfalt ubijany.

Używa się na chodniki, podwórza, na posadzkę w bramach, sieniach, korytarzach, wychodkach, pralniach, kuchniach, spichlerzach, na pokład izolacyjny od wilgoci i grzyba, na wyprawę ścian pionowych, na sklepienia ziemią przysypane, na wyprawę wnętrza zbiorników wodnych, na zaprawę do robót wodnych morskich, do zabezpieczenia drzewa od gnicia i ognia itp.

### 6. Asfalt ubijany czyli ugniatany.

Asfalt ubijany czyli prasowany (fr. *asphalte comprimé*) polega na tej własności kamienia asfaltowego, że sproszkowany skutkiem ogrzania lub zmielenia, zespala się znowu w kamień podobny do pierwotnego, skoro się oziębi, względnie ulegnie ściśnieniu. Używa się do brukowania ulic, a głównym warunkiem dobroci jest, by spoczywał na podkładzie nieprzemakalnym, mocnym i starannie wygładzonym, najlepiej betonowym 10 do 15 *cm* grubym, utworzonym z mieszaniny o stosunku cementu portlandzkiego do piasku i kamyków, jak 1:3:5. Proszek zmielonego wapienia asfaltowego surowego (a więc nie przetopionego) ogrzewa się w żelaznych bębnach obrotowych na 110 do 130° *C* i sypie w warstwie 7 do 8 *cm* grubej na podkład betonowy, który powinien być suchy i niezbyt chłodny. Po należytem wyrównaniu ubija się tę warstwę stopniowo coraz mocniej bijkami dostatecznie ogrzanymi, a następnie wygładza żelaznymi wałkami do czerwoności ogrzanymi, poczem cały pokład posypuje się mialkim piaskiem i wyrównywa żelaznymi wałkami, wewnątrz żarzącym koksem napelnionymi, 200 do 1500 *kg* ważącymi. Wskutek ubijania i wałkowania grubość, ubitej warstwy asfaltowej zejdzie z pierwotnej grubości 7 do 8 *cm* na 5 do 6 *cm* czyli stanie się cieńszą o 30 do 40%.

Asfalt do tego celu musi być doborowy, a najlepiej nadaje się kamień asfaltowy z Val de Travers.

Taki bruk uliczny jest bardzo drogi, ale też i bardzo trwały, zużywa się powoli, nie przemaka, daje się czysto utrzymywać splókiwaniem; jazda po nim jest cicha bez turkotu, ale konie się ślizgają i częściej upadają. Na ulicach o spadkach większych niż 2% źle się trzyma; poprzeczne wzniesienie powinno wynosić 1:70.

### 7. Własności asfaltu.

Asfalt posiada: wielką trwałość na wpływy atmosferyczne zwłaszcza ciepła, rozpuszczalność w benzynie, benzolu, terpentynie itp., po-

łyskującą czarną barwę, złe przewodzenie ciepła, elektryczności i głosu, wrażliwość na światło (spożytkowuje się do reprodukcji), nieprzeziąkliwość względem wody i powietrza, wytrzymałość na mechaniczne zużycie i na chemiczne działanie, elastyczność w wysokim stopniu (spożytkowuje się dla powstrzymania wstrząśnięć maszynowych), tłumienie wszelkiego huk i turkotu.

Ciężar 1  $m^3$  w kilogramach: kamienia asfaltowego z Val de Travers 2150, gudronu 1310, ciasta asfaltowego z Limmer 2280, bitumu z Trinidad (asphalte epuré) 1380, smoly węgla kamiennego 1200, asfaltu ubijanego 2040 do 2230, asfaltu lanego 1900 do 2020, a ze żwirkiem 2100.

Wytrzymałość asfaltu na ciśnienie  $K_d = 52$  do  $148 \text{ kg/cm}^2$ , na ciągnięcie  $K_s = 25$  do  $36.75 \text{ kg/cm}^2$ .

## 8. Asfalt sztuczny.

Asfalt sztuczny wytwarzają nasyceniem rodzimą mazią asfaltową wapienia, albo mieszaniami rozmaitych ciał bezwartościowych (popiół, mączka ceglana, pył dróg bitych, resztki kopalniane wapna) z bitumami różnego pochodzenia. Tak np. mieszanina z 12  $\text{kg}$  kalfonji lub dobrej smoly angielskiej z węgla kamiennego, z  $\frac{1}{12} m^3$  pyłu wapiennego, albo co lepiej kredy pławionej, oraz z  $\frac{1}{18} m^3$  suchego piasku ostrego, zagotowana w kotle wśród ciągłego przerabiania daje sztuczny asfalt.

Wszelkie asfalty sztuczne są gorsze od rodzimych, nie mają bowiem spójności, sprężystości, ani trwałości na wpływy atmosfery; na mrozie kruszą się i rozpadają, ale mimo tego z powodu taniości bywają używane. Odróżnienie asfaltu sztucznego od rodzimego jest bardzo trudne nawet z pomocą rozbioru chemicznego; często ma barwę ciemniejszą, woń mniej aromatyczną, jest kruwszy i trudno topliwy.

Bitumy sztuczne wyrabiają z odpadków nafty, smoly, węgla kamiennego, smoly gazowej; z łupków i piaskowców są mniej wartości.

Falszowanie asfaltu polega na tem, że sprzedają asfalt sztuczny zamiast naturalnego. Wogóle jako sztuczne uważa się te wszystkie asfalty, których bitumy częściowo lub całkowicie składają się z innych ciał niż asfalt naturalny (smoła ziemna). Szezególnie te asfalty uznaje się za sztuczne, których bitumy są produktami, uzyskanymi z destylacji mazi węgla kamiennego, brunatnego i drzewa, ze smoly stearynowej, wosku ziemnego lub smoly tegoż wosku, z produktów destylacji naftowej, lub ze smoly ponaftowej.



## 9. Naprawy asfaltowe.

Naprawy asfaltowe wykonują w ten sposób, że miejsca uszkodzonego asfaltu wycina się w prostoliniowym zarysie aż do podkładu i usuwa, a natomiast nakłada się świeży asfalt tak, jak podczas brukowania nowego, po podgrzaniu starego na spoinach.

Wyprawę asfaltową ścian wewnętrznych domu mieszkalnego należy przed ostygnięciem posypać piaskiem, a następnie wyprawić cementem, gdyż zaprawa wapienna przepuszcza ostry zapach asfaltu.

## 10. Wyroby asfaltowe.

Wyroby asfaltowe bywają wytwarzane zarówno z asfaltu lanego, jakoteż ubijanego, a mianowicie.

a) Płyty z asfaltu lanego bywają 250 do 600 mm długie i szerokie, 18 do 30 mm grube; układają je na podkładzie betonowym, pokrytym warstwą piasku, a spoiny zapelniają proszkiem asfaltowym ogrzanim; można także spajać je wzajemnie zapomocą rozgrzania ich brzegów.

b) Płyty z asfaltu ubijanego wykonują w ten sposób, że proszek asfaltowy ogrzewa się i prasuje w formach w płyty; płyty te są 250 mm długie i szerokie, gładkie lub prążkowane. Podkład osusza się i ogrzewa, aby dobrze płyty przylgnęły, a spoina kituje się ciastem asfaltowym, stopionem z bitumem.

c) Płyty asfaltowe granitowe wytwarzają z proszku asfaltowego i kamiennego pod wysokim ciśnieniem; są one 33·5 cm długie, 16·5 cm szerokie i 6 do 8·5 cm grube i posiadają własności asfaltu i granitu. Ciensze używają się do brukowania przejazdów i podwórz, a grubsze do bruków ulicznych.

d) Beton asfaltowy jest mieszaniną ciasta asfaltowego z kamieniami i służy jako fundament pod maszyny i młoty parowe. W tym celu ustawia się śruby fundamentowe itp. w wykopie fundamentowym i wlewa się beton, który po 14 dniach jest już dostatecznie twardy. Fundamenta takie nie przenoszą uderzeń i wstrząśnień na otoczenie z powodu sprężystości.

e) Kit asfaltowy składa się zwykle z czystego ciasta asfaltowego, ze smoly ziemnej, lub z czystego asfaltu i z kredy; używa się do spajania żelaza i kamienia.

f) Płyty asfaltowe izolacyjne wyrabiają z surowej tektury papierowej, czyli surowej papy, długowłóknistej, z pilśni (wytworzonej z grubego włosia, odpadków przędzalni lnianych, klaków, nietkanych

ani pilśniowanych w sposób właściwy), z pilśni t. zw. żelaznej (zob. str. 253), juty itp. materyj, napojonych i powleczonych asfaltem, oraz posypanych żwirkiem. Asfalt jest tu materiałem izolującym od wilgoci i powietrza; wkładka daje spoistość, giętkość i wytrzymałość na rozerwanie, a żwirek ogniotrwałość i możliwość połączenia z zaprawą muru.

Stosownie do rodzaju wkładki odróżniamy płyty: papy asfaltowej, pilśni asfaltowej, juty asfaltowej itp.; służą one do ochrony muru i posadzek od wilgoci boeznej i spodniej. Długość płyt wynosi do 10 m, grubość 5 do 10 mm, a szerokość różna.

Oprócz pojedynczych wyrabiają także płyty izolacyjne podwójne, które czasem otrzymują siatkę drucianą celem podniesienia wytrzymałości, lub blachę ołowianą dla wzmożenia nieprześlakliwości.

Płyty pilśniowe asfaltowe wyrabiają zwykle 3 m długie, 81 cm szerokie, oraz 7 mm grube do izolacji poziomej, zaś 5 mm do pionowej; zakładka wynosi 5 do 10 cm.

Nasylenie płyt izolacyjnych skutecznia się zanurzeniem w roztopiony asfalt, gdy są z papy, lub nałożeniem płynnego asfaltu, gdy są pilśniowe lub jutowe; żwirek po posypaniu wgniata się w płyty.

Dobre płyty powinny być asfaltem na wskroś przepojone i dawać przeginać się w tę i ową stronę bez złamania.

g) Rury asfaltowe sporządzają z pilśni asfaltowej i używają do odprowadzania cieczy gryzących i do izolacji przewodów elektrycznych w ziemi założonych.

h) Papa dachowa jest to surowa nieklejowana tektura papierowa nasycona mazią lub smołą węgla kamiennego albo asfaltem. Tekturę wytwarzają papiernie w zwojach 1 m szerokich, do 20 m długich, 1 do 2 mm grubych ze szmat starannie dobranych, z odpadków papierowych itp., o możliwie czystych włóknach wełnianych.

Nasylenie mazią odbywa się w stosownie długich i szerokich korytach żelaznych, należycie ogrzanych w ten sposób, że papę przeciągają przez kąpiel maziową zapomocą dwu wałków, wskutek czego zostaje uwolniona od nadmiaru mazi. Następnie na stołach lub odpowiednio urządzonych posadzkach posypuje się papę ręcznie lub maszynowo czystym ostrym piaskiem albo sproszkowanym żuzlem z pieców wielkich.

Czysta maź węgla kamiennego daje papę maziową, która gdy stwardnie zowie się papą kamienną i jest łamliwa, nietrwała; odpadki po destylacji mazi węgla kamiennego dają papę wytrzymałszą i mniej porowatą; maź ogrzana i zmieszana z olejem

żywicznym, olejem smarowym, żywicą świerkową, kalafonją, siarką, dziegciem lub asfaltem, daje papę asfaltową.

Dobra papa powinna być długowłóknista, na wskrós przepojona, miękka, wytrzymała, podczas zginania w tę i ową stronę nie łamliwa i nie zwiększająca ciężaru nawet po 24 godzinnem moczeniu.

Korzyści: mały ciężar własny, taniać więzby i krycia, łatwość wykonania i utrzymania, wielka szczelność z powodu niewielu spoin, małe nachylenie 1:10 do 1:20, ogniochronność, gdyż się nie pali tylko zwęglą, nieprzepuszczalność powietrza i wody.

Wady: na słońcu powłoka mięknie i wycieka, a papa niszczeje rvehlo wskutek tego i trzeba ją często powlekać i piaskować; nadto powłoka rozkłada się na słońcu i powietrzu, a papa staje się nieszczelną.

Papa używa się nie tylko jako samoistny materiał krycia, leez także jako pomocniczy materiał uszczelniający do pokrycia dachów cementem drzewnym, dachówką, łupkiem itp.

W miastach zabraniają krycia papą, a tylko wyjątkowo pozwalają tam, gdzie wyziewy mazi nie dokuczają sąsiadom i gdzie wolno kryć także gontami i słomą.

## VI. Metale.

### 1. Żelazo.

#### a) Ogólne określenia.

Żelazo znajduje się w stanie rodzimym, jako meteorowe, albo też — i to przeważnie — w rozmaitych rudach. Z rud używalnych uzyskuje się w wielkich piecach hutniczych żelazo surowe (surowiec, żeliwo), które następnie doprowadza się do stanu płynnego i poddaje chemicznym zmianom, usuwającym szkodliwe domieszki i sprowadzającym zawartość węgla do właściwej miary. W ten sposób wytwarzają rozmaite rodzaje żelaza, które zawierają — prócz właściwej substancji żelaza — nadto węgiel, fosfor, siarkę, krzem, mangan, miedź, kobalt, nikel i żuzel.

Węgiel wywiera największy wpływ na własności żelaza; w miarę zwiększenia zawartości węgla wzrasta twardość, kruchość i topliwość, ale rozciągliwość maleje i staje się wręcz niemożliwą, gdy zawartość dosięgnie 0.6%. Węgiel wchodzi w skład żelaza jako domieszka mechaniczna w postaci grafitu (w surowcu szarym) lub jako składnik chemiczny bezpostaciowy (w surowcu białym).

Fosfor to najszkodliwsza domieszka i czyni surowiec cienko-plynnym i twardszym, a żelazo kute na zimno łamliwym i krucho-

wprawdzie gdy żelazo kute ma więcej węgla, podnosi jego spawalność, ale zmniejsza wytrzymałość i obrabialność. (Patrz str. 169, p. 2. e.)

Siarka czyni surowiec gęsto-płynnym, a żelazo kute na gorąco lamliwym; zmniejsza spawalność i wytrzymałość surowca, i jest tem szkodliwszą, czem mniej węgla w żelazie.

Krzem i mangan nie są szkodliwe o ile zawartość ich nieprzekracza pewnej miary, a nawet czasem są pożądane; krzem czyni żelazo „zgniłem“ czyli na zimno i gorąco lamliwym i zmniejsza spawalność. Mangan podnosi punkt topienia surowca i zwiększa twardość zarówno surowca, jak i żelaza kutego.

Miedź, kobalt i nikel zdaje się są raczej korzystne, niż szkodliwe.

Żuzel daje żelazu krystaliczne złożenie i strukturę włóknistą podczas wałkowania; żelazo jest wtedy w kierunku wałkowania wytrzymalsze niż poprzecznie. Gdy żelazo niema żuzlu, to nie jest włókniste i ma wytrzymałość wzdłuż i w poprzek wałkowania jednaką.

#### b) Rodzaje żelaza.

Zasadniczo rzecz biorąc, to żeliwo, żelazo kute i stal różnią się między sobą tylko zawartością węgla i temperaturą topnienia.

Żeliwo (surówka, żelazo lane) zawiera od 2·3 do 6% węgla i topnieje w temperaturze 1000 do 1300° C.

Stal zawiera od 0·5 do 2·3% węgla i topi się w temperaturze 1300 do 1800° C.

Żelazo kute (t. j. żelazo spawalne i zlewne) zawiera 0·05 do 0·5% węgla i topi się w temperaturze 1800 do 2250° C.

1. Surowiec żelaza (fr. fer cru) jest wytworem hutniczym w piecach wielkich wprost z rud wytapianym, który jest łatwo topliwy i lejący, ale kruchy i nie kowalny, a zależnie od zawartości krzemu i manganu tworzy następujące odmiany:

a) Surowiec szary wydziela podczas oziębiania się przeważną część zawartości węgla jako grafit, ma przełom szary, ziarnisty i jest cienko płynny w temperaturze 1200 do 1300° C; zwiększa objętość podczas krzepnięcia i zapełnia ściśle formę, jest miękki i daje się łatwo obrabiać pilnikiem i dłutem.

Uzyskuje się z rud zawierających mało manganu (żelaziak czerwony i brunatny); gdy zawartość krzemu znacznie większa od manganu, zowie się surowcem krzemowym, gdy jest średnio-wielka, daje surowiec czarny, a gdy jest mała, to surowiec szary.

Używa się do sporządzania towarów lanych.

b) Surowiec biały (fr. fonte blanche) zawiera węgiel w połączeniu chemicznym z żelazem, ma przełom biały, krystaliczny, jest bardzo twardy i kruchy, a w temperaturze 1100 do 1200° C gęsto płynny i nie zapełnia form dobrze.

Uzyskuje się z rud zawierających więcej manganu niż krzemu (żelaziak spatowy); i gdy zawartość manganu jest wielka daje surowiec manganowy, gdy średnia surowiec żwierciadlisty, a gdy mała surowiec białoziarnisty.

Używa się do przeróbki na żelazo kute i stal.

c) Surowiec połowiczny (fr. fonte truitée) wykazuje zawartość węgla po części jako grafit, po części chemicznie związaną, ma przełom biały drobnoziarnisty z weśniętymi płytkami grafitu i zawiera równą ilość krzemu i manganu.

Używa się do wyrabiania twardej leizny.

2. Żeliwo (t. j. żelazo lane) jest to w regule surowiec szary, a niekiedy także i surowiec połowiczny, których się używa do odlewania towarów żelaznych lanych w formach albo wprost z pieców wielkich, albo też ze względu, iż jest on rzadko kiedy czysty, dopiero po przetopieniu w piecach stosownych. Surowiec biały nie nadaje się weale na żelazo lane, gdyż jako gęstopłynny tworzy odlewy niedokładne.

Używanie przetopionego surowca jest o tyle korzystniejsze, że można lejnie urządzać w dowolnych miejscach (nie przy piecach wielkich) i wytwarzać leiznę rozmaitego rodzaju, odpowiednim doborem i mieszaniem surowców. Żelazo lane zawiera mniej węgla niż 6%. Odróżniamy następujące odmiany leizny:

a) Leizna żelazna kowalna, miękka lub rozmiękezona, która się wytwarza z odlewów żelaznych, przemienionych na mniej lub więcej kowalne.

b) Leizna stalowa, którą się otrzymuje za dodaniem odpadków stali.

c) Leizna twarda powstaje, gdy żelazo roztopione przez wlanie w formę żelazną nagle się oziębi i skutkiem tego stanie się na powierzchni szczególnie twardem.

d) Leizna miękka są to odlewy drobnych rozmiarów z odpadków żelaza kutego w tyglach stopionych z małą domieszką glinu (aluminium); leizna ta jest kowalną i spawalną.

e) Leizna fosforzysta zawiera do 1% fosforu, jest rzadko płynna, ale krucha i dlatego używa się do odlewania przedmiotów nie wystawionych na większe natężenia, jak np. naczyń kuchennych, ornamentów itp.

Leizna wogóle jako nieznosząca wstrząśnień, a wytrzymała tylko na ciśnienie, używa się jedynie do części budowlanych wystawionych na spokojne ciśnienie oraz do odlewów, które się nie dają wykonać z żelaza kutego, a mianowicie: rury, słupy, płyty podkładowe, trzewiki, konzole, nakrywy, dachówki, ryny dachowe, piece, ozdoby, kraty, figury, schody, świeczniki, ramiona latarni, żłoby i drabiny na paszę, sprzęty itd.

Odlewanie rur i słupów udaje się najlepiej stojąco.

Wytrzymałość graniczna odlewów żelaznych na ciągnięcie jest mała; w każdym razie nie powinna zejść niżej wartości  $K_z = 1200 \text{ kg/cm}^2$ .

3. Żelazo kute, pod nazwą którego rozumiemy żelazo spawalne i żelazo zlewne.

a) Żelazo spawalne wychodzi w stanie ciastowym po stosownem przerobieniu z surowca białego. Zawiera węgla 0·5 do 0·10%, topi się w temperaturze 1500 do 1600° C, jest łatwo kowalne i spawalne, miękkie, ciągliwe, daje się mało utwardniać i nie jest wolne od żuźla. Odmiany:

Żelazo spawalne włókniste zawiera mało węgla, a w przełomie jest matowo szare, haczykowate i długowłókniste.

Żelazo spawalne miątkie zawiera więcej węgla i ma jasnoszary mialkoziarnisty przełom.

Żelazo spawalne nawęglane czyli cementowane wytwarza się skutkiem dłuższego wyżarzania z ciałami zasobnymi w węgiel (t. zw. cementowania) i jest z wierzchu utwardnione czyli ustalowane.

Barwa żarzenia się żelaza spawalnego: w temperaturze 500° C w ciemności czerwono świecąca, 700° ciemnoczerwona, 800° ciemnowiśniowa, 900° wiśniowa, 1000° jasnowiśniowa, 1100° ciemnopomarańczowa, 1200° jasnopomarańczowa, 1300° do 1350° biała, 1400 do 1500° ciepłota spawalności, 1518° olśniewającobiąta.

Zależnie od sposobu wytwarzania odróżniamy żelazo spawalne ogniskowe i pudlarskie.

Żelazo spawalne używa się do wyrobu blachy, drutu, sztab i przedmiotów walcowanych.

b) Żelazo zlewne jest w stanie płynnym po ostatecznem wytworzeniu. Zawiera 0·25 do 0·05% węgla, topi się w temperaturze 1350 do 1450° C, jest wolne od żuźla, kowalne, spawalne, mało rozciągliwe, twardsze i wytrzymalsze od żelaza spawalnego, utwardniać się nie daje i ma przekrój jasnoszary, równomierny, mialkoziarnisty.

Stosownie do sposobu, w jaki zostało wytworzone, zowie się żelazem zlewnem Bessemera, Thomasa lub Martina.

Używa się jako leizna żelaza zlewnego do odlewania przedmiotów, a nadto do tych samych celów, jak żelazo spawalne, zamiast którego jednak dla swych zalet ma już dziś w budownictwie powszechne zastosowanie. W tym ostatnim celu należy używać tylko miękkiego żelaza zlewnego, zawierającego co najwyżej 0·15% węgla, 0·04 do 0·05% fosforu, 0·2% manganu i posiadającego wytrzymałość na ciągnięcie  $K_2 = 3500$  do  $4500 \text{ kg/cm}^2$ .

4. Stal, którą dzielimy na:

a) Stal spawalną, podobnie jak żelazo spawalne wychodzącą z ostatecznego wykończenia w stanie ciastowym. Zawiera 1·6 do 0·50% węgla, topi się w temperaturze 1300 do  $1400^\circ \text{C}$ .

Stosownie do sposobu wytwarzania zowie się stal spawalna katalońska czyli dymarska, ogniskowa, pudlarska, cementarska, przekuwana czyli pakietowana albo rafinowana.

Używa się do wyrabiania blachy, drutu i narzędzi oraz do nastalania narzędzi żelaznych.

b) Stal zlewną, którą uzyskuje się w stanie płynnym jako stal Bessemera, Thomasa, Martina lub tygłowa. Zawiera 1·60 do 0·25% węgla, topi się w temperaturze 1300 do  $1400^\circ \text{C}$ , daje się utwardniać, kuć, ale źle spawać, przełom ma matowoszary, równomierny, miałkoziarnisty i jest wytrzymalsza od innych rodzaj żelaza; granicę między stalą zlewną a żelazem zlewnem stanowi wytrzymałość skrajna na ciągnięcie  $5000 \text{ kg/cm}^2$ .

Dawną nazwę stali lanej zastąpiono dziś nazwą stali tygłowej.

Używa się jako leizna do odlewania przedmiotów, a nadto do wyrabiania lepszych narzędzi.

Barwa żarzenia stali: w temperaturze  $532^\circ \text{C}$  ciemnoczerwona,  $565^\circ$  krwista,  $636^\circ$  ciemnowiśniowa,  $677^\circ$  średniowiśniowa,  $746^\circ$  wiśniowa,  $843^\circ$  jasnowiśniowa,  $899^\circ$  pomarańczowa,  $941^\circ$  jasnopomarańczowa,  $966^\circ$  żółta,  $1079^\circ$  jasnożółta,  $1204^\circ$  biała.

### c) Wyrób surowca.

Surowiec wytapia się z rud w piecach wysokich, zawierających utlenione żelazo w znacznej stosunkowo ilości. Najwydatniejsze

pod tym względem są: żelaziak magnetyczny, żelaziak czerwony, brunatny, spatowy, glinowy i węglowy.

Rudy po wydobyciu z łomu oddziela się od innych kamieni; większe kawały rozbija się, a ewentualnie także płóce się i pławi. Rudy praży się przeważnie potem; prażenie rud bogatych w węgiel, jak żelaziak węglowy, odbywa się w wolnych kopcach z pomocą utrzymywania w około ognia tak długo, aż węgiel zawarty w rudzie się zapali i odtąd sam dalej powoduje jej prażenie. Inne rudy nie mające węgla praży się w piecach prażniczych szybowych, gdzie się je układa warstwami naprzemian z węglem, lub we właściwych piecach gazowych.

Zadaniem prażenia jest utworzenie rudy sypką i wydzielenie z niej tych ciał, które mogą w piecu wielkim wywołać oziębienie, jak woda, siarka itp., a nadto spowodować pewne nie pożądane przemiany chemiczne.

Niektóre rudy trzeba w stanie surowym, inne znów po wypraniu poddać jeszcze zwiertzeniu czas dłuższy, celem wydzielenia i usunięcia części ziemistych, zapomocą działania zamarzającej wody.

Niektóre rudy nadają się wprost do wytapiania żelaza, inne nie; wskutek tego dobiera się rudy różnego składu i łączy, względnie miesza wzajemnie. Najczęściej trzeba jeszcze dodawać domieszek (topników), jak wapień itp., celem spowodowania łatwej topliwości żużlu zasadowego.

Piec wysoki (fr. haut fourneau), służący do wytapiania surowców, jest to piec szybowy zazwyczaj postaci dwu ściętych stożków, przylegających do siebie większemi podstawami, z których stożek górny jest wyższy od dolnego. Szyb wymurowany ogniotrwale tworzy trzon rdzenny pieca 10 do 30 m wysoki i bywa w nowszych czasach otoczony płaszczem blaszanym.

Wylot górny czyli gardziel pieca zamyka się przyrządem dzwonowym, poruszonym żórawiem, a gazy uchodzą przewodem w gardzieli umieszczonym. Gazów wylotowych używa się do rozmaitych celów (prażenia rud itd.). Począwszy od gardzieli w dół, rozszerza się trzon pieca w górnej części, następnie zwęża się znowu i w poszczególnych częściach swego wnętrza otrzymuje stosowną postać, nazwę i wyposażenie formami z dyszami i dmuchawkami. Najniższa część pieca zowie się kotliną, która może być otwartą i dostępną, lub zamkniętą zupełnie. Po przeciwnej stronie otworu kotlinki, służącego do podpalenia, jest umieszczona rura, doprowa-



dzająca tlen, ułatwiający spalanie się materiału opalowego, a więc i topienia się rudy. Poniżej form znajdują się otwory do odprowadzania żuzłu, a u dna kotlinki wylot do spuszczenia żelaza.

Przebieg w piecu wielkim. Po rozpaleniu silnego ognia w najniższej części pieca czyli w kotlinie, wrzuca się gardzielią warstwami na przemian węgiel drzewny lub koks i rudę z potrzebnymi domieszkami, dopóki się nie zapelni. Z dołu wdmuchuje się powietrze formami z pomocą dysz i regulatora przeciągu, ogrzewanego do  $600^{\circ} C$  podgrzewaczem (patrz powyżej). W miarę opadania opału i rudy z domieszkami, dosypuje się nowego materiału i prowadzi w ten sposób przebieg dalej nieprzerwanie całymi latami (do 20 lat); przerwa następuje bardzo rzadko i to dla wyczyszczenia lub naprawy pieca i trwa możliwie jak najkrócej, gdyż jest połączona z wielkimi stratami.

Węgiel zamieniony wdmuchiwanem powietrzem na tlenek węgla, podgrzewa rudę i opał w górnych warstwach pieca, a w części środkowej pieca pod działaniem gorąca powoduje redukcję tlenków żelaza, wskutek czego tworzy się czyste żelazo i kwas węglowy, a żelazo równocześnie nawęglą się.

W najniższej części pieca topi się żelazo nawęglone i dalej się jeszcze nawęglą aż do otworów dmuchawek, gdzie osiąga najwyższej temperatury i największego nawęglenia. Wreszcie na dno pieca splywa surowiec z żuzłem, który osiada na wierzchu i odprowadza się ciągle na zewnątrz, a żelazo w pewnych odstępach czasu spuszcza się.

Żelazo płynne doprowadza się do form, które dla białego surowca są żelazne, a dla szarego piaskowe; surowiec zastyga tam w bryłach czyli kłodach, zwykle o przekroju półkołowym około 15 cm średnicy, 0.75 m długich, ważących 50 kg.

Płynny żuzel zbiera się w wózki i usuwa; używa się go: na tłuczenie, jako kamień budowlany, na cegły żuzłowe, jako piasek do zapraw, a wreszcie w ziarnowanym stanie do fabrykacji cementu.

Przebieg pieca jest dobry, jeżeli całkowita ilość żelaza w rudzie przechodzi w surowiec, jeżeli żuzel go wcale niema i jeżeli surowiec zawiera odpowiednią ilość węgla.

Przebieg pieca jest zły, jeżeli stosunek przygotowanej rudy do paliwa jest nieodpowiedni. I tak, jeżeli paliwa za mało, to przebieg jest za surowy i wytwarza surowiec biały o małej

zawartości węgla, a żużel odchodzi ze znaczną ilością żelaza; jeżeli zaś paliwa za wiele, to przebieg jest za gorący i daje surowiec ciemnoszary lub czarny.

#### d) Odlewanie.

Do przetapiania surowca używa się: pieców tyglowych na drobne odlewy i na leiznę kowalną, pieców płomiennych (puclingowych) na wielkie bryły; najczęściej jednak pieców szybowych czyli kopulakowych i fryszerskich, t. j. płomiennych, zużywających mało paliwa z najmniejszym ubytkiem żelaza.

Surowiec tak przetopiony — po odczyszczeniu z żużla — spuszcza się w formy do tego celu sporządzone z piasku, gliny lub żelaza. Formy piaskowe sporządzają z pomocą modeli (wzorów) drewnianych, żelaznych, lub mosiężnych, w podszwie huty, alboważ w żelaznej ramie piaskiem zapełnionej (odlewy skrzynkowe), z uwzględnieniem nadmiaru na kurezenie się żelaza.

Słupy, rury itp. puste przedmioty (odlewy rdzeniowe) odlewa się z pomocą rdzenia, który się składa z podziurawionej rury żelaznej lub blaszanej, owiniętej wicią słomianą i oblepionej gliną; rdzeń taki jest podatny podczas tężenia odlewu i dozwala na odprowadzenie gazów.

Formy żelazne t. zw. czarki czyli kokile powodują szybkie oziębienie płynnego żelaza i dają odlew twardy, gdyż nagłe oziębienie nie dopuszcza do wydzielania się grafitu, które jest tem wydatniejsze, czem powolniej idzie ochłodzenie. Formy te powleka się smołą lub grafitem.

Do odlewania używa się łyżki i innych stosownych naczyń, w których się żelazo ostudza do potrzebnej temperatury.

Po ostygnięciu czyści się odlewy, odbija szwy itp. nierówności, gładko ostruguje, toczy i poddaje obróbie maszynowej w miarę potrzeby. Odlewy zresztą zwykle się czerni, lakieruje lub smoluje.

Celem usunięcia różnicy wewnętrznych napięć oraz rozmiękczenia, wyżarza się duże odlewy w powłoce glinianej lub piaskowej i pozostawia powolnemu stygnięciu (leizna rozmiękczona). Chcąc uczynić odlewy kowalnymi, zmniejsza się zawartość w nich węgla wyżarzaniem w materiałach oddających tlen (tlenek i tlenek węgla).

#### e) Wyrób żelaza kutego.

Żelazo kute powinno mieć nie więcej niż 2-3% węgla i tylko bardzo małą domieszkę ciał obcych. Uzyskuje się go rzadko kiedy wprost z rudy, natomiast najczęściej z surowca, który trzeba do

pewnego stopnia odwęglić i pozbawić obcych domieszek zapomocą spalania i utlenienia. Jest to t. zw. świeżenie, które rozpada na następujące cztery metody.

1. *Świeżenie ogniskowe* czyli w piecach otwartych jest drogie i nadaje się tylko do drobnego wyrobu. Polega na tem, że płynny biały surowiec spuszcza się kroplami w prądzie powietrznym wśród potrzebnej do utleniania temperatury, wytwarzanej spalaniem węgla drzewnego. Odbywa się w paleniskach murowanych i dostarcza bardzo czystego żelaza spawalnego i stali.

2. *Świeżenie płomienne czyli pudlowanie* przeprowadza się w stosownie urządzonym piecu płomiennym o niskiem palenisku, w którym surowiec układa się oddzielnie od materiału opałowego i pod działaniem płomieni roztopia się.

Materiałem opałowym jest tu węgiel kamienny, a gazy spalania przepływające ponad surowcem dają się użyć do podgrzewania surowca najbliższego przebiegu.

Przebieg pudlowania dokonuje się w trzech okresach.

W pierwszym okresie topnieje surowiec i spala się krzem w nim zawarty na kwas krzemowy, który łączy się z tlenkami żelaza i manganu w żuzel; aby zaś żuzel nie tamował przystępu powietrza do odwęglenia żelaza, miesza się ciągle roztop.

W drugim okresie poczyna się spalanie węgla wśród gwałtownego wrzenia roztopu i wydobywania się niebieskich płomyków; żuzel staje się gęściejszy, działa odwęglająco na żelazo, a wreszcie splywa do wózków. W końcu żelazo tężeje na masę ciastową, gdyż wskutek odwęglenia uzyskało wyższą temperaturę topliwości i nie daje się już mieszać.

W trzecim okresie postępuje już odwęglanie bardzo szybko; żelazo przebija się ostrymi drażkami i celem jednostajnego odwęglenia przesuwa się w kierunku poziomym, a wreszcie zbija w kłęby czyli lupy ważące 30 do 50 *kg*. Kłęby te tracą już w piecu znaczną część żuzla, a pod działaniem młota tracą prawie całą jego zawartość i uzyskują ściśle spojenie się kryształów żelaza. Stąd idą gorące kłęby do wałkowni, gdzie wygniatają z nich sztaby płaskie 50 do 250 *mm* grube i przecinają na kawałki stosownie długie celem tworzenia z nich wiązek czyli pakietów, po niezbędnych do dalszego użytku.

Cały wyżej opisany przebieg pudlowania trwa  $1\frac{1}{2}$  do 2 godzin wobec czego w ciągu 12 godzin dokonuje się 6 do 8 przebiegów pudlowania po 150 do 250 *kg*, czyli razem 900 do 2000 *kg*.

Przebieg ten zastosowuje się do wyrobu żelaza spawalnego i nazywa się pudłowaniem na żelazo.

Pudłowanie na stal nie idzie z odwęglaniem tak daleko, jak poprzednie, gdyż stal zawierać musi więcej węgla. Surowiec musi tu być możliwie czysty i zawierać więcej manganu, który posiada własność utwardniającą. Zresztą topienie surowca trzeba prowadzić możliwie szybko, a następnie wyżarzać pod żuzlem, osiadłym na wierzchu roztopu a chroniącym od szybkiego i znacznego odwęglania. Stąd też pudłowanie na stal trwa bardzo długo, wymaga wiele opału i jest drogie, a daje poszczególne przebiegi i lupy mniejsze.

Rozżarzania surowcowych sztab do białości celem wytworzenia z nich przedmiotów użytkowych dokonują w otwartych ogniskach lub w piecach płomiennych; przed włożeniem jednak do ogniska łączy się je drutem we wiązki, których rozmiary stosują się zarówno do wielkości przedmiotu do wykucia przeznaczonego, jakoteż do ubytku żelaza podczas całej roboty.

Podczas kucia i spawania zmniejsza się zawartość węgla i z tego powodu można żelazo albo poprawić, o ile ma dostateczną zawartość węgla, albo też w przeciwnym razie pogorszyć. Często przy przekuwaniu zatem zmienia się stal na żelazo kute, a i to ostatnie staje się wreszcie przepalonym.

3. *Świeżenie naczyńowe według Bessemera i Thomasa* polega na tem, że surowiec stopiony w piecu kupolowym albo wprost z pieca wielkiego, wlewa się w rozpalone aż do czerwoności naczynie gruszkowe czyli piec gruszkowy, konwertor, i wdmuchuje się pod ciśnieniem powietrze tak, że się przeciska przez całą masę roztopu i powoduje szybkie spalenie się krzemu, manganu i węgla, a skutkiem tego temperatura się ciągle wzmacza, chociaż się nie dodaje opału. Na tem też polega właśnie ekonomiczna korzyść tego przebiegu.

W regule roztop żelaza w gruszcze czyli konwertorze prawie zupełnie się odwęgla, a potem ponownie nawęgla do właściwej miary, gdyż jest to sposób pewniejszy i daje wyrób czystszy.

Konwertor jest naczyniem postaci gruszki z blachy żelaznej, wyłożonem wewnątrz materiałem ogniotrwałym, na dwu czopach poziomych zawieszonem i obracalnem. Obracania dokonuje prasa hydrauliczna z pomocą sztaby zębatej pionowej, poruszającej koło zębate na jednym czopie gruszki osadzone; drugi czop jest rurą i służy do wdmuchiwania powietrza do wnętrza gruszki.

W konwertorze zresztą można pomieścić 6000 do 12000 *kg* żelaza.

Przebiegi tu stosowane odbywają się sposobem Bessemera albo Thomasa; różnią się one rodzajem materiału wewnętrznej okładziny konwertora i wynikającym stąd działaniem chemicznym na surowiec.

a) Przebieg Bessemera czyli przebieg kwasowy polega na tem, że okładzina wnętrza gruszki jest materiałem kwasowym (piasek kwarcowy gliniasty albo glinka ogniotrwała z szamotką albo mur z cegiełek szamotowych na ogniotrwałej zaprawie glinianej). Okładzina taka wierzchu i ścian jest 20 do 45 *cm* gruba, wytrzymuje 80 do 100 przebiegów bez większej naprawy, po 200 do 400 przebiegach wymaga jednak odnowienia; okładzina zaś dna jest 40 do 65 *cm* gruba, zużywa się szybko i po 12 do 20 przebiegach wymaga już naprawy.

Żelazo do tego przebiegu przydatne powinno zawierać 2 do 3% krzemu, oraz mniej niż 0.10% fosforu i 0.05% siarki.

W czasie powrotu gruszki do pionu wdmuchuje się powietrze pod silnem ciśnieniem przez masę roztopu i rozpoczęty w ten sposób przebieg świeżenia wchodzi w bieg pełny, który rozpada na trzy okresy.

Pierwszy okres powoduje utlenianie się części żelaza i krzemu, który spalając się na kwas krzemowy, podnosi ciągle temperaturę i powoduje silnie świecący płomień z iskrami żelaza do białości rozżarzonego. Okres ten kończy się zupełnem spalaniem krzemu na żuzel po 20 do 30 minutach.

W drugim okresie utlenia się mangan a tlenek żelaza *FeO* przechodzi w żuzel; ciąglem jednakże wdmuchiwanem powietrza wytwarza się wielka ilość tlenku żelaza, który zaraz odtlenia się z powodu spalania się węgla na tlenek węgla i kwas węglowy, a płomienie stają się spokojniejsze.

W ostatnim okresie spalają się resztki węgla a płomienie nikną skutkiem zupełnego odwęglenia.

Wszystkie te trzy okresy trwają 40 do 60 minut; poczem sprowadza się gruszkę do poziomu, czerpie próbkę, odlewa bryłkę (Ingot), wykuwa z niej szybko młotem parowym cienką sztabkę oziębia w wodzie, zgina na kowadle i przelamuje; z kruchości i z wyglądu przelomu wnioskuje się na jakość i złożenie całego roztopu w gruszce. Jeżeli się okaże, iż odwęglenie jest niezupełne wdmuchuje się jeszcze nieco powietrza do gruszki, a gdy stanie się zupełne, przeprowadza się ponowne nawęglenie roztopu do właściwej miary, za dodaniem stosownej ilości żelaza manganowego o potrzebnej zawartości węgla.

Po spuszczeniu żuźla odprowadza się roztop do żelaznych naczyń lejniczych, wyłożonych materiałem ogniotrwałym, poczem wlewa się go do form i zamyka żelaznemi nakrywami i piaskiem. Żelazo wreszcie stężale na bryły (Ingots) wyjmuje się jeszcze rozżarzone, kuje młotami parowymi w gran celem zgęszczenia żelaza i usunięcia baniek i oddaje do dalszej obróbki pod młoty i do wałkowni.

b) Przebieg Thomasa czyli przebieg zasadowy jest właściwie przebiegiem Bessemera, ale z zastosowaniem — zamiast kwasowej — zasadowej okładziny wewnątrz gruszki, czem umożliwia się przeróbkę surowca, zawierającego dowolną ilość fosforu. Okładzina ta jest z palonego wapna lub dolomitu a spoiwo tworzy smoła; nadto dodaje się do gruszki zaraz na początku wapna palonego, które umożliwia wydzielenie z surowca wszystkiego fosforu.

Przebieg zresztą obejmuje te same trzy okresy, co poprzedni, a wynikiły ze spalania krzemu kwas krzemowy tworzy z wapnem żużel.

Po ukończeniu trzeciego okresu znajduje się w roztopie jeszcze krzem, nieco siarki i prawie cała zawartość fosforu, który następnie przez dalsze doprowadzenie powietrza spala się całkowicie wraz z krzemem.

Po przeprowadzeniu ze skutkiem próby kucia w bryłce (Ingot), wlewa się metal do form (Coquillen), a następnie w stanie jeszcze rozżarzonym poddaje się obróbce.

Żużel z przebiegu Thomasa zawiera wiele fosfatu wapna, i zmieniony daje bardzo dobry nawóz.

4. *Przebieg Siemens-Martina* jest świeżeniem w piecach płomiennych, zaopatrzonych paleniskiem regeneratywnem Siemens'a, dającym wysoką temperaturę, potrzebną do utrzymania wytworu w stanie płynnym.

Piec płomienny Siemens-Martina składa się z ogniska postaci płytkiej wanienki na płytach żelaznych, wolno leżących, wyłożonej materiałem ogniotrwałym, z drzwiczkami do wkładania materiałów z jednej a do odprowadzania roztopu z przeciwnej strony. Niżej dna ogniska, obok lub pod niem, znajduje się jedna lub więcej par komór ogniotrwałych, z których jedna służy do zbierania gazu z generatora, a druga do doprowadzania powietrza; gaz schodzi się w stosownem miejscu z powietrzem, zapala się i przeciąga ponad ogniskiem, a produkta spalania podgrzewają inną parę komór.

W miarę czy zawartość fosforu w surowcu jest większa lub mniejsza niż 0-10%, zastosowuje się przebieg na kwasowym lub zasadowym materiale okładzinowym ogniska.

Surowiec w regule topi się w ognisku pieca płomiennego; poczem odpuszcza się żuzel, a do roztopu dodaje się 30 do 50 kg odpadków żelaza zlewego i stali, rozpalonych do czerwoności, miesza się często wszystko grzebaczkami i usuwa się znowu żuzel. Tymi odpadkami roztop odwęgla się.

Skoro odwęglenie osiągnęło stopień dostateczny, przeprowadza się ponowne nawęglenie do potrzebnej miary zapomocą domieszki żelaza manganowego. W najnowszych czasach dokonują nawęglania częściowo z pomocą koksu.

Cały przebieg Siemens-Martina trwa 6 do 8 godzin, wymaga zatem więcej opalu, ale zato umożliwia stapianie odpadków stali i żelaza kutego. Z powodu zresztą dłuższego trwania przebiegu gazy mają dosyć czasu do ulotnienia się z roztopu i nie tworzą baniek.

Po skończonym przebiegu żuzel usuwa się, żelazo spuszcza do panwi lejniczych i wlewa do form, a stężałe bryły (Ingots) idą do obróbki.

Przebieg Siemens-Martina łączy się często z przebiegiem Bessemera i Thomasa, a mianowicie materiał żelazny odwęglony należyce w konwertorze poddaje się dalszemu przebiegowi w piecu płomiennym Siemens-Martina. Tak n. p. wytwarza się stal rafinowana czyli czyszczona, od której się wymaga wielkiej jednolitości i gęstości masy.

### f) Wyrób stali zlewnej tyglowej.

Stal wytworzona w jakikolwiek sposób i przetopiona w tyglu ogniotrwałym daje stal zlewną szczególnie równomierną, zwaną zlewną stalą tyglową. Tygle z glinki wolnej od piasku, zmieszanej z szamotką i grafitem, a tak duże, aby mogły pomieścić 15 do 50 kg stali w kawałkach, rozżarza się do czerwoności, napelnia stalą i wstawia w zamknięty piec tyglowy płomienny.

Zawartość węgla w roztopie można zwiększyć dodaniem do tygli kawałków węgla drzewnego, lub zmniejszyć dodaniem kawałków żelaza kutego. Domieszka manganu, wolframu, niklu lub tytanu daje drobnoziarnistą, bardzo twardą stal.

Stopioną stal wyciąga się z tyglami zapomocą szczypców i wlewa do form.

### g) Wyrób stali cementarskiej.

Sztaba żelazna kuta wyżarzona w węglu drzewnym, a zatem rozmięczona, ale nieroztopiona, daje się nawęglić od zewnątrz ku wnętrzu aż do 50%. Sposób ten nawęglania zowie się cementowaniem, a żelazo stąd otrzymane jest stalą cementarską.

Plaskie kute sztaby układa się w skrzynki kamienne lub gliniane naprzemian z mialkim węglem drzewnym i ogrzewa się zewnętrznie w piecach cementarskich. Rozpalanie trwa około 24 godzin, nawęglanie 8 do 9 dni, oziębianie 3 dni. Ponieważ nawęglanie idzie powoli od zewnątrz ku wnętrzu, więc gotowe przedmioty z żelaza kutego można także tylko na powierzchni nawęglić, względnie utwardnić czyli nastalić. W tym celu narzędzia itp. wkłada się w puszki blaszane żelazne z miałem węgla drzewnego i wyżarza wskutek czego one się nastalą tylko na powierzchni.

Jeżeli zależy tylko na częściowem nastaleniu (postępowanie Harveya) przedmiotów, jak płyty, nity itp., to części, które mają pozostać niestalone, osłania się miałem glinianym a resztę miałem węgla drzewnego.

Spawaniem i przekuwaniem młotem wiązek stali cementarskiej, rozpalonej kilkakrotnie do białości, otrzymuje się stal wiązkową, stal przekuwaną.

### h) Własności żelaza.

1. *Surowiec* jest wogóle kruchy i nie daje się ani kuć ani spawać, daje się piłować, wiereć, strugać, toczyć itd. Szary jest miękniejszy, ciagliwszy, nadaje się lepiej do odlewów, niż biały.

2. *Żeliwo*, t. j. *leizna względnie odlewy* muszą być czyste, bez błędów, gładkie, o ostrych brzegach i ostro uwydatnionych ozdobach, bez dziur, baniek i widocznych porów; przełom ma być ziarnisty i jednostajnie szary.

3. *Żelazo kute*, t. j. żelazo zlewne i spawalne daje się w zimnym a szczególnie łatwo w rozżarzonem stanie obrabiać, dłutem dzielić, zginać, dowolnie upostaćać kuciem lub ugniataniem, na zimno piłować, strugać, wiereć, szlifować, polerować.

*Żelazo spawalne* daje się dobrze kuć i spawać, a żelazo *zlewne* mniej dobrze; można jednak tę trudność usunąć zapomocą rozmaitych domieszek, jak boraks, młotowiny itp.

Przełom dobrego żelaza spawalnego powinien być jasny o matowym połysku jedwabistym albo ciemny o jasnym połysku; jasny zaś przełom o silnym połysku lub ciemny o matowym połysku wskazuje na złe żelazo. Żelazo kowalne należy kuć tylko w stanie



zimnym lub rozżarzonym, żelazo spawalne daje się jednak spawać w rozżarzeniu do białości.

Zawartość fosforu wynosząca 0·15% czyni żelazo na zimno łamliwe a sztaba z takiego żelaza przegięta na zimno łamie się i ma przełom gruboziarnisty, jasno błyszczący. Siarka w ilości nawet 0·12% sprawia, że żelazo rozżarzone łamie się łatwo pod młotem i ma przełom często piękny, włóknisty o matowym połysku.

4. *Stal* posiada tę znamieną własność, iż rozżarzona do czerwoności i oziębiona szybko w cieczy, twardnieje tak, że pilnikiem albo bardzo trudno albo wcale nie daje się pilować. Ta cenna własność jest właściwą żelazu, które zawiera 0·50 do 2·30% węgla i jest zupełnie czyste; o ile zawartość węgla wynosi mniej niż 0·50% twardnienie jest słabsze, a więcej niż 2·30% twardnienie i kowalność ustaje.

Obecność grafitu i innych domieszek szkodliwych czyni stal kruchą w stanie utwardnionym, a nawet i nieutwardnionym, i takiego żelaza nie należy używać do wyrobu stali. Mangan w ilości 0·2 do 0·5% wzmacnia nieco tylko wytrzymałość i twardość stali, ale czyni ją zbitszą i wolną od baniek i rys; w ilości 8 do 20% używa stali wielką wytrzymałość, ciągliwość i twardość. Wolframu 2 do 6% podnosi twardość i wytrzymałość na ścięcie, ale zmniejsza ciągliwość. Chrom działa podobnie jak wolfram, czyni jednak stal o wiele kruchszą, ale zato odporniejszą na uderzenia i szturknięcia, a w połączeniu z niklem daje stal na płyty pancerne. Niklu 5 do 10% podnosi twardość i ciągliwość bardzo znacznie stali nieutwardnionej; natomiast w stali utwardnionej zawartość niklu mniej jest korzystna niż wolframu lub chromu. Stal niklowa używa się do silnie nateżonych części maszynowych, jak wały okrętowe, czopy korb, płyty pancerne, rury armat itp.

Odróżniamy zatem stal, uzyskującą swą twardość od węgla, oraz stal szczególną, która prócz węgla zawiera inne jeszcze domieszki, potęgujące twardość, i stąd idą nazwy: stal manganowa, wolframowa, chromowa, niklowa.

Stal w handlu zaopatrują najczęściej stampilą firmy i napisem (etykieta), względnie zabarwieniem, wykazującym cel używalności, stopień twardości i temperatury potrzebnej do utwardniania i kucia.

Zabarwienia się następujące:

Żółte dla: ostrza seczoryków, dłutownic, naciągaczy dłucidel i narzynaczek (do kół zębatach).

Brunatne dla: siekier, nożyczek, dłut ślusarskich i stolarskich.

Fioletowe dla: ostrzy noży stołowych.

Jasno-niebieskie dla: szabel i sprężyn do zegarków.

Ciemno-niebieskie dla: świrdrów, sztyletów, pił.

Zabarwienia te zmywa się octem lub roześcieńczonym kwasem siarkowym.

Dobra stal powinna wykazywać w przelomie równomierne złożenie miałkoziarniste barwy jasnoszarej aksamitnej i posiadać powierzchnię czystą bez skaz. Złożenie w miarę wzrastającej twardości staje się więcej drobnoziarniste. Nie zawsze jednak można wnioskować z wyglądu z dostateczną pewnością o dobroci stali i trzeba ją poddawać próbom w rozmaity sposób.

6. *Utwardnianie stali* przeprowadza się w ten sposób, że po rozżarzeniu do czerwoności oziębia się ją szybko zanurzeniem w wodę lub olej; jeżeli się jednak stal rozżarzona oziębia powoli, to nie tylko nie stwardnie, ale nawet stanie się jeszcze miększą niż była.

Stal zasobna w węgiel uzyskuje największe utwardnienie, gdy jest rozpalona do ciemnej czerwoności, a uboga w węgiel, do jasnej czerwoności; dla każdego więc danego rodzaju stali trzeba drogą prób wyznaczyć stosowną do utwardniania temperaturę, aby stali nie przegrzać czyli nie przepalić.

Przepalona stal po utwardnieniu wykazuje przelom gruboziarnisty, jasnopółskujący, podczas gdy prawidłowo utwardniona stal jest drobnoziarnistą tak, jak była przed utwardnieniem. Z pomocą wyżarzenia i kucia można stal sprowadzić do poprzedniego stanu, ale nieodzyska już zupełnej swej poprzedniej twardości.

Kuciem zwiększa się wytrzymałość i twardość stali.

Stal utwardniona w sposób wyżej opisany osiąga tem samem największą twardość zwaną szklaną i używa się na pilniki itp. narzędzia. Stopniowem jednak ogrzewaniem a powolnem chłodzeniem odzyskuje ona stopniowo napowrót swoją pierwotną ciągliwość i miękkość, czyli doznaje stopniowego odtwardnienia aż do naturalnej twardości i wtedy na powierzchni przybiera rozmaite barwy, zależne ściśle od temperatury ogrzania a wskazujące stopień twardości, pozostałej po odtwardnieniu.

Barwy wyżej poszczególnione, zwane barwami twardości, barwami naleciałemi, barwami napuszczonemi, dają możność ocenienia z dostateczną dokładnością, czy przedmiot ze stali wy-

robiony, osiągnął wysokość temperatury, potrzebnej niezbędnie do uzyskania żądanej twardości.

Podczas utwardniania stali należy starannie przestrzegać, aby rozżarzenie i oziębianie odbywało się jednostajnie, gdyż w przeciwnym razie powstają rysy, pęknięcia i paczenie się, mogące spowodować nawet rozpadnięcie się przedmiotu.

Szybkie studzenie wykonywa się zanurzeniem rozpalonej stali we wodzie lub skropieniem wodą; woda zaprawiona solą kuchenną przyspiesza chłodzenie, a zaprawiona wodą wapienną lub tłuszczem, jak olej, łój itp., opóźnia je. Żarzenie stali dokonuje się w zwykłych ogniskach kuźnianych węglem drzewnym opalanych, a większej masy stali w piecach płomiennych (Muffelöfen).

### **i) Próba żelaza kutego i stali.**

Wytrzymałość i inne własności dostarczonego żelaza kutego i stali stwierdza się zapomocą prób, które się stosuje do gotowych już całych zespołów na zimno albo do ich części składowych zarówno na zimno (najmniej  $10^{\circ}$  C), jak i w stanie rozżarzonym.

#### **1. Próby na zimno są:**

a) Pojedyncze zgięcie sztaby o kąt  $180^{\circ}$  nie powinno wykazywać rys ani podłużnych ani poprzecznych.

b) Wielokrotne zgięcie sztaby pod pewnym kątem, dochodzącym do  $180^{\circ}$ , i wyprostowanie nie powinno wykazywać żadnych rys lub pęknięć.

c) Złamanie stosuje się szczególnie do stali i służy do wyznaczenia wytrzymałości na zgięcie, a mianowicie, sztaba lub belka żelazna czy stalowa, wolno podparta na daną rozpiętość, obciąża się w środku tak długo, aż się wygnie i złamie; z wielkości przekroju belki i obciążenia wyznacza się wytrzymałość.

d) Rozerwanie polega na tem, że sztaba dana wprzęga się w maszynę do rozciągania i pod działaniem rozciągania zmniejsza swój przekrój w pewnym miejscu, w którym się następnie przerywa. Siła użyta do rozerwania w kilogramach, podzielona przez powierzchnię przekroju w centymetrach, daje wytrzymałość sztaby na ciągnięcie na  $1\text{ cm}^2$ .

e) Próba obejrzenia polega na dokładnem obejrzeniu i zbadaniu przelomu, dokonanego zacięciem i przelamaniem kawałka żelaza zapomocą przeginania w różne strony.

f) Próba zapomocą obróbki polega na obrobieniu danego kawałka żelaza dłutem, hyblem, pilnikiem itp.; jeżeli po tej robocie powierzchnia okaże się szorstką, łuszczącą się i zadzierzystą z widocznymi miejscami nierównej twardości, to materiał jest lichy. Dobre żelazo daje wióra długie i ciągliwe.

## 2. Próba na gorąco:

a) Próba dziurawienia na zimno lub ciepło przeprowadza się w ten sposób, że sztaba w środku swej szerokości otrzymuje rozcięcie w kierunku podłużnym na wskrós, które następnie rozszerza się wbijaniem trzpienia; jeżeli żelazo dobre, to rysy nie powstaną.

b) Próba rozcinania przeprowadza się na zimno i na ciepło rozcięciem sztaby jak poprzednio, ale na końcu, a następnie odgięciem z pomocą młota na boki obu rozciętych części, które nie powinny dostać rys, gdy żelazo dobre.

c) Próba rozklepania polega na rozszerzeniu sztaby rozżarzonej na czerwono kuciem; gdy żelazo dobre, nie powinny powstać rysy na brzegach.

d) Próba stłoczenia zastosowuje się do nitów, a mianowicie, trzpień żelazny rozżarzony do czerwoności, kuje się młotem w kierunku osi podłużnej aż się stanie w środku swej długości dwa razy grubszy; dobre żelazo nie powinno dostać rys.

e) Próba utwardnienia zginaniem polega na tem, że się rozżarza do czerwoności stal miękka i ochładza skropieniem wodą o temperaturze 25° C, a potem zgina.

3. Próba trawienia służy do wykrycia żuzla w spoinach spawania itp. zapomocą zanurzenia w rozcieńczony kwas solny próbki żelaza gładko opiłowanej. Kwas solny rozpuszcza żuzel a wskutek tego powstają na powierzchni wgłębienia, nierówności i rysy, które wskazują na zły materiał żelazny.

## j) Wyroby żelazne.

Dla ułatwienia wyrobu przedmiotów żelaznych, potrzebnych do codziennego użytku budowlanego, oraz dla uproszczenia tego użytku, unormowano ich rozmiary, a fabryki wytwarzają i utrzymują je na składzie, jako mniej lub więcej zespolone, albo jako części składowe, a mianowicie:

1. Słupy żelazne lane do 6 m wysokie, o ścianach 10 do 35 mm grubych i średnicy zewnętrznej 80 do 300 mm; należy je według możliwości odlewać w stojącej postawie.

Ustawienie słupów jeden na drugim przez kilka piątr jest dopuszczalne najwyżej do 20 m i należy wtedy zetknięcia na tokarce wyrównać, oraz zapomocą odlanych pierścieni dokładnie ześrodkować. Do oparcia belek stropowych odlewa się stosowne gniazda boczne.

2. Rury lane żelazne kołnierzone i cholewkowe 2 do 4 m długie, o średnicy świetlnej 40 do 1000 mm i grubości ścian 8 do 10 mm, są obliczone na 10 at ciśnienia a na 20 at próbowane.

Trąby wychodkowe i wylutowe mogą mieć ciensze ściany, gdyż nie ulegają ciśnieniu.

3. Płyty podkładowe oporowe są prostokątne i lane, mają 20 do 30 mm, a kute 10 do 15 mm grubości, w ogóle zaś około 300 mm szerokości i 140 do 450 mm długości.

4. Rury z żelaza spawalnego wyrabiają:

a) Rury kotłowe mają 5 m normalnej długości, 38 do 406 mm zewnętrznej średnicy i 2·5 do 9 mm grube ściany; szew ich spawania tworzy tępe zetknięcie, lub zakładka.

b) Rury wodociągowe i gazowe z żelaza kutego wytworzone ze zwojami śrubowymi i cholewkami, o średnicy w świetle 10 do 80 mm.

5. Rury Mannesmanna są wałkowane bez szwu ze stali Martina lub ze stali tyglowej lanej, zwykle 4 do 8 m długie o ścianach 1 do 8 mm grubych, średnicy zewnętrznej 10 do 266 mm; wytrzymują wysokie ciśnienie i służą jako rury kotłowe itp.

Z tego samego materiału wykonują tak samo i słupy o średnicy zewnętrznej 108 do 305 mm w węższym końcu i 1600 do 6500 mm wysokie.

6. Sztaby, łaty żelazne, wałkowane lub kute z żelaza spawalnego, rzadziej jednak ze zlewnego, jako mniej spawalnego, są płaskie, kwadratowe lub krągłe, 3 do 6 m długie, a mianowicie:

a) Sztaby pasowe 1 do 5·5 mm grube, 10 do 280 mm szerokie, w wiązkach po 10, 25 i 50 kg.

b) Sztaby płaskie 1 do 50 mm grube, 10 do 200 mm szerokie, w wiązkach po 25 do 50 kg; o ile są grubsze i szersze kupują się jako jednki.

c) Sztaby kotwiowe są płaskie i sprzedają się w 6-ciu numerach, a mianowicie, dwójka  $24 \times 53$  mm, trójka  $18 \times 53$  mm, czwórka  $14 \times 46$  mm, piątka  $12 \times 46$  mm, szóstka  $10 \times 46$  mm, siódemka  $8 \times 46$  mm przekroju.

d) Sztaby kwadratowe i krągłe są 5 do 200 mm grube. słabsze w wiązkach po 25 do 50 kg, grubsze jako jedynki są do nabycia; pręty niżej 5 mm grube sprzedają jako drut.

7. *Żelazo wykrojowe wałkowane* powinno posiadać postać przekroju możliwie prostą, aby się dało łatwo wałkować i wzajemnie łączyć; odróżniamy:

a) Kątówki równo- i nierównoramienne; równoramienne mają numera  $1\frac{1}{2}$  do 16, a nierównoramienne numera  $\frac{3}{4\frac{1}{2}}$  do  $\frac{11}{16\frac{1}{2}}$  według długości ramion ich poprzecznego przekroju w centymetrach. W planach konstrukcyjnych przedstawiają się kątówki ułamkiem, którego licznik jest oznaczonym iloczynem długości obu ramion, a mianownik ich grubości, n. p. Nr. 10 =  $\frac{100 \times 100}{12}$  mm, Nr.  $\frac{9}{13\frac{1}{2}}$  =  $\frac{90 \times 135}{12}$  mm albo  $100 \times 100 \times 12$  mm,  $90 \times 135 \times 12$  mm itd.

b) Tówki o przekroju normalnym lub wydłużonym; w planach oznacza się je również ułamkiem, którego licznik jest oznaczonym iloczynem z szerokości pasa i zębra przekroju, a mianownik grubością

w milimetrach,  $\frac{100 \times 77}{11} = \frac{\langle 100 \rangle}{\text{T}} \text{Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15.}$

c) Pokładówki czyli Zoresówki o przekroju omega  $\Omega$  Nr. 11, 16, 18, 21, 24, 26.

d) Cwierćkołówki, słupówki o przekroju półomega  $\Omega'$  Nr. 10, 15, 20, 25, 30.

e) Iówki, trawersy o przekroju  $\Gamma$  Nr. 6, 8, 10, 12 do 16, 18, 18a, 20, 21, 22, 22a, 23 do 26, 28, 28a, 30, 32, 35, 40, 45, 50; pierwsze cztery numera otrzymują długość do 10 m, reszta 12 do 14 m.

f) Uówki o przekroju  $\square$ ; jako belki budowlane mają Nr. 6, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, jako drobne żelazo Nr. 2, 2 $\frac{1}{2}$ , 3, 3 $\frac{1}{2}$ , 4, 4 $\frac{1}{2}$ , 5.

g) Zetówki o przekroju  $\perp$ , Nr. 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20.

h) Żelazo innych przekroi: żelazo zdobnicze; nadto gwoździe, nity, śruby, haki, klamry, liny druciane itd.

8. *Drut wywałkowany*, względnie ciągną z żelaza spawalnego, zlewego, lub ze stali zlewnej o przekroju kołowym, w zwojach po 1 do 5 kg i 12.5 kg, począwszy od Nru. 31, grubego 0.31 mm do Nru. 1000 grubego 10 mm; dostaje powłokę cynkową, czasem cynową. Dobry drut jest jasnoszary, o jednostajnym przekroju, i daje

się kilkakrotnie zginać bez złamania się; po wyżarzeniu staje się giętszy ale też i słabszy. Drut zresztą otrzymuje także przekroje półokrągłe, owalne, kwadratowe, kończaste, gwieździste itd.

9. *Blacha* wywalcowuje się z żelaza najmiejszego, ale najciężniejszego, rzadko zaś kiedy wykuwa; tworzy ona następujące rodzaje:

a) Gładka blacha czarna w rozmaitych odmianach, a mianowicie:

α) Blacha ze stali lanej 0·5 do 5 *mm* gruba, 0·40 do 0·50 *m* szeroka, 1 do 1·5 *m* długa.

β) Blacha kotłowa 2·5 *m* długa, 1 *m* szeroka, 5 do 20 *mm* gruba; 20 do 200 *kg* wagi; blacha styryjska I<sup>a</sup> o arkuszach 1 × 1·60 *m*.

γ) Blacha wozowa dachowa, 0·55 *mm* gruba, w arkuszach 0·79 × 2·05 *m*.

δ) Blacha ślusarska jest grubsza, w arkuszach 60 × 100 do 100 × 200 *cm* różnej grubości i używa się do różnorodnych robót ślusarskich.

ε) Blacha dachowa jest cieńsza, w arkuszach 60 × 100 do 100 × 200 *cm*.

η) Blacha rurowa w małych cienkich arkuszach, używa się do rur dymowych piecowych itp.

Blachy po γ) do η) oznaczają się numerami i o ile arkusze ich są mniejsze, sprzedają się wiązkami po 50 *kg*, o ile są większe, to jako jedyńki.

b) Blachy sklepienne wywalcowują z żelaza spawalnego lub zlewnego; tu należą:

α) Blachy kolebkowe, 3 do 10 *mm* grube, 0·5 do 3 *m* długie, 0·5 do 2 *m* szerokie, o strzałce =  $\frac{1}{8}$  do  $\frac{1}{12}$  rozpiętości łuku.

β) Blachy wypukliste, 500 do 4098 *mm* długie, 500 do 1665 *mm* szerokie, 27 do 130 *mm* strzałki, 2 do 8 *mm* grube, oznaczone Nrem 1 do 10.

Blachy sklepiennej używają do mocno obciążonych pokładów mostowych itp., i wykonują na niej warstwę betonową.

c) Blachy prążkowane otrzymują podczas walcowania prążk czyli żeberka różne i służą jako stopnice schodów żelaznych, płyty chodnikowe, mostowe, nakrywy kanałowe itp.; są do 1·35 *m* szerokie, 5 do 25 *mm* grube i ważą do 450 *kg*.

d) Blachy metalowane z czarnej blachy żelaznej, powleczone metalem niełatwo ulegającym utlenieniu, a silnie i trwale przy

legającym; powłokę tę wykonują na gorąco lub galwanicznie. Tu należy:

a) Blacha biała czyli pocynowana wykonuje się zapomocą jednostajnego pocynowania doborowej blachy czarnej żelaznej w arkuszach  $340 \times 530$  mm (Doppelformat), oraz  $250 \times 680$  mm (Hoehfolio), i sprzedaje we wiązkach po 150 arkuszy cieńszych lub po 75 arkuszy grubszych; wytwarzają także arkusze po  $1.25 \times 2.50$  m, a 0.4 do 2.5 mm grube.

β) Blacha pocynkowana wykonuje się z wszelkich rodzaj blachy czarnej żelaznej; dobre blachy pocynkowane, zgięte o kąt  $180^\circ$  nie powinny wykazywać łuszczenia się cynku. Arkusze do krycia dachu są  $632 \times 948$  i  $650 \times 1000$  mm; do rynien 2 m długie i 0.3 do 0.8 m szerokie; do rur spadowych 1 m długie, 0.26 do 0.63 m szerokie.

γ) Blacha poołowiona jest 0.8 do 1 kg/m<sup>2</sup> cięższą od czarnej blachy żelaznej.

δ) Blacha pomiedziona 1 m długa, 0.6 m szeroka jest 5 do 10% cięższa od blachy czarnej.

ε) Blacha niklowana jest 5 do 10% cięższa od blachy czarnej.

e) Blacha rozkratowana wytwarza się zapomocą wykonania maszyną przecięć arkusza miękkiej blachy stalowej, prowadzonych równolegle, w równych odstępach i w równych długościach naprzemian przerywanych, który to arkusz następnie rozciągnięty prostopadle do kierunku przecięć, tworzy kratę. Krata tego rodzaju oznacza się Nrami 1, 1a, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 24 i używa się jako wkładka do płyt i ścianek betonowych, jako siatka pod wyprawy sufitowe, i okładzinowe ogniotrwałe trawers, słupów żelaznych itd.; jako siatka do zabezpieczenia ścian przeciw włamaniu i do ogrodzeń.

f) Blacha prosta falista wytwarza się wytłoczeniem czyli wyścińnięciem fal w gładkiej blasze czarnej; bywa czarna albo też pocynkowana, a wtedy ciężar obustronnego pocynkowania wynosi 0.8 kg/m<sup>2</sup>. W kierunku długości fal ma wielką wytrzymałość, wskutek czego nie potrzeba pod nią dawać ani opierzenia ani ołacenia.

Cechą tej blachy wogóle jest szerokość fal  $b$  (od środka do środka doliny fali), wysokość fal  $h$  (od spodu doliny do szczytu fali), grubość blachy  $d$  i wzajemny stosunek tych rozmiarów. Tu należą następujące rodzaje blach:



α) Blacha płytko falista, której  $h \leq \frac{b}{2}$ , oraz  $b = 60$  do  $180$  mm; arkusze są 2 do 3,5 m długie, 0,40 do 0,95 m szerokie, używane do krycia dachów.

β) Blacha głęboko falista czyli dźwigająca, której  $h > \frac{b}{2}$ , oraz  $b = 60$  do  $300$  mm; arkusze są 3 do 6 m długie.

γ) Blacha falista żaluzjowa, czyli ruletowa ma fale małe, a mianowicie  $b = 20$  do  $50$  mm,  $h = 10$  do  $25$  mm, bywa najczęściej stalowa i używa się do zamykania drzwi, okien wystaw sklepowych itp.

δ) Blacha falista łukowa jest prostą blachą falistą, wygiętą w linii krzywej, będącej zwykle odcinkiem koła; strzałka tego łuku dla blach powalowych wynosi  $\frac{1}{10}$  do  $\frac{1}{15}$ , a dla blach dachowych  $\frac{1}{5}$  do  $\frac{1}{7}$  rozpiętości łuku.

ε) Blacha stukatorska, wyprawnicza ma fale ściśle trapezowe, u wierzchu rozszerzone u dołu zwężone, skutkiem czego zaprawa na nią narzucona wciska się w odstępy międzyfalowe odwrotnej postaci i silnie się trzyma. Blachę oznaczają numerami  $a$ ,  $b$ ,  $c$ .

10. Gwoździe bywają kute, maszynowe i drutowe w formie odpowiadającej przeznaczeniu, a mianowicie:

a) Kute gwoździe sporządzają z tak zwanego żelaza gwoździowego ręcznie lub młotami wodnymi a mniejsze także z pomocą maszyn. Odróżniamy kute gwoździe okrętowe, podłogowe, łatowe, deskowe, łupkowe, ślusarskie, gontale itd.

b) Gwoździe maszynowe są bardzo kruche, a główki ich na zimno wykuwane łatwo się odłamują.

c) Gwoździe drutowe wyrabiają z drutów na twardo ciągniętych, a mianowicie, jako gwoździe budowlane, stolarskie, kołodziejskie, stukatorskie, tapeciarskie, łupkarskie, do papy dachowej itd.; ich główka, trzon i ostrze powinny być regularnie urobione i niełatwo zginalne. Długość gwoździ w regule powinna być  $2\frac{1}{2}$  do 3 razy większa od grubości przedmiotu przybijanego.

#### k) Ochrona żelaza od rdzy.

Trwałość żelaza zawisa głównie od tego, o ile zostało zabezpieczone od rdzewienia. Kute żelazo rdzewieje mniej niż walcowane, lane mniej niż kute i stal, stal utwardniona mniej niż nieutwardniona, żelazo spawalne mniej niż zlewne. Ciężar właściwy rdzy wynosi 4.

Celem ochrony od rdzy zaopatruje się żelazo stosowną powłoką, która powinna szczelnie i silnie przylegać do powierzchni żelaza i nie dopuszczać ani powietrza ani wilgoci. Przed nałożeniem jednak takiej powłoki należy powierzchnię żelaza zwilżyć kwasem solnym i oczyścić szczotką drucianą od rdzy, względnie od poprzedniej powłoki, — albo też wprost wytrzeć żelazo pumeksem lub torfem, — albo wreszcie zanurzyć w rozcieńczone kwasy i obmyć wodą wapienną, potem czystą i wysuszyć.

Odróżniamy następujące powłoki żelaza:

1. *Farba olejna* używa się najczęściej do powlekania żelaza, a w skład tej roboty wchodzi:

a) Podkład, zwany w lakiernictwie gruntowaniem, bywa wykonywany w regule w pracowniach kuźniczych i jest on najlepszy z pokostu lnianego i rozartej w nim minji ołowiowej (Bleimennige); musi jednak zupełnie wyschnąć i stwardnieć przed ustawieniem konstrukcji. Pokost sechnie powoli, a mokry wystawiony na opady nigdy nie stwardnie; sam pokost zresztą lniany łuszczy się łatwo.

b) Powłoka kryjąca nakłada się na podkład raz lub dwukrotnie. Biel ołowiowa z pokostem daje powłokę kryjącą dobrą, a nawet bardzo na słońce wytrzymałą, o ile otrzyma 12 do 15% kredy (barwa perłowa, srebrno szara); biel cynkowa z pokostem lnianym jest mniej trwała.

Powłokę farby olejnej niszczy rozcieńczony a jeszcze szybciej lotny kwas solny, saletrzany, siarkawy i octowy; dalej żrące alkalia, alkaliczne ciecze i gazy, amoniak, amon siarkowy, rozezyn sody i miarki popiół gazów kominowych; natomiast rozcieńczony kwas siarkowy niema żadnego wpływu.

Przy odnawianiu powłoki, należy tak rdzę, starą powłokę jak i brud itd. dokładnie zetrzeć szczotkami drucianymi. Tak oczyszczoną powierzchnię dwukrotnie powleka się farbą olejną. O ile te roboty oddaje się przedsiębiorcy, należy żądać powłok o dwu kolorach, a to dla kontroli, czy on rzeczywiście wykonał podwójną powłokę.

2. *Powłoki nieolejne* tworzą się z następujących niżej mieszanin, względnie materiałów.

a) Mieszanina z 8 części ciężarowych mazi, 2 sproszkowanego wapna palonego, 1 terpentyny, — oraz mieszanina z 1 części cięż. siarki, 2 oleju mazi, 5 smoły lub asfaltu i nieco wosku; nakładają się obie na gorące żelazo, przeznaczone do umieszczenia w ziemi lub we wodzie, jak n. p. rury lane żelazne.

b) Cement portlancki miałki powolnie wiążący zarobiony wodą, lub — jeżeli ma być wystawiony na działanie wody — to zarobiony mlekiem zbieranem, daje dobrą, a także dobrze przylegającą i chroniącą, oraz bardzo trwałą powłokę, która wszakże pod działaniem wstrząśnień odskakuje; powłoka wykonuje się 4 do 5 krotnie, zawsze po stwardnieniu warstwy poprzedniej.

Zaprawa i beton z cementu portlanckiego chronią dobrze żelazo nawet zardzewiałe.

c) Szkło wodne jest zarówno kruche jak powłoka cementowa.

d) Tłuszcze stałe i płynne nie nadają się na powłokę, gdyż słońce je topi a deszcz zmywa; natomiast tłuszcze mineralne rozpuszczone w terpentynie itp. dają dobrą powłokę.

**3. Powłoki metalowe** są trwałe, a mianowicie:

a) Pociynkowanie jest najlepsze w drodze elektrolizy; jest zresztą wogóle bardzo dobre i najczęściej używane, wynosi 0·07 do 0·12 mm grubości i waży 0·5 kg/m<sup>2</sup>.

b) Pociynowanie chroni mniej i zastosowują tylko do blach cienkich, tworząc t. zw. białą blachę.

c) Pociynowanie chroni przed kwasem solnym, siarkowym i ich parą, ale jest drogie i nietrwałe.

d) Pociynowanie na pociynkowanie używa się do blach dachowych w fabrykach chemicznych.

e) Pomiedzianie, poniklowanie i bronzowanie chroni jedynie wtedy, gdy tworzy grubą powłokę.

**4. Natlenianie** polega na wytworzeniu 0·10 do 0·50 mm grubej powłoki z tlenku tlenika żelaza, czyli z zendry według metody Bowera i Borffa; jest ono tańsze i mniej ulega zmianom zależnym od temperatury niż pociynkowanie.

**5. Emajlowanie** polega na nadaniu żelazu powłoki szklistej borowej lub cynowej, która wielce odpowiada celowi, ale jest droga.

### 1) Ochrona żelaza od ognia.

Zespoły żelazne są nie tylko nieogniotrwałe, ale nadto, jak doświadczenie wykazało, wręcz niebezpieczne podczas pożaru. W ogniu bowiem żelazo traci swoją moc, a skutkiem zbyt wielkiej rozszerzalności pod wpływem gorąca napiera bardzo silnie na mury i filary i wywraça je zawsze; o ile jednak mury te i filary opierają się temu parciu, względnie wydłużaniu się belek żelaznych, to belki uginają się, wskutek czego sklepienia na nich wsparte wałają się, przebijają dolne stropy i powodują nie tylko rozszerzenie się pożogi, lecz także spustoszenie w całym budynku.

Ślupy i stojaki żelazne lane, a jeszcze bardziej kute, rozłamują się bądź pod wpływem samego ognia, bądź też i pod działaniem wody z sikawki bijącej i sprawiają jeszcze większe, niż belki żelazne, walenie się stropów i jeszcze szybsze szerzenie się pożaru. W ten sposób żelazne belki i słupy wywołują o wiele większe zniszczenie budowli, niżby to sam ogień mógł zrobić, palący się spokojnie bez walenia się.

Tam więc, gdzie może silniejszy powstać pożar i wskutek większych zapasów materiału palnego może się wywiązać wielkie gorąco, należy zaopatrzyć belki żelazne i słupy okładziną z materiału ogniotrwałego, a mianowicie:

1. Dolne i górne pasy belek żelaznych należy otoczyć betonem albo też stosownymi ceglami, o ile są do użycia.

2. Żelazne słupy trzeba zaopatrzyć okładziną: z cegieł doborowych, najlepiej z klinkerek, 15 *cm* grubą na zaprawie z cementu portlandzkiego murowanej, — z betonu, — z żelbetonu, — z osłony glinianej, wypełnionej wewnątrz piaskiem, popiołem itp., — z płyt korkowych pocynkowanym drutem powiązanych i cementem wyprawionych, — z osłony Rabbitza, którą jednak rozpalona podczas pożaru pęka pod prądem wody z sikawki, — z deszczulek gipsowych, cementowych, z płytek cementowo-asbestowych itp., które w małym ogniu są dostatecznie wytrzymałe.

3. Drzwi ogniotrwałe wykonuje się z grubej blachy żelaznej, usztywnionej stosownie żelazem płaskim, albo z drzewa blachą żelazną obitego; dobrem jest wybicie takich drzwi asbestem pod blachę. Żelazne drzwi jednak podczas pożaru są trudniej do otwarczenia i zwijają się łatwo.

Trzeba zresztą trzymać się zawsze tej zasady, że żelazo niezem nieosłonięte jest nieogniotrwałe.

## 2. Miedź.

Miedź znajduje się w przyrodzie albo jako rodzima w postaci ziarn, brył i płyt albo też, i to przeważnie w rudach, związana chemicznie z tlenem lub siarką. Rudy te, zwane miedziakami, zawierają także często i inne metale, a miedź z nich uzyskuje się zapomocą przebiegów niżej opisanych.

a) Przebieg na sucho czyli przebieg wytapiania polega na stosownem przygotowaniu i wyprażeniu rudy, oraz na wytapianiu z niej miedzi w piecach szachtowych lub płomiennych a następnie na przetapianiu jej. Miedź bowiem wprost z rudy wytopiona jest czarna z powodu licznych zanieczyszczeń, jak antymon, arsen, ołów.

żelazo, srebro, wismut itd., i w tym stanie jest krucha; chcąc zaś ją uczynić kowalną, potrzeba ją poddać przetapianiu czyli przebiegowi utleniania (Raffinieren, Garmachen), który jest podobny — chociaż wiele mozolniejszy — jak świeżenie żelaza, a który się prowadzi w rozmaitych piecach płomiennych z zastosowaniem różnych środków utleniających.

Najnowszy sposób wytwarzania miedzi obejmuje trzy główne części: wytopienie surowca, przebieg Bessemera i rafinowanie. Powtarzaniem poprawczych przebiegów uzyskuje się nawet z rud mocno nieczystych dobrą miedź kowalną; trzeba jednak w regule podczas przebiegu brać częste próbki z pieca celem zbadania dobroci wyrobu, gdyż nawet małe domieszki obce czynią miedź łamliwą na zimno i gorąco.

b) Przebieg na mokro, stosowany do miedziaków o małej zawartości miedzi. Sposób ten polega na rozpuszczeniu miedzi, rud miedzianych, przy pomocy ługów, zawierających sole i metale i stącenie miedzi przez dodanie żelaza.

c) Uzyskanie miedzi przy zastosowaniu elektrolizy, przyczem tę metodę stosuje się przy rudach o bardzo małej zawartości miedzi. W ten sposób — wśród korzystnych zresztą innych warunków — można uzyskać wprost miedź kowalną. Niewielka jednak przeszkoda może i tu wpłynąć na zmianę własności wyrobu i trzeba go poddać jeszcze przebiegowi przetapiania (rafinowaniu), aby się stał kowalny.

Miedź czysta ma przełom jasnoróżowy, ale znaczniejsza domieszka węgla czyni go żółtawym, a tlenku miedzi ceglastoczerwonym; w stanie płynnym przybiera wogóle barwę zieloną.

Ciężar właściwy wynosi 8·92 do 8·96, zanieczyszczona jednak jest lżejsza. Topi się w temperaturze 1077 do 1100° C.

Miedź nawet w zimnym stanie daje się kuć w rozmaite postacie, ale gdy jest nieczysta, wykazuje rysy na brzegach. Skutkiem kucia, walcowania itp. staje się twarda, ale ogrzana na 200 do 300° C odzyskuje swoją giętkość. Przewodzi bardzo dobrze ciepło i elektryczność, ale zanieczyszczenia zmniejszają tę własność; drut zatem miedziany nadaje się najlepiej do przewodów elektrycznych. Miedź utlenia się łatwo i dostaje na powierzchni powłokę ciemnozieloną, będącą zielenią miedzi, bardzo trwałą na wpływy atmosfery. Blacha miedziana odznacza się nadzwyczajną trwałością w pokryciu dachów, szczególnie kościelnych i wieżowych, gdzie jest prawie niespożyta. Leizna miedziana jednak nie jest dobra z powodu tworzenia się w niej baniek.

W handlu znajduje się: miedź krążkowa w cienkich krążkach 30 do 60 *cm* średnicy, — miedź bryłowa lub płytowa w płytach 45 *cm* długich, 8 do 30 *cm* szerokich, 7 do 8 *cm* grubych, — miedź ziarnowa, sproszkowana lub ziarnowana, — sztaby o przekroju prostokątnym co najmniej 2·25 *cm*<sup>2</sup> i krągłym o średnicy co najmniej 1·5 *cm*, — ciensze sztaby i pręty wliczają się do drutu; — blacha miedziana 1·5 do 6 *m* długa, 0·4 do 2·5 *m* szeroka; zwykle 1·5 do 2 *m* długa, 0·75 do 1 *m* szeroka; do krycia dachu używa się arkuszy 0·8 do 2 *m*<sup>2</sup>, co najwyżej 1 *m* szerokich, 0·5 do 1·7 *mm* grubych; do rur i rynien dachowych 0·8 *m* szerokie, 1·9 do 2·5 *m* długie i 0·75 do 1·7 *mm* grube arkusze; cienką blachę wytwarzają w wałkowniach do 2·4 *m* szeroką i 10 *m* długą, a płyty kują młotami 1 do 2·4 *m* szerokie i 2 do 4 *m* długie; — rury miedziane mają 10 do 300 *mm* średnicy w świetle i 1 do 5 *mm* grube ścianki.

Miedź wałkowana ma: współczynnik elastyczności na ciśnienie i ciągnięcie  $E_d = E_z = 1,150.000 \text{ kg/cm}^2$ , — granicę proporcjonalności  $\sigma_p = 200$  do 300 *kg/cm*<sup>2</sup>, — dopuszczalne napięcia  $k_d = 200$ ,  $k_z = 200$  do 400,  $k_s = 150 \text{ kg/cm}^2$ .

Blacha miedziana wyżarzona  $E_d = E_z = 1,070.000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_s = 401.200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_p = 1050$  do 1400 *kg/cm*<sup>2</sup>,  $k_d = 700$ ,  $k_z = 900$ ,  $k_s = 500 \text{ kg/cm}^2$ .

Blacha kuta młotem  $E_d = E_z = 1,150.000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_s = 440.000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $k_d = k_z = 1400 \text{ kg/cm}^2$ .

Drut miedziany  $E_d = 1,210.000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_p = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $k_s = 700 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3. Cynk.

Cynk nie znajduje się w stanie rodzimym, lecz wytapia się z rud najczęściej z blendy cynkowej (siarczek cynku) lub z galmanu (węglan cynku) po poprzednim przygotowaniu i wyprażeniu rudy w piecach rozmaitej konstrukcji. Uzyskany w ten sposób cynk jest zwykle zanieczyszczony ołowiem i żelazem i wymaga oczyszczenia (rafinowania), które polega na przetapianiu w piecach płomiennych. Podczas tego zanieczyszczenie, tak zwany popiół cynkowy zbiera się na wierzchu i usuwa; oczyszczony cynk spuszcza się i idzie do przeróbki w wałkowni, a osiadły na spodzie topniska ołów i cynk silnie żelazisty wyczerpuje się i przetapia się dalej.

Cynk czysty jest niebieskawobiałą z silnym połyskiem i waży płynny 6480, wałkowany 7130 do 7200, lany 6868 *kg/m*<sup>3</sup>; współczynnik rozszerzalności na 1° C cynku młotem kutego wynosi

$\frac{1}{2} = 0.00003108$ , lanego  $\frac{1}{40} = 0.0000294$ ; skrajna wytrzymałość na ciągnięcie równoległe do włókien  $K_x = 1900 \text{ kg/cm}^2$ , prostopadłe do włókien  $K_z = 2500 \text{ kg/cm}^2$ .

Kuty cynk topi się w temperaturze  $410^\circ$  do  $412^\circ \text{ C}$ , lany w temperaturze  $360^\circ \text{ C}$ ; ulatnia się w temperaturze  $890^\circ$  do  $1000^\circ \text{ C}$ , ale rozpalony na powietrzu spala się w temperaturze  $500^\circ \text{ C}$  zielonawym jasnym płomieniem na tlenek cynku; w kwasie solnym burzy się i rozpuszcza zupełnie, pozostawiając czarny osad. W niskiej temperaturze cynk jest kruchy, ale w temperaturze  $100^\circ$  do  $150^\circ \text{ C}$  daje się kuć młotem i wałkować, głównie do wyrobu blachy; dla tego też w zimie podczas roboty należy blachę ogrzać, aby się nie łamała. Do odlewów nadaje się znakomicie, gdyż podczas tężenia zwiększa nieco objętość i zapewnia dobrze formy; jednakże z powodu kruchości używa się tylko do odlewów zdobniczych. Na powietrzu dostaje powłokę ciemną, chroniącą od dalszego utleniania się.

Blachę używają do krycia dachów, gzymsów, do rur i rynien dachowych, wanien kąpielowych, zbiorników, naczyń, na płyty cynkowe litograficzne, do cynkowania żelaza i wytwarzania różnych stopów, jak mosiądz, brąz, nowe srebro, oraz farb metalowych, jak biel cynkowa.

Cynk utrwała się powłoką z farb krzemowych, pomiedzianiem lub bronzowaniem galwanicznym.

W handlu znajduje się: cynk lejniczy, używany do odlewów, pocynkowań i stopów; — odlewy cynkowe (trzeba chronić powłoką lakierniczą lub metaliczną); — blacha cynkowa gładka, blacha falista płaska i falista łukowa o rozpiętości łuku niemniejszej, niż  $1.5 \text{ m}$ .

#### 4. Ołów.

Ołów znajduje się rzadko w stanie rodzimym, tylko w połączeniu z siarką albo tlenem i tworzy rudy, zawierające także inne metale; wytapia się go najczęściej z blyszczy ołowiowego z siarką związanego a to zapomocą różnych przebiegów prażenia i przetapiania.

Wytopiony z rudy zawiera zwykle srebro, antymon, arsen, miedź, wismut, cynk, żelazo, nikel itd., od których to domieszek trzeba go oczyścić (rafinować) zapomocą kilkakrotnego przetapiania i utleniania w różnych piecach płomiennych.

Ołów czysty waży  $11250$  do  $11400 \text{ kg/m}^3$ , topi się w temperaturze  $326$  do  $330^\circ \text{ C}$ , rozpalony do białości wydziela trujące pary a zastygając zmniejsza objętość. W stanie zimnym jest łatwo ciągliwy, daje się ciąć, piłować, kuć w cienkie płyty, wałkować w blachę i ciągnąć w rury.

Domieszka 5 do 10% antymonu, lub stosownej ilości arsenu czyni go twardym i przydatnym na łożyska; domieszka tlenku ołowiu zmniejsza podatność i ciągliwość ołowiu. Rozpuszcza się w miernie silnym kwasie saletrzanym, atoli w kwasie siarkowym i solnym mało doznaje szkody; jedynie skoncentrowany kwas siarkowy niszczy ołów. Czysta woda destylowana nie działa na ołów, ale na powietrzu powoduje utlenienie, wytworzenie się siarczku wodoru, zabarwienie wody na brunatno, lub czarniawo i zatrucie jej. Miękka woda (deszczówka) rozpuszcza zawsze pewną ilość ołowiu zdrowiu szkodliwą, twarda zaś zawierająca węglan, lub siarczan wapnia nierozpuszcza weale. Rur ołowianych zatem nie należy używać do wodociągów.

Używa się na warstwę izolacyjną murów od wilgoci, do zalewania osadzanych części żelaznych w kamieniu i murze, do uszczelniania rur żelaznych na rękawy łączonych, do rozmaitych stopów i wytworów ołowianych, jak biel ołowiowa, cukier ołowiowy, gładź ołowiu, minja ołowiowa, żółcień chromowy itd.

Podczas wszelkich czynności fabrycznych z ołowiem, a szczególnie podczas wytwarzania tlenków ołowiu i bieli należy się starać o środki dla ochrony zdrowia i życia ludzi tem zajętych przed trującymi skutkami par i pyłów ołowiu. (Austr. Ministerstwo handlu i Ministerstwo spraw wewnętrznych wydało przepisy odnośne ochronne dla przemysłu lakierniczego i malarstwa pokojowego, o ile się w niem używa farb trujących, do których się zaliczają także biel ołowiu i minja ołowiowa, rozporządzeniem z dnia 15. kwietnia 1908, Dz. u. p. Nr. 81).

Trwałość ołowiu jest niespożyta; współczynnik wydłużenia na  $1^{\circ}\text{C}$  wynosi  $\frac{1}{351} = 0.00002848$ , współczynnik elastyczności  $E = 50000\text{ kg/cm}^2$ , wytrzymałość  $K_s = 150$  do  $300$ ,  $K_d = 125$  do  $500$ ,  $K_s = 80$  do  $120\text{ kg/cm}^2$  (wyższe cyfry odnoszą się do ołowiu twardego).

W handlu znajduje się: blacha ołowiana Nr. 1 do 18, której arkusze do krycia dachu są 10 do 15 m długie, 0.8 do 1 m szerokie, 1.5 do 2 mm grube; — płyty ołowiane do 15 m długie, 3.1 m szerokie, 0.25 do 20 mm grube; — drut ołowiany 0.1 do 20 mm gruby; — rury ołowiane długie 2 do 30 m, średnicy 4 do 200 mm w świetle, ścianki 1.5 do 7.5 mm grube, bywają siarkowane wewnątrz a nawet zewnątrz, albo otrzymują wkładkę cynową, lub miedzianą.



## 5. Cyna.

Cyna znajduje się rzadko w stanie rodzimym, tylko w rudzie cynowej związana z tlenem, po części z siarką i zanieczyszczona innymi metalami. Z rudy tej przygotowanej tłuczeniem, płókananiem i wyprażeniem wytapia się cynę w piecach szybowych lub płomiennych; gdy jednak wytopiona zawiera często żelazo, miedź, wolfram itd., więc przetapia się ją w stosownych topniskach i podczas tego osadzają się ciężkie domieszki na dnie, a pozostała, jako lżejsza, cynę na wierzchu spuszcza się jako wytwór gotowy.

Czysta cyna jest biała z żółtawym odbłyskiem, a nadkrojona okazuje połysk; kuta waży 7300 do 7350  $kg/m^3$ , lana 7200  $kg/m^3$ , topi się w temperaturze 230 do 235° C i w tym stanie szybko się utlenia, z czego powstaje tak zwany popiół cynowy. Czem cyna jest bielsza i lżejsza, tem jest czystsza; istotnem znamieniem czystej cyny jest trzeszczenie podczas zginania. Jest nieco twardsza niż ołów, daje się jednak dobrze skrobać, ciąć, giąć, pilować i rozplaszcząć w bardzo cienkie płyty, zwane staniolem, grubości 0.2 do 0.008 mm.

Powietrze, woda i przeważna ilość kwasów nieoddziałują weale, lub bardzo mało na cynę; jedynie błysk jej staje się z czasem matowym.

Używa się najwięcej do cynowania płyt i rur ołowianych, żelaza, miedzi, mosiądzu itd. celem ochrony tych metali od utleniania, lub od działania kwasów; dalej jako stop z ołowiem (1 część ciężaru cyny i 2 ołowiu) do miękkiego lutowania w robotach blacharskich, do stopów w ogóle, jak bronz, metal dzwonowy, mosiądz itd., do wyrobu naczyń, rur, kotłów itp., wytrzymałych na działanie kwasów, do sporządzania powłoki emajlowej itd.

Spółczynnik rozszerzalności wynosi  $\frac{1}{818} = 0.0001938$ , współczynnik elastyczności  $E = 400000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $K_z = 350 \text{ kg/cm}^2$ .

Stosownie do kraju, z którego pochodzi, odróżniamy cynę: Banka (najlepsza), Billiton, Malakka, australaska, angielska; cyny czeska, saska i peruańska nie są czyste.

W handlu znajduje się: w bryłach po 60 kg wagi, w sztabach po 5 do 6 kg i grudkach; rury cynowe 3 do 60 mm średnicy w świetle ze ściankami 2 do 6 mm grubemi.

Obecnie regenerują cynę na wielką skalę z odpadków białej blachy.

## 6. Glin.

Glin (Aluminium) nie istnieje w stanie rodzimym, natomiast jest kruszcem gliny, spatu polnego, łyszczyka i wielu innych, połączonych z kwasem krzemowym. Glin uzyskują dziś z gliny, która zmieszana z miedzią i węglem rozkłada się silnym do 1500 amper dochodzącym prądem elektrycznym w piecu do topienia; tu pod wpływem wysokiej temperatury miedź i węgiel odbierają glin tlen, skutkiem czego wydziela się glin. Według innego sposobu topi się glinę i bez dodania miedzi rozkłada ją prądem w drodze elektrolizy.

Glin jest srebrnobiały, bardzo lekki, gdyż ciężar jego właściwy wynosi 2·56 do 2·70, twardszy od cyny, ale miękniejszy od cynku, ciągliwy i topi się w temperaturze 700° C. Lany ma przełom grubowłóknisty i wytrzymałość żelaza; kuty na zimno młotem lub wałkowany, ma przełom żyłasty lub drobnoziarnisty, jedwabisty błyszczący i osiąga wielkiej wytrzymałości; zdolność przewodzenia ciepła jest dwa razy większa, niż żelaza kutego, ale zawsze jeszcze o połowę mniejsza, niż miedzi.

Na powietrzu w zwykłej ciepłocie i w rozżarzeniu do czerwoności nie zmienia się; w kwasie solnym i ługu sodowym rozpuszcza się łatwo, w siarkowym powolnie.

Z domieszką o 0·6% krzemu i 0·3% żelaza jest doskonale kowalny na zimno i ciepło; większe domieszki utrudniają a nawet zupełnie udaremniają kucie. Podczas kucia na gorąco nie należy go rozpalać do czerwoności ciemnej nawet, gdyż się topi.

W stanie zimnym daje się wałkować, rozplaszczyc, tłoczyć, wygniatać, piłować, strugać, toczyć, polerować; używa się na przedmioty ozdobne, instrumenta, naczynia, sprzęty, łodzie sportowe, balony, części składowe maszyn i niektóre stopy.

## 7. Nikiel.

Nikiel znajduje się w stanie rodzimym tylko w żelazie meteorowym, zresztą w połączeniu z innymi metalami w rozmaitych rudach. Uzyskuje się jedynie z rud bogatych w nikiel zapomocą kilkakrotnego prażenia, wytapiania albo zapomocą różnych przebiegów rozpuszczania, czyli strącania. Czyszczenie surowca z rudy uzyskanego przeprowadza się podobnie, jak żelaza.

Nikiel jest srebrnobiały z odcieniem żółtawym, twardy, waży 8300 do 8900  $kg/cm^3$ , topi się w temperaturze 1400 do 1600° C; jest bardzo ciągliwy, magneseem przyciągalny i ulega namagnetyzowaniu.

Własności chemiczne ma podobne jak żelazo, ale jest oporniejszy utlenianiu na powietrzu i w wodzie; kwas solny i siarkowy działa z trudnością, kwas saletrzany szybciej.

Jest kowalny i spawalny sam dla siebie, jakoteż z żelazem i stalą; zresztą daje się kuć, wałkować w sztaby, blachę, ciągnąć w drut, dłutować, piłować, toczyć, tłoczyć, strugać i bardzo pięknie polerować. Dla swej twardości i innych zalet jest znakomitym, ale zbyt drogim materiałem; używa się zatem do bardzo ważnych przedmiotów lub składowych części maszyn, do przedmiotów zbytkowych, naczyń, nawet do niklowania żelaza, stali i innych metali i do stopów.

### 8. Antymon.

Antymon znajduje się rzadko w stanie rodzimym, ale najczęściej związany z siarką i tlenem, oraz zmieszany z innymi metalami w rudach. Uzyskuje się najczęściej z rudy, zwanej kwiatem antymonowym lub błyszczem antymonowym, podobnie jak ołów, zapomocą wytapiania w piecach szybowych lub płomiennych. Surowiec zawiera prócz siarki arsen, miedź, ołów, żelazo, z których go się oczyszcza wielokrotnem przetapianiem za dodaniem stosownych środków redukcyjnych.

Czysty antymon jest srebrnobiały, grubopłytkowy i wykazuje na powierzchni piękne krystaliczne złożenie; jest twardszy od miedzi, ale bardzo kruchy, proszkowny; waży 6700 do 6800  $kg/m^3$ , topi się w 425° do 440° C, a w temperaturze 1100° do 1400° C ulatnia się i spala na tlenek antymonu. W gorącym kwasie solnym, siarczanym i saletrzanym rozpuszcza się, na powietrzu nie zmienia się; ma wogóle małe zastosowanie i to często do stopów.

### 9. Wismut.

Wismut znajduje się w stanie rodzimym w ciśnięty w granit, gnajs i łupek łyszczkowy, często zaś w towarzystwie rud kobaltowych, niklowych, miedziowych i srebrnych. Rudy zawierające wismut rodzimy praży się i wytapia z nich surowiec wśród domieszki węgla, żuzłu i żelaza; do odczyszczenia go zaś z żelaza, kobaltu, niklu, ołowiu, srebra, siarki, arsenu przetapia się w nachylonych topniskach na ogniu węgla drzewnego i podczas tego metale trudnotopliwe zostają, a wismut czysty spływa do naczynia.

Wismut czysty jest czerwonawobiały, silnie błyszczący, w złomie wielkopłatkowy, krystaliczny, twardy i bardzo kruchy; waży  $9800 \text{ kg/m}^3$ , topi się w  $270^\circ \text{C}$ , a stygnąc zwiększa objętość; rozpalony na  $1100$  do  $1450^\circ \text{C}$  spala się na tlenek wismutu; w wilgoci utlenia się, w suchości zaś nie zmienia się.

W kwasie solnym rozpuszcza się trudno, w siarkowym zaś i w wodzie królewskiej łatwo i wchodzi łatwo w związki z chlorem, bromem, jodem, siarką. Używa się do wytwarzania łatwo topliwych stopów, do barw porcelanowych, fabrykacji szkła, preparatów medycznych itp.

### 10. Wolfram.

Wolfram uzyskuje się z rud wolframowych zapomocą stopienia z sodą i z saletrą i oczyszczenia.

Czysty wolfram jest bardzo twardy, prawie jak djament, barwy szarej o jasnym połysku, bardzo trudno topliwy; ciężar właściwy 19.129.

Używa się do wytwarzania stopów, jak żelazo wolframowe, stal wolframowa, miedź wolframowa.

### 11. Złoto.

Złoto znajduje się wyłącznie tylko w stanie rodzimym i wydobywa się ze złotośnych, potłuczonych i płukanych skał i piasku. Najczęściej jednak złoto zmieszane jest z innymi metalami a zawsze ze srebrem, wskutek czego potrzeba zastosować rozmaite przebiegi przygotowawcze, wytapiania i amalgamowania, a w końcu przeprowadzić oddzielenie złota od srebra.

Otrzymane wprost złoto rodzime ze skał i piasku zowie się płókanem w porównaniu do innych sposobów uzyskiwania zapomocą rtęci.

Złoto ma barwę żółtą a polerowaniem dostaje silny połysk, jest miękkie i najcięższe ze wszystkich metali, gdyż daje się wykłapywać na płatki  $\frac{1}{1000} \text{ mm}$  grube, nie ulega zmianie na powietrzu i wilgoci, topi się w  $1037$  do  $1200^\circ \text{C}$  i w tym stanie wykazuje barwę zieloną.

Ciężar właściwy wynosi 19.26 do 19.65.

### 12. Srebro.

Srebro znajduje się w stanie rodzimym i w rudach, a często zmieszane z innymi metalami jak miedź i ołów.

Z rud uzyskuje się srebro w drodze mokrej zapomocą amalgamowania, względnie rozpuszczania i strącania albo w drodze

suchej zapomocą wytworzenia ołowiu srebrzystego, z którego następnie wydziela się srebro stosownym przebiegiem i oczyszcza.

Srebro czyste, szczerze jest zupełnie białe o silnym połysku, miękkie, bardzo ciągliwe, gdyż daje się wyklepać w płatki do  $\frac{1}{500}$  mm grube, topi się w 916 do 1000° C i nie utlenia się w tym stanie.

Ciężar właściwy 9·632 do 10·566.

### 13. Platyna.

Platyna znajduje się wyłącznie tylko w stanie rodzimym, ale pomieszana z innymi metalami jak żelazo, miedź itd. Uzyskuje się z tak zwanej rudy platynowej w postaci platyny gąbezastej, która rozpalona do białości spawa się pod działaniem młota lub wałkowania.

Jest barwy szarej, bardzo ciągliwa, spawalna w rozżarzonej formie do białości, mocniejsza i twardsza od złota, topi się w 2500° C, działaniu powietrza i wilgoci nie ulega.

Ciężar właściwy 21 do 21·74.

### 14. Rtęć.

Rtęć czyli żywe srebro (fr. mercure) znajduje się w małej tylko ilości w stanie rodzimym, przeważnie zaś w rudach, z pomiędzy których najpospolitszą jest siarczek rtęci czyli cynober ( $HgS$ ), i służy jedynie do uzyskiwania rtęci zapomocą stosownego przebiegu.

Jest jedynym metalem płynnym w zwykłej temperaturze, w stanie czystym ma barwę szarą z silnym połyskiem metalicznym, ulatnia się w 360° C, krzepnie w temperaturze około — 39° C i wówczas jest podatne i kowalne.

Ciężar właściwy w stanie płynnym 13·59, w skrzeplonym zaś 14·19.

Ponieważ rozpuszcza w sobie wiele metali, więc używa się do sporządzania rozmaitych stopów, względnie amalgamów; służy nadto do wytwarzania soli rtęciowych, sztucznego cynobru i do fizykalnych przyrządów jak termometrów, barometrów itd.

### 15. Stopy czyli aljaże.

Ze stopienia razem dwu lub więcej metali w pewnym stosunku uzyskuje się odmienne metale, zwane stopami. Jeżeli zaś jednym z metali jest rtęć, która jak wiadomo ma własność rozpuszczania wielu metali, to roztwór taki względnie stop zowie się amalgamem.

Stosunek wzajemny poszczególnych składników odgrywa tu bardzo wielką rolę, gdyż te same składniki o odmiennym stosunku dają stopy o zupełnie innych własnościach; również i sposób przeprowadzenia stopienia wśród równych zresztą warunków może dać stop różnej natury.

Wogóle topi się najpierw składniki trudno topliwe i ochładza prawie do punktu tężenia, a wtedy dopiero dolewa się już osobno stopione składniki, łatwo topliwe i miesza dokładnie suchym patykiem. Topliwość każdego stopu jest większa od topliwości składnika najmniej topliwego, a mniejszą od najwięcej topliwego. Przetapianie czyni stopy jednostajniejszymi, częste jednak przetapianie zmienia własności stopu. Odróżniamy trzy główne grupy stopów.

1. Mosiądz jest stopem miedzi i 20 do 50% cynku; różne wszakże stosunki tych składników dają rozmaite rodzaje mosiądzu. Mosiądz z 30 do 40% cynku jest żółty, a rozpalony do czerwoności daje się kuć i wałkować; ze wzrostem ilości cynku staje się bladeżółtym aż do białości i kruchszym, zmniejszanie zaś ilości cynku czyni jego żółtość czerwienią, kowalność większą a złożenie ziarniste delikatniejszym.

Mosiądz wogóle jest twardszy i sztywniejszy niż miedź, utlenia się mniej na powietrzu, topi się łatwiej i daje odlew bez baniek. Ciężar właściwy 7·8 do 9·5; najcięższym jest lany. Zimny daje się dobrze kuć, wałkować, prasować, piłować i staje się potem znacznie twardszy i gęstszy; wyżarzony jednak odzyskuje znów swoją miękkość.

Ważniejsze rodzaje mosiądzu:

a) Mosiądz czerwony, tombak składa się z 80% i więcej miedzi, jest czerwonawożółty, bardzo miękki, ciągliwy i ceniony jako metal miękki, łożyskowy itp.

b) Mosiądz żółty z 20 do 50% cynku ma barwę bladeżółtą do czerwonawożółtej i służy do wyrobu blachy, drutu i rozmaitych innych przedmiotów.

c) Mosiądz biały z 50 do 80% cynku jest bladeżółty do srebrnej białości, bardzo kruchy i tylko do odlewów przydatny.

Domieszka do 3% ołowiu czyni wogóle mosiądz rozciągalnym i zbitszym, a do 2% cyny podnosi jego twardość i zdolność do polerowania; glin wzmacnia ciągliwość i czyni stop cienkoplynnym, żelazo zaś podnosi kowalność i wytrzymałość, o ile zawartość cynku nie wynosi mniej niż 40%.

Wyrób mosiądzu dokonuje się w ten sposób, że miedź i cynk topi się razem z odpadkami mosiądzu w tyglach, ustawionych w piecach tyglowych lub płomiennych. Mosiądz wlewa się pomiędzy płyty żelazne, a odlane tablice idą do dalszej przeróbki; odlewy sporządza się w formach z piasku gliniastego i ochładza zaraz wodą.

Błachę wywałkowie się w zwykłej temperaturze po porzednim rozżarzeniu mosiądzu w piecu; gdy blacha ma być twarda, to się jej nie wyżarza po wywałkowaniu. Gotową blachę mosięzną czyści się wytrawą z rozmaitych kwasów, ewentualnie poleruje, a dla ochrony od utlenienia powleka lakiem spirytusowym. Mosiądz zbrudzony czyści się zapomocą posmarowania stearynowym olejem, wapnem wiedeńskim i pocieraniem skórą lub filem.

2. Bronz czyli spiż jest stopem miedzi i cyny w stosunkach bardzo rozmaitych; jest wogóle ciągliwy, bardzo odporny na wpływy powietrza i wody, daje się kuć młotem, wałkować i wytłaczać. Ciężar właściwy wynosi 8·9, gdy zawiera 86% miedzi, a 7·4, gdy zawiera jej tylko 21%.

Stop zawierający 9·1% cyny jest najwytrzymalszy i używa się do odlewania armat. Twardość spiżu wzrasta z ilością cyny tak, że już z 27% cyny daje się z trudem piłować; podobnie wzrasta i kruchość, ale tylko do 50% cyny. Rozżarzony do czerwoności i ostudzony nagle wodą staje się bronz kowalny, giętki, ciągliwy i wydaje niski dźwięk; ogrzany jednak następnie i powolnie ochłodzony odzyskuje pierwotną twardość.

Zawartość miedzi ponad 90% daje bronz ciemnoczerwony, niżej 90 do 85% pomarańczowozółty, niżej 85 do 80% czystozółty, niżej 80 do 50% żółtawobiały i biały, niżej 50 do 35% szarobiały, a jeszcze niżej, spiż biały, do cyny podobny.

Mała domieszka ołowiu czyni bronz łatwiej płynnym, ciągliwszym i łatwiej piłowanym, toczliwym itd.; dodatek żelaza lub cynku do 2% podnosi jeszcze więcej ciągliwość bronzu i zmniejsza wytwarzanie się baniek; wszakże większa domieszka cynku zbliża bronz do mosiądzu.

Nowocześnie bronz, zwany bronzem mosiężnym, składa się z miedzi i z cynku z niewielką domieszką ołowiu i cyny. Normalny bronz zawiera przeciętnie około 87% miedzi, 7% cyny, 3% ołowiu i 3% cynku.

Najobszerniejsze zastosowanie ma spiż pomnikowy, monetowy, armatni i dzwonowy; dwa ostatnie rodzaje otrzymują jeszcze inne domieszki stosowne celem podniesienia wytrzymałości względnie dźwięku.

3. Amalgam jest stopem rtęci z innymi metalami, względnie roztworem tych metali w rtęci; w niej bowiem rozpuszczają się z łatwością: złoto, srebro, ołów, wismut, cyna, cynk, kadm i metale alkaliczne. Zależnie więc od rozpuszczonego metalu odróżniamy: amalgam złoty, srebrny itd.

Z pomiędzy różnorodnych stopów ważniejsze są:

a) Amalgam zwierciadłowy złożony z 77<sup>o</sup>/<sub>o</sub> rtęci i 23<sup>o</sup>/<sub>o</sub> cyny; należy tu także amalgam ołowiowy i wismutowy.

b) Amalgam do maszyn elektrycznych składa się z 50<sup>o</sup>/<sub>o</sub> rtęci, 25<sup>o</sup>/<sub>o</sub> cyny i 25<sup>o</sup>/<sub>o</sub> cynku.

## 16. Spajanie.

Spajanie wzajemne poszczególnych części metali jednorodnych lub różnorodnych przeprowadza się rozmaitymi sposobami, a mianowicie:

### a) Spawanie.

Spawanie jest własnością niektórych metali, jak miedź, nikel, platyna, a szczególnie żelazo i stal, i polega na tem, że każdy z metali przeznaczonych do spawania rozżarza się do właściwego mu stopnia i skuwa się razem zapomocą uderzeń lub nacisku należytej siły wykonanych. Nadto muszą być powierzchnie styku części spawanych zupełnie czyste i zabezpieczone od utleniania.

Celem dokonania spawania żelaza ze stalą rozżarza się żelazo do białości a stal do czerwoności, a celem ochrony od spalania (utlenienia) posypuje się powierzchnie piaskiem kwarcowym, tłuozonem szkłem, boraksem itp., które to ciała, jako łatwo topliwe, wytwarzają żużel ochronny.

Jeżeli w miejscu spawania pozostanie ślad jakibądź, to jest on oznaką niedokładnego spojenia. Przekroje zresztą metali spawanych muszą być w miejscu styku zupełnie jednaki.

Spajanie dokonywa się także zapomocą stopienia doraźnego powierzchni styku pod wpływem bardzo wysokiej temperatury, wywołanej silnym prądem elektrycznym lub spalaniem termitu. Termit jest mieszaniną delikatnie sproszkowanego glinu i tlenku żelaza, która zapalona wytwarza ciepłość około 3000° C.

### b) Lutowanie.

Lutowanie zastosowuje się tam, gdzie nie daje się wykonać spawanie i gdzie spojenie nie wymaga tak wielkiej mocy. Części do zlutowania przeznaczone należy zestawić w stosownym wzajemnym



oddaleniu, odpowiednio rozgrzać, lut do potrzebnej płynności stopić i zapieścić nim dokładnie miejsce lutowania, po poprzednim zupełnym oczyszczeniu powierzchni styku.

Powierzchnie styku czyści się oskrobaniem lub chemicznym myciem i chroni na czas lutowania powłoką żuzlistą, wytworzoną osmarowaniem kalafonią, salmiakiem, lutnianką, boraksem itp.

Odróżniamy następujące rodzaje lutu:

1. Lut miękki topnieje w niskiej temperaturze 124 do 140° C i szybko, ale daje słabe połączenie i używa się wogóle do robót blacharskich.

Jest on albo cyną i służy do lutowania wyrobów cynowych, — albo stopem 30 do 63% cyny i 70 do 37% ołowiu, zwanym lutem cynowym, — albo stopem 15 do 25% cyny, 25 do 22% ołowiu i 60 do 53% wismutu, zwanym lutem wismutowym; te ostatnie dwa luty używają się do lutowania wyrobów z blachy białej, miedzi mosiądzu, cynku itp.

2. Lut twardy wymaga do stopienia wyższej temperatury, ale daje spójenie mocne. Używa się wogóle do lutowania w robocie kowalskiej i ślusarskiej, w szczególności do lutowania mosiądzu, miedzi, żelaza i stali.

Rodzaje lutu tego są następujące:

α) Lut miedziany jest stopem miedzi i do 20% ołowiu.

β) Lut żółty stopiony z 1 części cynku i 2 do 2·5, albo 3 do 4, albo 7 części mosiądzu.

γ) Lut żółtawy z 1 części cyny, 4·7 do 10 części cynku i 12 do 22 części mosiądzu.

δ) Lut biały z 4 części cyny, 1 cynku i 20 mosiądzu, albo 2 części cyny, 1 cynku, 11 mosiądzu, albo 1 cyny, 4 mosiądzu, albo 10 cyny, 6 miedzi, 4 mosiądzu.

Lutowanie odbywa się w ten sposób, że lut topi się nad płomieniem spirytusowym, gazowym lub dmuchawką benzynową, a wprowadzanie i rozpostarcie lutu stopionego wykonuje się z pomocą lutownika, który bywa albo młotkowaty albo prosty i rozpala się przedtem w piecyku na węglu drzewnym.

### c) Rąbkowanie.

Rąbkowanie czyli łączenie na rąbki zastosowuje się do blachy zwykłej grubości i polega na tem, że blachy na brzegach do połączenia przeznaczonych zagina się wąskim paskiem czyli rąbką tak, aby po złożeniu jeden wszedł w drugi. Rąbek

taki jest pojedynczy, jeżeli brzegi blach raz tylko są zagięte, albo też podwójny, jeżeli są dwa razy zagięte. Zresztą rąbki takie mogą być stojące lub leżące, stosownie do tego, czy się je w miarę potrzeby zagnie płazem lub prostopadle do płaszczyzny blachy. Sposób ten łączenia bywa stosowany do krycia dachów blachą.

#### d) Nitowanie.

Nitowanie używa się głównie do łączenia blachy i płyt, wykonywa się ręcznie lub maszynowo, na zimno lub gorąco, i daje połączenie mocne i szczelne.

Moc połączenia zależy od mocy łączonych przedmiotów i nitów, a szczelność połączenia od postaci powierzchni styku, sposobu przylegania i ściągnięcia, które znowu zawisło od skórczenia się nitu po za nitowaniu na gorąco. Temperatura więc nitu nie powinna być ani za niska, ani za wysoka, gdyż nitowanie w pierwszym wypadku wypadnie za luźno, a w drugim za ciasno, co może spowodować oderwanie się nagłówka nitu skutkiem zbyt wielkiego skurczenia się nitu.

Nity wyrabiają na zapas fabrycznie o różnych rozmiarach unormowanych; głowy są półkuliste, a nagłówki, wyrabiane z wystającej części trzpienia ponad otwór podczas nitowania, są stożkowe.

Ręczne nitowanie wykonuje się w ten sposób, że nit do czerwoności rozpalony wsuwa się w odnośne otwory i od strony głowy przytrzymuje się przyciskiem, a z drugiej strony stosownym młotem wyrabia się nagłówek z pomocą nitarskiego przykładnika.

Maszynowe nitowanie wykonują nitarkami zwykłymi, hydraulicznymi lub pneumatycznymi, czyli powietrzem zgęszczonym poruszaniem.

Tam gdzie nitowanie jest niemożliwe lub byłoby nie odpowiednie, używa się połączenia zapomocą śrub.

## VII. Szkło.

### 1. Wyrób szkła.

Szkło jest mieszaniną kilku krzemianów, najczęściej krzemianu wapnia i sodu, wytworzoną stopieniem w wysokiej temperaturze kwasu krzemowego ( $\text{SiO}_2$ ) z wapniem i sodą żrącą, którą można zastąpić potasem żrącym lub tlenkiem ołowiu. Najczęściej prócz owych krzemianów wchodzi w skład szkła magnezja, baryt, tlenek glinu, tlenki żelaza i manganu, tlenki ołowiu i cyny.

Szkło jest ciałem kruchem, twardem (6. stopnia), bezpostaciowem, przezroczystem, nieprzepuszczającym ani powietrza, ani wilgoci, polyskującym, niezmiennem, trwałem na wpływy atmosfery, łatwem do różnorodnego formowania i zabarwiania i złym przewodnikiem ciepła i elektryczności.

Ciężar właściwy wynosi przeciętnie 2·6, a temperatura topliwości 1200° C.

Szkło rozżarzone do białości jest zupełnie rzadkoplątne, do czerwoności zaś ciastowate i ciągliwe tak, że w pierwszym stanie można je odlewać, a w drugim wydmuchiwać, czyli dąć (szkło dęte). Wielka kruchość i stłukliwość szkła zmniejsza się stosownem ochłodzeniem, polegającym na tem, że przedmioty rozżarzone do czerwoności pierwotnie lub następnie wkłada się do osobnego, tak zwanego pieca chłodniczego, w którym łącznie z rozpalonym piecem ostygają. Zawartość wapna w masie szklanej zwiększa twardość i polysk, tlenku ołowiu zaś zmniejsza.

a) Szkło dęte wytwarza się zapomocą rury żelaznej czyli dmuchawki, wśród zręcznego ruchu obrotowego.

Celem wytworzenia szkła płaskiego wydmuchują banię, wkładają w rozpalony cylinder żelazny i dalszem dmuchaniem powodują zapelnienie dokładne formy cylindrycznej; potem oddzielają dno i dmuchawkę, rozcinają cylinder szklany wzdłuż i rozpościerają w piecu na bardzo gładkiej i równej płycie glinianej, wyplaszczają stosownem narzędziem żelaznem, wyrównują i wygładzają. Stąd idzie płyta do pieca chłodniczego, poczem się kraje djamentem lub stalowem kółkiem w prostokątne tablice.

b) Szkło lane wytwarza się w ten sposób, że na stosownie wielką płytę żelazną wylewa się płynną masę szklaną, rozpościera natychmiast wałkami w sposób stosowny, wyrównuje, brzegi odzienia i wkłada do pieca chłodniczego. W ten sposób powstaje szkło zwierciadlane i wszelkiego rodzaju szkło lane o gładkiej lub ozdobnie wyposażonej powierzchni.

Wytrzymałość szkła wogóle większą jest na ciśnienie, niż na ciągnięcie.

Skutkiem nierównego kurezenia się szkła podczas chłodzenia występują na powierzchni natężenia cisnące a wewnątrz natężenia ciągnące. Tak na przykład prasowane twarde szkło Siemens'a lub utwardnione de la Bastiego, a chłodzone między dwiema płytami metalowemi, są o wiele wytrzymalsze, atoli najmniejsze zarysowanie powierzchni powoduje rozprysnięcie całkowite przedmiotu.

Szkło liche psuje się na deszczu, powietrzu i od gorąca; staje się nieprzezroczyste (ślepnie), mieni się barwami i łuszczy. Również i dobre szkło cierpi, gdy stoi dłużej w opakowaniu na wilgoci lub gdy opakowanie przemokło wodą morską; dlatego też należy je przechowywać w miejscu przewiewnym i suchym. Dobre szkło opiera się działaniu wszelkich kwasów i zasad żrących, z wyjątkiem kwasu fluorowego.

## 2. Rodzaje szkła.

Zależnie od własności domieszek i sposobu wyrobu istnieją następujące rodzaje szkła:

a) Szkło ołowiowe uzyskuje się za dodaniem większej ilości tlenku ołowiu, z równoczesnym użyciem środków odbarwiających; odznacza się grą barw, połyskiem i pełnym dźwiękiem, jest miękkie i łatwo topliwe.

b) Szkło powłokowe jest szkłem dętym, maczanem podczas dęcia w szkle zabarwionem i dmuchawką dalej przerabianem; można także maczać je kilkakrotnie w różnie zabarwionych masach szkła i w ten sposób uzyskać kilka warstw różnobarwnych, a po oszlifowaniu wystąpią wszystkie barwy; można też szkło zabarwione maczać w białem.

c) Szkło barwne uzyskuje się domieszkami do surowicy szklanej, a mianowicie dwutlenku manganu dla barwy szarej, szmalty i tlenku kobaltu dla niebieskiej, uranu dla żółtej, tlenku miedzi i chromu dla zielonej itd. Tlenki żelaza domieszane w stosunkach odpowiednich są w stanie dać wszelkie zabarwienie szkła.

d) Szkło matowe wytwarza się z pomocą dmuchawki piaskowej, która ostrym piaskiem, wyrzucanym bardzo silnym prądem powietrza, uderza o powierzchnię szklaną i zamienia ją w kilku sekundach na zupełnie nieprzezroczystą, czyli matową. Po nalepieniu wzorków z papieru powycinanych można na powierzchni szkła wykonać dmuchawką piaskową ozdobne rysunki; toż samo da się osiągnąć z pomocą wytrawienia powierzchni kwasem fluorowym lub solnym w miejscach niepowleczonych tłuśczeniem, chroniącym przed wytrawą.

Szkło to nie dozwala na przezieranie i łagodzi rażące promienie światła.

e) Szkło barwne nakładane uzyskuje się zapomocą barwnej, łatwo topliwej masy, złożonej z piasku, minji, kwasu borowego i barwiących tlenków metali, która to masa sproszkowana i zaro-

biona zgęstniałą terpentyną, nakłada się w rysunkach wzorzystych na powierzchnię szkła i następnie wypala w piecu.

f) Szkło szlifowane wykonują w następujący sposób: małe przedmioty szlifuje się najpierw na tarczach żelaznych dokładnie toczonych, na które skapują ciągle krople wody z piaskiem, — potem na gładzących tarczach kamiennych, a wreszcie na tarczach polerujących z drzewa lipowego. Ostatnią politurę wykonują na tarczy szcztkowej, pokrytej czerwiecią angielską, tryplą, popiołem cynowym, lub białą cynkową z wodą. Szlifowanie lanych szorstkich powierzchni szkła zwierciadlanego dokonują z pomocą rozmaitych maszyn stosownych.

g) Szkło wodne jest krzemianem sodu, krzemianem potasu itp. i otrzymuje się ze stopienia piasku kwarcowego z potasem lub z sodą; w stanie suchym jest ciałem szklistem, bezbarwnem lub żółtawem, kruchem, w wodzie rozpuszczalnem. Roztarte na proszek i gotowane w wodzie daje ciecz oleistą, gęstą, gryzącą, zawierającą 33% lub 66% szkła wodnego.

Zależnie od składników odróżniamy szkło wodne sodowe, szkło wodne potasowe, szkło wodne podwójne, a także najnowsze szkło wodne potasowowapienne Artusa.

Szkło wodne jako powłoka chroni drzewo, tekturę, tkaniny od ognia, a także od grzyba i robaetwa. Wilgotna wyprawa wapienna lub cementowa, powleczone szkłem wodnem rozcieńczonem w stosunku 1 : 2 otrzymuje bardzo twardą, na wilgoć wytrzymałą powierzchnię, co jest bardzo pożądane w pralniach. Podobnie wytwarza się podkład do stereochemicznego malowania; jest to malowanie na wyprawie farbami utrwalonemi szkłem wodnem. Szkło wodne używa się do wytworzenia twardej powłoki na piaskowcu, okazującym dążności do wietrzenia; służy do sporządzania kitów i do osadzania płyt ksyolitu, w którym to celu roztwór szkła wodnego sodowego 34° Baumé (11 l), zmieszany z kredą (7 kg), z ostrym piaskiem i nieco cementu, daje szybko tężące ciasto kitowe.

### 3. Postać i jakość szkła.

Szkło tabliczne używane do oszkleń wytwarzają dziś z masy szklanej, zawierającej — zamiast potasu — siarkan sodu, związany z węglem i wapniem; zowie się ono szkłem sodowowapniowem i jest twardsze, elastyczniejsze i pełnie (ślepnie) mniej niż szkło potasowe.

W budownictwie używa się następujących rodzaj szkła tablicznego i bryłowego.

a) Szkło pospolite z zielonawym lub niebieskawym odcieniem, wytwarzają w małych tylko tablicach 1·7 mm grubych; grubość bywa jednak także podwójna, potrójna i poczwórna, t. j. 3·40, 5·10, 6·80 mm, a szkło wtedy zowie się podwójne, potrójne, poczwórne; od tego rodzaju szkła wymaga się, aby było bez baniek, możliwe białe i niefaliste.

b) Szkło niemieckie, zwane także reńskim jest wyrobem dętym, pochodzącym z hut reńskich, westfalskich, saksońskich, szląskich i innych, oznaczanym w handlu przez  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{6}{4}$ ,  $\frac{8}{4}$ , o przynależnych grubościach 2, 3, 4 mm i ciężarze 5, 7·5, 10 kg/m<sup>2</sup>. Cena rośnie z wielkością szyb, ale nie według powierzchni, tylko według sumy z długości i szerokości tablic szklanych w centymetrach; wielkość takiej sumy, względnie półobwodu szyby dochodzi do 300 cm; wytwarzają także silniejsze tablice po 4·5 do 5 mm grube, ale największy półobwód dochodzi tylko do 164 cm.

Co do jakości odróżniają cztery numera: Nr. 1. jest całkiem czysty i bez nagany; Nr. 2. i 3. używa się do lepszych budowli, a Nr. 4, tylko do podrzędnych celów, jako to: do piwnie, strychów, szklarni, świetlni itp. Odmianę oznaczoną przez  $\frac{6}{4}$  zowią szkłem podwójnem.

c) Szkło solinowe jest znacznie bielsze i czystsze, otrzymuje tablice o większych rozmiarach i znane jest jako szkło solinowe pojedyncze 2 mm i podwójne 3 mm.

Tu należy także szkło półsolinowe.

d) Szkło zwierciadlane jest lanem szkłem płaskim, oszlifowanem i polerowanem i zawiera domieszkę tlenu ołowiu, aby było czystsze i bielsze; tablice tego szkła otrzymują bardzo wielkie rozmiary aż do 3 × 5 m, grubość 4 do 8 mm i więcej. Używają się na zwierciadła i szyby wystawowe.

e) Szkło lane odlewają w tablicach różnej wielkości, grubych 5, 10, 15, 20 i 25 mm; tu należy także szkło prążkowane 5, 8, i 12 mm grube.

f) Szkło drutowe jest odlewem szklanym z wkładką siatkową drucianą, wytwarzanym rozmaitej wielkości i grubości; wyrabiają je w rozmiarach według zamówienia, gdyż nie daje się krajać.

g) Szkło surowcowe jest odlewem mniej czystym, gładkim, prążkowanym lub jakkolwiek inaczej wytworzonym, 5 do 13 a nawet 30 mm grubem w tablicach 30 × 36 cm; służy do okładzin, do nakryć i brukowań chodnikowych i przejazdowych.

h) Szkło barwne wytwarza się w tablicach zwykłej wielkości. Mleczne szkło jest nieprzezroczystym szkłem biało zabarwionem.

i) Szkło utwardnione prasowane wytwarza się w ten sposób, że się rozpala aż do miękkości, weiska w formy gliniane, piaskowe lub metalowe, nagle oziębia i równocześnie formuje rozmiękzoną masę szklaną.

Szkło utwardnione wskutek nagłego ochłodzenia co najmniej na  $200^{\circ}\text{C}$  parą wodną zowie się szkłem wulkanicznym.

Szkło utwardnione jest wogóle bardzo wytrzymałe na złamanie, znosi większe obciążenie niż szkło zwykłe, a ogrzane nawet bardzo silnie i zlane wodą nie pęka. Nadaje się więc do obdachowań, okładzin itp. wszędzie tam, gdzie występuje silniejsze nateżenie. Zarysowane jednak lub zbite rozpryskuje się w sposób wybuchowy na niezliczone drobne kawałeczki, nie można więc go krajać, lecz wyrabia się o rozmiarach według zamówienia.

j) Szkło katedralne jest surowem szkłem lanem 2 do 3 mm, często barwnem zwykle lub płomykowo, powierzchni nieregularnej; wytwarzają je w wielu hutach na Śląsku pruskim i w Bawarji, do ckień kościelnych i do zwykłych zresztą celów w tablicach  $0.7 \times 1.5\text{ m}$ ; przyciemnia światło i jest mało przezroczyste, ale niemmatowe.

Podobne lecz wiele piękniejsze a droższe jest amerykańskie szkło opalizujące, które zwłaszcza w oprawie ołowiowej zastępuje świetnie malowanie na szkle.

Wytwarzają także matowe szkło katedralne.

Do oszkleń w ołowiu używa się: szkło katedralne, szkło starożytne, szkło krążkowe dęte, płaskie szkło barwne, szkło powłokowe, opalizujące, faliste, wyginane itp.

k) Świetliste szkło pryzmowe wytwarzają w tabliczkach kwadratowych  $10 \times 10\text{ cm}$ , 4 do 20 mm grubych, z białego szkła krystalicznego. Powierzchnia wewnętrzna tabliczek tych, czyli płytek, składa się z równoległych żeber pryzmatycznych trójściennych, zewnętrzna zaś powierzchnia jest gładka. Otóż żeberka te posiadają wielką moc załamywania światła w ten sposób, że je skierowują do wnętrza przestrzeni oszklonej i oświetlają wydatnie przedmioty nawet oddalone od okna.

Z powodu zatem własności przepuszczania i doprowadzania do wnętrza wielkiej ilości światła, szkło to nadaje się bardzo dobrze do oświetlenia przestrzeni o słabym lub nawet niebezpośrednim dostępie światła, a to jako nadoknia itp. Szkło to daje się używać

także jako ogniotrwale oszklenie w murach ogniowych, schodnicach, oknach wystawowych sklepowych itp. W tym celu płytki małe tego szkła osadza się w mosiężne kratki pasowe wielkości okna, ujęte silną ramą, wkłada w kąpiel miedzianą i zapomocą elektrolizy uskutecznia się uszczelnienie, silne przyłgnięcie pasków kratki do płytek i ujęcie, skutkiem osadzenia się miedzi elektrolitycznej na paskach i zgrubienia ich.

Ten sposób oszklenia zwany oszkleniem światlistem elektrolitycznem posiada bardzo wielką wytrzymałość i ogniotrwałość, sięgającą do granicy topliwości szkła  $1200^{\circ}$  C bez pęknięcia lub przepuszczania gazów spalania.

Wybór kąta ściennego pryzm stosuje się do kierunku padającego światła. Tablice szkła tego ustawia się pionowo przed okna, albo jako okna, albo jako markizy mniej lub więcej na zewnątrz ukośne w miarę kąta zenitowego. Do przestrzeni podziemnych nadają się cegielki wieloprzymowe, załamujące silnie promienie światła, wyrabiane w rozmiarach  $63 \times 63 \times 20$  do  $360 \times 360 \times 35$  mm, które osadzają w ramach żelaznych na cemencie. Do świetlni i dachu używają płyt świetlistych do  $2.5 \times 1.1$  m dużych w oprawie żelaznej, umyślnie do tego celu sporządzonej w ten sposób, że płyty są osadzone bez kitu, dają się poruszać, a mimo tego wody zupełnie nie przepuszczają.

l) Cegły szklane Falconiera są dęte, wewnątrz puste, ze wszech stron zamknięte, rozmaitej postaci i zwykle z jednej, czasem z obu stron piramidą lub kłną opatrzone. Wyrabiają je z półbiałego, bezbarwnego, albo i z różnobarwnego szkła i używają do ścian, pował, sklepień i zapelnienia otworów świetlnych.

Jako puste wewnątrz izolują dobrze zimno, gorąco, głoś, wilgoć i lektryczność. Przepuszczają światło bardzo dobrze, chociaż nie są przejrzyste; używają się z korzyścią w lokalach fabrycznych, salach operacyjnych, budynkach roślinnych, pracowniach malarskich, fotograficznych, ogrodach zimowych, świetlniach, do ścian działowych w restauracjach, sklepach itd.

Dla celów wiązania murarskiego wytwarzają także połówki, ćwiartki, trzyćwiartki. Zaprawę do murowania temi ceglami używają złożoną z 1 części cementu, 3 piasku i nieco wapna. Cegły takiej o rozmiarach zwykłych wychodzi około 55 na  $1 m^2$ ; do murów ogniowych wyrabiają cegielki 10 do 16 cm w kwadrat z siatką drucianą.



l) Cegły szklane twarde wyrabiane w Saksonji są prostokątne, puste, u spodu otwarte, o rozmiarach cegły normalnej i dają się wzajemnie łączyć na płaz i bokiem. Są białe lub zabarwione i służą do tych samych celów co poprzednie.

m) Płyty ceramiczne patentu Garchey wyrabiają na Śląsku z masy szklistej i z odpadków szkła. Są nieprzezroczyste, wytrzymałe płyty twardości 9. stopnia (korund) i nadają się do posadzek, chodników, bruków, okładzin ścian (także polerowane), ozdób różnobarwnych fasadowych. Grubość ich wynosi 2 do 3 cm, a wytrzymałość na ciśnienie przewyższa 2000 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4. Badanie szkła.

Badanie szkła przeprowadza się w następujących kierunkach:

a) Co do bezbarwności: Kładzie się jedną lub kilka szyb na papier biały tak, aby część papieru wystawała i porównuje ton barwy papieru nakrytego z odsłoniętym.

b) Co do baniek, blizn, falistości itp.: Porównuje się szkło dostarczone z szybą, ofiarowaną jako wzór ugodą zatwierdzony mniej więcej jednakich rozmiarów.

c) Co do trwałości: Kładzie się wybraną próbkę pod dzwon szklany, szczelnie przykrywający, poddaje działaniu par kwasu solnego silnie dymiącego przez 24 godzin i następnie przez 24 godzin suszy na powietrzu zupełnie czystym i wolnym od pyłu, poczem próbka niepowinna wykazywać najmniejszego śladu pyłku białawego nawet ścieralnego.

Ponieważ szkło po dłuższem działaniu słońca staje się czasem niebieskawo czerwone, więc skoro ma służyć do galerji obrazów, pracowni fotograficznych itd., należy je badać, czy nie zawiera manganu, którego 0·10% już ów objaw powoduje.

Spaczone, pocięte lub włoskowate rysy wykazujące szyby należy z odbioru bezwarunkowo wyłączyć.

## VIII. Drewno.

### 1. Pogląd ogólny.

Drzewem nazywamy twór przyrody jeszcze stojący na pniu, t. j. pień, korzenie, gałęzie z liśćmi.

Drzewem nazywamy masę drzewną, drzewa ściętego.

Jednostką budowy drzewa jest komórka; ciało komórki (celuloza) składa się z węgla, wodoru i tlenu, a soki zawierają przeważnie wodę, nadto krochmal, żywice, oleje itp.

Organizm drzewa wytwarza komórki z węgla zawartego w powietrzu (kwas węglowy) i z wody gruntowej, oddając wolny tlen powietrzu, osadza je rzędami, wiąże we włókna i w tkanę komórkową i pracą tą powoduje wzrastanie pnia.

Zawartość wilgoci i soków w pniu wzrasta się od dołu ku górze i od wnętrza na zewnątrz; zależy to zresztą od sposobu żywienia się, wzrostu i natury drzewa.

W przekroju poprzecznym pnia widno w środku rdzeń, który z biegiem czasu znika; w około niego układa się masa drzewna w pierścieniach czyli słojach współśrodkowych, z których każdy jest wytworem rocznego wzrostu grubości drzewa i powstaje w ten sposób, że na wiosnę poczyna się pierścień licznymi komórkami grubymi, a pod jesień kończy się samymi bardzo wąskimi i grubościennymi. Tak powstały pierścień roczny ma masę wiosenną więcej porowatą, niż jesienną, a drzewo złożone z ciasnych zbitych pierścieni jest wytrzymalsze niż z szerszych.

Najbliżej rdzenia znajdujące się drzewo jest najtwardsze, ma najmniej soków, barwę ciemniejszą i zowie się twardzielem. Jest ono poprzedzielane gęstszymi tkankami komórkowymi, wychodzącymi promienisto od rdzenia, a nadającymi drzewu w tym kierunku pewną wytrzymałość i większą lupliwość; tkanki te zowią się promieniami rdzennymi i widać je najlepiej na drzewie radjalnie lupanem w postaci gładkich powierzchni.

Zewnętrzna część masy drzewnej jest jaśniejsza i miększa niż reszta drzewa pnia; ma komórki bardzo soczyste i zowie się: biel; zewnątrz bieli przylega łyko w cienkiej warstwie, dającej się drzeć długimi włóknami, a po niem następuje kora, tworząca zewnętrzną powłokę pnia.

Wzrost grubości drzewa dokonuje się między łykiem a bielą, która w ciągu roku zamienia się na właściwe drzewo, a równocześnie powstaje biel nowa.

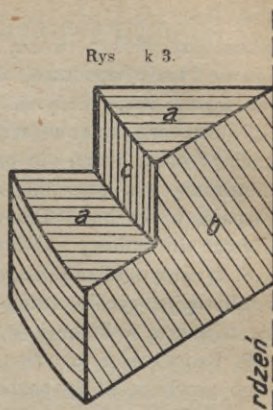
Wskutek parowania, niezbędnego dla wzrostu drzewa, kora zgrubia się i skutkiem wzrostu pnia pęka, jednak pęknięcia nie dochodzą nigdy aż do drzewa.

Wewnętrzne złożenie drzewa nie jest jednolite i skutkiem tego nie jednako wytrzymuje działanie sił zewnętrznych, a mianowicie: na ciągnięcie i ciśnienie w kierunku podłużnym jest najwytrzymalsze a w poprzecznym najsłabsze.

Rozróżniamy następujące przekroje pnia:

- a) przekrój poprzeczny (czołowy),
- b) przekrój podłużny dośrodkowy,
- c) przekrój podłużny styczny.

Wiek drzewa oznacza ilość pierścieni, co roku bowiem przybywa z nich jeden, grubszy lub cieńszy, stosownie do tego, czy rok był dla wzrostu korzystny więcej, lub mniej. Niektóre drzewa żyją 1000 do 2000 lat; nasze drzewa są najczęściej ścinane, gdy mają 60 do 80 lat i są wówczas najodpowiedniejsze do budowy.



## 2. Wady i choroby drzewa.

Wady i choroby, którym drzewo rosnąc na pniu często podlega, są bardzo rozliczne, czynią je nieprzydatnym do budowy i rzadko kiedy dają się zewnątrz poznać.

1. Sękatość występuje najczęściej u drzew przestarzałych wskutek mnóstwa konarów i gałęzi. Drzewo sękate daje się trudno obrabiać, jest niejednostajnie wytrzymałe i psuje się łatwiej; lecz gdy niema innych wad, można je użyć do robót podziemnych lub podwodnych.

2. Splątanie jest wzajemnem poplątaniem słoików, co wprawdzie w przekroju podłużnym przedstawia różnorodny i ładny układ płam i żył, czyli układ fladru, ale drzewo ma wytrzymałość nadwyróżoną i nadaje się jedynie dobrze na furniery.

3. Zwichrzenie czyli skręcenie objawia się wtedy, gdy włókna podłużne — zamiast pionowo — rosną po linii śrubowej, co najczęściej wydarza się u jodły i świerka. Drzewo wskutek tego łatwo się paczy, pęka i podczas obrabiania dostaje zadziory; można go użyć tylko podobnie jak drzewo sękate.

4. Drzewo przemarzłe staje się wskutek działania wiatrów i silnych mrozów; wykazuje w przekroju poprzecznym pęknięcia promieniste. Nie należy go używać do robót ciesielskich.

5. Drzewo łupinowate (zwichnięte) wykazuje pęknięcia spółśrodkowe między pierścieniami, co jest skutkiem wiatrów wiosennych, gdy soki poczęły już krążyć. Drzewo takie nie nadaje się na budulec.

6. Drzewo sitowate wykazuje środek napół zbutwiałą, a tylko mocniejsze włókna tworzą rzadką tkanę; jest to wynikiem dostania się wody opadowej do wnętrza pnia gałęziami odlamanymi lub sękami spróchniałymi, która szerzy zniszczenie w około pnia.

7. Drzewo czerwliwe, robaczkliwe łatwo poznać po dziurkach w korze i drzewie przez owady stoczonych; jest ono zawsze niezdrowe i z początku dostaje białe plamy, później stoczone rozpada w próchno. Drzewa sitowatego i czerwliwego nie należy używać do budowy.

8. Drzewo chrząszczowate daje się jeszcze użyć bez szkody, jeżeli się je rychło zetnie i z kory oczerci, gdyż owad gnieździ się najpierw w korze i w łyku.

9. Butwienie czerwone jest wynikiem próchnienia, wywołanego grzybem, który pozbawia drzewo twardości, gętkości, nadaje barwę czerwonobrunatną i powoduje w końcu rozpadanie się na kawałki; drzewo takie uderzone wydaje głuchy, dudniący dźwięk. Chorobie tej ulegają najczęściej przestarzały: dąb, świerk, kasztan.

10. Butwienie białe jest chorobą najczęściej drzew młodych iściastych wskutek grzyba, który poczyna zniszczenie od środka pnia i czyni próchno białem, fosforyzującym w ciemnych nocach. Na zewnątrz drzew butwiejących czerwono czy białą okazują się często narośle grzybowe w postaci podkowy itp.

11. Zapalenie czyli głównia powstaje wskutek uszkodzenia kory lub naruszenia korzeni i powoduje stopniowe zamieranie drzewa od zewnątrz ku wnętrzu.

12. Rak lub narośl tworzy pod nasadą gałęzi nabrzmiałości kory w postaci guzów, w których się lęgną chrząszcze; guzy te często rozpadają i powodują zapalenie i butwienie. U drzew szpilkowych słabość ta może wystąpić wskutek napływu żywicy na wierzeh kory.

13. Butwienie pierścieni jest chorobą dęba, wskutek której pierścienie w większej ilości w około rdzenia stają się jaśniejsze, tracą wytrzymałość i chłoną chciwie wodę, a podczas wysychania powstają rysy prawie spółośrodkowe do rdzenia.

14. Łamliwość i skruszałość powstaje, jeżeli pierścienie roczne tworzą się grube o miękkiej masie komórkowej. Złożenie takiego drzewa jest gąbezaste, pęka podczas wysychania, a pod strugiem (hyblem) odskakują kawałki.

15. Drzewo martwe ma wierzchołek suchy, korę mchem porośłą i jako słabe jest do celów budowlanych nieprzydatne.

Drzew opisanych od 9. do 15. nie można używać na budulec.

### 3. Najważniejsze drzewa budulcowe liściowe.

W budownictwie używane są przeważnie drzewa iglaste, zaś z drzew liściastych: dąb, czasem wiąz, buk i jasion; ale w razie braku ich także grab, klon, oleha, brzoza i topola. Drzewa liściowe wogóle są wytrzymalsze i trwalsze od szpilkowych; ale jako krótkopienne, gałęziste, trudno łupliwe, a często z poprzekręcanymi włóknami starczą rzadko kiedy na dłuższe prawidłowo urosnięte belki i głównie spożytkowują się w stolarszczyźnie na meble i przedmioty sztuki.

1. Dąb pospolity czyli twardy (*quercus sessiliflora* Smith, f. *chêne sessile*, a. *holm oak*, n. *Winter-Stein-Traubeneiche*) ma liście nieregularnie palcasto wykrawywane, osadzone na krótkich szypułkach, z wierzchu ciemno zielone połyskujące, od spodu jasno zielone, osadzone na przemian na gałęziach; żółędzie siedzą w grupach gronowych na długich szypułkach, kora w młodości jest jasno zielona, potem staje się ciemno brunatna, bardzo popękana, nad 3 cm gruba, zawiera wiele garbnika i używa się w garbarstwie. Drzewo jest żółto brunatne, bardzo twarde, ciężkie, żyłaste, wytrzymałe bardzo, mało elastyczne, miernie łupliwe, dobrze obrabialne, pęcznieje i kureczy się mało, ale łatwo pęka i ulega robacziwości. Jest materiałem bardzo cennym, zmiany ciepła i wilgoci znosi najlepiej, a zanurzony w ziemi lub w wodzie zyskuje trwałość nieograniczoną, twardniejąc czem raz więcej. Używa się do silnie natężonych części konstrukcyjnych, na posadzki, stopnie schodowe, progi, silnie obciążone słupy itp., oraz na części składowe budowlane, wystawione stałe lub zmiennie na wilgoć, jak okna, bramy, drzwi zewnętrzne itp.

Korzenie ma palowe bardzo głębokie, oraz liczne silne korzenie boczne, wymaga zatem gruntu głębokiego i udaje się najlepiej na płaskiej glebie.

Rośnie po całej ziemi, dojrzewa po 200—250 latach, wzrasta ciągle do 600 lat, dochodzi wieku 1000 lat i osiąga wysokość 40—60 m a grubość u dołu do 2 m.

2. Dąb zwyczajny (*quercus pedunculata* Erl., f. *chêne commun*, a. *oak*, n. *Stiel-Sommereiche*) różni się od poprzedniego tem, że ma liście na długich szypułkach, a żółędzie na krótkich, że każda żółędź jest osadzona osobno na gałęzi i że drzewo jego jest jaśniejsze, nieco mniej wytrzymałe i łatwiej łupliwe. Zresztą wszystkie inne własności i właściwości posiada te same i w tym samym stopniu, jak dąb pospolity

W naszych lasach rosną tylko te dwa rodzaje dęba.

1 m<sup>3</sup> świeżej dębiny waży 1035 kg

1 m<sup>3</sup> przeschniętej dębiny waży 740 „

3. Buk (*fagus silvatica*, f. *hêtre [rouge]*, a. *beech*, n. *Rotbuche*, *Buche*) ma liście owalnie zaostrome, falisto zębione, połyskująco zielone, owoce podobne do kasztana, korę gładką, brunatną, w starszym wieku popielato brunatną, dochodzi do 40 m wysokości, wzrasta do 200 lat i żyje około 600 lat. Drzewo jest czerwono-brunatne, świeżo ścięte bardzo żylaste, po wyschnięciu twarde i kruche, zresztą wytrzymałe; nie pęka i daje się pięknie obrabiać, bywa jednak rozbacziwe i psuje się i gnije w zmiennej wilgoci.

1 m<sup>3</sup> świeżej buczyny waży 940 kg

1 m<sup>3</sup> przeschniętej buczyny waży 685 „

Nadaje się jedynie do budowy podwodnych i zużyty zaraz po ścięciu, równa się dębini; jest zresztą bardzo dobrym materiałem do robót stelmachskich, tokarskich i posadzkowych, oraz daje najlepszy opał drewniany.

4. Grab (*carpinus betulus*, f. *charme commune*, a. *horn beam*, n. *Hage-Hain-Weißbuche*) ma liście jajowe na końcu sercowate, ostro zębione, jasno zielone; owoce wydłużone trójścienne, biały rdzeń i jasno szarą, gładką korę. Pień ma postać wiązki nierówno grubych trzonów; drzewo jest białe, cienko włókniste, bardzo zбите, żylaste, trudno obrabialne, trwałe tylko w suchości i służy jako materiał dla stelmachów, tokarzy i na styliska do narzędzi.

Po 120—140 latach dochodzi wysokości 14—20 m i rośnie około 250 lat.

5. Brzoza (*betula alba*, f. *bouleau*, a. *birch*, n. *Birke*) dochodzi do 20 m wysokości; korę ma białą, drzewo białe, zбите, delikatne, bardzo żylaste, dość ciężkie, nietrwale, łatwo rozbacziwe; daje materiał stelmachom, stolarzom, do składowych części maszyn itp., oraz różgi na miotły.

Odmiany są: Brzoza czeczotka (*betula alba pubescens*) z naroślami na pniu i brzoza płacząca (*betula alba pendula*) o długich zwisających gałęziach.

6. Oleha, olsza (*alnus*, f. *aune glutineux*, a. *alder*, n. *Eller*, *Else*, *Schwarz-*, *Roterle*) rośnie na glebie wilgotnej, bogatej w próchnicę i po 40—50 latach dochodzi do 30 m wysokości. Drzewo rdzawo czerwone o grubym złożeniu, z czasem bielejące, wytrzymałe, podlega łatwo robowactwu, psuje się i pęka, ale w wodzie jest bardzo trwałe.

Tworzy dwie główne odmiany: olcha pospolita albo czarna (*alnus glutinosa*) i olcha biała (*alnus incana*); ostatnia ma korę białawą, gładką a drzewo bielsze i ściślejsze.

7. Jesion (*fraxinus*, f. *frêne*, a. *ammon ash*, n. *Esche*) rośnie prosto, dojrzewa po 60—70 latach, żyje do 200 lat i osiąga wysokość 40 m. Drzewo ma twarde, delikatnie włókniste, żyłaste, żółtawobiałe, trudno łupliwe, ale łatwo obrabialne. W suchości jest trwałe, ale w zmiennej ciepłocie i wilgoci rychło butwieje; stanowi cenny materiał dla tokarzy, stelmachów, bednarzy, a także dla stolarzy do wyrobu furnierów.

Odmiana: jesion pospolity (*fraxinus excelsior*) rośnie w całym kraju.

8. Klon (*acer*, f. *erable plane*, a. *plotanus like maple*, n. *Spitzahorn*) osiąga 35 m wysokości i 200 lat wieku; drzewo ma jasnożółte lub czerwonawobiałe, tak twarde prawie jak jesionu, ale jako budulec rzadko się używa, gdyż jest trwałe tylko w suchości; natomiast służy do różnych delikatnych robót drewnianych, do parkiet i furnierów.

Liście ma palczaste, głęboko weinane, kwiat biały a owoc czerwony.

Odmiana: Klon pospolity (*acer platanooides*) dostarcza najużyteczniejszego drzewa.

9. Wiąz, brzost (*ulmus*, f. *orme*, a. *elm*, n. *Feldrüster*, *Ulme*) ma drewno twarde, grubowłókniste, trudno łupliwe, trwałe na powietrzu i w wodzie, niepaczące się i nierobaczliwe, barwy czerwonej mięsnej, z rdzeniem brunatnym i żółtawo białą bielą. Używa się do robót wozowych, tokarskich, maszynowych, wodnych, stolarskich jako materiał fladrowy i na koła młynowe.

Odmiany: Wiąz limak albo ilm (*ulmus efusa*) około 35 m wysoki i 1 m gruby; wiąz pospolity (*ulmus campestris*); wiąz brzost (*ulmus suberosa*) z korą grubą, korkowatą, popękaną i drzewem twardem, zbitem, często zwiechrzonym.

10. Lipa (*tilia*, f. *tilleul de bois*, a. *lime*, n. *Linde*) dojrzewa po 100—150 latach i osiąga 35 m wysokości i 2·5 m grubości; drzewo białe, lekkie, miękkie, zbite tak, że słojuw prawie nieznać, nierobaczliwe, nie paczy się, prędko butwieje, tylko w suchości trwałe, do rzeźb bardzo cenne.

Odmiany: Lipa wielkolistna (*tilia platyphylla*) żyje do 1000 lat, a lipa pospolita (*tilia parvifolia*) do 300 lat.

11. Topola (*populus*) ma drewno miękkie, lekkie, łupliwe, w suchości wytrzymałe, używane do fabrykacji papieru i zapalek. Od różniamy następujące odmiany:

a) Topola biała (*populus alba*, f. *peuplier blanc*, a. *white poplar*, n. *Silberpappel*) osiąga już po 30 latach wysokość 30—35 m i grubość 0.6—1 m; ma drzewo żółtawe i używa się jako budulec w braku innego; drzewo to nabiera większej trwałości, jeżeli zostało z kory odarte na rok przed ścięciem.

b) Topola osika albo osina (*populus tremula*, f. *peuplier tremble*, a. *asp*, n. *Zitterpappel*, *Aspe*, *Espe*) z liśćmi na długich ogonkach ciągle ruszającymi się i wytwarzającymi szmer; drzewo białe, jest lihsze od poprzedniego.

c) Topola sokora lub nadwiślańska (*populus nigra*, f. *peuplier noir*, a. *black poplar*, n. *Schwarzpappel*) rośnie w pobliżu rzek; drzewo białe, zawile, gąbezaste, niepaczy się, ale mało użyteczne.

12. Akacja (f. *acacia*, a. *acacia*, n. *Akazie*) ma drzewo żółtawe, długowlókniste, żyłaste, dość twarde, trwałe, używane przez stolarzy, stelmachów i do budowy maszyn.

13. Orzech włoski (*juglans regia*) pochodzi z południowej Europy; u nas jednak niezupełnie jeszcze zaaklimatyzował się; osiąga wysokość do 20 m i posiada bardzo cenione drzewo dla swej pięknej struktury podłużnej, używane do furnierów, oraz do robót stolarskich i rzeźbiarskich. Drzewo starszego orzecha jest twarde, żyłaste, elastyczne, czarnobrunatne, delikatne, błyszczące, łatwo łupliwe i obrabialne.

14. Wierzba (f. *saule blanc*, a. *white willow*, n. *Weißweide*) ma drzewo do topoli podobne, miękkie, w budownictwie mało używane; pręty wierzbowe służą do wyrobów plecionych.

#### 4. Najważniejsze iglaste drzewa budulcowe.

Drzewa iglaste są miękkie, elastyczne i ze względu na zawartość żywicy dosyć trwałe, a z powodu równego, małogałęzistego, smukłego wzrostu nadają się lepiej na materiał budowlany, niż drzewa liściowe. Z drzew iglastych używają przeważnie do budowy modrzew, sosną, świerk, jodłę.

1. Świerk (*abies excelsa*, f. *sapin rouge*, a. *spruce*, n. *Fichte*, *Pechtanne*) jest całą zimę zielony, zamiast liści ma igliwo jasnozielone, 2—3 cm długie, ostre, nieco zakrzywione, osadzone



w około gałęzi, kwiat czerwony i jasno brunatnoczerwone zwieszane szyszki owocowe; kora brunatnoczerwona jest u drzew starszych grubsza, popękana i łuszczy się. W 100 lat wyrasta zupełnie do 55 m wysokości, 1·2—1·5 m grubości i żyje 300—400 lat zarówno w górach, jak na płaszczyznach.

Korzenie linowe rozrastają się tylko w bardzo cienkiej warstwie humusowej, wskutek czego wiatry często wywracają drzewo. Czerwonawo żółte aż do białości drzewo jest dosyć żywiczne, łupliwe, strugalne, ale sękate i zadzierzyste pod strugiem; w suchem miejscu lub pod wodą jest stale dobrym i trwałym budulcem, ale wśród zmiennej wilgoci i braku powietrza szybko butwieje i grzybem porasta; zresztą podlega robactwu.

2. Jodła (*abies pectinata*, f. *sapin*, a. *fir*, n. *Tanne*, *Weiß-Edeltanne*) ma płaskie, mniej spiczaste, miękkie, całą zimę ciemnozielone igliwo, osadzone grzebieniowato po obu przeciwnych stronach gałązki, męski kwiat czerwony, żeński brunatny, szyszki rosną prosto w górę; kora jest zewnątrz popielato, wewnątrz czerwonobrunatna, bardzo zasobna w żywicę, w młodości gładka, w starości popękana i krucha. Gałęzie rosną prawie poziomo, tworząc koronę drzewa piramidalną. U młodych pni tworzą się pod korą narośla guzowate wielkości orzecha, z których sączy jasna ciecz żywiczna, zwana terpentyną.

Drzewo żółtobiałe, miękkie, lekkie, elastyczne, bardzo łupliwe, jest z powodu małego zasobu żywicy w porównaniu do świerka i niewielu sęków bardzo odpowiednie do mebli i podłóg; jako budulec jest do użycia tylko w suchości, gdyż na powietrzu szybko butwieje i z tego powodu jest najgorszym drzewem iglastym.

Jodła korzeniami swymi palowymi opiera się skutecznie burzom, rośnie chętnie na gruncie piaszczystym, dojrzewa między 80. a 120. rokiem, żyje do 500 lat i osiąga wysokość do 60 m i grubość 1·5 do 2 m.

3. Sosna (*pinus sylvestris*, f. *pin sauvage*, a. *Scotch fir*, *pine*, n. *Kiefer*, *Föhre*) najpospolitsze drzewo naszego kraju rośnie na każdym gruncie, ale lubi grunt skalisty i piaszczysty i swymi głębokimi, rozszerzonymi korzeniami palowymi opiera się burzom. Zielone przez całą zimę igliwo 4—5 cm, a nawet 7—8 cm długie, wyrastają parami z brunatnej pochewki w około gałązek; kora pękająca z wiekiem jest u dołu pnia brunatna, a w środku wysokości brunatnoczerwona, szyszki dojrzewają po 18 miesiącach.

Drzewo czerwonawożółte z widocznymi słojami, jest twardsze od świerka, zawiera bardzo wiele żywicy, nie paczy się i jest bardzo trwale nie tylko w suchych miejscach, lecz nawet na powietrzu i pod wodą; wystawione jednak na zmiany temperatury i wilgoci szybko gnije. Używa się do robót ciesielskich, do stolarskich mianowicie: do okien, drzwi itp., oraz do rur studziennych.

Żyje ponad 200 lat, osiąga wysokość do 40 m i grubość 1·2 m.

4. Modrzew (*larix europaea*) i modrzew polski (*larix polonica*, f. *mélèze*, a. *larch*, n. *Lärche*) ma 2—4 cm długie jasnozielone miękkie igliwo wyrastające kupkami z brodawkowych nabrzmiałości gałęzi, na zimę odpadające; kwiat w postaci czerwonych czopków wyrasta prostopadle z gałęzi jeszcze przed igliwem i dojrzewa w październiku jako szyszka jasnobrunatna. Kora w młodości jest gładka w brunatnawo i żółte paski, w starości brunatnoczerwona popękana. Czerwonozółte lub brunatnoczerwone, bardzo żywiczne drzewo jest najtwardsze z drzew szpilkowych, nieulega robactwu, daje znakomity budulec, używany często zamiast dębiny do robót podwodnych, lub wystawionych na wpływy atmosfery, do parkiet, sprzętów itp.

Biel ma białawą, słabą, korzenie grube linowe, promieniste obok głębokich palowych; rośnie na płaszczynach i miernie górzystym terenie, żyje do 500 lat i osiąga wysokość do 50 m, a grubość 1 do 1·2 m.

Poniższa tabela podaje wagę drewna świeżego i przeschniętego drzew iglastych:

	Waga 1 m <sup>3</sup> drewna	
	świeżego	przeschniętego
świerk . . . . .	740 kg	490 kg
jodła . . . . .	890 "	510 "
sosna . . . . .	800 "	540 "
modrzew polski . . . . .	940 "	570 "
modrzew zwyczajny . . . . .		

### 5. Drzewa wyłącznie stolarskie.

1. Berberys (*berberis*) jest krzewem do 7 m wysokim, rosnącym dziko, lub w ogrodach na gruncie piaszczystym, lub wapnisto gliniastym. Mocno żółte drzewo daje się dobrze obrabiać, politu-

rować i przerabiać na laski, cybuchy i trzonki; służy zresztą do farbowania wełny, lnu, bawełny, jedwabiu, safianu i drzewa. Barwnik berberysu z potażem staje się pomarańczowy, a z indygiem i kwasem siarkowym tworzy piękną barwę jasno zieloną (Saftgrün); sok owocu barwi różowo płótna, jedwab i wełnę.

2. Bez czarny (*sambucus*) jest krzewem do 7 m wysokim, rośnie dziko w Europie i Azji północnej; drzewo żółtawe, twarde z rdzeniem zmniejszającym się z wiekiem, używa się w tokarstwie i stolarstwie.

3. Bukszpan (*buxus*) rośnie w Europie i Azji jako krzew do 6 m wysoki z pniem 15 cm grubym; drzewo żółtawe, bardzo twarde, zbite i najcięższe z pomiędzy drzew, używają w stolarstwie, tokarstwie, grzebieniarstwie, do rytowania i instrumentów muzycznych.

4. Cedr (*cedrus*) potężne drzewo szpilkowe rośnie w Azji i Ameryce. Cedr libanoński osiąga wysokość do 35 m, grubość przeszło 3 m; kora szarobrunatna gładka, drzewo czerwonawe, żywiczne o silnym przyjemnym zapachu, nieulega robaetwu. Cedr syberyjski służy do fabrykacji ołówków.

5. Cis (*taxus baccata*) jest drzewem szpilkowym, rosnącym powolnie w górzystych okolicach do 14 m wysokości; piękne drzewo czerwone i bardzo twarde jest cenne w stolarstwie.

6. Cyprys (*cupressus sempervivens*) należy do drzew szpilkowych szyszkowych; zawsze zielony, znacznie wysoki, do topoli piramidalnej podobny, rośnie nad morzem śródziemnym jako symbol smutku na smętarzach, drzewo ma bardzo wonne.

7. Drzewo cytrynowe (*citrus*) jest twarde, zbite, bladeżółte, rzadko fadrowane, daje się pięknie politurować i służy do furnierów.

8. Dereń pospolity (*cornus mascula*) rośnie w Europie południowej jako krzew do 6 m wysoki z owocem używanym w lecznictwie; drzewo bardzo twarde, używają na laski, grzebienie, narzędzia miernicze, modele maszyn, furniery.

9. Głóg (*crataegus oxyacantha*) wyrasta do 3 m wysoko jako krzew; ma drzewo bardzo twarde, zbite cenione przez kołodziejów, jako materiał na trzonki do narzędzi; również dobre są z niego laski.

10. Grusza (*pyrus communis*) osiąga wysokość do 14 m; drzewo ma jasnożółte aż do czerwonawego, twarde, używane w tokarstwie, a głównie w stolarstwie na narzędzia, przyrządy techniczne i meble:

nasycone czarną barwą przedstawia wyborną imitację hebanu, a daje się łatwo obrabiać.

11. Gwajak (*guajacum officinale*) rośnie jako drzewo na Antylach, Jamajce, Haiti i wyspie św. Tomasza; jego odmiana: drzewo święte (*lignum sanctum*) ma własności lecznicze. Sprowadza się w kłodach i polanach, jest bardzo twarde, spoiste, ciemnożółte, ma ciężar właściwy 1.263, więc w wodzie tonie, po ogrzaniu wydziela żywicę zieloną lub wspaniale błękitną.

12. Heban odznacza się głównie czarną barwą, ciężarem i twardością swego drzewa; tą nazwą objęte są odmiany, rosące na wyspach Moluckich, w Indjach wschodnich i na Ceylonie, a mianowicie: *maba ebenus* (daje najlepsze drzewo hebanowe), *diospyros ebenum*, *diospyros ebenoster* i *diospyros melanoscydon*. Wszystkie te odmiany są wysokie drzewa o grubych pniach, mają po dojrzaniu drzewo czarne jak węgiel z korą białą, zielonkawą lub czarną i z białą bielą. Drzewa tego używają na kosztowniejsze wyroby stolarskie i na instrumenta muzyczne dęte.

13. Jabłoń dzika (*pyrus malus*) jest drzewem do 10 m wysokim, z korą szarą łuszczącą się, miejscami ciernistą i z korzeniem miernie głębokim; drzewo brunatnawe, prawie jak grusza twarde, używa się do imitacji hebanu, jako dające się dobrze trawić (bajcować) i polituować.

14. Jałowiec pospolity (*juniperus communis*) należy do cyprysów i rośnie w całej Europie na piaszczystych gruntach nieurodzajnych. Drzewo jego delikatne, zbite, ciężkie, z odcieniem żółtawo-czerwonawym, z bielą białawą, czerwonożółtymi żyłkami upstrzoną, bez żywicy, o zapachu jagód jałowcowych, jest bardzo trwałe. Ścięty w maju staje się jasnoczerwony i bardzo twardy; używa się na biczyska, laski, wici do bron, wyroby tokarskie, instrumenta fizyczno-inżynierskie i pasemka furnierowe.

15. Jarzębina zwyczajna (*sorbus aucuparia*) ma pień smukły, krągły, z korą jasną żółtawoszarą, która z wiekiem ciemnieje, pęka, ale nie odpada, z korzeniami głębokimi i osiąga wysokość do 20 m. Drzewo delikatne, gętkie, z promieniami rdzennymi, z rdzeniem jasnym, czerwonawobrunatnym, z bielą brudną, czerwonawobiałą i ze słojami odznaczonymi linijkami brunatnymi, używa się w kołodziejstwie, stolarstwie, a najwięcej w tokarstwie.

16. Jawor pospolity (*platanus occidentalis*) rośnie na zachodzie północnych Stanów Zjednoczonych i osiąga wysokość do 37 m, grubość do 60 cm; u nas spotyka się tylko w parkach, jako drzewo

alejowe i mniej wysokie. Kora jasno szara odpada płatami późną jesienią; nowa jest zielonawożółta. Drzewo białe, drobnosłoiste, zbite, twarde, używa się do cenniejszych posadzek, ale w ograniczonej mierze, gdyż w handlu jest go niewiele.

17. Kampešzyn (*haematoxylon campechianum*) pochodzi z zatoki Kampech w Meksyku, skąd przywożą go w polanach, odartych z kory (szarobrunatnej i pomarszczonej) i z łyka. Osiąga wysokość 10—17 m, o pniu krzywym; drzewo ciemnoczerwone z białą żółtawą, starte na trocinę lub wióra i zagotowane, daje odwar krwistoczerwony, który zabarwiony chlorkiem żelaza barwi się fioletowo-błękitnie, a z wodą wapienną lub octem ołowiowym błękitnie.

18. Drzewo kaktusowe (*cactus*) rośnie w Meksyku i osiąga wysokość 14—20 m, grubość do 1 m i wydaje owoce wielkości pięści, słodkie, zwane figami indyjskimi. Jego odmiana *opuntia cochenillifera* jest siedliskiem owadu „koszenila“, z którego wytwarzają barwę karminową.

19. Kasztan gorzki (*aesculus hippocastanum*) pochodzi z Azji, rośnie u nas wszędzie jako cieniste drzewo alejowe, o grubym pniu i osiąga wysokość do 20 m. Kora w młodości ciemnobrunatna, w starości ciemnoszara lub szarobrunatna pęka i odpada; drzewo białe jest bardzo miękkie.

20. Drzewo kokosowe jest palmą z odmianami: kokos pospolity (*cocos nucifera*) i kokos brazylijski (*cocos luyracea*), rosnąciami na wybrzeżach morskich o wysokości do 24 m. Pień okrągły, ku wierzchołkowi silnie zwężający się, grubieje tylko przez 25 lat i osiąga 40—60 cm średnicy, rdzeń jest mączny; zewnętrzne słoje są bardzo twarde, a masę wewnętrzną tworzą włókna gętkie i wytrzymałe, z których wyrabiają liny prawie niegnijące. Drzewo używają krajowej do budowy chat i na ryny. Łupina orzecha służy do wyrobu naczyń, a owoc jego daje masło kokosowe bardzo słodkie, używane do przyprawy potraw.

21. Leszczyna (*coryllus avellana*) jest krzewem orzecha laskowego, rozgałęziającym się zaraz od korzenia, rosnącym w całej Europie, z wyjątkiem okolic dalekiej północy. Gałęzie są to tyki krągłe o gładkiej korze szarobrunatnej lub szarowożółtej, jasno nakrapianej. Drzewo drobno ziarniste, giętkie, białe, używa się na obręcze, mebelki gięte, laski, cybuchy, trzony itp.

22. Mahoń (*swietenia mahagoni*) rośnie w Indjach zachodnich i Ameryce południowej do 34 m wysokości, z korą amarantową, zawierającą chininę, lekarstwo na febrę. Drzewo pięknie czerwone

o równych słojach, nie skręca się, nie gnije, robactwu nie ulega, jest w stolarstwie bardzo rozpowszechnione.

23. Morwa (*morus*) znane drzewo, żywiące liśćmi swemi gąsienice jedwabnika; pochodzi z Azji, a obecnie rośnie i u nas na żyznych gruntach suchych i osiąga wysokość 7—17 m. Drzewo żółte, twarde, nadaje się do robót stolarskich.

24. Orzech czarny albo amerykański (*juglans nigra*) pochodzi z Ameryki północnej, osiąga wysokość 20—25 m i ma pień kształtniejszy i dłuższy, niż orzech włoski. Kora ciemna szybko grubieje i rozpada w bruzdy głębokie; drzewo czarniawofioletowe, bardzo mocne, gętkie, twarde, porowate, nie paczy się, nie pęka, trwałe w wilgoci i suchości, nieulegające stoczeniu przez owady, używa się na wyroby stolarskie i ślusarskie.

25. Ostrokrzew (*ilex*) zwany także ilwą, mysią wierzbą ruszczyk, ostrolist; rośnie w Europie południowej jako drzewo niskopienne 5—6 m wysokie z korą za młodu zieloną, w starości siwą, drobno porysowaną. Drzewo o wyraźnych słojach bardzo mocne, twarde, ciężkie z białą bielą i siwym lub brązowym rdzeniem, jest najcenniejsze w stolarstwie i tokarstwie.

26. Śliwa (*prunus*) ma drzewo twarde, ciężkie, brązowo płamiste zwłaszcza po środku, z zewnętrznymi słojami białawymi; w stolarstwie mało zresztą używane mimo, że przyjmuje dobrze politurę.

27. Sumak (*rhus*) pochodzi z Ameryki północnej, ale rośnie jako krzew i u nas. Odmiany: sumak garbarski (*rhus coriaria*) rośnie dziko nad morzem Śródziemnym, a liśćmi jego i gałęziami garbują hiszpanie safiany i barwią tkaniny na czarno, korzeniem na czerwono, a korą na żółto; inna odmiana *rhus vernicifera* wydaje żywicę, z której przyrządzają sławny lakier chiński i japoński. Drzewo sumakowe jest zbite, jasnożółte z zielonawymi igłami, z białą bielą i używa się na drobne wyroby stolarskie.

## 6. Ogólne własności drewna.

1. Barwa drewna nie jest nigdy w całym pniu jednakowa; zwykle rdzeń jest ciemniejszy; wyjątek stanowi jedynie lipa, której barwa jest zupełnie jednostajna. Drzewo starsze wogóle jest ciemniejsze niż młodsze, w przekroju poprzecznym jest zawsze ciemniejsze, niż w podłużnym.

2. Twardość zależy w stosunku prostym od ciężaru właściwego, a zatem najcięższe drewno jest zarazem najtwardsze. Twardziel jest

twardszy jak biel, a stare drewno twardsze od młodego. Co do twardości odróżniamy:

a) drewno twarde: dąb, jesion, buk, grab, wiąz, klon, jawór;

b) drewno półtwarde: brzoza, olcha, modrzew, sosna, orzech;

c) drewno miękkie: jodła, świerk, lipa, wierzba, topola, leszczyna, jałowiec, osika.

3. Pierścieni rocznych na 1" = 26 mm długości średnicy przekroju poprzecznego przypada: u jesionu 2—4, jodły 5—9, modrzewia 5—30, sosny 18—25, olchi 6—12, buka 6—37, dęba 9—21.

#### 4. Wilgoć.

Zawartość wody w procentach ciężaru własnego wynosi: w drzewie zielonym do 44%, w drzewie dobrze wyschniętym 10—15%. Wysechnięcie drzewa na powietrzu wymaga około 2½ lat czasu licząc od daty ścięcia.

Wzmoczenie się zawartości wody powoduje pęcznienie drewna, jej ubytek zsychnienie się, a oba te objawy powodując pęknięcie i paczenie się drzewa są wiele niekorzystne dla zespołów drewnianych.

Zawartość soków w drzewie rosnącym przedstawia następująca tablica.

Liczba bieżąca	Drzewo	Zawartość wody drzewa rosnącego w procentach ciężaru własnego w miesiącach									
		styczniu	lutym	marcu	kwietniu	maju	czerwcu	lipcu	wrześniu	listopadzie	grudniu
1.	twarde: klon, brzoza, dąb, buk, wiąz . . . . .	41	38	36	36	39	35	39	38	34	41
2.	miękkie: olcha, osika, lipa, kasztan, wierzba, topola . .	53	53	48	47	47	47	50	47	45	53
3.	szpilkowe: świerk, sosna, modrzew .	60	58	59	54	60	61	60	58	54	60
4.	jodła . . . . .	51	42	55	45	48	52	53	54	49	51
5.	odmiana świerka . .	58	57	60	50	59	.	54	.	.	.
6.	średnie wartości . .	50·75	48·81	47·50	44·94	47·75	46·13	48·87	46·67	43·40	50·26

Drewno przeschnięte ulega wpływom atmosferycznym i zależnie od warunków, w których ono się znajduje, powiększa swą zawartość wody, a to:

- a) ze względu na wilgoć powietrza — o 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>,
- b) ze względu na opady atmosferyczne — o 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> do 13<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>0</sup>/<sub>0</sub>,
- c) ze względu na wilgoć ziemi — 30 do 35<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

5. Moc czyli wytrzymałość drewna na złamanie lub rozerwanie zależy od wieku, wzrostu i gatunku.

6. Giętkość zależy od wieku, suchości i temperatury; im ono jest młodsze i świeższe, tem więcej jest giętkie.

7. Łupliwość zależy od prostości włókien i kierunku, w którym cheemy drzewo łupać. Drewno łatwiej się łupi w kierunku przekroju podłużnego do środkowego, niż w innych kierunkach.

8. Trwałość, to jest własność niełatwego uleganiu zepsuciu.

O sposobach ochrony drewna od gnicia mówiny w ustępie 11. na str. 236.

## 7. Warunki i oznaki dobrego drzewa.

Dobroć drzewa zależy od wieku, gleby, klimatu i położenia. Drzewo stare zamiera i jako przestale przedstawia lichy materiał; drzewo zaś za młode jest mało wytrzymałe.

Na kamienistym chudym gruncie wyrasta drzewo wytrzymalsze niż na mokrym z powodu, że w pierwszym wypadku słoje są cieńsze i ściślejsze, a w drugim grubsze i miększe.

Jeden i ten sam rodzaj drzewa jest w okolicach zimniejszych i wyższych wytrzymalszy i trwalszy, ale zato mniej wysoki, niż w klimacie gorącym.

Rosnące drzewo ma drewno u korzenia i twardziela lepsze, niż u wierzchołka i bieli; gdy jednak przekroczy wiek dojrzałości, czyli gdy stanie się przestalem, to drewno wierzchołka i bieli jest silniejsze.

Drzewa położone w lasach o zwartym drzewostanie mają pnie prawie krągłe i wysokie, rdzeń w środku, a twardość jednaką pnia w równej odległości od rdzenia; podczas gdy położone w miejscach otwartych, mają pnie krótkie, w przekroju poprzecznym nieregularne, pokrzywione, aż do dołu gałęziste, z rdzeniem mimośrodkowym, z twardością zmienną i najmniejszą od strony południowej. skutkiem czego krzywią się, skręcają i pękają.



Drzewa rosnące na wschodnich i południowych stokach, względnie na kraju lasów lub na otwartych miejscach wyniosłych, nie wystawionych na burze, dają najlepszy materiał.

O dobroci drzewa świadczą następujące oznaki:

- a) smukły i prosty wzrost i żywa barwa liścia;
- b) kora czysta, wolna od plam i pęknięć;
- c) czysta barwa drewna, równomierne pierścienie i suchość według możliwości;
- d) świeży zapach, brak grubych gęstych gałęzi, brak rys i pęknięć;
- e) brak jakiegokolwiek wady lub choroby drzewa;
- f) czysty dźwięk.

Złe oznaki drzewa są: istotna zmiana zwykłej barwy drewna, kora porysowana i popękana, albo mocno pokryta grzybami, mchem i pleśnią, obumarłe korzenie albo wierzchołek.

Drzewo uważa się: za zdrowe, jeżeli uszkodzenie jego wynosi nie więcej, niż 10% objętości, — za nadpsute, nie więcej niż 50%, — za spróchniałe, więcej niż 50%.

## 8. Ścinanie drzewa.

Drzewo jest ścinalne, skoro poczyna już tylko zwolna rosnąć, a osądzenie tego stanu jest rzeczą zawodowych leśników. Za właściwą porę ścinania uważają powszechnie zimowe miesiące listopad do lutego włącznie, w których drzewo właśnie ma najmniej soków, a zresztą i zwózka wypada łatwiej i taniej.

Drzewo przeznaczone do użycia pod wodą należy ścinać w lecie, gdy ma najwięcej soków.

Celem odsoczenia nacina się pień drzewa przez biel w około przy ziemi na kilka miesięcy przed ścięciem; ten sam cel osiąga się odarciem pnia z kory. Drzewo ścina się możliwie nisko, aby jak najmniej utracić z długości cennego pnia i to w ten sposób, aby zwalając się uszkodziło jak najmniej sąsiednich drzew. Ścinanie siekierą poczyna się wycięciem pnia z tej strony, na którą ma się zwalić, poczem po przeciwnej stronie nieco wyżej przecina się piłą tak głęboko, dopóki się pień nie zwali; dla pewności przymocowuje się lina do korony drzewa ścinanego i ściąga się je w kierunku pożądanym. Grubsze pnie ścina się piłą najpierw od strony zwalania się drzewa aż poza środek grubości pnia, poczem

przerzyna się go z przeciwnej strony, gdzie wbijaniem klinów żelaznych powoduje się zwalenie. Jeżeli drzewo trzeba wyciąć z korzeniem, to odkopuje się je i odrębuje, a następnie linami doprowadza do zwalenia. Podczas silnych mrozów nie należy drzewa ścinać.

Drzewa liściowe należy natychmiast po ścięciu okorować, aby mogły wytechnąć; drzewa iglaste natomiast pozostawia się przez pewien czas z korą, by go nie pozbawić wpływu żywicy, jako środka konserwującego.

Wierzchołek pnia odcina się tam, gdzie grubość pnia schodzi na 10—15 *cm*, wskutek czego każdy pień jest stółkiem ściętym, którego grubszy koniec zowie się odziomkiem, a cieńszy wierzchołkiem.

Drzewa szczególnie długie lub grube obrabia się z gruba na miejscu ścięcia.

Na budulec nadaje się drewno drzew ściętych w zimie a użytych w rok lub co lepiej w dwa lata po ścięciu.

## 9. Obróbka drzewa.

Drzewa odgałęzione i odkorzone, tak zwane krągłaki wybiera się, rozdziela w miarę przydatności, przyrządza i rozdziela jako drzewo długie (ponad 6 *m*), kładowe 4—6 *m*), opałowe, żerdzie i pale czyli piloty.

Rozwózka dokonuje się: w górach zapomocą spuszczenia po zsuwalniach, tak zwanych ryzach, na równinach wozami lub sunięciem po śniegu, na wodzie zapomocą splawiania.

Na miejscach składu lub w tartakach przedsiębierze się dalsza obróbka krągłaków, polegająca na ociosywaniu, przerzynaniu lub łupaniu i stąd otrzymuje się drzewo ociosane, tarte i łupane.

Ze względu na wielkość masy drzewnej okrągłaki dzielimy na klasy:

Przy średnicy u wierzchołka	Drewno jest
od 37 <i>cm</i> w górę	I. klasy, zwane drewnem towarem o długości pni 12 do 15 <i>m</i>
od 31 do 36 <i>cm</i>	II. klasy czyli budulec wielkim
od 25 do 30 <i>cm</i> i	III. klasy } czyli budulec małym o długości
od 20 do 24 <i>cm</i>	IV. klasy } pni do 12 <i>m</i>
od 16 do 18 <i>cm</i>	V. klasy czyli drewno krokwiowe

Głębsze zwiemy drewnem żerdziowem.

1. *Ociosywanie drzewa* dokonuje się ręcznie siekierą i toporem z gruba lub czysto; w pierwszym wypadku pozostawia się na krawędziach mniej lub więcej szeroki pas naturalnego zaokrąglenia pnia, a belka zowie się oflisowa; w drugim wypadku krawędzie zaczyna się ostro i belka jest czysto w gran ociosana. Ponieważ ociosywanie dostosowuje się do środkowego przekroju kraglaka, więc odziomek wypadnie czysto, a wierzchołek z gruba obrobiony.

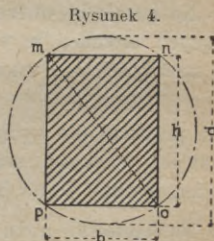
Belki bywają z jednej, dwu, trzech lub z czterech stron obrabiane i w tym celu układa się pień możliwie poziomo na dwu koziółkach ciesielskich, ustala na końcach klamrami i wykreśla na obu czołach pionowe boki przekroju poprzecznego pionkiem, a poziome kątownikiem, wobec czego odnośne boki obu nakreślonych przekrojów belki prostokątnej, czy kwadratowej spadną w jedną płaszczyznę. Teraz napina się silnie sznur, zmaczany w mokrej farbie, na przedłużeniu pionowych boków przekrojów, odciąga w środku długości i nagle puszcza, a sznur uderzeniem o pień pozostawia linię. Po wykreśleniu w ten sposób wszystkich czterech linii, wyznaczających boczne ściany belki, wyrębuje się zacięcia co 60 cm wzajemnie odległe tak, by prawie dochodziły do obu linii podłużnych, a następnie szerokim toporem ciesielskim odrębuje się drzewo między zacięciami. Postąpiwszy podobnie z wyznaczeniem i ociosaniem reszty boków otrzymuje się ostatecznie drzewo czysto w gran ociosane. Do celów podrzędniejszych, na przykład do rusztowań itp. ociosuje się kraglak z dwu stron tylko lub czterech ale z brzegami oflisowymi.

Jeżeli jest dana średnia grubość  $d$  kraglaka, można wyznaczyć wielkość boków  $b$ ,  $h$  na podstawie wzajemnego związku, widocznego z rysunku 4.

$$d^2 = b^2 + h^2 \quad 158$$

za przyjęciem pewnego ściśle określonego stosunku obu tych boków, a mianowicie  $b : h = m : n$ , czyli

$$b = \frac{m}{n} h.$$



159

Pewne, odpowiadające praktyce, wartości szczegółowe za  $m$  i  $n$  umożliwiają wyznaczenie za pomocą średnicy  $d$  wielkości boków  $b$  i  $h$ :

$\alpha$ ) przekroju kwadratowego, to jest możliwie największego z danego kraglaka; ponieważ tu  $m = n$ , więc odnośnie

do wzorów 159 i 158  $b = h$ ,  $d^2 = 2h^2$ , stąd  $h = d\sqrt{0.5} = 0.7071d$ , ostatecznie

$$h = 0.707d \quad 160$$

a powierzchnia przekroju

$$f_1 = h^2 = 0.5d^2 \quad 161$$

β) przekroju prostokątnego belki w przybliżeniu najwytrzymalszej z danego krągłaka w stosunku

$$b : h = 5 : 7, \text{ czyli } b = \frac{5}{7}h \quad 162$$

$$d^2 = \left(\frac{5}{7}h\right)^2 + h^2 = \frac{74}{49}h^2, \quad h = d\sqrt{\frac{49}{74}} = 0.8136d, \quad h = 0.814d \quad 163$$

$$b = \frac{5}{7}h = 0.8136d \times \frac{5}{7} = 0.5811d \quad b = 0.58d \quad 164$$

powierzchnia

$$f_3 = bh = 0.81d \times 0.58d = 0.47d^2 \quad 165$$

Korzystniej jest wyrzynać budulec piłą, niż ociosać siekierą, pozostałe bowiem części krągłaka z przerznięcia dają się użyć do rusztowań, do podrzędniejszych części budowl i t p., lub ostatecznie na opał.

Ze względu na wielkość oflisu rozróżniamy:

1. Kantówkę bez oflisu, t. j. ostrokańczastą,
2. Kantówkę z małym oflisem, t. j. pełnoprzekrojową,
3. Kantówkę z dużym oflisem.

Na kantówkę ostrokańczastą używa się pni (okrągłaków), mających średnicę u wierzchołka, równą  $70\%_0$  sumy wysokości ( $h$ ) i szerokości ( $b_1$ ), zatem

$$d = 0.7(h + b_1),$$

na przykład dla wycięcia kantówek  $17/_{24}$  i  $20/_{20}$  cm, mających prawie równej wielkości masy i przekroje, potrzeba pni o średnicy u wierzchołka  $d_1 = 0.7(17 + 24) = 28.7$  cm i  $d_2 = 0.7(20 + 20) = 28.0$  cm.

Na kantówkę pełnoprzekrojową potrzeba pni:

$$\text{dla przekroju prostokątnego: } d'_1 = h + \frac{2}{10}b_1$$

$$\text{dla przekroju kwadratowego: } d'_2 = h + \frac{3}{10}b_1, \text{ zatem w naszym}$$

$$\text{przykładzie potrzeba } d'_1 = 24 + \frac{2}{10}17 = 27.4 \text{ cm, } d'_2 = 20 + \frac{3}{10}20 = 26.0 \text{ cm.}$$

Na kantówkę z oflitem potrzeba pni:

dla przekroju prostokątnego:  $d_1'' = h + \frac{1}{10} b_1$

dla przekroju kwadratowego:  $d_2'' = h + \frac{2}{10} b_1$ , co w naszym przy-

kładzie daje  $d_1'' = 24 + \frac{1}{10} 17 = 25.7 \text{ cm}$  i  $d_2'' = 20 + \frac{2}{10} 20 = 24.0 \text{ cm}$ .

2. *Obróbka drzewa zapomocą rznięcia* dokonuje się piłami poruszaniem siłą rąk lub maszyn; a budulec w ten sposób uzyskany nazywa się budulem tartym.

Rznięcie ręczne odbywa się w ten sposób, że pień na rusztowaniu około 2 m wysokim, przymocowany kłami przeryna wzdłuż po linii sznurowej, w płaszczyźnie pionowej dwu ludzi, z których jeden stoi na górze, drugi na dole.

Rznięcie maszynowe przedsięwzięte się w zakładach zwanych tartakami, w których piły poruszane maszyną przeryniają drzewo automatycznie.

Odróżniamy następujące rodzaje materiału tartego.

1. Belki graniaste mają poprzeczny przekrój kwadratowy lub prostokątny. Zazwyczaj stosunek szerokości do wysokości tego przekroju  $b:h=3:4$ ; wszakże belka jest prawie najwytrzymalszą, gdy  $b:h=5:7$ . Jeżeli z jednego krągłaka wycięto jedną, dwie lub cztery belki, to nazywa się całą belką, połowiczną lub krzyżówką, czyli ćwiartówką.

2. Deski, które dzielimy na:

a) obrzynane, to jest o brzegach równoległych,

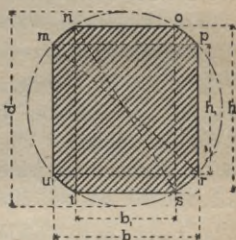
b) nieobrzynane, to jest o wyglądzie jak je otrzymujemy po przetarciu.

Ze względu na jakość desek rozróżniamy:

a) Deski I. i II. klasy (czyste i półczyste, zwane także „frajast“), to jest oberźnięte bez rysów, zdrowe, bezsęczne (małe sęczki dopuszczalne).

b) Deski III. klasy (dobre, zwane materiałem stolarskim), to jest zdrowe, oberźnięte, częściowo sękaty, z małymi rysami (małe wypadające sęczki dopuszczalne).

Rysunek 4.



c) Deski IV. klasy (niesortowane), to jest zdrowe, z małym offisem, sękaty z większymi rysami.

d) Deski V. klasy (wybrakowane), to jest z offisem, sękaty z często-króć wypadającymi sękami, z rysami, mające plamy.

Długość desek wynosi 3—8 m, szerokość 12—30 cm, zaś grubość: Woj. śląskie, poznańskie, pomorskie: 15, 20, 25, 30, 35, 40 i 45 mm.

Woj. krakowskie, lwowskie, tarnopolskie i stanisławowskie: 13, 19, 20, 24, 26, 30, 32, 35, 40 i 45 mm.

Woj. kieleckie, warszawskie, lubelskie i kresy wschodnie: 12, 18, 24, 30, 36 i 48 mm.

3. Bale, są to grube deski, w Małopolsce 4—8 m długie, 26—28 cm szerokie, 50—150 mm grube, w b. dzieln. pruskiej: 4—8 m długie, 26—30 cm szerokie, 50—150 mm grube, w b. dzieln. rosyjskiej: 5·18—7·59 m długie, 24—26 cm szerokie, 60, 70, 84, 96, 108, 120, 132 mm grube.

4. Łaty, są to wąskie deski, ostrokańciste, o grubości 32—40 mm, szerokości 36—80 mm, a 3—8 m długości. Rozróżniamy łaty: grube: 4×8 cm i cienkie o mniejszych wymiarach.

5. Listwy, są to łaty o mniejszych wymiarach, o długości 3—8 m. Ich wymiary: 2×6 i 2½×4 cm.

6. Okrawki czyli oszwary mają jedną stronę płaską z przernięcia powstałą, a drugą tworzy naturalna powierzchnia łukowa pnia.

3. Obróbka drzewa zapomocą łupania zastosowuje się tylko do krótkich, niebardzo grubych i niesękatych pni; do tego celu używają zwykłej siekiery, topora i klinów. W ten sposób wyrębuje się wprost z pnia materiał, jako wyrób do pewnych celów, a głównie na gonty i dranice, i odznacza się tem od rzniętego, że włókna jego nie są poprzerywane lub poprzecinane — jak to się dzieje podczas ociosywania lub rznienia — i wskutek tego jest trwalszy i wytrzymalszy.

Gonty są to małe deszczułki sosnowe łupane 30—70 i 47—53 cm długie, 7—14 i 8—13 cm szerokie, 5—20 i 6—13 mm grube, mają jeden brzeg gruby, zaopatrzony rowkiem 1—2 cm głębokim, a drugi na parę milimetrów ostro przycięty.

Dranice są 1—2 m długie, 12—15 cm szerokie, 12—24 mm grube, zresztą podobnie wykonane jak gonty. Wytwarza się je także zapomocą radialnego łupania stosownymi narzędziami dolnej — w regule nie-

sękatej — części pnia sosen przestających i najczęściej wewnątrz w ten sposób spróchniałych, że drzewo zdrowe, przydatne do dranic, tworzy pierścień niegruby, bardzo łatwo łupliwy.

## 10. Ochrona drzewa od pęcznienia, zsychnięcia się i paczenia.

Drzewo świeżo ścięte zawiera wody do 40% zawartości wody i przed użyciem do budowy trzeba je koniecznie osuszyć; wysuszone na powietrzu zawiera zawsze jeszcze 10—15% wody, a nawet po sztucznej osuszeniu niezupełnie jest bez wilgoci.

Drzewo po utracie soków zmniejsza swój ciężar i objętość, to jest zsychnięcia się czyli zbiega się; i na odwrót drzewo suche nasiąknawszy wilgocią na słońcu pęcznieje. Oba te objawy nazywają pracowaniem drzewa, które nigdy nie jest jednostajne z powodu niejednorodnego złożenia masy drzewnej. Wskutek tego właśnie drzewo połowiczne, deski i dyle podczas wysechania wypaczają się, drzewo wyrosnięte o włóknaach zwieczonych skręca się i jedynie drzewo ćwiartkowe ulega najmniej paczeniu się.

W kierunku długości włókien zsychnięcia się jest najmniej.

Temu pracowaniu drzewa i jego złym skutkom zapobiedz mogą skutecznie następujące zabiegi ochronne.

1. Ścięcie drzewa zupełnie zdrowego w takiej porze, kiedy ma najmniej soków.

2. Zabezpieczenie od dostępu wilgoci zapomocą okładzin, opierzenia, odachowania itp. — zapomocą zapuszczenia drzewa lojem, woskiem, parafiną, olejem lnianym itp. — zapomocą powłoczenia olejem lnianym, farbą olejną, pokostem lnianym, mazią drzewną, karbolineum Avenariususa itp., wreszcie zapomocą impregnacji, określonej szczegółowo w następującym niżej poddziale 11. Drzewa wszakże mokrego nie należy nigdy powlekać, gdyż to przeskodziłoby sechnięciu i spowodowałoby zatechnięcie drzewa.

3. Suszenie naturalne polega na tem, że drzewo odarte z kory na kilka miesięcy przed ścięciem, a potem ścięte, przetrzyną się możliwie szybko i układa w przewiewne stopy pod dachem na wolnym suchym powietrzu w miejscu, chronionym od deszczu, wilgoci ziemnej, silnych przeciągów i promieni słonecznych. Cienkie drzewa tarte na takim składzie są już po roku osuszone; grubsze wymagają 2—4 lat, a dębowe 5—7 lat.

4. Suszenie sztuczne odbywa się w przestrzeniach zamkniętych, suszarniach, w których temperatura krążącego powietrza

ograniczonego wzrasta co najmniej: dla dębiny do 40°, dla reszty drzew liściowych 30—40°, dla szpilkowych cienkich 80—95°, a grubych do 50° C. Drzewo w stosach należy tak ułożyć, by powietrze miało dostęp do wszelkich jego powierzchni i po nasyceniu wilgocią mogło uchodzić stosownymi przewodami na zewnątrz suszarni. Suszarnie muszą mieć dobrą wentylację.

5. Ługowanie zarówno, jak i poddanie drzewa działaniu pary ma za cel rozpuszczenie szkodliwych domieszek soków i spowodowanie wycieknięcia ich. Mniejsze kawałki drzewa poddaje się w tym celu wygotowaniu w kotłach, większe zaś działaniu pary, wtłaczanej czołem drzewa pod wysokim ciśnieniem; działanie pary jest tu najskuteczniejsze, rozcieńcza bowiem zupełnie soki drzewne i uprowadza je na zewnątrz drzewa, jako już skondensowana.

Drewno wylugowane, lub parą przepłókané jest lżejsze i trwalsze od suszonego na powietrzu; nadto po wyjęciu ze skrzyni parowej daje się łatwo gjąć dowolnie i zatrzymuje postać wygiętą, którą to bardzo cenną własność wyzyskano znakomicie do fabrykacji mebli gjętych.

Duże drzewa, ułożone w płynącej wodzie czołem odziomka przeciw prądowi i przymocowane na kilka miesięcy, doznają także wylugowania; to samo dzieje się z drzewem podczas jego splawiania.

Drewno po wylugowaniu trzeba przed użyciem należycie wysuszyć na powietrzu.

## 11. Ochrona drewna od gnicia.

Głównym powodem psucia się drewna są jego soki, niedające się nigdy zupełnie usunąć, a powodujące rozkładem swym niszczenie włókna. Świeżo ścięte nieokorowane drewno ulega pod wpływem gorąca rychło zatchnięciu. Jeżeli z powodu braku przewiewu drewno nie może wyschnąć — jak na przykład legarki i deski podłogowe na stropach itp., — to poczyną gnić na sucho, to jest próchnieć czyli butwieć, co objawia się jaśniejszą barwą drewna, lżejszością wagi, utratą spoiwości i łatwą rozcieralnością. Jeżeli wreszcie części zespołu drewnianego stykają się z ziemią, mokrym murem itp., to ulega mokremu gniciu i wtedy przybiera barwę czerwonawobrunatną i staje się kruche.

Wśród ciągłej zmiany wilgoci i suchości drewno niszczeje bardzo rychło, choćby było doskonale wysuszone; w tych warunkach



opiera się jedynie dębina najdłużej, a mianowicie 50—60 lat, modrzew już tylko przez 20—30 lat, świerk przez 5—10 lat, a jodła jeszcze mniej.

Dąb, buk i wiąz pod wodą trwają wiecznie i twardnieją czem raz więcej; jesion zaś, brzoza, wierzba, topola niszczeją rychło pod wodą.

Porysowane i splekane drewno niszczeje rychlej, niż całe, gdyż wilgoć, grzybki itp. dostają się bardzo rychło do wnętrza.

W glinie czystej lub zwykłej, oraz w mokrym piasku drewno utrzymuje się bardzo dobrze; mniej dobrze w suchym piasku, a najgorzej w gruncie wapniстым.

Przeciw opisanym właśnie warunkom, sprowadzającym gnicie drewna, służą następujące środki ochronne.

1. Przewiew i zabezpieczenie od wilgoci jest najskuteczniejszym środkiem ochronnym; należy więc wszelkie drewno użyte według możności tak obudować, by zewsząd miało przewiew i nie stykało się z wilgocią.

2. Impregnacja jest w stanie najskuteczniej utrwalić drewno i polega na tem, że rozpuszczone sole metali, a mianowicie chlorek rtęci, chlorek cynku, witrjol miedzi lub witrjol żelaza, wpędzane wysokim ciśnieniem 6—8 at w pory drzewa w kierunku włókien, nasycają cały pień i wyciekają drugim końcem, o ile nie zostały zużyte do utworzenia z sokami związków nierozpuszczalnych. Wskutek impregnacji drewno staje się twardsze, cięższe i trudniej obrabialne; użyte tu sole czynią je kruchozem, oleje maziowe zaś elastyczniejszym.

Istnieje więcej metod impregnowania drewna; z pomiędzy tych bywają jednak najczęściej zastosowywane przedstawione niżej metody.

a) Metoda Boucherie. Świeżo ścięte drzewo nieokorowane przewozi się do miejsca impregnacji (zawsze blisko miejsca eksploatacji) i układa je na podkładach odziomkami do rury, doprowadzającej lęg impregnacyjny. Po przymocowaniu do płaszczyzn odziomkowych pni, mających być impregnowanymi, deski z odpowiednimi otworami dla rur dopływowych lęgu, wtłacza się (przy pomocy pompy parowej) w tkankę drzewną lęg pod ciśnieniem, nieprzekraczającym  $2\frac{1}{4}$  atmosfery.

Proces impregnowania powinien być całkowity, to jest trwać tak długo, dopóki woda wyciekająca z wierzchołka impregnowanego pnia nie otrzyma zabarwienia lęgu. Pnie po skończonym procesie im-

pregnacyjnym okorowuje się i otycza, a dla wyschnięcia układa w stopy, na przeciąg najmniej 10ciu dni. Wadą tej metody jest konieczność wykonania tego zabiegu natychmiast po ścięciu drzewa, przyczem impregnuje się korę (stanowiącą niejako ściany kotła impregnacyjnego), a także i tę część biela, która odechodzi przy dalszej obróbce.

b) Metoda polegająca na nasyceniu tkanki drzewnej rozmaitymi środkami antyseptycznymi pod ciśnieniem.

Metoda ta rozpada się na trzy czynności:

1. parzenie drewna,
2. wytworzenie w tkankach drzewnych rozrzedzenia powietrza,
3. wprowadzenie ługu impregnacyjnego, przy zastosowaniu pompy tłoczącej.

Parzenie trwa 60 minut, przy ciśnieniu pary w kotle  $1\frac{1}{2}$  atmosfery.

Rozrzedzenie w kotle trwa 10 minut przy ciśnieniu 0·8 atmosfery.

Tłoczenie trwa 30—90 minut przy ciśnieniu  $5\frac{1}{2}$  do 7 atmosfery.

c) Metoda Rüpinga, która jest udoskonaloną metodą powyżej opisaną (pod b), przyczem odrzuca ona parzenie drewna, a wprowadza: rozrzedzenie powietrza w kotle, wyciągające część soków drzewnych. Ługiem impregnacyjnym jest olej terowy, niewłaściwie zwany kreozotem.

Tą metodą impregnowane drewno trwa trzy razy dłużej niż nieimpregnowane, gdyż nasycenie tkanki drzewnej dochodzi prawie do rdzenia.

## 12. Ochrona drzewa od robactwa.

W korze i bieli żyje mnóstwo pasożytów w postaci owadów, chrząszczy i ich poczwerek, które wgryzają się aż do rdzenia i niszczą drzewo. Obecności ich trudno poznać, i na drzewie żyjącem można jedynie domyślać się jej z powolnego zaniku korony drzewnej albo z występujących kropelek żywicy.

Chrząszcz drzewny jest bardzo wielkim szkodnikiem, niszczącym lasy szpilkowe i dlatego trzeba go nieustannie niszczyć zapomocą szybkiego odarcia kory i tępienia wszelkich jego zarodków.

Drzewo zabudowane, nawiedzone robakiem, daje się ochronić od zniszczenia zapomocą nasycenia wrzącym ługiem mydlanym; również zapuszczenie oraz powłoka tłustymi żywicznymi substancjami, wyługowanie albo impregnacja działa tu skutecznie.

## 13. Ochrona od grzyba domowego.

### a) Znamiona i objawy grzyba.

Grzyb domowy, czyli stoczek płaczący (*merulius laerimans*, *der Hausschwamm* oder *der Tränenschwamm*) powstaje w regule na drzewie już obrobionem, zabudowanym, i lęgnie się najchętniej tam, gdzie obok materiału drzewnego znajduje się próchnica, a do powstania i rozwoju potrzebuje: miernej wilgoci i ciepłoty, braku światła i braku przewiewu. Żywi się drzewem, które wskutek tego niszczeje, i jest właściwie wynikiem psucia się drzewa.

Tkanina grzybna poczyna rosnąć w drzewie cieniuchnymi niewidzialnymi niteczkami, które później grubieją na włókna białe, splatają się zwolna w białe plamy puszyste, czasem w płatki delikatnej skórki, zwiększają się i przeradzają w delikatną siatkę welnistą srebrzystą, do pajęczyny podobną. Siatka utrzymuje drzewo w ciągłej wilgoci, rozrasta się szybko w powłóczyste łodygi i strugi centymetrowej grubości i wielometrowej długości na wszystkie strony, tworząc coraz ciensze odnogi i nitki aż do niedostrzegalnych okiem włókienek, które przewijają się poprzez masę materiałów, zapelniających przestrzeń zagrzybianą (na przykład pod podłogą), przeciskają się nawet przez szczeliny i spoiny murów, o ile poza nimi znajduje się drzewo i niszczą tkanę drzewną, zaprawę murów i spoiwo kamieni. W tym stanie rozwoju przybiera grzyb barwę popielatą o połysku jedwabistym, poczem przeradza się w masę bladeżółtawą, elastyczną, do korka podobną, która pod działaniem światła i powietrza przechodzi w ton brunatny.

W dalszym rozwoju grzyb dostaje owocniki czyli nasienniki, które wytwarzają się — bez przybrania jakiej osobnej postaci — w zakątkach najciemniejszych, gdzie grzyb najwięcej się rozwinął. Tu największa część puszystego dotąd grzyba wałowego pokrywa się brunatną masą gąbczastą, z wiekiem coraz ciemniejszą i twardszą, na której powierzchni rozwijają się właściwe ciała; jednakże w miejscach stosownie obszernych jaśniejszych przybierają owocniki postać placka z okrągłym owalnym wybrzuszeniem 3 do 9 cm grubym, o średnicy 1 m. Skoro zarodki dojrzeją, kureczy się grubość owocników, a zarodki w postaci brunatnego proszku wysypują się same przez się lub doznają wyrzucenia z dość wielką siłą wskutek pęknięcia komórek zarodkowych; reszta masy grzybnej zsycha się i gnije.

Ponieważ na masie włóknistej grzyba, a jeszcze częściej na owocnikach jego wytwarzają się zjadliwe wydzieliny kropliste, więc stąd pochodzi jego nazwa grzyba płaczącego. Najgorszą wszakże i najniebezpieczniejszą jest jego odmiana płaczący grzyb rdzawy, który odznacza się mięsistą masą gąbczastą, zlewającą się w łapie rdzawożółte 10 do 15 cm średnicy o białych brzegach z zarodkami rdzawymi, wydzielające nieustannie krople zjadliwej cieczy; rozrasta się bardzo szybko i niszczy wszelkie drzewo.

Wśród częściowego braku potrzebnych do rozwoju warunków, jedwabiste plamy watowe występują mniej, białe nitki, łodygi i włókna źle rozrastają się i stają się żółtawe, dymowoszare, brunatne, nawet czarne, zwłaszcza na kamieniu, cegle i zgnitem już drzewie.

W ciasnych przestrzeniach: między deskami, w spoinach desek, między murem a okładzinami drewnianymi itp. wyrasta grzyb w zbitej, z wielu warstw złożonej masie skórzastej, szarej z jedwabistym połyskiem, o tkaninie wachlarzowej i brzegach także wachlarzowych lub puszczejących delikatne wilgotne niteczki; zresztą na dolnych i międzywarstwowych powierzchniach masy widno barwę szarofioletową, żółtą i różową.

Młody grzyb wogóle jest jasny i wydaje woń grzyba jadalnego, stary zaś ciemny aż do czerności szerzy ostry, mocno zdrowiu szkodliwy odór grzybny i gnilny.

Grzyb na żyjącem drzewie znajdowano bardzo rzadko; częściej na drzewie zamarłem, które może zarazić inne na składzie. Wiatrem niesiony pył zarodkowy może także zarazić drzewo, jednak przyjmuje go się stosunkowo bardzo mała ilość. W starych suchych budynkach niema niebezpieczeństwa powstania grzyba, natomiast w nowych i przebudowach w przeciągu dwu do sześciu lat po wykończeniu budowy, a zwłaszcza zbyt szybkim, jest ono bardzo wielkie; grzyb poczyna się tu od belek stropowych i legarków w najniżej położonych częściach budynku, rozszerza się nadzwyczaj prędko na całą konstrukcję drzewną, spożywa wszelkie drzewo mokre i suche, zmienia w próchno i powoduje gnicie, a najgłówniejszym czynnikiem jest tu wilgoć. Grzyb czepia się zarówno nieli jak drzewa rdzennego i niszczy je tem, że odbiera mineralne składniki, wskutek czego układ masy drzewnej zmienia się, traci swą spoistość i niszczyje; najlepiej rozwija się on na drzewie miernie wilgotnem, drzewo zaś całkiem mokre nie ulega weale grzybowi. Doświadczenia wykazały, że grzyb w temperaturze

15° do 20° C najlepiej się przyjmuje i rozwija, natomiast niżej 0° i ponad 32° C przestaje całkiem rosnać; niższe temperatury zabijają go.

Wogóle drzewo grzybem zarażone przyjmuje bardzo wiele wilgoci i przewodzi ją na znaczne przestrzenie; tem się też tłómaczy wielka wilgotność tam, gdzie grzyb drzewo opanował.

Drzew liściowych wogóle grzyb mniej atakuje, a dębina nie ulega mu prawie nigdy; natomiast czepia się on najłatwiej i najchętniej drzew szpilkowych, z wyjątkiem sosny i modrzewia, u których z powodu bogaetwa żywicy niszczy tylko biel. Przekonano się także, iż drzewa szpilkowe, wyrosłe na twardym gruncie mineralnym ulegają mniej grzybowi, niż drzewa z gruntu wilgotnego, ziemistego. Drzewo zagrzybione niszczeje w przestrzeni pozbawionej światła i powietrza bardzo szybko, i tylko od strony wystawionej na działanie światła, pozostaje kilka milimetrów gruba, niezeepsuta warstewka, dająca drzewu z wierzchu pozór zdrowego.

### b) Zwalczanie grzyba.

Skuteczne zwalczanie grzyba jest jedynie wtedy możliwe, jeżeli podczas użycia i osadzenia drzewa w budowie uniknie się ogłędnie i starannie tych wszystkich warunków, które sprzyjają wtargnięciu grzyba; wszakże niełatwo i niewszędzie dają się te zabiegi przeprowadzić.

W każdym razie drzewo przeznaczone do budowy powinno być zupełnie zdrowe, suche, bez zarazków i tak ułożone i obudowane, by światło i świeże powietrze miało przyływ ze wszech stron, zwłaszcza od strony czół drzewa, a dostęp wilgoci był niemożliwy.

Nasyпка pod podłogę musi być bezwarunkowo sucha, wolna od próchnicy, gliny, zarodków grzyba i roślinnych domieszek. Według możności także i pochodzenie drzewa powinno być troskliwie dobrane.

Środki przeciwgrzybne zastosowuje się nie tylko tam, gdzie już grzyb wystąpił, lecz także do ochrony drzewa w nowych budowlach, jeżeli zachodzi uzasadniona obawa pojawienia się grzyba zwłaszcza, gdy grunt jest wilgotny, znany z występowania grzyba, a budynek niepodpiwniczony itp. Jako wypróbowane tego rodzaju środki ochronne aniteseptyczne uchodzą obecnie:

1. Roztwór 5procentowy wolnego kwasu fluorowego zarobiony 3-25% odpadków cynku w szczelnych korytach drewnianych, w które wkłada się drzewo i pozostawia przez 24 godzin. Sposób ten zastosowuje się tylko do większej ilości drzewa i wy-

maga wielkiej ostrożności, gdyż kwas fluorowy jest mocno gryzący i trujący.

2. Antypolipin jest biały, bezwonny proszek, który jako roztwór z 5% wody służy do nasycenia, albo z 10% wody do potrójnego powleczenia drzewa, a z 20% wody do pojedynczej powłoki muru.

3. Mikrosol, Antinonnin i Antigermine są preparatami miernie jadowitymi, niegryzącymi, którymi jako 2procentowym roztworem powleka się drzewo trzykrotnie; środki te zabarwiają jednak silnie drzewo na żółto, a zatem są używalne tam, gdzie zabarwienie jest obojętne.

4. Olej kreozotowy jest płynnym wytworem z mazi węgla kamiennego; gęstawy, brunatny, w wodzie nierozpuszczalny, działa skutecznie tylko wtedy, gdy zawiera conajmniej 20% fenolu. Trzy części kreozotu z jedną częścią denaturowanego spirytusu rozcieńczony używa się do pięćkrotnego powleczenia drzewa; dla silnego odoru jednak zastosowanie tego środka jest ograniczone.

5. Karbolineum i oleje mineralne, nafta, maź węgla kamiennego itp. używają się do powłoki drzewa conajmniej pięćkrotnej z dokładnym napojeniem spoin i pęknięć; atoli mogą jedynie utrudnić rozwój grzyba, ale go powstrzymać nie są w stanie.

Najsukuteczniejszym jednak środkiem jest wysuszenie drzewa w temperaturze 100° C lub poddanie go działaniu pary, gdyż w tej ciepłocie giną wszelkie zarazki grzybowe i pleśniowe.

### c) Stwierdzenie obecności i działania grzyba.

Stwierdzenie obecności grzyba, względnie tego faktu, czy widoczne w danym razie zniszczenie drzewa — wobec braku oznak właściwych — od niego pochodzi, należy poruczyć wytrawnym znawcom, którzy powinni badania przeprowadzić z największą starannością, w sposób jak najbardziej szczegółowy i wyczerpujący, choćby się okazała potrzeba przedsięwzięcia możliwie jak najdalej idącego odkrycia i rozbiórki drewnianych części składowych budynku, podejrzanych o zakażenie grzybem.

Za kierownicę w tych badaniach powinny służyć następujące oznaki obecności i działania grzyba:

1. Białe puszyste plamy, tkanka, nitki, lodygi, włókna, masa grzybna itp. znamiona grzyba wyżej pod a) opisane.

2. Spowodowana niszczeniem działaniem grzyba zmiana włókniatego układu masy drzewa na ziemisty, poddzielanie się jej w kierunku poprzecznym do długości włókien na poszczególne odcinki

sześciennie w ten sposób, jakby była zwęglona, i nowa barwa żółto-brunatna.

3. Głuchy odgłos drzewa wskutek uderzenia.
4. Nieprzyjemny odor próchna i zgnilizny.
5. Małe czarne plamki z siwawym odcieniem porozrzucane po drzewie niezaopatrzonem powłoką.
6. Wgniatanie się za pociśnięciem istniejącej powłoki drzewa farbą olejną, mazią lub pokostem.
7. Strzępienie się poszczególnych częściomalowania farbą klejową lub wyprawy drzewa.

#### d) Tępienie grzyba.

W razie stwierdzenia grzyba przez znawców w sposób niewątpliwy, należy się zastosować do następujących, na doświadczeniu opartych wskazówek.

1. Ustalić przede wszystkim obszar grzybem zajęty.
2. Usunąć z tego obszaru wszelkie drzewo grzybem zarażone, podejrzane, oraz zdrowe, a mianowicie: podłogi, okładziny szpalet drzwiowych i okiennych, odrzwia, legarki, belki itd. itd.
3. Drzewo grzybem już zniszczone, oraz grzybem nadwyrażone spalić.
4. Drzewo zdrowe, drzewo podejrzane i drzewo z wyraźnymi śladami grzyba, ale zdrowe jeszcze, należy odczyścić, poddać przewietrzaniu na poddaszu przez 8 do 14 dni, potem antyseptycznie zabezpieczyć i znowu zabudować.
5. Wszelkie nowe drzewo, które powinno być doborowe, należy poddać starannej antyseptyce.
6. Usunąć całą nasypkę z pod podłogi, a w parterze niepodpiwniczonym także i ziemię na 30 do 50 cm głęboko poniżej nasypki, a natomiast użyć czystego, wolnego od zarodków, grubego, suchego piasku lub kamyków o tych samych własnościach.
7. Oczyszczyć mury w obrębie grzybem zajęтым, odbić wyprawę nad podłogą tak daleko, jak sięga wilgoć, i spoiny muru starannie wyskrobać i odczyścić.
8. Oszuszyć mury wilgotne z pomocą pieców koksowych i przewietrzania możliwie wydạtnego.
9. Usunąć wszelkie powody zawilgocenia murów, a to w miarę potrzeby: zapomocą szczególnych brukowań lub betonowań wewnątrz i zewnątrz budynku, zapomocą założenia warstwy izolacyjnej 15 cm pod podłogą wewnątrz budynku, ewentualnie także poziomej izolacji w murach itd.

10. Odbitą powierzchnię murów trzykrotnie powlece 20procentowym roztworem antypolipinu, a po wyschnięciu zaopatrzyć polepą izolującą zwłaszcza, jeżeli nie posiadają warstwy izolacyjnej, a wykonanie jej byłoby za kosztowne.

11. Drzewo antyseptycznie zabezpieczone nie należy przed upływem dwu lat powlekać farbą olejną kryjącą, tylko przezroczystym pokostem lub lakiem kopalowym i to po upływie już kilku miesięcy.

12. Drzewa niezabezpieczonego antyseptycznie nie należy bezwarunkowo używać.

#### 14. Ochrona drewna od ognia.

Dotychczas niema sposobów do uczynienia drewna ogniotrwałem, istnieją jedynie środki utrudniające zapalenie się drewna i palenie się płomieniem. Środki te są następujące:

1. Wielokrotna powłoka drewna szkłem wodnym z domieszką kredy.
2. Powłoka roztworem z 3 części alunu i 1 części witrjolu żelaza.
3. Powłoka chlorkiem wapnia i wapnem.
4. Powłoka asbestem.
5. Powłoka masą ochronną Scherera, złożoną ze środka impregnującego i z substancyj dających ogniotrwałą powłokę.
6. Nasycony roztwór siarkanu i fosforanu amoniaku.
7. Gips, boran wapnia.
8. Wolframian, fosforan i krzemian sodu.

### IX. Materiały roślinne.

#### 1. Mech.

W budownictwie używają tylko dwu odmian mechu, a mianowicie:  
*a)* mech leśny czyli płonnik (*polytrichum commune*), który wyrasta na miernie wilgotnych miejscach w lesie;

*b)* mech wodny, czyli torfowiec (*sphagnum palustre*), rosnący na błotach, elastyczny i pęczniejący na wilgości, wskutek czego tworzy bardzo dobry materiał uszczelniający, zwłaszcza statki i czołna.

Obie te odmiany mechu służą do uszczelniania ścian kłodowych, dyłowych, deskowych itp., oraz do zapelnienia spoin murów na sucho wykonanych; o ile zaś spoiny takich murów byłyby ziemią zapelnione, to wkłada się w te spoiny nieco mechu w ten sposób, by woda ziemi nie wypłókiwała.



W budynkach zresztą gospodarczych uszczelniają mchem dachówkowe krycie dachów, oraz zapelniają przestrzenie puste ścian i stropów, jako pożądanym złym przewodnikiem ciepła i głosu.

## 2. Trawa.

Trawy używa się wogóle do wzmocnienia skarp ziemnych i powierzchni terenu tam, gdzie tego zachodzi potrzeba, w sposób następujący:

a) obsianie trawą skuteczniejsza się po poprzednim wzruszeniu grabiami powierzchni skarp. Jeżeli skarpa jest materiałem kamiennym lub glinianym, to trzeba powierzchnię jej przysypać ziemią urodzajną.

b) Osadzenie korzeniami perzu wykonuje się z równoczesnym nasypywaniem i ubijaniem skarp do sznura. Perz znajduje się wszędzie, szybko się przyjmuje i wzmacnia silnie powierzchnię skarpy; jeżeli jest do wyboru, to należy użyć rosnący na suchym gruncie piaszczystym. Ten sposób zabezpieczenia skarp zowie się zabezpieczeniem sadzonkowym.

c) Darniowanie płazem zastosowuje się do skarp o małym nachyleniu i polega na tem, że wycięte lub ukopane darnie  $20 \times 30$  do  $30 \times 30$  cm i 10 cm grube układa się płazem na skarpie już osiadłej, do sznura szeregami trawą do góry, przestrzegając wzajemnego wiązania, ubija się płasko i w miarę potrzeby przybija się każdą darń dwoma małymi kółkami.

d) Darniowanie rębem zastosowuje się do skarp stromych i wykonuje się najczęściej równocześnie z sypaniem skarpy w ten sposób, że darnie układa się trawą do spoin wspornych (nadół), normalnych do nachylenia skarpy, z zachowaniem wiązania, płasko szeregami do sznura jedna nad drugą, i każdą ubija a w miarę potrzeby przybija dwoma kółkami; ostatnią najwyższą warstwę zwraca się trawą do góry i w ten sposób zamyka skarpe, której powierzchnię wreszcie wyrównuje się, aby była zupełnie płaską. Gdy ziemia sucha, trzeba podczas układania podlać wodą każdą warstwę darni po ułożeniu.

## 3. Słoma.

Słoma służy do krycia dachów, do wałków glinianych, którymi wyplatają ściany i stropy budynków wiejskich, do cegły niepalonej i do zaprawy w postaci sieczki. Do krycia dachów używają słomy tylko prostej, wiązanej w stosowne okłotki; dachy są wprawdzie

łatwo zapalne, ale krycie jest trwale, lekkie, tanie i chroni w zimie od zimna, w lecie od spieki. Za domieszką gliny lub zapomocą prasowania i stosownego przygotowania słoma staje się mniej zapalną.

#### 4. Trzcina.

Trzcina (*arundo phragmites*) rośnie obficie na wodach stojących i moczarach w postaci długich trzonów rurowych z ostrymi liśćmi, i skoro dojrzeje — co poznać po żółkniejących liściach, — ścina się ją po zamrożeniu wody i wiąże w snopki 25 do 30 *cm* średnicy. Używa się do trzciniowania pod wyprawę drewnianych ścian i sufitów, o ile jest 10, a najmniej 5 *mm* gruba, i w tym celu musi być obłuszczona, gdyż polyskująca jej powierzchnia zawiera krzemionkę i łączy się moeno z wyprawą.

Służy także do krycia dachów. Wszakże do robót tych wszystkich używana nie powinna mieć więcej, niż dwa lata po ścięciu.

## X. Różne materiały i wytwory.

### 1. Maź.

Odróżniamy wogóle maź drzewną, maź z węgla kamiennego i maź naftową. Maź drzewna jest ciałem mniej lub więcej płynnem, tłustem, palnem, barwy czarnej i otrzymuje się zapomocą suchej destylacji z niektórych drzew szpilkowych, zwłaszcza z sośniny. Maź z węgla kamiennego uzyskuje się z suchej destylacji tego węgla, zwłaszcza jako produkt uboczny podczas fabrykacji gazu świetlnego i zowie się także mazią pogazową.

Zarówno maź drzewna jak i pogazowa ma z powodu zawartości kreozotu własności przeciwnilne i używa się do zabezpieczenia drzewa, murów, lin itp. jako powłokę, którą jednak trzeba odnawiać przynajmniej raz w rok.

Mazie służą także do wyrobu tektury, czyli papy dachowej.

Maź naftowa jest pozostałością z destylacji nafty, zawiera jednak znaczną ilość kwasu siarkowego i możnaby jej użyć tylko tam, gdzie szkodliwość wyziewów rzeczonoego kwasu jest obojętna, albo też po zupełnem wydzieleniu z niej kwasu siarkowego. Maź ta dla swych własności nadaje się szczególnie także i do robót asfaltowych.

## 2. Kauczuk.

Kauczuk uzyskuje się z soku mlecznego pewnych roślin i drzew podzwrotnikowych, który ścieka wskutek nacięć pnia do naczyn i idzie do przeróbki. Kauczuk jest twardy w temperaturze 0° C, ale w temperaturze 30 do 50° C staje się bardzo miękki i nawet całkiem rozpuszcza się wśród pewnych działań chemicznych. Wadliwość ta daje się usunąć zapomocą wulkanizowania, polegającego na tem, że kauczuk po odczyszczeniu i osuszeniu miesza się z 2 do 35% siarki i pod ciśnieniem poddaje się działaniu temperatury 120° do 150° C.

W miarę czasu twania wulkanizacji uzyskuje się kauczuk miękki, lub twardy, z których oba posiadają wielką elastyczność, wytrzymałość, trwałość na powietrzu i w wodzie, największą zdolność izolowania elektryczności i odporność przeciw wielu kwasom i ługom. Kauczuku miękkiego używają do balonów powietrznych, rowerów, automobilów i do uszczelniania maszyn, kotłów, rur itp., oraz jako środek izolacyjny od wilgoci; z kauczuku twardego wyrabiają najrozmaitsze przedmioty.

## 3. Guttapercha.

Guttapercha bywa uzyskiwana tak, jak kauczuk i jest bardzo do niego podobna, ale mniej elastyczna i rozciągalna, oraz jako surowiec wymaga wielokrotnego odczyszczenia. W cienkich płytkach przedstawia się jako materia włóknista, w kierunku włókien rozciągalna, ale w poprzecznym łatwo rozrywalna. Ma ciężar właściwy 1·0; ogrzana staje się gętką, potem ugniatalną, w temperaturze 55° do 60° C daje się ciągnąć w rurki, nitki, pasy i w temperaturze 100° C staje się lepką, w 150° topnieje, a po oziębieniu zatrzymuje najdelikatniejsze odciski form.

Używa się do izolacji podwodnych i podziemnych przewodów (kablów) elektryczności, do kieszek, pomp, sikawek, rzemieni popędowych, odcisków, klisz, nieprześląkliwych tkanin itd.

## 4. Asbest.

W przemyśle technicznym używają dwu odmian asbestu o znakomitych własnościach, mianowicie:

a) Asbest serpentynowy o twardości 3 do 4 i ciężarze właściwym 2·3 do 2·8; posiada najdelikatniejsze włókna przedziałne, ogniotrwałe, przewodzące źle ciepło i elektryczność i łączy się łatwo z innymi materiałami.

b) Asbest hornblendy o twardości 5·5 do 6 i ciężarze właściwym 2·9 do 3, posiada — prócz własności poprzedniej odmiany — trwałość przeciwkwasową.

Czyste, przysposobione włókna obu odmian służą do czyszczenia napojów, do zapelniania materaców, do sznurów, ogniotrwałych tkanin na dekoracje teatralne, na suknie, oraz na osłony, ścianki ochronne i materace straży ogniowej. Splecione z nitkami bawełnianymi, konopnymi itp., a także z drucikami ołowianymi i mosiężnymi w sznury dają najlepsze szczelniwo na gorąco wytrzymałe. Z małą domieszką kaolinu (czysta glina) służy do wyrobu papy asbestowej do 30 mm grubej i asbestowego papieru. Wymieszany należycie z przeważną domieszką cementu portlandzkiego i sprasowany daje lupek asbestowo-cementowy, czyli eternit, zaś z 5krotną i więcejkrotną okrzemką tworzy masę izolacyjną dla kotłów parowych, ich przewodów, jakoteż masę ochronną żelaza od ognia.

## 5. Linoleum.

Odpadki korkowe, zmielone na mączkę, zarabia się olejem lnianym zwykłym wśród ogrzewania na gęstopłynną masę, która rozwalkowana po jednej stronie tkaniny jutowej pod wielkim ciśnieniem zapomocą ciężkich wałków, wysuszona w ciepocie 30 do 40° C przez 1 do 4 tygodni i należycie olakierowana, tworzy linoleum

W handlu znajduje się linoleum w zwojach 2 m szerokich, 25 do 27 m długich, 1·8, 2·2, 3, 3·6, 4, 4·6, 7 mm grubych, w sortach jednobarwnych w różnych odcieniach, bądź jako mniej wybredny towar odciskany, bądź jako wzorzysty towar „inlaid“ o lubianym zazwyczaj wzorze granitu; towar „inlaid“ wyrabiają tylko w grubości 2·2 i 3·3 mm.

Linoleum jest nieprześląkliwe, ciepłe, trwałe, tłumiące głos i to tem więcej, czem jest grubsze; utrzymuje się dobrze na wygładzonych i wysuszonych podłogach drewnianych i posadzkach twardej, ale je trzeba przymocować do drzewa gwoździami bez główek, do powierzchni zaś innych materiałów przylepić kitem żywicznym, którego się liczy 1 kg na 4 m<sup>2</sup>.

## 6. Pilśń żelazna.

Pilśń żelazną wytwarzają z długich, silnych, elastycznych włosów wełnianych zapomocą sprasowania pod wysokim ciśnieniem hydraulicznym, a dla ochrony od wilgoci, robactwa i wpływów atmosferycznych nasycają ją solami chromowemi, parafiną i lojem. Płyty

z tej piłsni otrzymują rozmaite rozmiary szerokości i długości, a na grubość 5, 10, 15, 20 do 25 mm, i są na ciśnienie trzy razy wytrzymalsze od płyt ołowianych.

Jako podkładki pod maszynę, zmniejszają jej drgania, wstrząśnienia, łoskot i hałas podczas ruchu; także używają ich na podkładki pod przymocowane do murów izolatory przewodów telegraficznych, telefonicznych itp.

## XI. Farby i powłoki.

### 1. Pogląd ogólny.

Farba nadaje przedmiotom pewnej barwy, a stosowna z niej powłoka może zabezpieczyć je od szkodliwych wpływów zewnętrznych i zwiększyć ich trwałość. Farby składają się z barwników naturalnych lub sztucznych i z pewnych cieczy; i jeżeli pod wpływem powietrza, światła i wody nie zmieniają swej pierwotnej barwy weale lub mało, to są farbami właściwymi w przeciwieństwie do farb niewłaściwych, które pełzną lub w inny jaki sposób barwę zmieniają.

Zależnie od ich pochodzenia odróżniamy barwniki ziemne, mineralne, metalowe, roślinne lub zwierzęce. Ziemne lub mineralne składają się przeważnie z rozmaitych tlenków metali, zmieszanych mniej lub więcej z delikatną gliną, uzyskiwanych jako produkt uboczny w kopalniach rudy żelaznej i ostatecznie na delikatny proszek zmielonych. Bardzo wiele zresztą barwników zmienia swą barwę wskutek wypalenia lub wyżarzenia na bardzo piękną i trwałą barwę. W najnowszych czasach uzyskuje się z wytworów mazi węgla kamiennego, asfaltu itp. barwniki najrozmaitszych odcieni.

Na ogół barwniki rozpuszczają się lub rozdrabniają w wodzie, olejach, spirytusie itp. Przeważnie barwniki roślinne, zwierzęce i anilinowe, otrzymany z destylacji mazi węgla kamiennego, są rozpuszczalne i wsiąkają w przedmiot tak, iż naturalna barwa jego jest widoczna; tworzą zatem tak zwane farby przezroczyste. Natomiast barwniki nierozpuszczalne, tylko rozpylone w cieczy, nie wchodzą w pory przedmiotu, tylko kryją jego właściwe zabarwienie; są to barwniki pochodzenia przeważnie mineralnego i tworzą farbę kryjącą. Zmieszana farba przezroczysta z farbą kryjącą daje farbę kryjącą.

Zależnie od cieczy służącej do rozrabiania farb odróżniamy farby wodne, klejowe, olejne, pokostowe, żywiczne i woskowe. Przed-

mioty mające piękną barwę naturalną nie powleka się farbami kryjącymi, lecz przezroczystymi, uwydatniającymi tem lepiej ową barwę naturalną. Do farb wodnych, klejowych itp. nie należy dawać barwników trujących, a zwłaszcza wewnątrz budynku. W farbie olejnej lub lakierniczej jest trująca własność niektórych barwników powstrzymana olejną twardą powłoką; gdzie jednak trujące substancje wskutek pewnych danych wpływów, mogłyby działać szkodliwie, tam nie wolno używać tego rodzaju farby. W każdym razie jednak powlekanie taką farbą olejną naczyń, służących do przechowywania artykułów spożywczych, jest bezwarunkowo niedopuszczalne.

## 2. Barwniki farb wodnych.

*a) Barwniki białe:* Kreda daje piękną farbę białą, ale powinna być pławiona lub przynajmniej zagotowana; mleko wapienne choć czyste, daje farbę mniej białą; gips bez kleju; glina jako podkład pod malowanie; biel ołowiowa, zwana także bielą kremzeńską silnie trująca, w wodzie nierozpuszczalna, z czasem żółcieje, a pod działaniem kwasu siarkowego czernieje; biel cynkowa z klejem na podkładzie kredowym jest najlepszą; biel barytowa tylko do farb klejowych, pięknie biała, połyskująca i trwała; biel grifitowa, bardzo piękna biała farba kryjąca, ale na słońcu szarzeje. Wszystkie barwniki białe dają farbę kryjącą. Do farb białych ze szkłem wodnem używają: kredy pławionej, bieli cynkowej i bieli barytowej; biel ołowiowa jest nieodpowiedna.

*b) Barwniki żółte:* Karmin żółty z soków roślin, zmieszany z kredą lub gliną, daje farbę jasnożółtą, złotożółtą, przezroczystą lub prześwietlającą; orlean z drzewa indyjskiego (*bixa orellana*), w postaci ciasta; kurkuma barwnik roślinny; żółcień chromowy, piękny, ale staje się zielonawy rychło; żółcień neapolitański, naturalny lub sztuczny, z antymonu, minji i tlenku cynku, daje farbę piękną i trwałą; okra, mieszanina z wodanu tlenniku, żelaza i gliny, żółta, pomarańczowa lub brunatna, w różnych odcieniach, używa się głównie jako domieszka; piękną odmianą jest okra złota; ziemia żółta jest gliną z okrą zmieszaną; żółcień kadmowy (siarczan kadmu) daje świetną farbę żółtą, trwałą, nieprzezroczystą, której nie należy mieszać z farbami miedzianymi; żółcień kaselski albo mineralny (chlorek ołowiu) daje farbę złotożółtą, dosyć trwałą; operment składa się z siarki i arsenu, naturalny lub sztuczny, daje farbę połyskującą, cytrynową,

nieprzezroczystą, silnie trującą i dlatego mało używaną; umbra składa się z krzemianu gliny i z 15 do 70% tlenków żelaza i manganu; daje farbę żółtą lub brunatną z odcieniem czerwonawym lub zielonawym. Do farb żółtych ze szkłem wodnym można użyć: żółcień kadmowy, tlennik uranu, chromian barytu.

c) *Barwniki zielone*: Ziemia zielona, ze szczelin bazaltowych wydobywana, daje farbę nieczystą; lepsze odmiany są: zielen werońska, zielen francuska, zielen saska; zielen najwidzka ma wiele arseniku, daje piękną jasnozieloną farbę tanią; zielen nowa mniej piękna od poprzedniej, żółtawa, służy za domieszkę do ultramaryny; zielen kopalną naturalną uzyskują z malachitu, sztuczną z saetrzanu miedzi; zielen brunświcka czyli zielen bremeńska daje farbę jasnozieloną, niezupełnie czystą; zielen szwajnfurtska czyli zielen paryska jest arsenianem lub octanem miedzi, silnie trująca, daje świetną farbę; zmieszana z gipsem lub spatem ciężkim ma w handlu różne nazwy; zielen chromowa o różnych odmianach, z których najlepsza jest zielen szmaragdowa; mniej dobre: zielen liściasta, angielska itd.; cynober zielony daje bardzo piękną farbę, złożoną z żółcienia chromowego, błękitu berlińskiego i spatu ciężkiego; grynszpan jest octanem miedzi; zielen kobaltowa, to mieszanina z tleniku kobaltu i tlenku cynku; zielen cynkowa jest głównie domieszką. Najlepsze farby zielone uzyskuje się z mieszaniny farb żółtych z niebieskimi, dokonanej bezpośrednio przed użyciem. Dobrą farbę do fasad daje mieszanina  $\frac{1}{4}$  części zieleni szwajnfurtskiej z  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{3}{8}$  części grynszpanu, z  $\frac{1}{4}$  części zieleni bremeńskiej i z  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{8}$  części bieli ołowiowej. Do zielonych farb ze szkłem wodnym można użyć ultramaryny, tlenku chromu i zieleni kobaltowej.

d) *Barwniki niebieskie*: Błękit bremeński jest wodanem tlenku miedzi; po wyschnięciu a w farbie wodnej jest jasno niebieski a w farbie olejnej zielony; błękit kopalny wodnisty węglan tlenku miedzi, za domieszką kwasów staje się zielony; z wapnem tworzy błękit wapienny jasnoniebieski; błękit kobaltowy uzyskuje się z fosforanu kobaltu pod działaniem rozcieńczonego kwasu siarczanego, atunu i sody; daje farbę przeświecającą z odbłyśkiem fioletowym bardzo piękną i trwałą, ale drogą; odmiany: smalta i błękit leydeński; ultramaryna otrzymuje się z lazuru (lapis lazuli), sztuczna z kaolinu, soli glauberskiej, i węgla, i tworzy liczne odmiany; do farb zamiast kleju należy tu brać klejster mączny; błękit berliński czyli pruski przydatny jedynie do malowania

wewnątrz budynku na zagruntowaniu kredą lub gliną; najlepszą odmianą jest błękit paryski; indigo, barwnik roślinny ciemnoniebieski, służy do wyrobu błękitu nowego. Do niebieskich farb ze szkłem wodnem używają ultramaryny i smalty.

e) *Barwniki czerwone*: Czerwień florenceka jest mieszaniną gliny z osadem, wytworzonym podczas gotowania fernambuku, daje farbę nietrwałą ciemnoczerwoną; — lak czerwony: wytwór z pozostałości po fabrykacji karminu, daje farbę jasnoczerwoną nietrwałą; karmin, z owadu „koszenila“ daje farbę bardzo piękną, karmazynową, ale drogą; późniejsze odmiany zwą się lakiem karminowym; czerwień chromowa, zwana cynobrem chromowym, cynobrem austriackim, czerwienią Van Dycka, daje farbę czerwoną, piękną i trwałą; cynober jest siarczanem rtęci, znany w starożytności pod nazwą minium; w stanie rodzinnym jest gęstą masą lub w postaci kryształów przezroczystych czerwonych; sztuczny daje farbę nieco żółtawą, trwałą i tanią; najlepsze odmiany: cynober chiński, cynober karminowy, cynober holenderski; zafalszowany minja jest więcej żółty i z czasem czernieje; minja jest tlenkiem ołowiu, daje farbę jasnoczerwoną, dobrą, używaną do gruntowania żelaza i innych metalów i do kitów szklarskich olejnych dla ram metalicznych; minja żelazna, barwnik ziemisty, zawiera do 70% żelaza, daje farbę brunatnoczerwoną, jako farba olejna trzyma się silnie żelaza i używa się zamiast minji ołowiowej do gruntowania żelaza; czerwień japońska zbliżona do cynobru; czerwień nowa daje farbę nieco piasezystą, ale trwałą; czerwień kobaltowa składa się z szletrzanu kobaltu i węgla magnezji, albo z siarczanu kobaltu z fosforanem sodu; daje piękną żywą farbę czerwono-fioletową w licznych odcieniach; bolus czerwony złożony z gliny i żelaza, daje farbę trwałą i tanią; najlepszą odmianą jest bolus armeński; czerwondrzew czyli fernambuk uzyskuje się z drzewa fernambuku, zwanego także drzewem brazylijskiem; marzanka czyli krap uzyskuje się z krapu, korzenia rośliny z rodzaju marzanny; daje farbę czystą, żywą, trwałą, w różnych odcieniach; zmieszana z gliną tworzy lak marzankowy czyli krapowy, którego najlepszą odmianą jest karmin marzankowy; odmianą marzanki jest czerwień berlińska, dająca farbę z odcieniem fioletowym lub brunatnym; czerwień angielska jest tlenkiem żelaza w licznych odmianach: czerwień indyjska, perska, chemiczna, neapolitańska, francuska itd.; odmiana: czerwień polernicza, caput



mortum, colcothar jest produktem ubocznym fabrykacji kwasu siarczanego i daje farbę jasnoczerwoną do ciemnofioletowoczerwonej, trwałą i tanią, używaną do polerowania metalów i do robót malar-  
skich; miesza się z farbami białymi i brunatnymi, a odmiany fiole-  
letowe zmieszane z barwnikami czarnymi dają farbę brunatną. Do  
farb czerwonych ze szkłem wodnym można używać: czerwień chro-  
mową i tlenek żelaza; cynober daje farbę brunatną, która potem  
czernieje.

f) *Barwniki brunatne*: Ziemia kolońska, czyli kasselska, złożona  
z żywie bitumicznych, daje farbę trwałą; umbra daje farbę  
kasztanowatą, trwałą; najlepszą jest umbra holenderska; bru-  
nacień pruski powstaje przez wyżarzenie błękitu pruskiego, daje  
farbę piękną i trwałą. Mieszanie zresztą barwników czerwonych  
z czarnymi tworzy brunatne.

g) *Barwniki fioletowe* otrzymuje się z mieszaniny barwników  
czerwonych z niebieskimi; najpiękniejsze barwniki tworzą miesza-  
niny z ultramaryny lub z błękitu kobaltowego i karminu; mniej  
piękne z ultramaryny i cynobru albo laku krapowego.

h) *Barwniki szare*: Tlenek cynku; lepiej jednak tworzyć je  
w drodze mieszaniny barwników czarnych z białymi, za dodaniem  
nieco innych barwników jeszcze celem uzyskania odbłyску czerwono-  
nawego, niebieskawego lub zielonawego.

i) *Barwniki czarne*: Sadza składa się z niedopalonych deli-  
katnych pyłków węgla, lekkich czarnych; daje farbę dobrą, niezup-  
pełnie czarną i bywa fałszowana piaskiem itp.; ezerń frankfurcka  
uzyskuje się z winogron zwęglonych i używa się do farb klejo-  
wych, które są trwałe; ezerń kościana ze zmielonych kości spalo-  
nych; najlepsza z kości słoniowej; ezerń węglana drzewna,  
korkowa i ezerń hiszpańska; grafit starannie spawiony,  
zarobiony kwasem winnym. Do farb ze szkłem wodnym biorą sadzę,  
grafit i ezerń irydjum.

### 3. Farby wodne.

Którykolwiek z barwników wyżej poszczególnionych, zarobiony  
wodą z domieszką ługu mydlarskiego, kleju, mleka, kazeiny, lub  
szkła wodnego, daje używaną do malowania wyprawy murów farbę  
wodną, której odróżniamy następujące rodzaje:

a) Farba wapienna składa się z mleka wapiennego i barwnika  
i używa się do fasad, ale jest nietrwała; trwałość da się podnieść

za poprzedniem zmyciem ściany ługiem mydlarskim, albo za dodaniem tego ługu do farby. Należy wszakże pamiętać, że farba wapienna nagryza rury ołowiane i powłoki gumowe.

b) Farba krwista składa się z surowicy krwi bydłowej, uległej rozkładowi po 2 do 3 dniach i z palonego wapna sproszkowanego, przesianego, za dodaniem nieco alunu. Farba ta jest po wyschnięciu zielona i trwalsza od poprzedniej, ale powłoka musi być dwukrotna.

c) Farba klejowa składa się z barwnika i z kredy pławionej lub białej glinki zarobionych wodą, a bezpośrednio przed użyciem dolewa się ciepłej wody klejowej i ponownie zarabia się silnie farbę.

Wodę klejową uzyskuje się z ciemnego stolarskiego kleju, który moczy się przez 24 godzin w zimnej wodzie, następnie zagotowuje się w małej ilości wody, a wreszcie dolewa się potrzebną ilość wody kipiącej.

Farby klejowej używa się do malowania wewnątrz budynków. Do robót wykwintniejszych — zamiast kredy i kleju — używa się bieli barytowej i roztworu gumy arabskiej, żelatyny, kleju rybiego, białka jajowego itp.; barwnik ultramarynowy wymaga zarobienia farby kłajstrem mącznym, zamiast klejem. Farby klejowe wogóle są żywe i piękne.

d) Farba mleczna składa się z barwnika i mleka i nadaje się równo dobrze do wnętrza jak i zewnątrz budynku.

e) Farba kazeinowa składa się z barwnika, z 1 części ciasta wapiennego odleżącego i z 5 części kazeiny na objętość, zarobionych wodą na masę lepłą. Ma połysk silny i piękny, jest wodotrwała, daje się zmywać, utrzymuje się wewnątrz i zewnątrz budynku, nadaje się do ścian drewnianych i do malowania artystycznego; wszakże należy tu używać tylko barwników ziemnych lub metalowych.

Drzewo i płótno pomalowane tą farbą stają się trudniej zapalnymi.

<sup>1</sup> Kazeina czyli sernik należy do osobnej grupy ciał białkowych, które znajdują się głównie w mleku, ale także i w roślinach i rozpuszczają się w wodzie słabo alkalicznej. Kazeina rozpuszczona w nasyconym roztworze boraksu, tworzy gęstawy płyn bardzo lepki, zwany klejem kazeinowym, czyli klejem sernikowym, który zastępuje miejsce kleju lub gumy arabskiej. Twarog rozarty z gaszonym wapnem lub kazeina rozpuszczona w roztworze sodu, potasu lub szkła wodnego dają kity kazeinowe, zalecane jako kity szklane i kity porcelanowe.

Mieszanina z 1 części kazeiny, 1 części gaszonego wapna i 3 części cementu daje kit do kamienia, drzewa, metali, spoin itd.

*f)* Farba wodoszklana czyli stereochromiczna składa się z barwników, rozrobionych w zgęszczonym szkłe wodnem potasowem, niekiedy z małą domieszką sodu i rozcieńczonych wodą deszczową, lub rzeczną podczas zarabiania farby, a mianowicie: trzykrotną wagą wody do pierwszego malowania, a dwukrotną do drugiego i trzeciego. Farba ta umiejętnie zarobiona i nałożona jest bardzo trwałą, i nadaje się szczególnie do wypraw wapiennych, cementowych i gipsowych, a głównie do fasad.

Barwniki organiczne i szkło wodne sodowe są tu nieodpowiednie, gdyż pierwsze bardzo rychło płowieją, a drugie sprowadza wykwitę. Zresztą w zestawieniu barwników farb wodnych wyżej, poddział 2, poz. *a)* do *i)*, są wylizone barwniki, stosowne do farby wodoszklanej. Powłoka drzewa tą farbą uogniotrwala je do pewnego stopnia.

Malowanie artystyczne farbami wodoszklanemi zowie się stereochromią.

#### 4. Barwniki farb olejnych.

*a)* Barwniki białe: Z wylizonych wyżej w poddz. 2 barwników używa się tu biel ołowiowa, biel cynkowa.

*b)* Barwniki żółte: żółcień neapolitański, żółcień chromowy, okra, żółcień kasselski, operment.

*c)* Barwniki zielone: zieleń szwajnfurecka, grynszpan, zieleń brunszwicka (bremeńska), cynober zielony, zieleń kobaltowa, zieleń chromowa, zieleń cynkowa.

*d)* Barwniki niebieskie: błękit kobaltowy, ultramaryna, indygo, błękit berliński.

*e)* Barwniki czerwone: karmin, marzanka, cynober, czerwien japońska, czerwien angielska, bolus czerwony, czerwien nowa, minja.

*f)* Barwniki brunatne, szare i czarne są tu te same barwniki farb wodnych, poszczególnione wyżej w poddziale 2, pod poz. *f)*, *h)*, *i)*.

#### 5. Ciecze farb olejnych.

*a)* Olej lniany wyciska się z nasienia lnu i w czystym stanie jest oleistą cieczą żółtawą, wrze w temperaturze 130° C, zaś w 310° C wytwarza pary przykłej woni, które zapalają się same przez się i palą się wraz z olejem. Olej lniany do farby białej

należy wprzód ubielić i to najlepiej zapomocą silnego działania promieni słonecznych, po poprzednim przefiltrowaniu za użyciem węgla kościanych. Olej lniany wysycha powoli i dlatego używają go do farb olejnych dopiero po przerobieniu na pokost lniany. Bywa fałszowany olejem rzepakowym, olejem z nasion bawełny, z nasion konopi, tranu rybiego, olejem żywicznym itp.; fabrykaty te wszystkie są małej wartości i nie nadają się do farb olejnych.

b) Pokost lniany uzyskuje się przez zagotowanie i zoksydowanie oleju lnianego z tlenkami metalowymi, bogatymi w tlen. Gotowanie powinno trwać przez 3 do 4 godziny w ciepocie około 200° C za dodaniem 2% minium lub gładzi ołowiu<sup>1</sup>, wśród częstego mieszania; potem pokost w możliwie najgorętszym stanie pozostawia się w spoczynku, i gdy osad opadnie na dno naczynia, odlewa się czysty pokost. Osadu można użyć ponownie do pokostu farb ciemnych.

Dobry pokost jest nieco gęściejszy i ciemniejszy od oleju lnianego; nie powinien jednak być za ciemny lub brudno brunatny. Bywa zresztą często fałszowany żywicą lub olejem żywicznym itp.

Pokostu przeznaczonego do białej farby nie można mieszać z minium ani z gładzią ołowiu, gdyż powodują żółknięcie farby; natomiast używa się jednocentowego bromianu manganu lub dwuprocentowego hydratu tlenku manganu.

c) Olej terpentynowy, terpentyna, jest cieczą ulatniającą się, cienkopląnną, bezbarwną, czasem żółtawą, w każdym razie o właściwej silnej woni; uzyskuje się z destylacji surowej terpentyny, pochodzącej z rozmaitych rodzajów sosny i czyści się parą za dodaniem wapna żrącego. Rosyjska lub polska terpentyna uzyskuje się z korzeni świerka albo sosny i ma przenikliwą woń, nie dającą się usunąć.

Dobra terpentyna jest czysta jak woda, ma przyjemną woń ostrą, roztarta w dłoniach nie przyklepia się do rąk i szybko się ulatnia, tracąc zupełnie woń po kilku minutach. Bywa fałszowana n. p. produktem naftowym, węglowodorem i innymi lotnymi olejami; w tym stanie pozostawia tłuste plamy na papierze, podczas gdy prawdziwa terpentyna żadnych plam nie zostawia.

<sup>1</sup> Gładź ołowiowa uzyskuje się z utlenienia metalicznego ołowiu w postaci szluzkich, w dotknięciu łatwo rozcieńczonej żółtych, aż w czerwoność wpadających łuseczek o metalicznym połysku; używa się do gotowania pokostu lnianego lub sykatywu, jako środka przyspieszającego wysechanie.

Terpentyny używa lakiernik do rozrabiania i rozcieńczania różnych lak olei żywicznych, a także do rozcieńczania farb olejnych zwykłych, ale powinien to robić w małej ilości i to tylko do powłoki wewnątrz budynku; terpentyna bowiem ułatwia powlekanie farbą i czyni ją tańszą, ale zmniejsza połysk i trwałość powłoki.

d) Sykatyw jest domieszką płynną do farb olejnych, umożliwiającą szybkie schnięcie i uzyskuje się z oleju lnianego, zmieszanego z większą ilością gładzi ołowiu, minji ołowianej i umbry, doprowadzonego do tak wysokiej temperatury, aby masa zgęstniała i bańkami się pokryła; potem masę odsuwa się od ognia, rozcieńcza terpentyną, filtruje i sykatyw gotowy. W podobny sposób przyrządza się także inne środki różne, powodujące szybkie schnięcie.

Dobre sykatywy, nałożone cienką warstwą na szkło powinny wyschnąć po 15 minutach, a dodane w ilości 5 do 8% do czystego oleju lnianego powinny spowodować wyschnięcie jego powłok około w 18 godzinach. Sykatywy do farb białych olejnych nie powinny zawierać tlenków ołowiu, aby farba nie żółkła.

## 6. Farby olejne.

Farba olejna składa się z barwnika, zarobionego olejem lnianym lub pokostem lnianym na miernie gęstą masę i potem rozrzedzonego miarko na szlifowanej płycie kamiennej zapomocą tarki kamiennej albo na młynku stosownym. Wogóle farba olejna powinna zawsze zawierać pewną część barwników metalicznych, n. p. bieli ołowiowej lub cynkowej, domieszana do właściwego jej barwnika; zresztą powłoka kompletna farbą olejną jest trwalszą i ekonomiczniejszą, jeśli farba przeznaczona do pierwszej powłoki czyli do zagruntowania zawiera prócz bieli ołowiu  $\frac{2}{3}$  części spatu ciężkiego, a do drugiej i trzeciej powłoki co najwyżej po  $\frac{1}{3}$  tego spatu.

Rozrzedzanie farby olejnej do stopnia, umożliwiającego należyte jej nakładanie podczas powłoki, wystawionej na wpływy atmosferyczne, należy uskutecznić wyłącznie tylko pokostem lnianym, podczas gdy do powłoki w zabudowanej przestrzeni można użyć także w połowie dobrej terpentyny; zresztą celem przyspieszenia wysechania można dodać nieco sykatywu. Masa farby olejnej miernie gęstej daje się przechować bardzo długo, jeżeli pokryje się ją stale cienką warstwą wody, a w razie zawartości w farbie barwników, wodę chłoniących, cienką warstwą oleju zamiast wody.

Farby olejne po wyschnięciu są twarde, nieprzeziąkliwe, trwałe na wpływy atmosferyczne i przylegają mocno do ciał porowatych suchych, ale słabo do mokrych; są zresztą zazwyczaj piękne i polyskujące, który to połysk zmniejsza się jednak za dodaniem terpentyny.

W malarstwie artystycznym używają do farby olejnej — zamiast oleju lnianego — wosku rozpuszczonego w terpentynie.

## 7. Barwniki i ciecze farb lakowych czyli żywicznych.

Barwniki farb olejnych, poszczególnione w poddziale 4, str. 259, są zarazem barwnikami farb lakowych czyli żywicznych.

Ciecze farb lakowych zaś są to tak zwane laki czyli pokosty żywiczne, będące właściwie roztworem jednej z poszczególnionych niżej żywie w stosownym do tego celu płynie i odznaczają się tem, że tworzą powłokę prędko sechnącą, polyskującą i trwałą. Zależnie od żywicy w skład roztworu wchodzącej odłóżniami następujące laki:

1. Laka kopalowa czyli pokost kopalowy zawiera kopalę, tworzące grupę żywie twardych, trudno topliwych, do bursztynu podobnych, pochodzących częściowo z drzew dziś jeszcze istniejących, przeważnie jednak znajdujących w ziemi wszystkich części świata — z wyjątkiem Europy — w postaci płyt, guzów, kul itp.

Poszczególne odmiany kopalu różnią się bardzo między sobą co do postaci, wielkości, twardości i własności chemicznych; są przeważnie bezbarwne, często żółtawe lub czerwonawe; miększe z nich na ogół bywają różnobarwne, ale jedynie bardzo twarde są bezbarwne i dają najlepszą lakę, n. p. kopal zanzibarski, wykopywany na wschodnim wybrzeżu i podobny do krzemienia kopal krzemieny na zachodnim wybrzeżu Afryki.

2. Laka damarowa czyli pokost damarowy zawiera żywicę damarową, pochodzącą z rośliny szpilkowej *dammara orientalis*, która rośnie na wyspach Malaka, Sumatra, Borneo i Jawa. Laki tej używa się do jasnych, prawie białych farb lakowych, lecz nieolejnych.

3. Laka bursztynowa zawiera żywicę zwaną bursztynem z drzewa szpilkowego, dziś już zaginionego, „*pinus succifera*“, znajduwaną wszędzie. Bursztyn jest cytrynowożółty z białymi pło-

mykami, o przełomie muszlowym i twardości 2 do 2,5, topi się całkiem dopiero w ciepłocie 300° C i spala się bez pozostałości; jest bardzo drogim (kosztuje 4 do 5 koron od 1 g) wobec czego lakę wytwarzają tylko z jego odpadków.

4. Laka kalafonjowa czyli pokost kalafonjowy wytwarza się z kalafonji, będącej żywiczną pozostałością podczas czyszczenia terpentyny. Kalafonja jest żółtobrunatna, szklista, łatwo rozcieralna, daje lichą i tanią lakę, która niezupełnie wysycha, a pod działaniem wpływów atmosferycznych rychło odskakuje i ściera się na proch.

Laki zresztą wyżej poszczególnione — zależnie od płynu do rozтворu użytego i od sposobu rozpuszczenia w nim żywicy — różnią się wzajemnie, a mianowicie:

a) Laki tłuste czyli olejne, wytworzone w ten sposób, że roztopione w wysokiej ciepłocie kopale lub inne tym podobne żywice zostały rozpuszczone w schnącym oleju (lnianym) i w terpentynie; schną szybciej od zwykłej farby olejnej a zwłaszcza, gdy w ciepłym powietrzu terpentyna się ulotni a pozostała żywica w ścisłym związku z olejem tworzy połyskującą powłokę, która w miarę dobroci żywicy jest nawet wytrzymała na wpływy atmosferyczne.

b) Laka terpentynowa i laka spirytusowa są zwykłymi roztworami żywicy: pierwsza w terpentynie, druga w spirytusie, i schną wprawdzie jeszcze szybciej od lak tłustych czyli olejnych, ale trwałością im niedorównują a na wolnym powietrzu są nie do użycia.

## 8. Farby lakowe.

Barwniki i to najlepszej jakości, zarobione jedną z lak w poprzednim poddziale określonych i roztarte w sposób opisany dla farb olejnych (zob. poddział 6) dają farbę lakową, której powłoka obok żądanej barwy odznacza się pięknym połyskiem. W ten sposób otrzymujemy farby lakowe olejne, które są trwałe na wpływy atmosferyczne, farby lakowe terpentynowe i farby lakowe spirytusowe. Farb lakowych używa się w ogóle tylko w jasnych tonach i to rzadko w budownictwie lądowym.

## 9. Farby lazuruowe.

Barwniki rozpuszczone zupełnie w oecie lub w pokoście olejnym tworzą farbę przezroczystą czyli lazuruową oetową lub farbę lazuruową olejną.

Farby lazurowej oetowej brunatnej (ziemia kolońska czyli kasselska) używają do wytworzenia zarysów słoików drzewa, ale tylko wewnątrz zabudowanej przestrzeni. Lazurowa farba olejna składa się z barwnika, zarobionego pokostem olejnym i jest trwała nawet i na wolnym powietrzu.

Farbę lazurową zarabiają — zamiast oetem lub olejem — także piwem, wodą cukrową lub gumową, ale rzadko kiedy, gdyż i te środki dają także lazurę nietrwałą na wolnym powietrzu.

Farby lazurowe zresztą w stanie rozrobionym nie dają się przechowywać.

## XII. Powłoki farbne.

### 1. Pogląd ogólny.

Mur, drzewo, żelazo itp. części składowe budowlane otrzymują powłokę celem ochrony od wpływów atmosferycznych i od ognia lub celem ładniejszego wyglądu; powłoka ta wsiąka w pory przedmiotów i przylega tem mocniej, czem większa ich porowatość; natomiast na polerowanych metalach lub szkłe trzyma się źle. Przedmioty wilgotne trzeba osuszyć, gdyż wilgoć zapełnia pory i nie dopuści do nich powłoki, która w takim razie schnąc dostaje bańki z ujmą trwałości materiału.

Wyprawy ścian należy powlekać jedynie po zupełnem ich wyschnięciu nie tylko z powodów właśnie podanych, lecz i z tego względu, że wilgotne wapno gryzące lub alkalja cementu rozkładają materiał powłoki i sprowadzają plamy i wykwit.

Powierzchnie należy przed powlekaniem starannie oczyścić, gdyż brud przeszkadza przylgnięciu powłoki; a jeżeli w tym celu trzeba zastosować mycie, to należy potem postarać się o wysuszenie. Nierówne, spękane i porysowane powierzchnie należy wprzód wyrównać i wykitować, oraz wygładzić; gdzie powłokę trzeba odnowić, tam należy starą zmyć mydłem i wytrzeć pumeksem; a gdyby była bardzo zniszczona, to zupełnie usunąć zapomocą opalenia lub stosownego działania chemicznego.

### 2. Powłoka czyli malowanie farbą wodną.

Określone wyżej w poddziale 3, rozdziału XI. (str. 253) farby wodne służą głównie do powłoki czyli malowania wyprawy ścian



zupełnie wyschłej; ale także i cieśla często ich używa. Przed rozpoczęciem malowania nasycę się powierzchnię wyprawy mlekiem wapiennym, po wyschnięciu zmywa się ługiem mydlanym z dodaniem nieco alunu lub kwasu borowego, poczem następuje malowanie.

Przemaalowanie ścian wymaga możliwie starannego oskrobania starej farby, a gdy się nieda, należy ją zmyć kilkakrotnie mydłami; małe rysy, zagłębienia i pęknięcia trzeba wykitować kredą pławioną, zarobioną wodą klejową, po poprzednim zwilżeniu czystą wodą odnośnych miejsc; zaś plamy wilgoci na murach i sufitach usunąć zapomocą silnego pocierania pędzlem w wodzie alunowej maczanym albo zapomocą zacierania tarką gipsem posypaną. Pociągnięcia pędzlem podczas malowania powinny się kolejno krzyżować; podczas zaś malowania sufitów ostatnią powłokę należy wykonywać pociągnięciami prostopadłymi do ściany okiennej.

Do malowania zresztą ścian i sufitów w mieszkaniach i szpitalach nie należy bezwarunkowo używać farb, zawierających arsenik, znajdujący się zwykle w barwnikach zielonych, szarych, niebieskich, czerwonych i brunatnych.

Czyste wodoszkle potasowe z małą domieszką wodoszkle sodowego tworzy trwałą powłokę kamienia, wyprawy i drzewa, wytrzymałą na wpływy atmosfery i mniej lub więcej ogniotrwałą; zresztą powłoka ta jest przezroczystą i zastępuje powłokę pokostową.

### 3. Powłoka farbą olejną.

a) Powłoka olejna, wykonana czystym kipiącym olejem lnianym, jest najprostszą, przezroczystą i utrwalającą.

b) Powłoka pokostowa składa się najpierw z powłoki czystym pokostem lnianym, następnie po wykitowaniu w miarę potrzeby i wygładzeniu, z drugiej i trzeciej powłoki czystym pokostem, a wreszcie z powłoki bezbarwną laką kopalową lub bursztynową jedno- albo dwukrotnej.

c) Powłoka farbą olejną wogóle wymaga najpierw starannego oczyszczenia i osuszenia powierzchni, poczem wykonuje się podkład (zagruntowanie) pokostem lub rozcieńczoną farbą podkładową dla nasycenia porów. Po wyschnięciu następuje druga powłoka stosownie płynną farbą olejną, a gdy wyschnie, przychodzi ewentualnie trzecia taka sama powłoka. Każda powłoka nakłada się cienko szczeciniowym pędzlem, wśród częstego mieszania farby; należy też pa-

mieć, że każda olejna farba po wyschnięciu ciemnieje i że należy ją zarobić w jaśniejszym tonie, celem uzyskania żądanej barwy.

Dobra powłoka olejna powinna być gładka i mieć mierny połysk; a gdy go wcale niema lub mało, to znak, iż ma wiele terpentyny a mało pokostu, i jest wskutek tego nietrwałą na wolnem powietrzu. Czem więcej ma pokostu, tem większy jest jej połysk, który można znacznie zwiększyć z pomocą ostatniej powłoki laką kopalową lub ewentualnie laką damarową.

Powłoka farbą olejną niszczyje bardzo prędko od gorącej wody, od rozcieńzonego kwasu solnego lub saletrzanego, zwłaszcza w stanie ulatniającym się, wreszcie od kwasu siarkawego, octowego, a nawet i od zwykłej wody, której opiera się jedynie powłoka farbą lakową.

Czyszczenia powłoki farbą olejną dokonuje się najlepiej wodą deszczową i białem mydłem.

d) Powłoka farbą olejną wymaga — po wyschnięciu podkładu — wygładzenia powierzchni pumeksem lub papierem szklanym i wykitowania wszelkich rys i pęknięć kitem olejnym; wreszcie po ponownem wygładzeniu następuje dwu- lub trzykrotna powłoka farbą olejną w miarę tego, czy farba ta była gęstsza lub rzadsza.

e) Powłoka farbą olejną słojuwana czyli fladrowana składa się z podkładu (zagruntowania) i z jedno- lub dwukrotnego powleczenia farbą olejną, a po wyschnięciu następuje powłoka lazurową farbą octową lub raczej olejną, na której w stanie mokrym uskutecznia się zarys układu słojuw żadanego drzewa zapomocą grzebieni ze stali, ze skóry, bursucznych pędzli lub wzorców (patronów) skórzanych. Po wyschnięciu lazuru powleka się całość raz lub dwa przezroczystą laką kopalową.

f) Powłoka farbą olejną marmurowa itp. wykonuje się podobnie jak poprzednia słojuwana.

g) Powłoka farbą olejną podłogi względnie posadzki wykonuje się farbami lub lakami wytrzymałemi na silne zużycie. Miękkie podłogi po zapuszczeniu farbą olejną kituje się kitem olejnym, wygładza, potem powleka dwa do trzy razy farbą olejną a w końcu laką kopalową lub bursztynową; można też zaraz po zapuszczeniu dać jedno- lub dwukrotną powłokę farbą lakową bursztynową. Starych podłóg zapuszczanych nie gruntuje się, tylko powleka się wprost dwukrotnie olejną farbą lakową bursztynową, jeżeli stara powłoka jest niebardzo zużyta.

Nowe podłogi zapuszczają także i powlekają gorącym czystym pokostem lnianym z domieszką — w miarę potrzeby — złotej okry;

powłoka ta sennie zwolna i jest mniej piękna od powłoki laką bursztynową, ale zato trwalsza i zalecana dla szpitali itp. Posadzkę z drzewa twardego zapuszcza się mieszaniną rozpuszczonego w ciepłej wodzie wosku z okrą i wyciera twarde mi szcietkami lub kawałkami szmat aż do połysku.

h) Powłoka farbą olejną metali — po starannem oczyszczeniu z brudu, zendry, rdzy itp. — wykonuje się na pojedynczym lub podwójnym podkładzie farbą olejną minjową w ten sposób, że nakłada się właściwą żadaną farbą olejną tylekrotnie, aż podkład minjowy zupełnie zakryje. Bardzo trwałe mi są te powłoki olejne, które zawierają grafit lub bronz srebrzysty jako barwnik i dają żelazu barwę jego naturalną.

Na szczególną uwagę zasługują powłoki następującemi dwiema farbami olejnymi.

a) Powłoka farbą olejną luskowopancerną ciemnobrunatną lub srebrnoszarą, patentu W. H. Lambrechta w Wiedniu, sprzedawaną już w stanie zarobionym, wykonuje się — po starannem oczyszczeniu metalu — tak, jak zwykłą farbą olejną, i tylko trzeba ją szczególnie cienko nakładać.

Sama farba składa się z krzemianu żelaza, jako barwnika o nadzwyczaj delikatnych, giętkich, metalicznie błyszczących, żelaznoszarych łusieczkach, zarobionego pokostem lnianym; 1 kg tej farby wystarcza do jednorazowej powłoki 10 do 12 m<sup>2</sup>.

β) Powłoka farbą olejną bronzową polega na tem, że na zagruntowaniu (podkładzie) nakłada się jedno- lub dwurazową powłokę stosowną farbą olejną, a wreszcie wykonuje się jednorazową tylko powłokę właściwą dobrze kryjącą płynną farbą olejną bronzową, złożoną z barwnika miedziano-, srebrzysto- lub złotawobronzowego, zarobionego dobrą laką kopalową. Powłokę bronzową można wykonać także i na przedmiotach niemetalicznych.

ι) Powłoka farbą olejną murów wymaga odrębnego traktowania zależnie od tego, czy wyprawa ich jest zwykłą wapienną lub cementową, a mianowicie:

a) Powłoka zwykłej wyprawy wapiennej wykonuje się w ten sposób, że po zupełnem wyschnięciu i wykitowaniu drobnych uszkodzeń kredą pławioną lub gipsem, zarobionych wodą klejową, oraz po wygładzeniu całej powierzchni, nasycy się ją raz lub dwa pokostem lnianym; na to przychodzi jedno- lub dwukrotny podkład rzadką farbą olejną i tu można do pierwszego podkładu dodać

33% bieli ołowiu i 67% kredy pławionej, a do drugiego odwrotnie; wreszcie daje się co najmniej dwukrotna powłoka właściwą doborową farbą olejną. Nasylenie wyprawy — zamiast pokostem — wodą klejową nie jest wskazane, gdyż taka farba olejna łuszczy się; również farba przeznaczona do powłoki zewnątrz budynku nie powinna zawierać terpentyny.

Powłoka farbą olejną na wolnem powietrzu trwa 5 do 6 lat, ale traci połysk już po roku; najodpowiedniejszą porą do wykonania tej powłoki są czerwiec, lipiec i sierpień, chociaż zresztą i inne miesiące, o ile są suche i ciepłe, mogą do tego celu służyć.

β) Powłoka farbą olejną wyprawy cementowej z powodu niebezpieczeństwa wykwitów itp. wykonuje się dopiero w rok, a zwykle nawet w dwa lata po wyprawieniu; ale i wtedy jeszcze jest rzeczą wskazaną nasylenie w pierw wyprawy fluatami Kesslera albo rozcieńczonymi kwasami; ten ostatni zabieg jednak wymaga obmycia wyprawy potem. Gdyby mimo tych zabiegów wszystkich okazały się ślady wykwitów, to należy zabiegi powtarzać aż do skutku, poczem dopiero przeprowadza się powłokę farbą olejną w sposób pod α) wskazany.

#### 4. Powłoka maziowa.

a) Powłoka mazią drzewną składa się z mazi drzewnej, rozpuszczonej w terpentynie i nałożonej w gorącym stanie na powierzchnię murów, drzewa itp.

Za dodaniem do drugiej powłoki nieco wosku otrzymuje ona barwę do drzewa podobną i używa się w łazienkach, pralniach i parniach, gdzie chroni mury od wykwitów żrących.

b) Powłoka mazią węgla kamiennego wykonuje się często na gorąco z domieszką spirytusu lub terpentyny dla większej płynności na murze, drzewie i żelazie; w tym ostatnim wypadku trzeba domieszać około 3% wapna żrącego dla zubożenia kwasu karbolowego w mazi zawartego i niszczonego żelazo. Kreozot wchodzący w skład tej mazi chroni znakomicie drzewo od rychłego zniszczenia; najczęściej zresztą powleka się tą mazią dachy papą kryte.

c) Powłoka karbolinowa składa się z ciężkich olei kreozotowych, utrwała drzewo na wolnem powietrzu i utrudnia powstanie oraz rozwój grzyba; także używa się i do murów, które chroni od wilgoci. Powłokę wykonują w stanie ciekopłynnym na gorąco

pędzlem szczecinowym tak długo, aż przestanie wsiąkać; po wyschnięciu w 3 do 8 dni, eo poznać po braku woni, przychodzi druga a ewentualnie i trzecia powłoka. Barwę ma jasnobrunatną, matową, przezroczystą, w czasie wykonania trzeba pamiętać jednak, że karbolin jest łatwo zapalny, przeżera suknie i w zetknięciu z ciałem powoduje obrzmienie skóry.

d) Powłoka karbolinem Avenariusza kasztanowatobrunatna ma chronić drzewo od gnicia nad i pod ziemią, od grzyba, ściany osuszać, impregnować żagle, liny i sieci rybackie, działać desinfekeyjnie i niszczyć, względnie usuwać robactwo ze stajen końskich, bydłych i drobiowych.

## 5. Powłoka fluatami Kesslera.

L. Kessler, chemik francuski, stwierdził, że sole metaliczne kwasu fluorokrzemowodorowego, rozpuszczone w wodzie i użyte do powłoki miękkiego piaskowca, wapienia, wyrobów cementowych, gipsowych, terakotowych itp., nie tylko je chronią i utrwalają, lecz także w wysokim stopniu utwardniają i tem samem wzmagają ich wytrzymałość, oraz odporność na wpływy atmosfery, bez ujmy naturalnej barwy i złożenia kamienia. To samo tyczy się wypraw różnego rodzaju, a wyprawy cementowe pod wpływem tej powłoki otrzymują jednolitą barwę, nie dostają wykwitów i są obojętne wobec kwasów. Sole te zowią się fluatami Kesslera i w praktyce służą następujące ich odmiany.

1. Fluat magnezjowy jako roztwór 20 do 25% daje powłokę utwardniającą wyroby z kamienia i cementu.

2. Fluat „Avant“ jako 15% roztwór służy do pierwszej powłoki pod farby olejne i do powłoki kamieni, nie mających spoiwa wapnistego.

3. Fluat gliniasty jako 15 do 18% roztwór głównie do powlekania kamieni gliniastych.

4. Fluat cynkowy jako 35 do 40% roztwór nadaje się szczególnie do pierwszej powłoki pod farbę olejną i działa silnie.

5. Fluat „Raval“ służy do odczyszczania starych, zezerniałych na wolnem powietrzu kamieni.

6. Fluat gipsowy używa się do powłoki stwardniającej wyroby z gipsu.

7. Fluat argile daje powłokę stwardniającą wyroby z terakoty.

8. Fluat żelaza, fluat miedzi i fluat chromu, jako fluaty metalowe, służą do barwienia powierzchni kamieni.

Rozezyn fluatów nie truje i nie rozkłada się, ale nie należy go przechowywać w naczyniach żelaznych. Fluatować można także kamień nie zupełnie suchy; w każdym razie jednak należy dopiero po oczyszczeniu go z kurzu i brudu nakładać powłokę roztworem 15 do 20% zapomocą pędzla szczeciniowego aż do nasycenia, które zależnie od gęstości kamienia sięga rzadko głębiej, niż na 1 cm. Po wyschnięciu trwającym 2 do 3 dni powtarza się fluatowanie, jeżeliby się okazało dalsze wsiąkanie; najczęściej za drugim lub trzecim zachodem fluatowania wsiąkanie zupełnie ustaje. Kamień bardzo porowaty powleka się sproszkowanym kamieniem zarobionym 6% roztworem fluatu, poczem zaczyna się fluatowanie roztworem 6% następnie czem raz silniejszym i kończy 40procentowym.

Fluatomane powierzchnie nawet bardzo miękkich kamieni można szlifować i polerować, a zapomocą różnych metalowych fluatów farbnych można wapienie trwale barwić i utwardniać.

Wogóle zalecają poddawać fluatowaniu:

a) Ciosy, gzymsy, rzeźby, stopnie schodowe i bruki z miękkiego kamienia, wystawione na wpływy atmosfery lub silne zużycie.

β) Wszelkie wyprawy wystawione na wpływy atmosfery lub na działanie kwasów w wychodkach, kloakach itp., wreszcie na przesiąkanie wody w cysternach itd.

γ) Powierzchnie cementowe i betonowe, które muszą pozostać czyste lub być farbą olejną powlezione.

δ) Kamienie mrozem niszczone lub już zniszczone celem dalszej ochrony.

ε) Zezerniałe od starości kamienie, przeznaczone do odczyszczenia fluatem „Raval“ i do ochrony od dalszego zezernienia.

We wszystkich powyższych wypadkach jest rzeczą wskazaną przed przedsięwzięciem fluatowania w większym rozmiarze, przeprowadzić próby.

## 6. Powłoki różne.

a) Powłoka nieprzesiąkliwa mydłem i ałunem służy do muru i drzewa, których powierzchnia po osuszeniu i wykitowaniu nasyca się roztworem 0·34 kg mydła ordynarnego w 4·5 l wody, a po 24 godzinach roztworem 0·23 kg ałunu w 18 l wody; jeżeli powłoka ta cała okaże się mało gęsta, powtarza się ją.

b) Powłoka cementem portlandkim składa się z cementu zarobionego wodą z domieszką ewentualną miążkiego piasku ostrego na gęstą płynną masę i nadaje się szczególnie do żelaza i stali, przeznaczonych do osadzenia w mur; łączy się bardzo ściśle z ich powierzchnią i chroni bezwarunkowo od rdzy. Jedno- lub dwukrotna powłoka zastępuje dobrze farbę olejną minjową, używaną do trawers i zespolów żelaznych wmurowywanych.

## 7. Utrzymanie powłoki farbą olejną.

Powłokę farbą olejną wystawioną na wpływy atmosfery należy odnawiać co 3 do 5 lat, a fasadowe co 6 do 8 lat.

Odnowienie wymaga czystego oskrobania łatwo łuszczącej się starej powłoki, wraz z brudem i kurzem, a na żelazie także ze rdzą, i wykonania nowej farbą olejną bez gruntowania. Jeżeli zajdzie potrzeba zupełnego usunięcia starej powłoki, to smaruje się ją spirytusem, terpentyną lub tym podobnym palnym płynem i zapala się albo osmala się lampką do lutowania albo zresztą zwykłym ogniem, o ile to możliwe, a gdy powłoka okryje się pęcherzami, łatwo daje się już oskrobać.

Można też zamiast tego wszystkiego osmarować powłokę roztworem żrącym sody lub wapna albo terpentyną ogrzaną, poczem daje się łatwo zetrzeć ostremi szczotkami.

Także mieszanina sody z mydłem potasowym czyli smarowidłem przeżera skutecznie powłokę farbą olejną z jak najmniejszym zanieczyszczeniem powierzchni powleczonej.

## XIII. Klej.

### 1. Klej zwierzęcy.

#### a) Pogląd ogólny.

Ciała międzykomórkowe zwane kollagenami, będące u zwierząt kręgowych właściwą tkanką wiążącą w skórach, żyłach, ścięgnach, więzadłach, chrząstkach, kościach itp., przemieniają się w klej długotrwałem gotowaniem w wodzie.

W znaczeniu chemicznem odróżniamy klej kostny czyli glutynę i klej chrząstkowy czyli chondrynę.

Glutyna jest głównym składnikiem kleju w technice używanego i cechuje się zdolnością pęcznienia w wodzie, w której jednak nie

rozpuszcza się; ogrzana staje się ciekopłynną, a po ostygnięciu zmienia się w galaretę klejową.

Chondryna jest płynnym, opalizującym wytworem gotowania czystych chrząstek w wodzie i po ostygnięciu staje się żelatyną.

Klej zatem w znaczeniu technicznym jest wytworem, uzyskanym z poszczególnionych wyżej materiałów surowych pochodzenia zwierzęcego zapomocą różnych zabiegów konserwowania, rozpulchniania, gotowania i suszenia i składa się z glutyny albo z chondryny lub z obu tych ciał; zależnie zaś od rodzaju grupy surowców, z którego wytworzono, rozpadu na klej skórny i na klej kostny.

### b) Klej skórny.

Klej skórny uzyskuje się na ogół ze skór zwierzęcych, a mianowicie z garbarskich odpadków skórzanych zwykłych i białoskórniczych, z odpadków fabrykacji pergaminu, z różnych skór już używanych, z futrzanych skórek zajęczych, króliczych, psich, kocich, z nóg wołowych, ściągien, z głów cielęcych itp. Materiał ten moczy się przez 15 do 40 dni w dwuprocentowym mleku wapiennym raz lub dwa odnawianem, a czasem bieli się chlorkiem wapnia; następnie płóczy się najdokładniej w wodzie płynącej w bębnaach praczkarskich i szybko osusza. Tak przygotowany klej surowy, dający 25 do 50% kleju, gotuje się z wodą w kotłach otwartych z dnem podwójnym na otwartym ognisku przez 3 do 8 godzin albo też zapomocą pary wodnej w szczelnie zamkniętych kotłach i jako roztwór klejowy zbiera się na spodzie kotłów, zabezpieczonym od gorąca. Stąd dalej rurką z kurkiem splywa do kadzi, chronionych od oziębienia, gdzie poddaje się go czyszczeniu alunem itp., poczem odprowadza się go do naczyń drewnianych lub metalowych i gdy po 12 godzinach skrzepnie na galaretę, kraje się drutem stalowym lub mosiężnym w tabliczki, nawleka na nitki i suszy w ciepocie z początku 15 do 20° C, a później znacznie zwiększonej.

Niewyschniętą galaretę można także w handlu nabyć jako tak zwany klej beczkowy.

Klej skórny otrzymuje często domieszki barwiące, jak fosforan wapnia, biel barytową, biel cynkową itp. dla poszczególnych celów.

### c) Klej kostny.

Wyrób kleju z kości łączy się zawsze z fabrycznym wydobyciem z nich tłuszczu oraz z przemianą ich na nawóz rolny



(fosfat wapnia). Z kości zmielonych usuwa się przedewszystkiem tłuszcz: wygotowaniem albo działaniem pary prężnej, albo wreszcie ekstrakcją z pomocą siarczku węgla lub benzyny i to jest właśnie najzupełniejszym działaniem. Następnie w miarę potrzeby poddaje się kości stosownym zabiegom, a wreszcie celem uzyskania z nich czystej chrząstki usuwa się ich mineralne części zapomocą kwasu solnego w ciągu 48 do 72 godzin. Otrzymaną w ten sposób czystą chrząstkę przemienia się teraz w klej kostny takimi samymi zabiegami, jakie opisano wyżej w poprzednim poddziale b), w celu uzyskania kleju skórniego.

Z powodu małej zawartości fosforanu wapnia klej kostny ma barwę mlecznie białą, którą często uwydatnia się domieszką bieli barytowej, cynkowej itp. Zapomocą szczególnie starannych zabiegów można także z kości otrzymać żelatynę klejową zupełnie bezbarwną, bez woni i smaku, krajaną w cienkie przezroczyste tabliczki, które w wodzie gorącej mają się rozpuszczać zupełnie i czysto. Siła klejąca tego kleju jest jednak mała i z tego powodu używa się go do wyrobu sztucznych kwiatów, papieru szklanego, glazury papieru zbytkowego, kabzułek do przykrych lekarstw itp.

#### d) Własności i jakość kleju.

Klej wogóle używa się do sklejaniania drzewa, papieru, skóry itp.; oprócz tego służy do stwardniania odlewów gipsowych, do wyrobu form odlewowych rzeźbiarskich, do farb klejowych i do bardzo wielu innych celów. Ze względu na to wszystko powinien on wydawać pod uderzeniem czysty ton kłapiący, być bardzo twardy, bardzo wytrzymały na przelamanie, czysty, przezroczysty i bardzo jasny, co jednak może być tylko pozorną oznaką dobroci, gdyż jasne jak szkło kleje, tak zwane benzynowe, są dosyć lichy. W zimnej wodzie nie powinien się rozpuszczać tylko pęcznieć i wiele wody chłonać, a pozostała woda nie powinna suchnąć ani mącić się znacznie. Zwykły klej skórny topi się w 20 do 50° C zupełnie, lichszy zaś nawet w 60 do 100° C jest trudnotopliwy.

Próba wytrzymałości kleju na przelamanie według metody Weidenbuscha, polega na tem, że pałeczki gipsowe 92 mm długie, 4 mm grube kwadratowe, 1.7 g ważące, zanurza się na 5 minut w roztwór kleju i po osuszeniu kładzie się na poziomy pierścień żelazny w miejscu średnicy, zawiesza po środku ciężarki i stopniowo je zwiększa aż do złamania pałeczki. Tym sposobem stwierdzono,

że wytrzymałość kleju skórniego jest 1·5 razy większa niż kleju kostnego, że klej z głowy cielecej jest najwięcej, zaś klej kostny najmniej wytrzymały.

W handlu znajdują się następujące odmiany kleju mniej lub więcej różne co do swej jakości.

1. Klej stolarski jest klejem skórnym albo kostnym, albo mieszaniną obu tych rodzajów kleju.

2. Klej koloński jest najlepszym i najczystszy klejem skórnym, silnie klejącym, cenionym przez oprawiaczy książek oraz fabrykantów wyrobów skórnych i kartonowych.

3. Klej pozłotniczy jest najprzedniejszym klejem kolońskim w cienkich, jasnych, przezroczystych tabliczkach, bielony chlorem.

4. Klej patentowy jest czystym, ciemnobrunatnym klejem kostnym w bardzo grubych tabliczkach z żywym połyskiem; w wodzie silnie pęcznieje i służy jako masa naśladownicza do wyrobu guzików itd.

5. Klej czyszczący jest klejem kostnym w grubych, słabobarwnych tabliczkach i służy do czyszczenia wina i piwa.

6. Klej gumowy jest lepszym klejem kostnym, zaprawionym esencją cytrynową i cukrem.

7. Klej rosyjski jest klejem kolońskim albo klejem kostnym z domieszką bieli ołowiu, bieli cynku, bieli barytu, kredy itp., brudnobiały, brunatnobiały, nieprzezroczysty.

8. Klej apreturowy jest cennym, czystym wyrobem kleju skórniego, zbliżonym do żelatyny.

9. Klej pergaminowy jest jak poprzedni klejem skórnym, galaretowaty, we flaszkach, często z domieszką alunu.

10. Klej Giveta jest przezroczysty, czerwony, kruchy, w zimnej wodzie rozpuszczalny, słabo klejący i służy do farb klejowych i zapuszczania drzewa.

11. Klej flandryjski w cienkich, złotych tabliczkach, służy do wyrobu farb klejowych i do apretury.

12. Klej paryski czyli kapeluszniczy jest klejem złej jakości, ciemnobrunatny, nieprzezroczysty, cuchnący, ale dla wysokiej swej nasiąkliwości w kapelusznictwie lubiany.

13. Klej parowy jest rozezysem 38 części kleju w 100 częściach kwasu saletrzanego, trwale płynny i znany jako rosyjski jasny i ciemny klej parowy.

14. Klej płynny jest trwale płynnym roztworem 38 części kleju w 100 częściach kwasu octowego.

15. Klej glicerynowy jest roztworem kleju w glicerynie na ciepło; mała domieszka gliceryny do spęczniałego kleju czyni galaretę elastyczną w rodzaju kauczuku i na masę do hektografów przydatną.

16. Klej chromowy jest mieszaniną kleju z almem chromowym albo z dwuchromkiem potasu, albo z dwuchromkiem amonu; pierwsza z tych odmian zaraz po wyschnięciu, a obie następne po wyschnięciu i poddaniu działaniom światła, stają się w wodzie nierozpuszczalne. Klej ten służy do kitowania szkła, porcelany, żelaza; do apretowania i unieprześlakliwienia tkanin i do celów fotograficznych.

## 2. Klej roślinny.

Roztwór kauczuku w olejach we właściwym stosunku daje masę bardzo silnie klejącą, zwaną klejem marynarskim, którego odróżniamy dwie odmiany.

a) Klej marynarski stały jest roztworem 1 części kauczuku w 12 częściach terpentyny z domieszką po 10 do 12 dniach 2 do 3 części laki gumowej; po wymieszaniu tego wszystkiego na jednolitą masę gęstości śmietany odlewa się klej w płytki.

Klej ten jest wytrzymały na wpływy atmosferyczne i trwałe w wodzie; bezpośrednio przed użyciem ogrzewa się do  $120^{\circ} C$  i smaruje się pędzlem powierzchnie drzewa do sklejenia przeznaczone i dobrze osuszone, poczem się je łączy i silnie ścisła zaciskiem.

b) Klej marynarski płynny jest roztworem kauczuku w tłustym oleju i ma te same własności jak poprzedni.

## 3. Sklejanie.

Klej służy głównie do sklejenia drzewa, które w tym celu musi być dokładnie osuszone i posiadać powierzchnie stykowe jak najściślej wzajemnie przystosowane, a gdy drzewo twarde, to nadto i niegładkie. Klej zagotowuje się w tyglu ze stosowną ilością wody wśród ciągłego mieszania; ale nie należy go ani za długo gotować, ani za często odgrzewać, gdyż traci swą kleistość; następnie powleka się powierzchnie drzewa pędzlem, przyciska je wzajemnie do siebie stosownymi zaciskami i pozostawia w ciepłej izbie przez 3 do 6 godzin; klejenie zresztą należy przedsięwziąć

tylko w suchych izbach. Spoina klejowa musi być bardzo cienka i ledwie dostrzegalna, u drzewa twardego jednak, lub gdy powierzchnie stykowe są małe, nieco grubsza, w każdym razie sklejenie powinno być tak silne, by nawet pod znacznym naciskiem spoina nie oddzieliła się.

Domieszka pokostu na gorąco czyni klej wytrzymalszym na wilgoć.

## XIV. Kity. <sup>1</sup>

### a) Kity mineralne.

1. Kit do kamienia składa się z 20 części proszku węgla wapnia i 20 części wapna gaszonego, zarobionych na ciasto 1 częścią szkła wodnego zgęszczonego o ciężarze właściwym 1.25, będącego klejem płynnym do drzewa; albo z 75 części popiołu węgla kamiennego i 25 części wapna gaszonego, zarobionych temsamem szkłem wodnym na ciasto, które po 6 dniach tak twardnie, że się daje polerować.

2. Kit do osadzania śrub, sworzni, kotwi itp. w granicie lub piaskowcu, tworzy czysta stopiona siarka.

3. Kit do spajania piaskowca z wapniem składa się z siarki stopionej z domieszką proszku kamiennego.

4. Kit do terakoty jest ciastem z siarki stopionej z domieszką mączki ceglanej.

5. Kit do osadzania żelaza w kamieniu tworzy olów stopiony.

6. Kit do pieców żelaznych składa się z 1 części przesianego popiołu drzewnego i 1 części przesianej gliny, zarobionych wodą na ciasto z dodaniem soli.

7. Kit do kamieni, metali i drzewa i do wypełnienia spoin składa się z 1 części wapna sproszkowanego, świeżo palonego i z 3 części cementu, zarobionych 1 częścią roztworu świeżej kazeiny, czyli sernika w gorącej wodzie na ciasto ciągliwe.

8. Kit do kamienia piaskowego składa się z 4 części proszku wapna świeżo palonego, z 1 części krzemienia lub piasku kwarcowego i z 6 do 8 części mleka ściętego, świeżo wyciśniętego, wymieszanych razem w gęstą płynną masę; przeznaczone do kitowania powierzchnie należy wpierw zwilżyć.

<sup>1</sup> Zawarte w tym rozdziale cyfry stosunkowe mierzczony odnoszą się do wagi. — Według Karmarscha i R. Wagnera.

9. Kit do osadzania żelaza, w kamieniu sporządza się z 4 części wapna sproszkowanego j. w., z 4 części mączki ceglanej i z 1 części opilek żelaza, zarobionych wodą na gęstą, płynną masę; albo z 1 części wapna hydraulicznego, z 2 części mączki ceglanej i 0.5 części opilek żelaznych zarobionych wodą; albo wreszcie z 2 części zaprawy gipsowej z 1 częścią opilek żelaznych.

### b) Kity olejne.

10. Kit szklarski: a) do okien drewnianych składa się z 3 części kredy pławionej, z 3 części bieli ołowiu i  $\frac{1}{3}$  części gładzi ołowiu srebrnej czyli złotej, zarobionych na ciasto 5 częściami pokostu oleju lnianego; b) do okien żelaznych składa się tylko z kredy pławionej i minji, zarobionych pokostem lnianym na ciasto, odznaczające się silnem przyleganiem do żelaza i szkła. Kit szklarski zarobiony olejem lnianym — zamiast pokostem — twardnie bardzo zwolna, ale stwardniały okazuje moc bardzo wielką.

11. Kit nie przesiąkliwy do łączenia kamieni i cegieł zbiorników wodnych, teras itp., składa się z 10 części gładzi ołowiu, z 90 części kredy czyszczonej lub z tyleż części wapna na proch ugaszonego, zarobionych pokostem lnianym.

12. Kit nie przesiąkliwy pod uderzeniami wody składa się z 21 części hydratu wapiennego, z 9 części przesianej mączki ceglanej, z 5 części szkła sproszkowanego, razem 6 częściami oleju lnianego, zarobionych i zagotowanych na płynną gęstawą masę, rozcieraną na kamieniu przez cały dzień z domieszką 2 części oleju lnianego. Kit ten twardnie po 2 do 3 dniach.

13. Kit do spoin ciosowych składa się z 22 części rozpadłego wapna, z 10 części mączki ceglanej, z 1 części szkła sproszkowanego, zarobionych 8 częściami oleju lnianego; albo z 20 części rozpadłego wapna, z 10 części mączki ceglanej, z 1 części szkła sproszkowanego i z 2 części omłocin żelaznych, zarobionych 8 częściami oleju lnianego.

Uwaga. Przed kitowaniem należy spoiny wysmarować oliwą a kit łopatką w nie wkładać i wciskać.

14. Kit do spoin ciosów pod wodą sporządza się z 3 części miątkiej gliny, z 2 części przesianego popiołu, z 1 części miątkiego piasku, zarobionych 3 częściami oleju lnianego.

15. Kit do rur żelaznych lanych składa się z 6 części wapna palonego sproszkowanego, z 6 części cementu, z 6 gliny garnarskiej i z 6 ilu, zarobionych 4 częściami oleju lnianego.

16. Kit do rur parowych żelaznych kutych itp. składa się z 2 części gładzi ołowiu, z 1 rozpadłego wapna i z 1 piasku, zarobionych 1 częścią gorącego pokostu lnianego.

17. Kit, wytrzymały na gorąco i wilgoć, z wyjątkiem bezpośredniego działania ognia, stosowny do rur gazowych i parowych, składa się z 2 części minjum, z 5 części bieli ołowiu, z 4 glinki porcelanowej, mialko utartej, zarobionych taką ilością pokostu lnianego, by cała masa osiągnęła gęstą zbitość.

18. Kit do drzewa: 3 części wodanu wapnia i 2 części mąki żytniej, zarobione 2 częściami pokostu lnianego; albo 3 części mączki ceglanej i 3 części gładzi ołowiu mielonej, zarobione 3 częściami oleju lnianego na ciasto. Przed użyciem tych kitów trzeba zmoczyć odnośne miejsca drzewa olejem lnianym.

19. Kit do spoin kamiennych: 8 części gładzi ołowiu, 3 części mączki ceglanej, 1 część proszku kwarcowego i 1 część szkła sproszkowanego, zarobione stosowną ilością oleju lnianego na gęstą masę.

20. Kit do spoin kamiennych zewnętrznych: 1 część suchej mączki ceglanej i 1 część mialko sproszkowanej gładzi ołowiu, zarobione 1 częścią oleju lnianego.

21. Kit do murów we wodzie: 2 części proszku świeżo palonego wapna, 1 część mączki ceglanej, 0·2 części proszku omłocin i  $\frac{1}{6}$  część proszku tlenku manganu, zarobione pokostem lnianym na gęste ciasto.

### c) Kity żywiczne.

22. Kit czyli klej marynarski do spoin, rys i szczelin drzewa: 1 część kauczuku i 12 części mazi węgla kamiennego, zarobione 2 częściami gorącego asfaltu lub laki gumowej wśród ciągłego mieszania aż do stężenia na ciasto. Za dodaniem więcej części płynnych, cała masa staje się płynną i używa się do polewania drzewa, metali, płótna i lin.

23. Kit do spoin piaskowca: 1 część smoły, 0·5 części kalafonji, 0·5 sproszkowanej gładzi ołowiu i 0·2 części mączki ceglanej, zarobione na słabym ogniu.

24. Kit do kamieni: 8 części smoły lub kalafonji, 1 część wosku i nieco gipsu, zarobione i użyte w stanie gorącym; albo 1 część kalafonji, 0·25 części siarki, 0·7 części terpentyny i 1 część proszku wapienia, zarobione i użyte na gorąco.

25. Kit do murów pod wodą: 49 części kalafonji, 6 części wosku, 2 części szelaku i 2 części mastyksu stopione na wolnym

ogniu, a następnie zarobione na rzadkie ciasto z 6 częściami terpentyny, 16 częściami mączki ceglanej i 3 siarki.

Kit ten wlany do spoin muru natychmiast twardnieje.

26. Kit do kamieni pod wodą: podczas wolnego gotowania 4 części mazi, dodaje się stopniowo 6 części mączki ceglanej aż do nasyżenia mazi.

27. Kit tapicerski wytrzymały na wilgoć, jest mieszaniną złożoną w równych częściach z roztworu gumy arabskiej, terpentyny i gipsu.

#### d) Kity różne.

28. Kit do rur wodnych, parowych itp.: 2 części salmiaku, 1 część kwiatu siarkowego i 60 części opilek żelaznych, zarobione wodą, zmieszana  $\frac{1}{6}$  częścią octu lub rozcieńczonego kwasu siarkowego; albo 3 części salmiaku, 35 części opilek żelaznych wierconych i 1 część kwiatu siarkowego, zarobione wodą na gęstą masę.

29. Kit do odlewów gipsowych, kamieni, szkła, porcelany itp. składa się z 4 części gipsu alabastrowego i z 1 części gumy arabskiej, zarobionych zimnym roztworem boraksu na gęste ciasto.

30. Kit do drzewa, papy, kamienia, szkła i metalu: 3 części świeżo gaszonego wapna i 2 części proszku kwarcowego lub kamiennego, roztarte, wymieszane starannie i zarobione 3 częściami sernika czyli kazeiny na ciasto.

31. Kit do drzewa na słotę wytrzymały, składa się z 6 części wapna żrącego i 4 części mąki żytniej, zarobionych 4 częściami pokostu lnianego na ciasto.

32. Kit wytrzymały na żar żelaza: 4 części opilek żelaznych, 2 części gliny i 1 część masy porcelanowej kapslowej, szamotki lub potłuczonych czerepów z heskich tygielków, zarobione nasyconym rozezyinem soli kuchennej na masę średnio-gęstą zapomocą wstrząsania.

33. Kit ogniotrwały do spoin żelaza: 5 części opilek żelaznych i 1 część ogniotrwałej glinki, zarobione octem. Miejsca do kitowania przeznaczone trzeba zmoczyć octem.

34. Kit do spoin pieca żelaznego: miałko przesiany popiół drzewny, zmieszany z równą ilością gliny tłuczonej i przesianej i z odrobiną soli, zarobiony wodą na masę gęstości ciasta.

35. Kit do spajania metali z drzewem lub kamieniem: 4 części czyszczonej mączki ceglanej lub kredy, zarobione 4 częściami czarnej smoły z 1 częścią wosku razem stopionemi.

36. Kit do spoin kamiennych: 75 części proszku węgla kamiennego i 25 części gaszonego wapna zarobione 1 częścią szkła wodnego z dobrem wymieszaniem.

37. Do silnego osadzenia metalowych części w murze lub w kamieniu używa się gipsu, który tężejąc zwiększa swą objętość i tym sposobem wywiera wielkie ciśnienie na ściany otworu osadzenia. Pamiętać wszakże należy, że gips w zetknięciu z żelazem niszczy je, tworząc witrjol żelaza.

38. Kit do żelaza: 6 części gliny i 1 część opilek żelaza, zarobione olejem lnianym; albo 40 części opilek żelaza, 1 część salmiaku i 0.5 części siarki, zarobione wodą; albo 98 części opilek żelaza, 1 część salmiaku i 1 część siarki, zarobione gorącą wodą; albo 1 część glinki białej, 1 część bieli ołowiu i 1 część kamienia brunatnego, wszystko sproszkowane i zarobione olejem lnianym.

## XV. Ciała wybuchowe.

### 1. Pogląd ogólny.

Materiały wybuchowe posiadają zdolność wśród pewnych warunków wywiązania w małej przestrzeni i nadzwyczaj krótkim czasie bardzo wielkiej ilości gorąca i prężności gazów, których nadmiernem ciśnieniem na otaczający ośrodek, są w stanie wykonać bardzo wielką pracę. Tak np. zdolność do wykonania takiej pracy mechanicznej ciała wybuchowego, wyrzucającego kulę z wylotu karabinu najnowszego systemu, wynosi około 400 kilogrammetrów, gdzie 1 kilogrammetr jest pracą, potrzebną do podniesienia 1 *kg* na 1 *m* wysoko. Wystrzał największych armat wykonuje pracę idącą w miliony kilogrammetrów.

Wartość ciał wybuchowych zawisła od czasu trwania ich wybuchu i stosownie do tego odróżniamy ciała szybko wybuchające i powolnie wybuchające.

Ciała te zresztą dzielą się na bezpośrednio i pośrednio wybuchające.

Innym podziałem ciał wybuchowych jest podział ze względu na sposób ich mieszania, a więc: *a*) mieszaniny mechaniczne, t. j. proch strzelniczy, *b*) mieszaniny chemiczne, na przykład nitroglieceryna, dynamit itd.



## 2. Ciała bezpośrednio wybuchające.

Ciała bezpośrednio wybuchające są takie, których wybuch daje się wywołać pewnem bezpośredniem działaniem, np. zapaleniem, uderzeniem itp.; można jednak także przyprowadzić je do wybuchu zapomocą przyboru pośredniczącego.

Tu należy proch strzelniczy, będący mechaniczną mieszaniną saletry, siarki i węgla roślinnego w pewnym zasadniczym stosunku ciężarowym, oraz wszelkie jego odmiany.

Szczególnie silnie i szybko wybuchający (brisant) proch powstaje z mieszaniny 76 : 9 : 15.

Wszelkie części składowe prochu muszą być jak najstaranniej oczyszczone.

W nowszych czasach wytwarzają patроны walkowe ze stałej sprasowanej masy prochowej z pustym wewnątrz przewodem do założenia żagwi.

Liczne odmiany prochu polegają na częściowej zmianie domieszek i ich stosunku wzajemnego.

## 3. Ciała pośrednio wybuchające.

Ciała pośrednio wybuchające są takie, które do swego wybuchu wymagają bezwarunkowo pewnego przyboru pośredniczącego.

Do tej grupy należą następujące niżej poszczególnione ciała wybuchowe.

a) Bawełna strzelnicza, uzyskiwana z odpadków bawełnianych przednich, starannie odczyszczonych i osuszonych, które zanurza się w ciągle chłodzoną kąpiel z 1 części kwasu saletrzanego i 3 części kwasu siarkowego. Po ukończeniu tej nitracji, starannem oplókanu i uwolnieniu od kwasów oddaje się bawełnę do użytku zmierzwioną lub sprasowaną w patроны zupełnie w taki sam sposób, jak patроны prochowe.

b) Bawełna kolodjowa, wytwarzana tak samo, jak poprzednia, ale pod działaniem kwasu saletrzanego mniej skoncentrowanego, wchodzi w skład żelatyny wybuchowej i dynamitów żelatynowych.

c) Nitrogliceryna jest wytworem gliceryny, poddanej działaniu kwasu saletrzanego; bezpieczeństwo jednak wymaga, aby oba te ciała były doskonale odczyszczone od obcych domieszek. Dawniej używano nitroglicerynę we fiaskach blaszanych, co jednak było wielce niebezpieczne.

d) Dynamit wytworzył Nobel zapomocą domieszki zwietrzalej krzemionki czyli okrzemki do nitrogliceryny.

Później zamiast okrzemki zastosowano zwietrzały wapień z jaskiń stalaktytowych, ze starych koryt potoków itp. i wytworzono biały dynamit. Dziś zaprzestano już prawie dodawania okrzemki, a natomiast używają stosownych porowatych ciał organicznych: celulozę, mączkę drzewa spruchniałego itp., oraz ciał mineralnych: węglan wapnia, saletrę sodową, saletrę barytową, węglan sodu, sól kuchenną, węglan magnezji, siarkę itp.

Dynamit prasuje się w wałkowane patrony, zawinięte w papier pergaminowy lub parafinowy. Gotowe patrony wybuchowe są 10 cm, a patrony wystrzałkowe 2.5 cm długie w łącznej wadze 2.5 kg i opakowane w pudełku z tektury, owiniętem papierem nieprześlakliwym i owiązanem, albo też na brzegach zalepionem i w roztopionej parafinie maczanem. Dziesięć takich pudełek w łącznej wadze 25 kg tworzy jedną skrzynkę (w Anglii 50 lbs).

e) Żelatyna wybuchowa jest roztworem bawelny kolodjowej w nitroglicerynie. Już pół procentu tej bawelny wystarcza do przemiany nitrogliceryny w galeretową masę, a 8% czynią z niej stałe ciało żylaste, rogowe, dające się nożem krajać i ugniatać; jest to właśnie żelatyna wybuchowa. Krzemionka zwietrzała jest w stanie wessać tylko co najwyżej 80% nitrogliceryny bez niebezpieczeństwa, a i to może ją jeszcze wydzielić, podczas gdy żelatyna ma jej 92% stałe związanej.

f) Dynamit żelatynowy powstaje za dodaniem do nitrogliceryny prócz bawelny kolodjowej także i innych jeszcze domieszek sproszkowanych, jak saletry, mączki drzewnej i sody. I tak dynamit żelatynowy Nr. 1 ma 65% żelatyny i 35% domieszki sproszkowanej, a dynamit żelatynowy Nr. 2 45% żelatyny i 55% domieszki sproszkowanej.

Z żelatyny i dynamitu żelatynowego wytwarzają również wałkowane patrony. Kamfora dodana do żelatyny wybuchowej czyni ją nieczułą na gwałtowne uderzenia i szturknięcia nawet od kuli karabinowej, i potrzeba osobnych patronów do spowodowania jej wybuchu.

Dynamity zawierające mniejsze ilości nitrogliceryny objawiają słabsze działanie, są jednak w wielu wypadkach pożyteczne, np. gdy chodzi o uzyskanie z rozsądzenia wielkich brył.

g) Ekrazyt jest ciałem wybuchowem używanem w b. armji austriackiej; skład jego jednak jest trzymany w tajemnicy.

Oprócz wyżej poszczególnionych są jeszcze rozliczne inne ciała wybuchowe stałe i płynne, które wszakże nie mają praktycznego zastosowania.

Do badania własności ciał wybuchowych, jakoteż wyznaczenia ich względnej siły wybuchowej istnieją rozmaite sposoby i przyrządy.

W kopalniach, w których się wydobywają gazy wybuchowe i tworzy się pył węglany, nie wolno używać prochu strzelniczego, tylko umyślnie do tego celu ubezpieczonych ciał wybuchowych, od których ani gazy, ani pył nie eksplodują.

#### 4. Własności ciał wybuchowych.

Proch zapalony w zatkanym otworze minowym pali się tak długo, depókad gazy wytworzone i gorąco nie spowodują eksplozji; dynamit zapalony w takich samych warunkach spala się doszczętnie bez wybuchu. Każde ciało wybuchowe uderzone silnie młotem żelaznym na kowadło eksploduje; dynamit wybucha pod uderzeniem 0.75 Kgm, proch pod 7.75 Kgm, ale gdy proch cały eksploduje, to dynamit tylko w części uderzonej. Jeżeli dynamit eksploduje na patronie bawełny strzelniczej, to patron ten spali się tylko; na odwrót zaś patron bawełny strzelniczej doprowadzony do wybuchu, powoduje z pewnością eksplozję dynamitu. Produkta nitrowe dają się ogrzać na 180 do 184°, a proch na 270 do 320° C; powyżej zaś tej granicy już wybuchają.

Uderzenie żelazem o żelazo powoduje eksplozję każdego ciała wybuchowego, innym metalem o metal trudniej; kamieniem o kamień bardzo rzadko, a drzewem o drzewo nie powoduje weale eksplozji. Nieraz spadały skrzynie dynamitem napelnione z wysokości przeszło 100 m, a dynamit nie eksplodował, tylko się zmienił w masę gęsto-płynną; zdarzyło się wszakże przed kilku laty w Nowym Yorku, że podczas zsuwania skrzynek z dynamitem po równi pochyłej w porcie, nastąpiła straszliwa eksplozja około 20.000 kg dynamitu, która spowodowała w około niesłychane zniszczenie.

Gdy patrony dynamitowe okazują się mocno tłuste, to znak, że zawarta w nich stała domieszka ssąca (krzemionka itp.) jest zła i nitrogliceryną przesycona; w takim razie posypuje się je trociami i spala ostrożnie. Czasem znowu są patrony dynamitowe za suche i wybuchają tylko częściowo, a zdarza się także, że patrony z dynamitu żelatynowego twardnieją i nie eksplodują pod działaniem zwykłych wystrzałek.

Żelatyna wybuchowa utrzymuje się w wodzie dobrze; dynamit równie dobrze, ale tylko przez godzinę, poczem woda wypęcza z niego nitroglicerynę.

Nitrogliceryna marznie w temperaturze  $+ 12.3^{\circ} C$  tworząc białe kryształy, zmienia swe istotne znamiona, swój zwykły ciężar właściwy 1.599, zwiększa na 1.735 i zmniejsza swą objętość o  $\frac{1}{12}$  części; płynna eksploduje pod siłą uderzenia 0.78 Kgm, a zamarznięta pod 2.13 Kgm.

W dynamicie zamarza dopiero w temperaturze  $8^{\circ} C$  i wtedy eksploduje za łada silniejszym naciskiem. Dla tego też zamarznięte patроны dynamitowe należy przed użyciem do naboju ogrzać nieco, trzymając je przez kilka minut w kieszeni lub w razie większej ilości w stosownym przyrządzie ogrzewawczym.

Dynamit żelatynowy marznie dopiero w temperaturze niżej  $4^{\circ} C$  i przybiera barwę mleczną.

Częsta styczność z nitrogliceryną i dynamitem wywołuje u niektórych osób silny ból głowy, zwłaszcza gdy powalaniami palcami dotykają nosa lub języka. Picie czarnej zimnej kawy, zimne okłady karku i czola, a także kwaśna morfina uśmierza ból.

W wałku z prochu 20 mm średnicy eksplozja postępuje z chyżością 2.5 m w sekundzie, w wałku z dynamitu w tym samym czasie z chyżością większą niż 5000 m; gorąco zaś w czasie wybuchu prochu wynosi  $1950^{\circ} C$ , nitrogliceryny  $3050^{\circ} C$ .

Jeden kilogram prochu czarnej, ujęty w sześciu jednego  $dm^3$  może wytworzyć pracy użytkowej w 0.01 sekundzie ponad 200.000 Kgm, a 1 kg dynamitu w przeciągu 0.00002 sekundy około milion kilogrammetrów.

Ciała wybuchowe zawierające wilgoci 5% tracą co najmniej czwartą część swej siły wybuchowej, a z wilgocią 15 do 20% nie wybuchają już weale, z wyjątkiem bawełny strzelniczej, która nawet w tym razie eksploduje za dodaniem suchego patronu.

## 5. Podpałki.

Do spowodowania wystrzału naboju ciał wybuchowych służą różne podpałki. Jeżeli nabój składa się z ciał bezpośrednio wybuchających, wystarcza sama tylko żagiew; jeżeli zaś z ciał pośrednio wybuchających, to prócz żagwi potrzeba nadto jeszcze wystrzałki w naboju osadzonej i z żagwią połączonej.

a) Żagiew używa się w następujących odmianach.

α) Żagiew słomkowa; jestto źdźbło słomy, wypełnione mialkim prochem strzelniczym i używa się dziś jeszcze do nabojów prochowych.

β) Żagiew trzeiniowa jest przekrojoną wzdłuż na połowę trzeinią, powleczoneą rozczynem prochu strzelniczego z wodą.

γ) Żagiew raketowa jest całą trzeinią w ten sam sposób powleczoneą.

δ) Żagiew stopinowa czyli stopina jest sznurkiem wełnianym, nasyconym prochowym rozczynem.

Do podpalania wszystkich tych rodzajów żagwi pod α) do δ) używa się knota wełnianego po zanurzeniu w roztopionej siarce, przyklepionego do żagwi zapomocą ogrzania lampką.

ε) Żagiew Biekforda czyli żagiew bezpieczeństwa jest rurką fabrycznie z nitek jutowych podwójnie lub potrójnie utkaną, wypełnioną mialkim prochem, zaopatrzoną zewnątrz powłoką maziową, kredową lub kauczukową, na kawałki 8 do 10 m długie pociętą i w pierścienie zwiniętą. Bywa bardzo często fałszowana, zczem trzeba uważać na firmę, od której pochodzi. Dobra żagiew bezpieczeństwa, spalana na próbę w długości 2 m, nie powinna trzaskać, ani sypać iskier, ani tlić; palenie się jednego jej metra powinno trwać 90 do 100 sekund, a spalanie się równych jej kawałków powinno odbywać się w równych mniej więcej odstępach czasu.

b) Wystrzałka w połączeniu z żagwią jest konieczna do spowodowania wystrzału naboju, złożonego z ciał pośrednio wybuchających; jestto krótka rurka z cienkiej blachy miedzianej, częściowo wypełniona zapalną masą rtęciową wybuchową<sup>1</sup> z domieszką zazwyczaj chloranu potasu. Całe to wypełnienie waży 2 g, jest bardzo czule na ogień, uderzenie itp., eksploduje niezmiernie szybko i powoduje w nieskończenie krótkim czasie silne uderzenie, potrzebne właśnie do spowodowania wystrzału naboju; zresztą już ta ilość nawet masy rtęciowej, zawarta w wystrzałce wystareza, by pozbawić ręki nieostrożnego.

c) Wystrzałka elektryczna jest zwykłą wystrzałką wyżej pod b) opisaną — zamiast żagwi — prądem elektrycznym zapalaną; w tym celu posiada ona drut mosiężny stosownie zgjęty i osadzony tak w jej masie rtęciowej, że oba jego końce na zewnątrz wystają i służą do połączenia z prądem baterji elektrycznej.

<sup>1</sup> Masa rtęciowa wybuchowa wytwarza się działaniem kwasu saletrzanego na rtęć i jest jednym z najgwałtowniej wybuchających ciał.

Do zapalania naboju z prochu strzelniczego wystrzałka elektryczna jest zapełniona tylko mieszaniną podpalkową bez masy rtęciowej wybuchowej.

## 6. Robota rozsadzania.

### a) Pogląd ogólny.

Do ręcznego wylamywania kamienia z odkrytej skały używają 1 do 2 m długich drągów żelaznych lub drewnianych mocno okutych, dziobaków, dwójdziobów czyli kilofów, dżaganów i klinów żelaznych, z wyzyskaniem do tego celu: istniejących w skale szczelin, pęknięć, rys oddzielenych, spoin międzywarstwowych itp.

Rozsadzanie prowadzi o wiele skuteczniej i rychlej do celu, ale nadaje się jedynie w silnym, szczelnym i zbitym pokładzie kamiennym, gdyż w szczelinistym i pełnym rys mina powymuchuje tylko szczeliny i rysy bez właściwego zresztą skutku.

Do przeprowadzenia rozsadzania zapomocą naboju zwykłej wielkości wierci się w skale otwory czyli wywierty.<sup>1</sup> Jeżeli jednak zachodzi potrzeba przedsięwzięcia rozsadzania zapomocą wielkiego naboju, zawierającego bardzo znaczną ilość ciał wybuchowych, to w skale wykuwa się stosownie duży otwór albo zakłada cały system wywiertów ze zwykłymi nabojami; a rozsadzanie w takich rozmiarach założone i przygotowane stanowi minę.

### b) Wykonanie wywiertów.

Powierzchnia skały na wywiert przeznaczona wyrównuje się kołcem, poczem po ustaleniu kierunku wywiertu następuje wiercenie ręczne lub zapomocą maszyn wiertniczych.

1. Wiercenie ręczne wykonuje się najczęściej świdrem dłutowym, który się pobija, gdy jest 0.5 do 1 m długi, albo którym się uderza, gdy jest 1 do 3 m długi. Świdry z ostrzem krzyżowym lub gwieździstym używają się tylko do miękkich kamieni. Pobijania dokonują małym młotkiem piętukiem 2 do 4 kg wazącym ze styliskiem 25 do 30 cm długim, albo młotem co najmniej 5 kg wagi ze styliskiem 75 cm długim; młoty są ze stali lanej, a styliska dębowe lub akacjowe.

Najmniejszy świder do wywiertów nabijanych prochem ma ostrze 26 do 30 mm, a dynamitem 19 do 23 mm szerokie; głębokość w tym razie wynosi 1 m. Wywierty głębsze rozpoczynają świdrem do

<sup>1</sup> Nowoutworzony przezemnie wyraz „wywiert“ odpowiada zupełnie składni naszego języka i określa ściśle znaczenie przedmiotu. — Dopisek autora.

50 mm szerokim, ale następnie od głębokości ponad 1 m zastoso-  
wują świdry węższe; wszakże w każdym razie wywiert musi wy-  
paść zawsze o kilka milimetrów szerszy, niż ostrze świdra.

Zazwyczaj używa się w kopalniach jednego robotnika do wier-  
cenia, a w kamieniołomach i robotach ziemnych kolejowych dwu  
lub trzech; w pierwszym wypadku jeden prowadzi i pobija świder,  
w drugim zaś jeden prowadzi świder, a drugi i trzeci pobija. Po  
każdym uderzeniu świder obraca się tak, aby nie zaciął się i two-  
rzył wywiert okrągłym. Świder tak zwany dębak obsługuje dwu  
ludzi, którzy go podnoszą i opuszczają uderzając nim z równo-  
czesnem obroceniem. Miał z wywiertu należy ile możności często  
usuwać z pomocą świdra śrubowego i łyżki. Gdzie tylko można,  
wierci się na mokro, co ułatwia robotę i wypróżnianie, utrzymuje  
świder w chłodzie i nie zaprasza powietrza; gdy jednak ciało wy-  
buchowe, jak proch itp., nie znosi wilgoci, wierci się przynajmniej na  
początku mokro, a dopiero w części na nabój przeznaczonej na sucho.

Jeżeli skała ma rysy i szczeliny przepuszczające wodę, trzeba  
wylepić wywiert gliną, a gdy i to nie pomoże, użyć patronów,  
zabezpieczonych od wilgoci.

2. Wiercenie z pomocą maszyn odbywa się bardzo szybko  
i sprawnie (1 m wywiertu w ciągu 24 do 58 minut), ale opłacają  
się dopiero w robotach wiertniczych na wielką skalę prowadzonych.

Maszyny wiertnicze są bardzo różnorodne i rozmaite i wykonują  
swą pracę świdrowaniem albo dębaniem, poruszane w obu razach  
siłą ręczną lub siłą pary, zgęszczonego powietrza albo elektryczności.

### c) Zakładanie wywiertów.

Osiągnięcie dobrego skutku rozsadzania zależy głównie od za-  
łożenia wywiertów w stosownem miejscu i we właściwy sposób  
prawidłowy.

Gdy skała ma jedną tylko ścianę wolną, to skuteczny wywiert  
trzeba wykonać jedynie pod kątem ukośnym do tej ściany, a wy-  
buch osadzonego w nim naboju objawi się tem silniej w kierunku  
ściany, czem prostopadła do kierunku wywiertu z dna jego wy-  
prowadzona aż do przecięcia się ze ścianą, będzie krótsza. Prosto-  
padła ta zowie się zaporą i wzrasta z kątem, jaki tworzy wy-  
wiert ze ścianą. Gdy kąt wywiertu względem ściany dosięgnie 45°  
to długość zapory stanie się równą długości wywiertu i objętość  
odrzutu wybuchem wywołanego będzie największą; odtąd jednak  
dalszemu zwiększaniu kąta odpowiada zmniejszenie objętości odrzutu.

Wywiert założony w skale o jednej pełnej ścianie, tworzy minę początkową, i wobec powyższego na doświadczeniu opartego wyvodu, nie powinien zawierać z tą ścianą kąta większego, niż  $45^\circ$ . Gdy jednak w takiej skale panuje wysoka odporność, zaczem mina początkowa musi mieć bardzo wielki nabój i głębszy wywiert, a kąt jego nachylenia musi być o tyle mniejszy od  $45^\circ$ , o ile kamień jest twardszy; nie powinien wszakże zejść niżej  $30^\circ$ .

Jeżeli skała ma kilka ścian, z których jedna jest pionowa, a ściany zamierzonej do wylamania bryły mają być także pionowe, to wywiert wykonuje się pionowy, wskutek czego działanie ładunku objawi się także w kierunku pionowym. W skale ze ścianą podciętą od spodu zakłada się wywiert pionowy w długości wynoszącej  $\frac{3}{4}$  wysokości ściany podciętej.

Wywiert wogóle nie powinien być zbyt głęboki, gdyż wybuch pewnej najgłębszej jego części następuje dopiero później, co jest z niebezpieczeństwem połączone.

#### d) Nabijanie wywiertów.

Przed rozpoczęciem nabijania należy przedewszystkiem usunąć wilgoć z wnętrza wywiertu. Prochu ani też odmian jego nie należy nigdy wsypywać w wywiert z powodu niebezpieczeństwa; należy więc sporządzić patrony papierowe z prochu i w tej postaci dopiero w wywiert osadzić; żagiew musi już tkwić w naboju i łączyć się z nim silnie i szczelnie. To samo tyczy się prochu sprasowanego.

Patrony prochu, dynamitu, ekrazytu lub tym podobnego ciała wybuchowego wkłada się w spodnią część wywiertu i każdy z osobna przyciska się ładownicą tak, aby się rozgniół i zapelniał całą szerokość wywiertu. Ładownica nie powinna być metalowa, tylko drewniana i to zazwyczaj osikowa lub akacyjowa, aby nie mogła wykrzesać iskry o kamień. Nabijanie z pomocą iglicy metalowej jest zawsze niebezpieczne, ale gdzie jest konieczne, to używa się iglicy miedzianej lub z brązu. Na sam wierzeh naboju nasadza się patron wystrzałkowy, w którym osadza się wystrzałkę; przygryzanie jej jednak zębami celem połączenia z żagwią było już nieraz powodem nieszczęśliwych wypadków.

Na nabój w ten sposób osadzony daje się przybitka, która powinna być jednostajnie ubita i nie zawierać kwarcu ani twardych kamieni, mogących wywołać iskrę, lub żagiew uszkodzić. If wilgotny, ubity warstwowo pó poprzedniem założeniu korka papierowego na nabój jest najlepszą przybitką. Jeżeli zapalenie ma być



elektryczne, to przybitka nie powinna zawierać żadnego metalu, a izolacja przewodów elektrycznych musi być w należyłym stanie.

### e) Wykonanie i zakładanie min.

1. Wykonanie min polega na wykuciu w skale stosownie dużych otworów na pomieszczenie ogromnych nabołów minowych celem rozsądzenia bardzo znacznych objętości. Zależnie od postaci i układu poszczególnych części przestrzeni otworu minowego odróżniamy następujące miny.

a) Mina baniasta czyli komorowa wytwarza się w ten sposób, że na podłużnej osi miny zamierzonej wykonuje się zwykły, stosownie długi wywiert, zakłada na dnie słaby nabój i wywołuje nim wyrwę baniastą, którą następnie powiększa się następnymi nabojami do pożądaney wielkości. W ten sposób np. wywiert 3 m długi nabija się dwa do trzy razy żelatyną i uzyskuje się komorę 2·5 m długą o średnicy około 30 cm; założywszy następnie obok tej komory z obu stron dalsze tak samo długie równoległe wywierty, uzyskuje się teraz łatwo po nabiciu ich i wystrzeleniu dowolne powiększenie komory.

Jeżeli skała daje się nagryzać kwasem solnym, jak np. wapień, dolomit itp., to po wprowadzeniu kwasu rurką miedzianą na dno wywiertu powstaje po pewnym czasie również komora baniasta; są to tak zwane miny trawione. Jeden litr kwasu solnego wyżera w ciągu 48 minut otwór 0·053 m<sup>3</sup> pojemności, a stąd na 1 m<sup>3</sup> przestrzeni komory potrzeba około 19 litrów kwasu, który zresztą daje się użyć kilkakrotnie.

b) Mina olbrzymia wykonuje się zapomocą sztolni 0·8 m szerokiej, 1·2 m wysokiej wewnątrz skały o kierunku łamanym pod prostym kątem raz w połowie długości, albo też więcej razy celem zapobieżenia wysadzeniu gazów; po dojściu do zamierzonej odległości zakłada się w podszewie sztolni szyb około 3 m głęboki, od którego odgałęzia się komora we właściwym kierunku i rozmiarze.

2. Zakładanie min. Miny baniaste ze względu na ich sposób wykonania zakłada się w niewielkiej głębokości: zazwyczaj 5 do 6 m i banię zwraca się w tę stronę, którą wybuch ma rozsądzić. Min tego rodzaju rzadko jednak używają.

Miny olbrzymie zaś zastosowują z korzyścią w kamieniołomach i wszędzie tam, gdzie zależy na uzyskaniu ogromnych brył kamiennych do budowy portów itp., oraz wielkiej ilości wogóle materiału kamiennego do budowy dróg i mostów.

### f) Nabijanie min.

Miny baniaste otrzymują wielki nabój ześrodkowany w przeciwieństwie do naboju wydłużonego, stosowanego do wywiertów.

Miny olbrzymie nabija się prochem w beczkach lub w workach albo dynamitem słabszym, zawierającym mało nitrogliceryny — np. dynamitem Nr. 3 z 15% nitrogliceryny, 10% węgla i 75% saletry — w otwartych skrzyniach lub w parafinowych worach, ułożonych możliwie gęsto i szczelnie. W środku miny umieszcza się stosowną ilość patronów wystrzałowych z bawełny strzelniczej lub żelatyny wybuchowej; puste zresztą miejsca komory zapelnia się miernie wilgotnym piaskiem. Gdyby komora przepuszczała wodę, to dno i ściany należy wyłożyć deskami, a puste miejsca zapelnąć trocinami itp.

W szybie nad nabojem daje się piasek, na nim około 30 cm grubą warstwę szybko wiążącego betonu, dalej mur z kamienia łamanego na cemencie aż do podeszwy sztolni, wreszcie sztolnię zapelnia się murem na sucho z kamienia łamanego.

## 7. Zapalanie czyli wysadzanie.

a) Zapalanie czyli wysadzanie żagwią. Żagwi nie należy nigdy podpalać lampą i byłoby to nawet niemożliwe, gdy się ma do wysadzenia kilkadziesiąt strzałów równocześnie. W tym celu używają lontu z silnej plecionki konopnej lub bawełnianej, nasyconej stosownym roztworem, którego to lontu spala się 16 cm w ciągu godziny. Podczas podpalania żagiew bezpieczeństwa rozcina się aż do prochu, który podpala się lontem.

W mokrych wywiertach używa się żagwi bezpieczeństwa tak zwanych podwójnych, i gdy muszą pozostać w nich dłuższy czas, to powinny posiadać powłokę kauczukową.

Wystrzałek należy używać możliwie najsilniejszych, tj. Nr. 5, zawierających po 0.8 g masy rtęciowej wybuchowej.

Zresztą zapalanie nabojów zapomocą żagwi dozwala na ustanowienie porządku ich wybuchania w sposób w danym razie najkorzystniejszy; w tym celu naboje przeznaczone do późniejszego wysadzenia otrzymują dłuższe żagwie, które się podpala na ostatku.

b) Zapalanie elektrycznością dokonuje się zapomocą wystrzałek elektrycznych zwykłych lub żarowych; wystrzałki żarowe są podobnie urządzone jak wystrzałki elektryczne.

Wszystkie one wymagają prądów o wysokim napięciu lub o wielkiej sile. Najpewniejszym działaniem odznaczają się przyrządy podpalkowe, magnetoelektryczne i dynamoelektryczne.

c) Zapalania czyli wysadzania min baniastych i olbrzymich dokonują albo żagwiami albo elektrycznością, a dla pewności działania przygotowują do każdej miny oba te sposoby zapalania. W tym celu zaopatruje się dwa patrony wystrzałkowe miny wystrzałkami z żagwiami, a drugie dwa także patrony wystrzałkami elektrycznymi z prądem elektrycznym.

d) Ochrona zdrowia i życia ludzkiego wymaga, by nabijanie i wysadzanie naboju i min spoczywało w rękach osób w tym kierunku uzdolnionych, doświadczonych, oględnych i zaufania godnych. Ilość naboju i min należy w stosownym wykazie wyraźnie uwidocznić i pospołu z robotnikami dokładnie liczyć wszystkie detonacje, pamiętając o tem, że często wybuchają dwa naboje naraz. Po wysadzeniu wszystkich naboju i min trzeba przeczekać jeszcze na miejscu ochrony przez 10 minut, zwłaszcza, gdy się niema pewności, czy wszystkie naboje powystrzelały. Zdarza się zresztą, że żagiew, którego naboju pali się powoli i powoduje wybuch później. Wogóle lepiej przeczekać za długo niż za krótko.

W razie niewybuchnięcia należy nabój pozostawić nietknięty i inny założyć, gdyż wydobywanie go jest połączone zawsze z niebezpieczeństwem; gdzie to jednak jest konieczne, trzeba usuwać bardzo ostrożnie i oględnie przybitkę wśród ciągłego wlewania wody. Przybitkę naboju dynamitowego usuwa się w ten sposób aż do korka papierowego, poczem zakłada się na stary nabój nowy patron wystrzałkowy i daje nową przybitkę.

Znajdujące się w II. części niniejszego dzieła (dział B, rozdz. IV.) rozporządzenie Min. z 29. maja 1908, Dz. u. p. Nr. 116 z r. 1908, o przepisach ochronnych w przemyśle kamieniołomów i kopalisk gliny, piasku, i kamyków, zawiera także postanowienia co do wysadzania naboju i min (§ 22 do § 34 włącznie).

## 8. Wyznaczenie wielkości naboju.

### a) Pogląd ogólny.

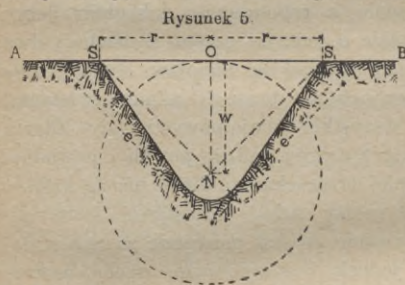
Z powodu, że wyznaczenie wielkości naboju, potrzebnego do rozsądnego danej skały, jest bardzo trudne, więc w zwykłych warunkach nie oblicza się wielkości i siły naboju, lecz pozostawia się ocenie górników, którzy oparci na doświadczeniu dochodzą rychło po kilku próbach do właściwych wyników.

Gdy jednak teoretyczne obliczenie wielkości naboju, odpowiadające doświadczeniu jest możliwe, więc tam gdzie ono jest konieczne, trzeba je przeprowadzić.

Zależnie od rozmiarów naboju odróżniamy: nabój ześrodkowany, jeżeli wszystkie trzy jego rozmiary mało różnią się wzajemnie, oraz nabój wydłużony, jeżeli długość przeważa oba inne jego rozmiary.

### b) Wyznaczenie wielkości naboju ześrodkowanego.

Jeżeli nabój  $N$  jest ześrodkowany w jednym punkcie, uwidocznionym w rys. 5 i znajduje się wewnątrz jednolitej, nieograniczonej masy skały, to powstałe nagle z całej masy tego naboju gazy



z punktu  $N$  na wszystkie cząstki najbliższe w około jednako wielkie ciśnienie, które przeniesie się z cząstki na cząstkę kolejno w promieniach kuli. Jeżeli nabój będzie za słaby, to ciśnienie wskutek oporu wzajemnej spistości cząstek masy będzie

maleć i zejdzie do zera, a wszystkie te punkta zerowe promieni będą leżeć na powierzchni kuli o promieniu  $R = NO$ ; kula ta tworzy obszar działania naboju. Jeżeli zaś nabój będzie silny, to ciśnienie wybuchu przełamie opór spistości cząstek w obszarze działania kuli i rozsądzi jej masę. Ponieważ wielkość naboju  $N$  zależy wprost od objętości kuli działania o promieniu  $R$ , więc przyjąwszy  $c$  za współczynnik dzielności 1 kilograma ciała wybuchowego naboju, otrzymujemy wielkość naboju

$$N = \frac{4}{3} \pi R^3 c = 4 \cdot 1888 R^3 c = Vc \quad 166$$

a stąd objętość kuli działania

$$V = 4 \cdot 1888 R^3 = \frac{N}{c} \quad 167$$

Wzory te wyrażają jedynie teoretyczny związek między ciałem wybuchowym a nieograniczoną masą skały, podczas gdy w praktyce zależy na rozsądzeniu mas ściśle ograniczonych. Tu zaś zachodzić mogą takie wypadki, że skała ma jedną lub więcej ścian wolnych, co ostatecznie rozstrzyga, jaką ma być wielkość naboju.

1. Wyznaczenie wielkości naboju ześrodkowanego dla jednej ściany wolnej. Przyjmijmy, że  $AB$  jest przekrojem jednej wolnej ściany skały (rys. 5) i że ściana ta jest zarazem styczną do kuli działania naboju, to wywołane wybuchem naboju  $N$  ciśnienie nie dozna z tej strony żadnego oporu i wyrzuci cząstki masy skały objętej przewróconym stożkiem, mającym wysokość  $ON$ , a u podstawy średnicę  $SS_1 = 2r$ ; w rzeczywistości stożek ten czyli lej będzie głębszy niż  $ON$ , gdyż wskutek reakcji masy od stron nieograniczonych nastąpi wyrwanie cząstek także niżej naboju  $N$  położonych, jak to linia zacieniowana kreskami wykazuje.

Promień podstawy  $OS = r$ , a z nim i objętość leja — w równych zresztą warunkach — zawisła jedynie od wielkości naboju; promień kuli działania  $ON = w$  jest zarazem zaporą, wreszcie linia  $NS = NS_1 = e$  jest promieniem wybuchu, czyli odrzutnicą i miarą największego działania siły wybuchowej naboju względem ściany  $AB$ .

Działanie naboju pozostanie najlepiej wyzyskane, gdy

$$ON = OS, \text{ czyli } w = r \quad 168$$

to jest gdy promień podstawy leja wybuchowego równa się długości zapory; doświadczenie jednak wykazało, że wskutek reakcji sil nabój osiąga granicę regularnego działania nawet jeszcze w tym razie, jeżeli

$$\frac{r}{w} = n = \frac{3}{2} = 1.5 \quad 169$$

$$\text{albo} \quad \frac{e}{w} = p = \frac{9}{5} = 1.8 \quad 170$$

Doświadczenie dalej wykazało, iż działanie naboju można przyjąć jako zależne w sześciennym stosunku od odrzutnicy  $e$ ; jeżeli zatem  $c$  jest współczynnikiem dzielności 1 kg ciała wybuchowego, to wielkość naboju w kilogramach

$$N = ce^3 \quad 171$$

$$\text{a stąd} \quad c = \frac{N}{e^3} \quad 172$$

Ponieważ według rysunku 5

$$e = \sqrt{r^2 + w^2} \quad 173$$

$$\text{więc} \quad N = c(\sqrt{r^2 + w^2})^3 = c(r^2 + w^2)^{\frac{3}{2}} \quad 174$$

gdzie  $w$ ,  $r$  należy liczyć w metrach, a  $N$  wypada w kilogramach.

Równanie 174 obliczone sposobem przybliżonym w granicach  $n \leq 1.5$ ,  $p \leq 1.8$ , daje wartość przybliżoną

$$N = 0.36 c (r + w)^3 = k (r + w)^3 \quad 175$$

gdzie  $k = 0.36c$  176

wreszcie  $k = \frac{N}{(r+w)^3}$  177

Jeżeli dana jest wielkość naboju  $N$  i współczynnik działania  $k$ , to w granicach  $n \leq 1.5$ ,  $p \leq 1.8$  daje się wyznaczyć promień leja  $r$  i odrzutnica  $e$  z równania

$$r = \sqrt{e^2 - w^2} \quad 178$$

a z wzorów 188 i 193

$$e = \sqrt[3]{\frac{N}{c}} = \sqrt[3]{0.36 \frac{N}{k}} = 0.72 \sqrt[3]{\frac{N}{k}} \quad 179$$

Na podstawie kilku próbnych wyników rozsadzania danej skały uzyskuje się z bezpośredniego pomiaru  $r$ ,  $w$ , a stąd z pomocą wzoru 177 wyznacza się wartość  $k$ , które umożliwia zrobienie użytku z innych wyżej zestawionych wzorów.

W ten też sposób Oskar Guttman w podręczniku „Handbuch der Sprengarbeit“ — na którym opierają się głównie poszczególne wyżej, oraz następujące niżej wzory i daty — zestawil tablice, ułatwiające wyznaczenie wielkości naboju ześrodkowanych.

Dla zorientowania się przedstawia się wyciąg z tablicy tego autora co do wielkości naboju ześrodkowanych w sposób następujący:

$0.75 < \frac{r}{w} \leq 1.50, k = 0.10$							
$r+w$	$N$	$r+w$	$N$	$r+w$	$N$	$r+w$	$N$
$m$	$kg$	$m$	$kg$	$m$	$kg$	$m$	$kg$
4.00	6.400	8.50	61.413	12.50	195.313	16.50	449.213
4.50	9.113	9.00	72.900	13.00	219.700	17.00	491.300
5.00	12.500	9.50	85.738	13.50	246.038	17.50	535.938
5.50	16.638	10.00	100.000	14.00	274.400	18.00	583.200
6.00	21.600	10.50	115.763	14.50	304.863	18.50	633.163
6.50	27.463	11.00	133.100	15.00	337.500	19.00	685.900
7.00	34.300	11.50	152.088	15.50	372.388	19.50	741.488
7.50	42.188	11.75	162.223	15.75	390.698	19.75	770.373
8.00	51.200	12.00	172.800	16.00	409.600	20.00	800.000

Jeżeli stosownie do natury ciała wybuchowego okaże się  $k_1 \geq k = 0.10$ , to trzeba  $N$  z tablicy pomniejszyć lub powiększyć w stosunku  $N_1 : N = k_1 : k$ ; będzie zatem

$$N_1 = N \frac{k_1}{k} \quad 180$$

2. Wyznaczenie wielkości naboju ześrodkowanego gdy skała ma więcej ścian wolnych. Jeżeli skała ma dwie wolne przecinające się ściany, to według doświadczenia stosunek odległości naboju od obu ścian nie powinien być większy niż 2 : 3, a jako wielkość naboju wystarczy połowa, obliczonej wielkości dla jednej ściany wolnej.

Dla więcej niż dwu ścian wolnych musi być także zachowany stosunek 2 : 3, ale tylko pomiędzy najmniejszą i największą odlegością naboju od ścian, a potrzebna wielkość naboju powinna wynosić: dla 3 ścian wolnych  $\frac{1}{3}$  części, dla 4 ścian wolnych  $\frac{1}{4}$  części, dla 5 ścian  $\frac{1}{5}$  części, dla 6 ścian  $\frac{1}{6}$  części wielkości naboju, obliczonego dla jednej ściany wolnej. Należy wszakże w zakresie i tej reguły przedsięwziąć w danym razie strzały próbne celem uzyskania właściwej podstawy.

Gdy bryła stanowi rodzaj filaru, złączonego co najmniej dwiema przeciwległymi ścianami z wielką masą skały, to rozsadzenie jej wymaga większego naboju, niżby to wynikało z reguły właśnie wypowiedzianej, a mianowicie: jeżeli wybuch ma nastąpić w jedną stronę, wystarczy wielkość naboju obliczona dla jednej wolnej ściany; natomiast do spowodowania wybuchu w dwie wolne strony nabój musi być o połowę większy od poprzedniego i w połowie szerokości ściany założony.

### c) Wyznaczenie wielkości naboju wydłużonego.

Nabój wydłużony można uważać za złożony z szeregu nabojów ześrodkowanych, których kule działania wnikać będą w siebie i to najwięcej ku środkowi długości naboju, wskutek czego wypadkowa przestrzeń działania całego naboju przybierze postać jajową. W bryle zatem o jednej ścianie wolnej stożek, czyli lej wybuchowy będzie mieć podstawę eliptyczną, a wyrwa przybierze postać koryta.

Doświadczenie wykazało, że wielkość naboju wydłużonego daje się obliczyć z długości zapory  $w$ , i to w zależności, wyrażonej wzorem

$$N = k w^2 \quad 181$$

a stąd dalej współczynnik, zawisły od natury kamienia

$$k = \frac{N}{w^2} \quad 182$$

Zapora  $w$  jest tu największą możliwą odległością naboju od tej wolnej ściany, w której stronę ma nastąpić wysadzenie naboju.

Jeżeli bryła ma dwie przecinające się wolne ściany, to wywiert wykonuje się możliwie równoległe do tej wolnej ściany, ku której wybuch ma być skierowany, a zapora  $w$  będzie tu jednako wielka bez względu na to, czy wywiert otrzyma głębokość mniejszą, czy większą. Gdy jednak oczywiście wywiert głębszy wymaga większego naboju, niż płytszy, więc nie można tu już zastosować wzoru 181 z powodu, iż daje tę samą wielkość naboju, niezależnie od głębokości wywiertu. Wobec tego zachodzi konieczność wyznaczenia naboju w zależności od długości wywiertu, i w tym celu przeprowadza się próbne rozsadzania, w warunkach ścian skały wyżej określonych, zapomocą wywiertów niedłuższych niż 2 m i naboju o wielkości według oceny stosownie dobranych. Gdy dojdzie się do takich dwu lub trzech wybuchów o różnych zaporach  $w$ , gdzie wielkości naboju odpowiada zupełnie skutek wybuchu, to podzieliwszy tę wielkość naboju  $N$  w kilogramach, przez długość wywiertu  $t$  w metrach, otrzymuje się wielkość naboju na 1 m wywiertu przypadającą w kilogramach:

$$N_1 = \frac{N}{t} \quad 183$$

a stąd odnośnie do wzoru 182

$$k = \frac{N_1}{w^2} \quad 184$$

będzie normalnym współczynnikiem danej skały.

Pamiętać i tu trzeba, że długość  $t$  wywiertu nie powinna być większa, niż długość zapory  $w$ .

Na podstawie powyższych wzorów obliczył O. Guttman we wspomnianym podręczniku „Handbuch der Sprengarbeit“ tablicę wielkości naboju wydużonych dla spotykanych najeczęściej skał o dwu przyległych wolnych ścianach, z której następujący niżej na str. 293 tabelarny wyciąg może służyć do zorientowania się ze skutkiem.

Obliczywszy bowiem z wyników próby wielkość naboju na 1 m wywiertu na podstawie odnośnej zapory  $w$ , można uzyskać z tego tabelarnego wyciągu współczynnik  $k$  i właściwą wielkość  $N$  naboju wydużonego, obliczoną dla dwu przyległych wolnych ścian skały.



którą to wielkość należy powiększyć  $2\frac{1}{2}$  razy, jeżeli skała ma tylko jedną wolną ścianę i wywiert nachylony do niej pod kątem około  $48^\circ$ ; natomiast jeżeli skała ma więcej niż dwie wolne ściany, to ów tabelarny nabój trzeba zmniejszyć, a mianowicie: dla 3 ścian na  $\frac{2}{3}$  części, dla 4 ścian na połowę, dla 5 ścian na  $\frac{1}{3}$  części, dla 6 ścian na  $\frac{1}{4}$  część.

Tabelarny wyciąg.

Naj- dłuższa zapora <i>w</i> w me- trach	Spółczynnik $k = \frac{N_1}{w^3}$									
	0·05	0·06	0·07	0·08	0·09	0·10	0·125	0·150	0·175	0·200
	Wielkość naboju na 1 m długości wywiertu w gramach									
0·50	13	15	18	20	23	25	31	38	44	50
0·70	25	30	35	40	45	49	62	74	86	98
0·90	41	49	57	65	73	81	102	122	142	162
1·00	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200
1·30	85	102	119	136	153	169	212	254	298	338
1·50	113	135	158	180	203	225	282	338	394	450
1·70	145	174	203	232	261	289	362	434	506	578
1·80	162	195	227	260	292	324	405	486	567	648
1·90	181	217	253	289	325	361	452	542	632	722
2·00	200	240	280	320	360	400	500	600	700	800

### 9. Daty doświadczalne.

Wywiert wykonany świdrem o ostrzu 22 mm szerokim, ma z reguły średnicę w świetle u dołu 25 mm do 26 mm; jeżeli w takim wywiercie stoczy się proch lub dynamit Nr. I (okrzemkowy albo żelatynowy) w sposób należyty, to każdy centymetr długości naboju prochowego waży 7 g, a dynamitowego 10 g. Litr ziarnistego prochu waży 0·8 kg, ciężar właściwy prochu sprasowanego wynosi krągło 1·7, patron dynamitowy 23 mm średnicy 10 cm do 10·5 cm długi waży około 70 g, patron wystrzałkowy 25 g, ciężar właściwy dynamitu 1·6.

Silna dobra przybitka naboju w wywiercie jest bezwarunkowo potrzebna i powinna być co najmniej 20 cm długa; w wywiertach do 1 m długich powinien zajmować z reguły nabój prochowy co najwyżej połowę, a dynamitowy co najwyżej  $\frac{2}{3}$  części długości wywiertu.

Jako średni skutek pracy wykonywania wywierć w ciągu jednej godziny z wliczeniem przerw odpoczynkowych i objadowych zawiera podręcznik p. Guttmana następujące niżej daty.

Wywierć 26 mm średnicy ręcznie wykonywany wynosi w skale żelaziaku 0.18 m, — w granicie 0.4 m do 0.6 m, w szarowacie 0.5 m, w łupku 0.6 m, w wapniu i dolomieie 0.7 m, w kwarcu miękkim 0.8 m.

Wywierć 60 do 80 mm średnicy maszyną wykonywany wynosi w kamieniach wyżej kolejnie wyliczonych 0.9 m, 2 m, 2 m, 2.5 m, 2.5 m, 3 m.

Zwykle rozmiary długości  $t$  i średnicy  $d$  w świetle wywierć wynoszą dla prochu:  $t_1 = 30$  do 50 cm,  $d_1 = 30$  mm, albo  $t_2 = 50$  do 80 cm,  $d_2 = 40$  mm, albo  $t_3 = 80$  do 120 cm,  $d_3 = 55$  mm; a dla dynamitu w granicach powyższych długości  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  wystarczają odnośne średnice  $d_1 = 23$ , albo  $d_2 = 30$ , albo  $d_3 = 40$  mm.

Na 1 m<sup>3</sup> kamienia rozsazanego w sztolniach górniczych można przyjąć: gnajsu lub szarowaki 2 kg dynamitu krzemionkowego, albo 1.7 kg żelatynowego, albo 1.4 kg żelatyny wybuchowej; wapińce tych samych ciał wybuchowych po porządku: 1.5, 1.25, 1 kg; piaskowca 1, 0.85, 0.7 kg; węgla kamiennego 0.7 do 0.1 kg dynamitu Nr. II, albo 0.10 do 0.15 kg dynamitu Nr. III; w minach olbrzymich zużywa się 0.11 do 0.19 kg dynamitu Nr. III na 1 m<sup>3</sup> kamienia.

Na każdy kilogram dynamitu liczy się przeciętnie 10 wystrzałek i 8 m żagwi.

## 10. Rozsadzanie w praktyce.

Zależnie od natury i warunków przedmiotów do rozsazania przeznaczonych, zastosowuje się odmienne sposoby postępowania.

a) Bryły kamienia budowlanego i ciosowego uzyskuje się zapomocą wywierć do trzech i więcej metrów głębokich, znacznie wzajemnie odległych, ze stosowną zaporą  $w$ , w które to wywierty zakłada się ze słabego dynamitu lub prochu czarnego naboje tak małe, by wybuch ich bryłę kamienia tylko odłupał i umożliwił łatwo ją odsunąć. Płyty i właściwe ciosy otrzymuje się zapomocą szeregu wywierć w żądanej linii w równych wzajemnych odstępach wykonanych, wodą zapelnionych, na wierzchu po połowie patronu dynamitu Nr. I zaopatrzonych i elektrycznie wysadzonych; w ten sposób dają się uzyskać płyty granitowe 20 cm grube, 5 m długie.

Rozdzielenia większej bryły na mniejsze dokonuje się zapomocą wywiertu do środka jej sięgającego, wodą zapełnionego, połową patronu z wierzchu nabitego i zapalonego.

b) Rozsadzanie murów. Mury do 1,5 m grube zwykle rozbiera się, a tylko gdy idzie o szybkie ich usunięcie, rozsadza się. W tym celu wykuwa się w murze otwory dłutkiem, odległe wzajemnie o podwójną grubość muru, zakłada w nie patrony dynamitu żelatynowego wiązkami lub skrzynkami, przypiera otwory grubą deską, stosowną przyporą o ziemię zapartą i zapala elektrycznością, która jest tu z wielu względów pożądana. Wielkość naboju wyznacza się tu z wzoru praktycznego

$$N = \frac{d^2}{2} \quad 185$$

gdzie  $d$  jest grubość muru.

Mury grubsze niż 1,5 m rozsadza się wywiertami do środka muru sięgającymi; ponieważ w takim razie przyjmuje się zapora  $w = \frac{d}{2}$ , więc wielkość naboju wyznacza się według odnośnych wzorów dla naboju wydłużonego, względnie według „tabelarnego wyciągu“ na stronie 293 zestawionego. Mury obciążone wysadza się zapomocą wywiertów gęściej założonych.

Sklepienie rozsadza się zapomocą wyłobienia wzdłuż jego grzbietu korytka, zapełnionego jednolitym wulkaniem dynamitu, przysypanym ziemią na 50 cm wysoko. Znacznie szybciej wszakże niszczy się sklepienie stosownie wzmocnionym nabojem, założonym na odsadce fundamentowej filaru i ziemią przysypanym.

Murowany komin wysoki otrzymuje u podnóża swego wywierty po tej stronie, na którą ma się zwalić.

c) Rozsadzanie przedmiotów z żelaza skuteczniejszą się nabojem, przylegającym szczelnie w miejscu połączenia części składowych. Wielkość naboju dynamitu żelatynowego oblicza się w kilogramach: dla żelaza lanego z wzoru

$$N = \frac{b d^2}{300} \quad 186$$

zaś dla żelaza kutego

$$N = \frac{b d^2}{150} \quad 187$$

gdzie  $d$  jest grubość płyty w centymetrach,  $b$  jej szerokość, wynosząca co najmniej 16 cm. Nabój taki ułożony w postaci prostokąta

kątnej i rozdzielony równomiernie na płytę, przybija ją ostro po wysadzeniu.

Słup żelazny lany otrzymuje u podstawy nabój, którego wielkość w kilogramach oblicza się wzorem

$$N = \frac{d^2}{20} \quad 188$$

gdzie  $d$  jest jego średnica u podstawy w centymetrach.

Sto gramów dynamitu żelatynowego wystarczy do rozsadzenia kotła 2 m średnicy u góry z blachy 30 mm grubej, jeżeli się napelni wodą i zanurzy w nią nabój na łacie lub sznurku blisko dna; to samo tyczy się starej leizny podobnej postaci; gdzie jednak nie ma przestrzeni do zapelnienia wodą, trzeba wierceć dziurę na nabój.

Jeżeli blisko przedmiotów przeznaczonych do rozsadzenia stoją budowle, to zakłada się słabe naboje i powtarza aż do skutku ze szczególną przezornością.

d) Rozsadzanie drzewa. Belkę drewnianą o największej grubości, względnie średnicy  $d$  w centymetrach, rozsadza się nabojem prostokątnym, nałożonym na nią, a wielkość tego naboju oblicza się z wzoru

$$N = 0.003 d^2 \quad 189$$

Pień drzewa rozsadza się zapomocą 2 wywierćw skrzyżowanych w jednej płaszczyźnie i zaopatrzonych jedną tylko wystrzałką; po wybuchu pień zostaje odłamany prawie gładko.

Pale 30 do 40 cm średnicy wysadza się pod wodą nabojem zawierającym 0.75 kg dynamitu, zabezpieczonego od wilgoci, ułożonego i przytwierdzonego u dna wody do pala; natomiast wysadzenie niżej dna wody wymaga wywierćtu, wykonanego w palu aż do żądanej głębokości i nabitego jak zwykle.

Rozsadzenie w celach karczowania jest korzystne tylko u pni z drzewa twardego; w tym celu zakłada się wywierć od czoła zrębu aż do korzenia głównego, nabija i wysadza; większe pnie otrzymują skrzyżowane wywierćty tuż przy ziemi lub kilka wywierćw, sięgających do korzenia głównego.

e) Rozsadzanie ziemi zastosowuje się wtedy, gdy się niedaje kilofem ruszyć, lub gdy zamarza. W tym celu wykonuje się wbijaniem w ziemię krągłej ostrej sztaby żelaznej szereg otworów, których wzajemna odległość nie powinna jednak przekraczać dwukrotnej głębokości; w otwory te zakłada się i przybija nabój, obliczony z wzoru

$$N = ct^3 \quad 190$$

gdzie  $t$  głębokość otworu, zaś  $c$  współczynnik działania ciała wybuchowego. Podobnie można twardą rolę rozpuścić lub nieprzepuszczalną warstwę gruntu uprzęsiakliwić.

Także w wywierty naftowe zakładają aż na dno naboje silne i wysadzają dla wywołania chwilowego dopływu ropy.

Jeżeli wydobywające się źródła w ziemi nie pozwalają na prowadzenie potrzebnych robót, wykonuje się 1 do 3 m głębokie otwory w ziemi, nabija się je dynamitem co najmniej do połowy głębokości, a po wysadzeniu powstaje rozszerzona jama ze ścianami tak zgniecionymi, że dopiero po 1 lub 2 godzinach woda poczyni wydobywać się na nowo.

f) Rozsadzanie pod wodą jest najczęściej konieczne do usunięcia wielkich przeszkód żeglugi w rzekach, do pogłębienia dna w potokach i rzekach, do sprostowania brzegów itp. Do robót wiertniczych wykonuje się pomosty w sposób zwykły albo na statkach albo na pontonach zakotwionych. Wiercenie prowadzi się zapomocą maszyn, a celem uwolnienia świdra od nacisku prądu usuwa się wodę zapomocą grodzy i wyczerpania albo zapomocą nasunięcia na świder rur żelaznych.

Nabijanie skutecznia się zapomocą rury żelaznej na wywiercie ustawionej, którą spuszcza do niego patrony, a woda swą znaczną wysokością i ciśnieniem starczy zupełnie za przybitkę; wszakże gdy woda płytsza niż 0.5 m, trzeba wsypać rurą do wywiertu na nabój suchy piasek, jako przybitkę. Do rozsadzania używa się tu wyłącznie tylko nabojuw dynamitowych, opakowanych według możności w puszkach blaszanych lub w tekturowych pudełkach parafinowanych, a wysadzanie dokonuje się zawsze zapomocą prądu elektrycznego.

W głębinach morskich, gdy idzie o szybkość roboty i zaoszczędzenie na kosztach wiertniczych, zakłada się w naturalnych zagłębieniach skały, do rozsadzenia przeznaczonej, wielkie naboje dynamitowe w stosownych odstępach tak na skale, jak i w około niej i wysadza. Wprawdzie zużycie dynamitu jest tu wielkie, ale zaoszczędzenie na kosztach wiertniczych wypadnie zawsze o wiele znacznie.

---



Część druga.

POMOC TECHNICZNA  
I PRZEPISY.





# A. ZARZĄD I AKTA TECHNICZNE BUDOWY.

## I. Zawiązek budowy.

### 1. Właściciel budowy.

Budowa powstaje za wolą i kosztem właściciela budowy, który z natury rzeczy ma ważny głos rozstrzygający, o ile tem nie narusza istniejących praw i przepisów.

Właścicielem budowy może być jedna lub więcej osób, jedna lub kilka władz razem, albo też osoba zbiorowa, czyli osoba jurystyczna (korporacja, stowarzyszenie, towarzystwo, instytucja publiczna itp.). Zastępstwo osoby zbiorowej, co do uprawnień jej, jako właściciela budowy przenosi się na komitet budowy, jeżeli budowa ma wybitniejsze znaczenie. Komitet taki składa się zazwyczaj z osób, wybranych z grona członków zarządu stowarzyszenia, i z wybitnych zawodowców w dziedzinie budownictwa, których spółdziałanie jest pożądane. Należy też zaraz z góry ustalić dokładnie, wyczerpująco i jasno zakres uprawnień i działania komitetu budowy dla uniknięcia i szkodliwych nieporozumień i rozbieżnych zapatrywań co do kompetencji w tym kierunku.

Jeżeli budowa jest małoznaczna, porucza się zastępstwo właściciela budowy tylko jednej zaufanej osobie.

W każdym razie jednak techniczny zarząd i nadzór nad wykonaniem, oraz samo wykonanie budowy musi spoczywać w ręku ludzi, posiadających stosowne uzdolnienie zawodowe i uprawnienie.

### 2. Kierownictwo budowy.

Do nadzorowania, by roboty budowlane wykonano dobrze, z dobrych i celowi odpowiednich materiałów, oraz do kierowania całym technicznym i ekonomicznym przeprowadzeniem budowy powołuje właściciel budowy — niezależnie od wykonawcy czyli przedsiębiorcy budowy — jednego lub kilku odpowiedzialnych znawców i porucza im kierownictwo budowy, na którego czele stoi kierownik budowy. Ten kierownik naczelny ma obowiązek zastępowania właściciela budowy w sprawach ściśle technicznych wobec władz policyjno-budowniczych.

Prywatny właściciel budowy — zwykłej zresztą — ze względów oszczędnościowych nie ustanawia kierownika budowy; w tym razie musi zatem polegać na sumiennosci i zdolności zawodowej przedsiębiorcy budowy. Do znacznych wszakże budowli powinien on w dobrze zrozumianym własnym interesie ustanowić niezależnie od przedsiębiorcy — kierownika budowy, posiadającego stosowne uprawnienie i uzdolnienie zawodowe budowniعة.

Kierownictwo budowy państwowej o wybitniejszej wartości architektonicznej składa się w regule z kierownika budowy artystycznego, oraz z technicznego kierownika, czyli inspicjenta budowy; pierwszy wypracowuje szczegółowe plany architektoniczne i przestrzega strony piękna, drugi sprawuje właściwe kierownictwo budowy pod względem technicznym i ekonomicznym.

Rozległe bardzo budowle (budowa kolei itp.) dzieli się na odcinki budowy i sekcje, a kierownictwo powierza się poszczególnym losowym, względnie sekcyjnym kierownikom budowy z naczelnym dyrektorem budowy nad wszystkimi.

Do kierownictwa budowy należy przestrzeganie, by przedsiębiorca wykonywał budowę zgodnie z planami i warunkami budowy, nie używał lichych materiałów budowlanych, a obróbkę ich, oraz wykonanie poszczególnych części budowy przeprowadził prawidłowo według zasad sztuki budowniعة; by ugodzone terminu wykończenia dotrzymał, i dopełnił jak najściślej wszystkich z moey kontraktu przyjętych na się obowiązków.

Kierownictwo budowy wogóle ma czuwać, aby roboty budowlane pod względem staranności i dokładności wykonania były bez zarzutu; powinno przeprowadzać, względnie sprawdzać wytyczenia i pomiary, zdejmować rozmiary robót wykonanych, sprawdzać rachunki budowlane i asygnować zarachowane w nich należitości, odbierać roboty wykonane po poprzednim ich sprawdzeniu i ostatecznie oddać wykończoną budowę właścicielowi.

Często ma także kierownictwo budowy obowiązek wypracowania projektu i szczegółowych rysunków, rozpisanie licytacji i oddanie w wykonanie robót i dostaw.

Co do każdego ważnego układu, zawartego dodatkowo z przedsiębiorcą, powinno kierownictwo spisać protokół; chociaż najczęściej — zamiast tego — wystarczy zapisanie sprawy w dzienniku budowy. W ten sposób należy utrwalić oddanie przedsiębiorcy miejsca pod budowę, dokonanie wytyczeń, odbiór części budowy, stan robót w odniesieniu do ugodzonych terminów wykończenia,

sprawdzenie i odbiór wykonanych robót, zdjęcie rozmiarów, których później nie będzie można pomierzyć, jak n. p. niwelacja miejsca budowy, rozmiary fundamentów itd.

Wszelkie zresztą pomiary powinien kierownik budowy lub jego zastępca przeprowadzać w obecności przedsiębiorcy i zażądać od niego pisemnego oświadczenia protokolarnego lub w dzienniku budowy, czy się zgadza z wynikiem.

### 3. Wykonawca czyli przedsiębiorca budowy.

Jeżeli właściciel budowy nie ma chęci, lub uprawnienia do samoistnego wykonywania budowy, to musi je poruczyć przedsiębiorcy uprawnionemu, czyli wykonawcy budowy pod własny nadzór i odpowiedzialność.

Ten ustawia potrzebne rusztowania, dostarcza przybory, narzędzia, maszyny itd., wypłaca robotników budowlanych i ich organa nadzorcze, odpowiada za ścisłe dopełnienie przepisów ustawy budowniczey, postanowień konsensu i za wszelkie następstwa, wynikłe z nieodpowiedniego prowadzenia robót budowlanych, z niedbałego i nieoględnego postępowania lub z użycia lichych materiałów. Do niego należy ścisłe przestrzeganie zasad i warunków, dotyczących się ochrony zdrowia i życia robotników w przemyśle budowlanym pracujących.<sup>1</sup>

Jego rzeczą jest nadto: donieść wczas władzy budowniczey policyjnej o rozpoczęciu budowy, wzdłuż budowy od strony drogi publicznej ustawić znaki ostrzegające miejsca składu materiałów lub przyborów na ulicy oświetlić w nocy w miarę potrzeby latarniami pod dozorem, wykopy przy drogach i ulicach zabezpieczyć zupełnie ochronnie, a w razie potrzeby wysunąć oparkanie budowy w ulicę, które w regule nie powinno sięgać dalej niż 2 m poza linię regulacyjną, o ile zresztą władza budownicza inaczej nie postanowiła. W razie potrzeby zajęcia na skład materiałów itd. miejsca z obszaru publicznego miejskiego, należy postarać się u władzy policyjno budowniczey o wyznaczenie takiego miejsca.

### 4. Kierownik budowy z ramienia przedsiębiorcy.

Przedsiębiorca na każdej budowie utrzymuje własnego technika budowlanego jako swego zastępcę, któremu w miarę potrzeby przydziela pomocników. Jeżeli wszakże przedsiębiorca posiada kon-

<sup>1</sup> Zob. niżej w oddziale B „Przepisy ochronne w przemyśle budowlanym“.

cesję do prowadzenia przedsiębiorstw budowlanych, ale **niema** koncesji do samoistnego wykonywania przemysłu budowlanego, to musi utrzymywać własnego kierownika budowy, posiadającego taką koncesję. Do tego należy prowadzenie budowy i nadzorowanie podmajstrzych, oraz wszystkich innych organów nadzorczych i robotników. On też w regule powinien wykonywać plany i szczegóły dla podmajstrzych, oraz statyczne obliczenia, załatwiać zakupna i zamówienia, spowodować rozpoczęcie robót we właściwym czasie, doglądać ich stale i starannie, dbać o szybki i nieprzerwany ich postęp, sprawdzać dostawy co do rozmiarów i dobroci, starać się o nadejście ich we właściwym czasie, przedsiębrać wytyczenia oraz pomiary wykonanych robót, utrzymywać styczność z dostawcami i podprzedsiębiorcami, sprawdzać listy tygodniowe i rachunki, należytości do wypłaty przedstawiać, dozorować wypłat robotniczych, prowadzić dziennik budowy, a ważne zlecenia wydawać zawsze na piśmie. Wszystkie plany, rysunki, szkice itd. dla podmajstrzych i zawodowców powinien zaopatrzyć podpisem i datą i kopje z nich przechować w kancelarji.

Zwykle kopje uzyskuje się drogą odbitki świetlnej a aktów pisemnych dokonuje się zapomocą maszyny do pisania lub księgi kopjowej.

### 5. Podmajstrzy.

W razie nieobecności wykonawcy budowy czyli przedsiębiorcy i jego kierownika budowy ustanawia przedsiębiorca starszego podmajstrzego, jako zastępcę na miejscu budowy, który ma obowiązek kierowania chwilowo i nadzorowania robót. Do niego należy przyjmowanie i wydalenie robotników, przydzielanie im roboty, kierowanie nimi i dopilnowanie godzin roboty dziennej; on rozporządza, którą robotę należy wprzód rozpocząć, utrzymuje spokój i porządek na budowie, dba o szybki jej postęp, odbiera i sprawdza dostawy, wytycza szczegóły i musi starać się nieprzerwanie o zachowanie środków potrzebnych na miejscu budowy do ochrony zdrowia i życia robotników.

Starszy podmajstrzy ma do dyspozycji podmajstrzych do poszczególnych robót, a mianowicie: podmajstrzego murarskiego, kamieniarskiego, ciesielskiego, rusztowaniowego itp.

### 6. Pisarz budowlany.

Do załatwiania manipulacyj kancelaryjnych i czynności pisarskich na miejscu budowy utrzymuje przedsiębiorca pisarza budowlanego.

## II. Uprawnieni do przemysłu budowlanego.

Sprawy uprawnienia do przemysłu budowlanego jeszcze w Polsce nie uregulowano jednolicie własną ustawą; obowiązują nadal przepisy b. państw zaborezych.

### 1. B. zabór austriacki.

Ustawa z 26. grudnia 1893, Dz. u. p. Nr. 193, reguluje koncesjonowany przemysł budowlany z jego działami: budowniczych, majstrów murarskich, kamieniarskich, ciesielskich i studniarskich.

Rozporządzenie ministerjalne z 27. grudnia 1893, Dz. u. p. Nr. 195, reguluje sprawę egzaminów i świadectw dla ubiegających się o koncesję na jeden z działów przemysłu budowlanego.

Rozporządzeniem Namiestnictwa z 22. lipca 1909, Dz. u. kraj. Nr. 101, wprowadzono w życie koncesje pod lżejszymi warunkami dla murarzy, kamieniarzy, cieśli i studniarzy, z wyłączeniem Lwowa i Krakowa, oraz 29 miast objętych ustawą budowniczą z 28. kwietnia 1882, Dz. u. kr. Nr. 77. (Wystareza dowód wyuczenia się przemysłu odnośnego oraz uzdolnienia praktycznego przez pracę najmniej czteroletnią w tym przemyśle.)

Rozporządzenie ministerjalne z 7. maja 1913, Dz. u. p. Nr. 77, reguluje autoryzowanie techników cywilnych. Istnieje ich 9 kategorii, z których druga (inżynierowie cywilni dla architektury i budownictwa lądowego) ma pełne uprawnienie do wykonywania przemysłu budowlanego.

### 2. B. zabór rosyjski.

Dekret z 7. lutego 1919, Dz. u. p. Nr. 14, postanawia w artykule 2: Minister robót publicznych może udzielać prawa prowadzenia robót budowlanych i sprawowania technicznego nad nimi dozoru poza osobami, posiadającymi już takie prawa na zasadzie dotychczasowych przepisów, również i osobom, które zostaną zakwalifikowane przez urzędującą w Ministerstwie robót publicznych komisję kwalifikacyjną. Skład pomienionej komisji, instrukcję dla niej, regulamin egzaminów i wykaz wyższych uczelni, których dyplomy zwalniają od egzaminów, zatwierdza Minister robót publicznych.

### 3. B. zabór pruski.

Dotychczasowe przepisy pozostały w mocy.

### III. Praca techniczna i akta budowy.

#### 1. Miejsce budowy.

Jeżeli miejsce budowy nie jest dane i trzeba wybrać — rozumie się — najodpowiedniejsze, to rozstrzyga w tym wyborze: cena kupna, położenie względem centrum miasta, głównych dzielnic, głównych dróg, ulic, kolei, drogi wodnej, miejsce mniej lub więcej zaludnionych; położenie w kolejowym rejonie ogniowym, w pobliżu obszaru fortecznego, w dzielnicy przeznaczonej dla budowy wil, fabryk itp., właściwość gruntu pod budowę, i stosunki wody zaskórnej, otwartej, stojącej (staw, jezioro), płynącej.

Ważne jest także położenie linii regulacyjnej i wysokość niwelacyjna chodnika, co trzeba ściśle stwierdzić.

Skoro miejsce pod budowę zostało na podstawie wyniku badań w kierunku wyżej poszczególnionym przeprowadzonych uznane za najodpowiedniejsze i wybrane, albo jeżeli jest już z góry dane, to należy je zdjąć i sporządzić plan sytuacyjny w skali 1 : 1000 (1 : 360 lub 1 : 720), oraz plan z przekrojami niwelacyjnymi w tej samej skali długości, a wysokości 1 : 100 (1 : 72 lub 1 : 144), przeprowadzić zbadanie wytrzymałości gruntu pod budowę, zbadanie stosunków wodnych, obciążenia serwitutami, prawami sąsiadów itp.; stwierdzić możliwy sposób odwodnienia, odprowadzenia wód opadowych, nieczystości płynnych i kloaczych, zaopatrzenia wodą do picia i mycia, oraz dojazdami, o ile są potrzebne.

Rozumie się, że wszelkie te czynności i badania należy przeprowadzić jeszcze przed zakupieniem miejsca budowy.

#### 2. Program budowy.

Program budowy stanowi podstawę do wypracowania projektu i całego przeprowadzenia budowy; dla tego też właściciel budowy, względnie jego zastępca, powinien przedstawić projektantowi jasno i dokładnie swoją wolę i wskazówki, odpowiadające wielkości i znaczeniu zamierzonej przez się budowy, i ustalić wspólnie cały program, a głównie co do ilości, wielkości, wzajemnego położenia i przeznaczenia poszczególnych izb i przestrzeni, oraz ilości i wysokości piątr.

Jeżeli budowa ma służyć dla zakładu publicznego większego znaczenia, wówczas prócz właściciela budowy i projektanta trzeba powołać do ułożenia programu także osoby interesowane, oraz

wybitnych znawców zamierzonego zakładu i sposobu jego urządzenia. W tym składzie należy wypracować program budowy starannie i zestawić na podstawie wyniku wszystkich prac i badań przygotowawczych. Musi on być zupełnie wykończony, krótki, zwięzły, jasny, niedwuznaczny, bez żadnych zresztą rozwlekłości w opisywaniu i stylizacji.

Program powinien obejmować: przyczyny i cel budowy, stosunki terenowe i miejscowe, określenie linii regulacyjnej i jej stanu niwelacyjnego, własności gruntu budowlanego, stosunków wodnych, miejsca budowy, jego otoczenia; dopuszczalny sposób zabudowania i inne wyniki robót przygotowawczych; nadto potrzebną ilość i rodzaj zabudowań, ich układ i położenie na miejscu budowy z uwidocznieniem w planie sytuacyjnym, właściwość, wielkość i liczbę potrzebnych przestrzeni w każdym zabudowaniu z wzajemnym ich położeniem, uszeregowaniem i połączeniem, liczbę i wysokość piętr każdego zabudowania, sposób ich wykonania i wewnętrznego uposażenia, o ile można najszczegółowiej, wreszcie potrzebne połączenie z istniejącymi drogami.

### 3. Szkic.

Zadaniem szkicu jest przedstawienie w ogólnych zarysach projektu budynku, wraz z układem w nim izb i innych przestrzeni, odnośnie do warunków w programie ustanowionych. Dla tego też szkic, jako rysunek, nie potrzebuje staranności, ale powinien obejmować rzut poziomy suterenu (piwnic), parteru, wszystkich pięter, z uwzględnieniem grubości murów — i widok główny budynku (fasadę główną); wszystko w skali 1:200 lub 1:400 w razie potrzeby.

Grubości murów nie wpisuje się, tylko najgłówniejsze rozmiary budynku, jego izb, przestrzeni i osi okien.

Na podstawie tak sporządzonego szkicu daje się obliczyć powierzchnia zabudowana zamierzonego budynku, a następnie jego koszt przybliżony w sposób, niżej w poddziale 8. (str. 312 i nast.) określony.

Często wystarcza przedstawienie szkicu całkiem tylko szematycznie, z oznaczeniem murów pojedynczemi linjami.

Rysuje się zresztą także tylko rzut poziomy parteru i odbija od niego na przezroczysty papier resztę rzutów z wkreśleniem odnośnych zmian.

### 4. Projekt.

Gdy szkic został przez właściciela budowy przyjęty, wypracowuje się na tej podstawie dokładne plany projektu, które muszą

się składać z tylu rzutów poziomych, przekroji i widoków, aby niezachodziła najmniejsza wątpliwość, co do żadnej części budynku, tak pod względem rozmiarów, jak i zasadniczych konstrukcji.

W szczególności projekt musi zawierać:

a) Rzut poziomy fundamentów, piwnie, parteru i wszystkich pięter w skali 1:100;

b) rzut poziomy murów strychowych, kominowych i więzby dachu w skali 1:100;

c) widok wszystkich różnych stron budynku w skali 1:100 lub 1:50;

d) wszystkie te przekroje, które są niezbędne do uwidocznienia i zrozumienia konstrukcji całej budowy w skali 1:100;

e) plan sytuacyjny większych przestrzeni w skali 1:1000, zaś mniejszych 1:500;

f) przekroje niwelacyjne w skali długości 1:500 lub 1:1000, a wysokości 10 razy większej;

g) plany dla podmajstrzego najczęściej w skali 1:100, lub gdy tego dokładność wymaga 1:50, muszą zawierać wszystkie szczegóły, aby mógł według nich budowę wykonywać; głównym warunkiem jest tu staranne, wyczerpujące, sumienne kotowanie;

h) szczegółowe plany i konstrukcyjne w skali 1:50, 1:25, 1:20, 1:10, 1:5, 1:2 i 1:1 w miarę potrzeby.

Poszczególne plany, jakoteż i plany wszelkich innych robót budowlanych należy nałożyć barwami powszechnie przyjętymi a mianowicie: mur istniejący stary bladym tuszem, mur przeznaczony do rozebrania jasną żółtą farbą (gummigutta), mur nowy czerwoną farbą (karminem); toż samo tyczy się i konstrukcji drewnianej.

We wszystkich planach należy wpisać wyraźnie i czytelnie wszelkie potrzebne rozmiary i podziałkę wkreślić, a nadto rysunki dokładnie według podziałki narysować, aby tam, gdzie nie ma wpisanych rozmiarów, zdjęć je można z pomocą podziałki.

Jest wreszcie rzeczą pożądaną ze względów praktycznych, aby w planach projektu wszelkie znamiona niwelacji terenu, jakoteż głębokości fundamentów, piwnie i rozmiary wysokości budynku odnosiły się do podłogi parteru, jako płaszczyzny porównawczej ze znakiem + lub —, w miarę tego, czy wysokość leży wyżej lub niżej tej podłogi.



## 5. Szczegóły.

Podczas wykonania budowy potrzeba niezbędnie sporządzić plany i rysunki na wszelkie te części składowe budynku i konstrukcje, których nie oznaczono bliżej w projekcie.

Rzecz ta jest bardzo wielkiej wagi, a odpowiednie jej rozwiązanie wymaga wiele praktyki zawodowej, znajomości przedmiotu, rozwagi i ogłady.

Tu należą np. szczegóły na urządzenia ześrodkowanych (centralnych) ogrzewań z przewietrzaniem, przekroje szablonowe gzymsów i przedmiotów roboty kamieniarskiej w naturalnej wielkości, rysunki dla cieśli na krążyny i wiązania dachowe, dla stolarza, ślusarza itd.

## 6. Opis budowy.

Opis budowy powinien zawierać możliwie krótko i zwięźle te tylko uzupełnienia budowlane, które ani w planach, ani w żadnym innym akcie budowy nie dały się przedstawić, a są konieczne do oceny całego założenia budowy. Przedmiotem opisu zresztą jest właściwość i sposób wykonania poszczególnych części budowy i rodzaj ich materiałów, co wszystko razem daje podstawę do zestawienia dalszych aktów technicznych budowy.

## 7. Kosztorys szczegółowy.<sup>1</sup>

Stosownie do tego, jakiej dokładności wymaga się co do obliczenia kosztów pewnej budowy, kosztorys może być albo szczegółowy albo przybliżony.

Na podstawie planów projektu oblicza się w kosztorysie szczegółowym wymiary wszelkich działów robót sposobem i порядkiem wskazanym Analizą cen w tomie drugim niniejszego dzieła, a następnie, na podstawie sumiennie i dokładnie zbadanych cen miejscowych, wyznacza się z pomocą tejże „Analizy cen“ ceny jednostkowe dla oddzielnych grup robót, wpisuje się je w kosztorys i oblicza koszt każdej z nich z osobna i wszystkich razem.

Podczas sporządzania kosztorysów szczegółowych należy przestrzegać następujących punktów wytycznych.

a) Kosztorys powinien obejmować wszelkie roboty, które w danym razie przewidzieć można. A oprócz robót ściśle budowniczych, powinno się w nim także znajdować wszystkie te urządzenia, które są stale z budynkiem gwoździami lub nitami spojone, albo zostają z nim w ścisłym związku, jak: założenie parku przy budynku, lub

<sup>1</sup> Patrz część trzecia, rozdział II: Sporządzenie kosztorysów.

ogrodu, uporządkowanie i splanowanie podwórza, dojazdu, urządzenia gazo i wodociągów, centralnego sposobu ogrzewania, studni itp.

Naostatek wstawia się koszta za sporządzenie projektu, i za wszelkie prace techniczne w czasie budowy, t. zw. koszta zarządu.

Jeżeli fundamentowanie przedstawia się jako niezwykle trudne, to trzeba na nie sporządzić osobny kosztorys.

b) Porządek robót w kosztorysie powinien odpowiadać ile możliwości rzeczywistemu i naturalnemu porządkowi rzeczy podczas wykonania, jak to zresztą Analiza cen (tom drugi dzieła) wskazuje.

c) Wzajemny związek robót należy w kosztorysie wyraźnie określić tak, aby niezego ani się domyślać, ani szukać nie było potrzeba.

d) Każdą robotę należy z wszelką możliwą dokładnością i szczegółowością tak jasno opisać, ażeby niezachodziła najmniejsza wątpliwość, ani co do jej wymiarów, ani co do sposobu jej wykonania, ani też co do jakości i rozmiarów odnośnych materiałów. Ten sposób opisania właśnie stanowił myśl przewodnią we wszystkich pozycjach rzeczonyj Analizy cen.

e) Każdą robotę trzeba uzasadnić należyte, jeżeli nie wpływa ze związku z innymi.

f) Kosztarobót należy zestawić na podstawie dokładnego i sumiennego zbadania warunków, wpływających na ceny jednostkowe w danej miejscowości i na podstawie przyjętych w tym celu zasad Analizy cen.

g) Podczas obliczania kosztów w kosztorysie opuszcza się wszystkie dziesiętne części jednego grosza aż do 0.5 włącznie; wszystkie zaś wyższe dziesiętne od 0.5 począwszy liczy się jako jeden grosz; wyjątek od tej reguły stanowią te wypadki, w których podobne zaokrąglenie wartości cen jednostkowych spowodowałoby znaczniejsze różnice w obliczeniu kosztów.

h) Wszelkie wymiary i rozmiary długości, powierzchni i objętości w kosztorysie liczy się z reguły tylko na dwie cyfry dziesiętne, a wagi na jedną dziesiętną; drobne długości np. przekroje drewnianych belek, desek, łat itp. oznacza się zwykle w centymetrach, długość konstrukcji żelaznych w milimetrach; wyjątek z tego czyni się jednak tam, gdzie ten sposób liczenia spowodowałby znaczne niedokładności lub różnice w kierunku dodatnim lub ujemnym (np. objętość przedmiotów roboty kamieniarskiej liczy się zwykle na trzy dziesiętne, gdyż cena jednostkowa jest bardzo wysoka).

Części składowe cen jednostkowych według Analizy cen oblicza się na cztery dziesiętne, suma zaś ich, czyli cena jednostkowa zaokrągla się na dwie dziesiętne według zasady wyżej pod g) wyrażonej.

ε) (dla b. dzielnicy austr.) Podczas sporządzania kosztorysów dotyczących się budowli kościelnych, t. zw. konkurencyjnych, t. j. takich, co do których Skarb państwa jako patron kościoła spódziła tylko w pewnej części kosztów, potrzeba kosztu szczegółowe i ogólne rozłożyć w osobnych kolumnach a) na wydatki za pomoc pieszą i zaprzęgową, b) na wydatki w gotówce; gdyż według § 5. ustawy konkurencyjnej z dnia 15. sierpnia 1866, Dz. u. kr. Nr. 28, cz. XIV), patron kościoła ponosi  $\frac{1}{6}$  wydatków w gotówce.

Do wydatków za pomoc pieszą i zaprzęgową zalicza się koszt pomocników, zaprzęgów, piasku, gliny i dowozu materiałów budowlanych; do wydatków zaś w gotówce zapłata dzienna rzemieślników, koszt materiałów budowlanych, 10% za nadzór i narzędzie i kosztu zarządu.

Rozkład kosztów w powyższym kierunku można tylko dokonać zapomocą Analizy cen, jak to wyjaśnia przykład następujący:

Liczba bieżąca	Przedmiot	Wydatki	
		za pomoc	w gotówce
		zł.	zł.
1.	Metr sześć. muru z cegieł na zaprawie wapiennej w parterze:		
	7.5 godz. murarza po 0.50 zł. . . . .		3.75
	10.5 godz. pomocnika po 0.30 zł. . . . .	3.15	
	10% za nadzór i narzędzie . . . . .		0.69
	300 cegieł od 1000 po 60 zł. . . . .		18.00
	0.09 m <sup>3</sup> wapna gasz. po 15 zł. . . . .		1.35
	0.18 m <sup>3</sup> piasku po 3 zł. . . . .	0.54	
	0.27 m <sup>3</sup> wody po 1 zł. . . . .	0.27	
	dowóz 300 cegieł na miejsce budowy od 1000 po 10 zł.	3.00	
	dowóz 0.09 m <sup>3</sup> wapna po 5 zł. . . . .	0.45	
	Razem okrągło .	7.41	23.79

j) W kosztorysach na przebudowania starych budynków należy przyjąć na roboty nieprzewidziane 10 do 15% z ogólnej sumy kosztów obliczonych.

Jeżeli przebudowanie musiałoby spowodować potrzebę rozebrania  $\frac{1}{5}$  murów starych, to w takim razie korzystniej jest zwalić stary, a postawić nowy budynek.

Uwaga. Na te punkta zwraca się z naciskiem szczególną uwagę bo chociaż projekt jest najlepszy, a kosztorys niedokładny, to podczas budowy powstają weale niepożądane zatargi i niesnaski z przedsiębiorcą, kończące się zawsze ze szkodą dla budowy i jej funduszu.

k) W kosztorysach na roboty zachowawcze (konserwacyjne) należy roboty i naprawy grupować nie według ich jednorodności, lecz tylko według poszczególnych izb budynku tak, by

wszelkie potrzebne różnorodne roboty i naprawy w każdej izbie tworzyły dla siebie osobną grupę; gdyż w przeciwnym razie podczas zamawiania, prowadzenia, sprawdzania, a szczególnie kolaudacji robót trzeba by dla każdej różnorodnej grupy obchodzić ponownie wszystkie izby i robić uciążliwe wyciągi i porównania, co prowadziłoby do niedokładności i pomyłek z niepotrzebną stratą czasu.

### 8. Kosztorys przybliżony.<sup>1</sup>

Jeżeli zachodzi potrzeba szybkiego zorientowania się co do kosztów zamierzonej budowy bez względu na ścisłą dokładność, to sporządza się kosztorys przybliżony. Zestawienie tego rodzaju kosztorysu wymaga jednak dokładnej znajomości miejscowych stosunków i wiele praktycznej wiedzy zawodowej.

Osobliwszą trudność przedstawiają kosztorysy przybliżone w ogóle na wszelkie roboty w starych budynkach, a w szczególności na przeistoczenia; dla tych nawet kosztorysy szczegółowe bywają bardzo często tylko przybliżonymi i to w dość obszernych granicach.

Najczęściej w takich wypadkach nie pozostaje nic innego, tylko oszacować lub obliczyć w przybliżeniu wymiary poszczególnych działów robót po cenach jednostkowych, albo też wskazać wszelkie zmiany w plan starego budynku, i ze stosunku zamierzonych zmian, do niezmienionej reszty budynku, wyprowadzić sumę kosztów przybliżoną, licząc np. od  $1 m^2$  powierzchni zabudowanej zmienionej.

Dokładniej i stosunkowo łatwiej dają się obliczać koszty zamierzonych nowych budowli, a podstawę do tego tworzy szkic w skali 1:200 lub 1:400, albo też i sam program budowy. Natomiast sposoby obliczenia, oparte zresztą na doświadczeniu, mogą być rozmaite, a mianowicie.

#### a) Kosztorys przybliżony według zabudowanej powierzchni.

W tym razie uwzględnia się wyłącznie tylko zabudowaną powierzchnię parteru, do której nie wlicza się podwórzy, podwórek świetlnych większych, niż  $6 m^2$ , ani niskich przybudówek, jak otwarte schody, wysoki, filary podporowe itp.

Poszczególne części budynku o różnych wysokościach należy liczyć każdą jako osobną zabudowaną powierzchnię parterową, rozumie się ze stosowną ceną jednostkową od  $1 m^2$ .

W niniejszym sposobie obliczania mogą zajść dwa wypadki: albo znana jest zabudowana powierzchnia zamierzonej budowy, albo też

<sup>1</sup> Zob. rozdz. XII. w części trzeciej.

jest dany tylko sam program budowy, w którym to razie potrzeba wyznaczyć najpierw przybliżoną powierzchnię zabudowaną.

Jeżeli zatem  $P_a$  jest powierzchnia miejsca budowy,  $P_p$  podwórzy i podwórek,  $P_z$  powierzchnia zabudowana,  $k$  przeciętna cena jednostkowa od  $1m^2$  zabudowanej powierzchni, obejmująca koszt od podszwy fundamentu aż po szczyt dachu, to będzie

$$P_z = P_a - P_p \quad 1$$

przybliżony zaś koszt budowy

$$K = P_z k = (P_a - P_p) k \quad 2$$

W czasie przedwojennym przeciętna cena  $K$  od  $1m^2$  budynków okazalszych mieszkalnych i skromniejszych monumentalnych mieściła w sobie koszt:

- a) fundamentu i piwnie . . . . .  $K = 47.50$  zł.
- b) parteru względnie każdego dalszego piętra . . . . . 79— „
- c) murów strychowych i dachu z kominami . . . . . 31.50 „

Stąd cena od  $1m^2$  zabudowanej powierzchni parterowego budynku podpiwniczonego będzie  $k = 47.5 + 79 + 31.5 = 158$  zł., do której za każde dalsze piętro dolicza się po 79 zł.

Tak np. metr kwadr. zabudowanej powierzchni dwupiętrowego budynku mieszkalnego lub monumentalnego z piwnicami będzie kosztować w przybliżeniu po  $158 + 2 \times 79 = 316$  zł., a jeżeli jego powierzchnia zabudowana  $P_z = 1600m^2$ , więc według wzoru 2  $K = P_z k = 1600 \times 316 = 505.600$  zł.

Cenę jednostkową  $k$ , złożoną ze składników wyżej pod a), b), c) poszczególnionych obniża się o 20%, gdy budynek jest na ogół w sposób prostszy wyposażony.

Gdy jest dany sam tylko program budowy, t. j. bez szkicu lub planów projektu i bez określenia powierzchni izb, wówczas całe zadanie wymaga najpierw wyznaczenia domniemanej powierzchni zabudowanej, poczem koszt przybliżony oblicza się sposobem i po cenach wyżej wskazanych.

Chcąc obliczyć w przybliżeniu powierzchnię zabudowaną litylko z samego programu budowy, który zazwyczaj — prócz ilości piątr — nie zawiera powierzchni podłogi izb, tylko ogólne określenie ich wielkości, przyjmujemy w myśl tego określenia stosowną powierzchnię dla każdej izby, poczem z podzielenia sumy powierzchni wszystkich izb przez ilość piątr otrzymujemy w przybliżeniu sumę powierzchni podłóg  $\Sigma p$ , wszystkich izb przypadających na jedno piętro, a więc i na zabudowaną powierzchnię. Według doświadczenia suma

powierzchni kurytarzy, sieni, schodów i wychodków dla budynków mieszkalnych jest prawie tak wielką, jak  $\frac{1}{3} \Sigma p$ , zaś dla szkół, urzędów itp. z obszernymi kurytarzami, westybilem itd.  $\frac{1}{2} \Sigma p$ ; doświadczenie nadto wykazuje, iż z ogólnej powierzchni zabudowanej  $P_z$  zajmują mury około  $\frac{1}{4} P_z$ ; stąd wynika zatem  $P_z = \Sigma p + \frac{1}{3} \Sigma p + \frac{1}{4} P_z = \frac{4}{3} \Sigma p + \frac{1}{4} P_z$ ,  $P_z - \frac{1}{4} P_z = \frac{4}{3} \Sigma p$ ; ostatecznie domniemalna zabudowana powierzchnia budynku mieszkalnego:

$$P_z = \frac{16}{9} \Sigma p = 1.78 \Sigma p \quad 3$$

zaś budynku publicznego, szkolnego itd.:

$$P'_z = \frac{12}{6} \Sigma p = 2 \Sigma p \quad 4$$

Tym więc sposobem daje się obliczyć przybliżona powierzchnia zabudowana, a stąd dalej wyznacza się łatwo powierzchnię gruntu, potrzebnego pod budowę i na podwórza, powierzchnię podłóg, objętość murów, względnie ilość potrzebnej cegły, wapna, piasku itd., nareszcie powierzchnię dachu według nachylenia, przez dodanie do powierzchni zabudowanej 25%, — rozumie się pod tem założeniem, że nachylenie dachu wynosi  $\frac{1}{3}$  szerokości budynku.

Metr kwadr. zabudowanej powierzchni budynkiem drewnianym mieszkalnym, parterowym, o ścianach wyprawionych z podmurowaniem, stropem i dachem liczone przed wojną po 26 do 37 zł.

Powyższych uwag o przybliżonych kosztorysach nie należy uważać za regułę, dają one wszakże dostateczne wskazówki, jak w danym razie znawca ma sobie radzić.

#### PRZYKŁAD.

Dany program na budowę sądu powiatowego wraz z aresztami obejmuje:

A) Budynek dla biur, który powinien mieścić w sobie duży pokój z przedpokojem dla naczelnika sądu, 3 większe pokoje dla 3 sędziów, 2 mniejsze dla 2 sekretarzy, jeden dla kancelisty, salę rozpraw, poczekalnię dla stron, 2 pokoje dla ksiąg gruntowych, mały pokój dla protokołu, dużą izbę dla ekspedytu i 3 duże pokoje na registraturę.

B) Budynek aresztów powinien mieć jedną ciemnicę, 2 cele odosobnione, 4 cele wspólne, każda na 6 więźni, kuchnię więzienną, mieszkanie dozorey, złożone z pokoju i kuchni.

C) Obszerne podwórze, komórki na drzewo i podwórze dla więźni wychodki itp.

Tu w pierwszej linii należy wyznaczyć, jak wielkiej w przybliżeniu potrzeba powierzchni gruntu pod budowę, a następnie, jak

wielką będzie powierzchnia zabudowana. Zmierzając ku temu celowi, potrzeba przyjąć przede wszystkim, że budynek dla pomieszczenia biur będzie jednopiętrowy, a dla aresztów parterowy; następnie dla każdej izby stosowną powierzchnię i tak:

W budynku sądowym odnośnie do A):

dla naczelnika sądu pokój duży . . . . .	30 m <sup>2</sup>
" " " przedpokój . . . . .	15 "
" 3 sędziów 3 izby duże po 25 m <sup>2</sup> . . . . .	75 "
" 2 sekretarzy 2 izby po 20 m <sup>2</sup> . . . . .	40 "
" kancelisty . . . . .	20 "
sala rozpraw . . . . .	50 "
poczekalnia . . . . .	25 "
dla ksiąg gruntowych 2 izby po 25 m <sup>2</sup> . . . . .	50 "
" protokołu . . . . .	20 "
" ekspedytu pokój duży . . . . .	45 "
" registratury-3 duże pokoje po 30 m <sup>2</sup> . . . . .	90 "
razem . . . . .	460 m <sup>2</sup>

Budynek ten według programu budowy ma być piętrowy, więc przypadnie na parter około połowa z wyżej otrzymanej sumy, będzie więc

$$\Sigma p = \frac{460}{2} = 230 \text{ m}^2,$$

a stąd w niniejszym wypadku wynika przybliżona zabudowana powierzchnia według wzoru 4.

$$P_z = 2\Sigma p = 2 \times 230 = 460 \text{ m}^2$$

W budynku dla aresztów odnośnie do B):

jedna ciemnica . . . . .	10 m <sup>2</sup>
dwie cele odosobnione po 12 m <sup>2</sup> . . . . .	24 "
4 cele wspólne po 25 m <sup>2</sup> . . . . .	100 "
kuchnia więzienna . . . . .	26 "
mieszkanie dozorczy (30 + 20 m <sup>2</sup> ) . . . . .	50 "
razem . . . . .	210 m <sup>2</sup>

gdy zaś według programu budynek aresztów ma być parterowy więc

$$\Sigma p = 210 \text{ m}^2,$$

a stąd w tym przypadku przybliżona zabudowana powierzchnia według wzoru 4.  $P_z = 2\Sigma p = 2 \times 210 = 420 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia miejsca pod budowę wraz z podwórzami itp.:

a) budynek sądowy pod A) i aresztowy pod B) zajmą	
$460 + 420 =$	880 m <sup>2</sup>
b) zaś na podwórza, dojazdy itp. co najmniej 4 razy	
tyle $4 \times 880 =$	3520 „
	razem miejsce budowy około . 4400 m <sup>2</sup>

Oznaczywszy przybliżoną powierzchnię potrzebnego gruntu pod budowę i powierzchnię zabudowaną, oblicza się kosztą mniej lub więcej zbliżone do rzeczywistości, w następujący niżej sposób.

**Kosztorys przybliżony na zamierzony budynek sądowy murowany wraz z aresztami.**

1. Zabudowana powierzchnia piętrowego budynku dla biur przeznaczonego, jak wyżej pod poz. 4. wynosi 460 m<sup>2</sup>, za fundament i piwnice, parter, I. piętro i strych z dachem odnośnie do zestawionej wyżej ceny jednostkowej pod 1 a), b), c), na str. 313 od 1 m<sup>2</sup> po 47·50 + 2 × 79 + 31·5 = 237 zł. . . . . 109.020 zł.

2. Zabudowana powierzchnia budynku parterowego aresztowego jak pod poz. 8. wynosi 420 m<sup>2</sup>, za fundamenta, parter i strych z dachem, odnośnie do rzeczonyj właśnie zasadniczej ceny ale zmniejszonej o 20%, od 1 m<sup>2</sup> po 47·5 + 79 + 31·5 - (47·5 + 79 + 31·5) × 0·2 = 126·4 zł. 53.088 „

3. Powierzchnia potrzebnego pod budowę gruntu j. w. pod poz. 10. wynosi 4400 m<sup>2</sup> po 6·3 zł. . . . . 27.720 „

4. Splanowanie i obrukowanie podwórza jak pod poz. 9b) wynosi 3520 m<sup>2</sup> po 6·3 zł. . . . . 22.176 „

5. Suma kosztów właściwych . . . . . 212.004 zł.

6. Koszta zarządu, t. j. sporządzenie planów projektu, prowadzenie budowy itd. około 3% z tej sumy kosztów pod poz. 5,  $212.004 \times 0.03$  okrągło . . . . . 6.360 „

Ogółem . 218.364 zł. = 219.000 zł.

#### b) Kosztorys przybliżony według zabudowanej objętości.

Ten sposób przybliżonego obliczenia kosztów nadaje się do budowli publicznych, jak szkoły, urzęda, instytucje, teatru, kościoły itd.

Zabudowana objętość jest tu iloczynem zabudowanej powierzchni przez wysokość od odsadki fundamentowej aż do górnej krawędzi gzymsu głównego. Części budowy różnej wysokości oblicza się każdą z osobna; tak samo osobno liczy się części nie podpiwniczone, a osobno podpiwniczone.



Nieznaczone występy, małe schody wolne i balkony nie wchodzi w rachubę; natomiast większe schody wolne, dobudówki, wykusze, werandy, kryte świetlnie małe w ogóle, kryte świetlnie duże (pasaże) wystawnie wyposażone itp. dolicza się do objętości. Krytych świetlni dużych (pasaży) bezozdobnych nie uwzględnia się tylko liczy się koszt ich posadzki i dachu.

Jeżeli  $H$  jest wysokość od odsadki fundamentowej budynku aż do górnej krawędzi gzymsu głównego,  $P_z$  powierzchnia zabudowana, to objętość zabudowana

$$O_z = P_z H \quad 5$$

zaś przybliżony koszt budowy według  $1 m^3$  zabudowanej objętości

$$K = O_z k_o = P_z H k_o. \quad 6$$

Cena przedwojenna  $k_o$  od  $1 m^3$  zabudowanej objętości:

- a) budynków mieszkalnych wynosiła . . . . . 19 do 21 zł.
- b) pałaców . . . . . 32 „ 37 „
- c) szkół ludowych i wydziałowych, gimnazjów i innych szkół średnich wyposażonych:
  - α) najwytworniej . . . . . 17 „ 21 „
  - β) w sposób prostszy . . . . . 15 „ 19 „
- d) budynków uniwersyteckich . . . . . 21 „

**c) Kosztorys przybliżony według jednostek użytkowania.**

Często wystarcza przybliżone obliczenie kosztów według ilości jednostek użytkowania, a mianowicie: szkół według ilości uczniów, kościołów według ilości parafian, teatrów według ilości miejsc do siedzenia, szpitali według ilości łóżek itd.

Odnośna cena  $k_u$  od jednostki użytkowania musi opierać się na kosztach licznych budowli odnośnych, już wykonanych.

Profesor inż. Hermann Daub w IV. tomie swego dzieła „Hochbaukunde“ podaje ceny jednostkowe przedwojenne:

- dla szkół  $k_u = 262$  zł. na ucznia;
- „ szpitali  $k_u = 3620$  do  $4720$  zł. na łóżko;
- „ spichlerzy najlepiej wykonanych na zboże, cukier, kawę itp.  $k_u = 1.9$  do  $2.1$  zł. na  $100 kg$ .

Poniżej znajduje się tabelarne zestawienie wykazujące, jaki udział procentowy zajmują poszczególne roboty budowlane w odniesieniu do ogólnych kosztów budowy, wykonanej maszynowo, to jest z materiału twardego.

R o b o t y	Koszta robót wyrażone procentami od ogólnych kosztów budynku				
	1 lub 2 piętrowego		więcej piętrowego		
	z wyposażeniem				
	zwykłym	lepszym	zwykłym	lepszym	monumentalnym
pomocnicze i murarskie . . . . .	35 do 40	36	45	35	30
kamieniarskie . . . . .	5 do 10	10 do 20	8 do 18	10 do 20	20 do 30
ciesielskie . . . . .	20	15	15	14	8 do 10
krycia dachu i blacharskie . . . . .	10	5 do 6	3 do 8	5	3
stolarskie, ślusarskie i szklarskie . . . . .	10	12	7 do 10	13	15
lakiernicze, malarskie i tapyeciarskie . . . . .	10	12	8	13	12
na cele ogrzewania . . . . .	.	.	5	5	6
wodociągowe i gazociągowe . . . . .	.	.	2	5	6

## IV. Zabezpieczenie i wykonanie budowy.

### 1. Licytacja.

Dobrze zrozumiany interes własny tak przedsiębiorcy, jakoteż i właściciela budowy wymaga, aby celem zabezpieczenia wykonania nowych budynków, lub wogóle robót budowlanych wypracowano — oprócz najdokładniejszych planów i kosztorysów — stosowne opisanie budowy, jako uzupełnienie planów oraz kosztorysów i ułożono starannie obmyślane i dokładnie, a zrozumiale opisane warunki budowy ogólne i szczegółowe.

Na podstawie tak opracowanych planów, kosztorysów, opisu budowy, i ogólnych i szczegółowych warunków, przeprowadza się licytację celem oddania budowy w przedsiębiorstwo.

Sposób przeprowadzenia licytacji bywa następujący.

Na kilka, lub kilkanaście dni (zawisło to od wielkości robót) przed terminem licytacji zaprasza się do niej najmniej dwóch przemysłowców budowlanych, znanych w kołach technicznych z sumienności i z uzdolnienia zawodowego i równocześnie udziela się każdemu osobno:

a) wzór oferty;

b) cennik, obejmujący zestawienie jednostkowe: każdej różnorodnej roboty odnośnej z dokładnym i szczegółowym jej opisem według Analizy cen, dniówek wozów, pomocników i robotników zawodowych, oraz materiałów budowlanych atoli wszędzie z opuszczeniem cen;

c) Kosztorys sumaryczny, obejmujący sumaryczne wymiary wszelkich robót z ich opisem, jednakże bez cen jednostkowych i obliczonych kosztów.

Każdy z zaproszonych winien wpisać w cennik pod b) swoje własne ceny liczbami i słowami, a następnie obliczyć według nich w kosztorysie sumarycznym pod c) koszt całej budowy.

Przedsiębiorcom daje się do przejrzania przed licytacją wszystkie plany, opisy i warunki ogólne i szczegółowe, z wyjątkiem kosztorysu szczegółowego i ewentualnej analizy cen.

Po uznaniu jednej z ofert za najkorzystniejszą i przyjęciu jej, należy na podstawie wszystkich aktów licytacji i przyjętej oferty zawrzeć z oferentem formalną ugodę pisemną czyli kontrakt co do wykonania robót budowlanych, stanowiących przedmiot licytacji.

Ze względu na własny interes i dobro swoje nie powinni właściciele budowy poruczać przedsiębiorcom ani wypracowania planów i kosztorysów, a co najważniejsza, ani technicznego kierownictwa budowy (prowadzenia budowy i nadzoru), ani też kolaudacji, tylko osobno do tego celu ugodzonym technikom, znanym z uzdolnienia i rzetelności, a posiadającym odnośne uprawnienie.

Często i z dotkliwą nieraz szkodą wydarzające się nieporozumienia tam, gdzie przedsiębiorca jest zarazem i autorem projektu i kierownikiem budowy, usprawiedliwiają aż nadto tę przestrożę.

Zabezpieczenie i przeprowadzenie wykonania państwowych budynków nowych i restauracji starych dokonuje się z wszelką możliwą ścisłością w myśl wypowiedzianych wyżej uwag. W prywatnych warunkach nie można mówić o tem, aby poszczególny właściciel, rozporządzający małymi funduszami, mógł wykonanie zamierzonej budowy tak ściśle zabezpieczyć i przeprowadzić. W każdym razie jednak może on i powinien zabezpieczyć się przed możliwym wyzyskiem i niesumiennością przedsiębiorcy budowlanego i oprzeć się chociażby w najogólniejszym zarysie na odnośnych zasadach ochronnych, oraz zawrzeć pisemną umowę na podstawie najgłówniejszych i najniezbędniejszych warunków.

Do zorientowania się pod tym względem niechaj więc służyć następujące niżej warunki budowy ogólne i szczegółowe, stosowane do budowy państwowych.

## 2. Ogólne warunki budowy.

§ 1. Przedmiotem niniejszych warunków jest wykonanie robót:

.....  
które do przeprowadzenia budowy .....  
będą potrzebne i w załączonym zestawieniu sumarycznym są poszczególnione, łącznie z dostarczeniem wszelkich do tych robót potrzebnych materiałów, rusztowań, narzędzi, pomocy i nadzoru podczas wykonania.

§ 2. Wykonanie robót niniejszych poruczy . . . . . drogą publicznej rozprawy ofertowej temu oferentowi, którego ofertę uzna za najkorzystniejszą, zastrzegając sobie co do wyboru między oferentami zupełną swobodę i nie wiążąc się kwotą oferowaną.

§ 3. Do oferty, którą należy sporządzić według udzielonego formularza, należy ostemplować i opieczetować, należy dołączyć sumaryczne zestawienie robót, sporządzone na udzielonym blankiecie, w którym preliminowana ilość każdej kategorii robót jest poszczególniona. W tym blankiecie wpisze oferent literami i cyframi żądane ceny jednostkowe pod każdą pozycją, tudzież kwoty wypadające z pomnożenia podanej ilości z ceną jednostkową. Suma tych kwot przedstawia ogólny koszt robót preliminowanych, które do wykonania drogą przedsiębiorstwa zostaną oddane.

W ofercie należy podać imię i nazwisko, zatrudnienie i miejsce pobytu oferenta, tudzież oświadczenie, iż tenże ogólnym i szczegółowym warunkom, służącym za podstawę niniejszej rozprawy, poddaje się bez jakiegokolwiek zastrzeżenia.

§ 4. Do oferty winien oferent dołączyć wadium w kwocie, równającej się  $\frac{1}{20}$  części całej z jego oferty wypływającej sumy kosztów wszystkich preliminowanych robót, a to w gotówce albo też w stosownych papierach wartościowych.

§ 5. Przedsiębiorcę obowiązuje jego oferta od chwili jej przyjęcia przez władzę przeprowadzającą rozprawę licytacyjną, skarb Państwa zaś przyjmuje na siebie to zobowiązanie dopiero od chwili zatwierdzenia oferty przez właściwą władzę.

§ 6. Po zatwierdzeniu oferty oznaczy się przedsiębiorcy w ciągu odpowiedniego czasu termin do zawarcia kontraktu. Jako kaucję za należyte wykonanie robót tych ustanawia się . . . . . odsetek od sumy oferowanej.

Przed podpisaniem kontraktu ma przedsiębiorca uzupełnić złożone wadium do wysokości ustanowionej kaucji, bądź w gotówce, bądź w publicznych papierach kredytowych, podług kursu giełdowego obliczać się mających. Wyjątkowo tylko i to za szczególnem pozwoleniem . . . . . może być przyjęta kaucja hipoteczna lub za odpowiednią poręką.

Osoba trzecia, za przedsiębiorcę poręczająca, winna przyjęć wszelkie zobowiązania się jego wobec skarbu w najobszerniejszem znaczeniu §§ 891 i 1347 powszechnej ustawy cywilnej i odpowiadać za to solidarnie.

Jeżeliby przedsiębiorca w oznaczonym dniu się nie stawił, albo mimo swego przybycia kaucji przepisanej nie złożył, natenczas utracą połowę ze złożonego wadium.

Po pierwszym niezjawieniu się przedsiębiorcy wyznacza właściwy urząd do ukończenia układu inny dzień, w którym, gdyby przedsiębiorca znowu nie stanął lub stanawszy kaucji nie złożył, traci już i drugą połowę wadium. W takim razie zachowuje sobie Rząd swobodę wykonania robót w sposób, jaki uzna za stosowny.

Na wypadek, gdyby więcej przedsiębiorców, jako spółka, występowało, to muszą do zawarcia umowy i następnych legalnych czynności wymienić z pomiędzy siebie jednego jako pełnomocnika, atoli z solidarnem poręczeniem wszystkich spółników.

§ 7. Oferentom, których oferty nie uwzględniono, zostaną po zatwierdzeniu rozprawy ofertowej zwrócone wadja, gdy złożą nieostemplowane potwierdzenie ich odbioru.

§ 8. Zdanie roboty lub części jej na kogo innego, może nastąpić tylko za zezwoleniem . . . . .

Jeżeli przedsiębiorca podjętą robotę bez zezwolenia właściwej władzy opuszcza, będzie uważany jak gdyby tę robotę zupełnie zaniechał, a kierownictwo budowy będzie wtedy upoważnione postąpić sobie według § 26 niniejszych warunków.

§ 9. Czas wyznaczony do rozpoczęcia robót poczyna się z dniem protokolarnego ich oddania, a liczy się bez przerwy i bez zastrzeżeń w bezpośrednio po sobie następujących dniach lub miesiącach . . . . .

W myśl tego postanawia się, że wszystkie roboty najdalej . . . . . w zdolnym do kolaudacji stanie mają być wykonane. Jeżeli przedsiębiorca nie potrafi usprawiedliwić zwłoki w wykonaniu budowy, wtedy jako najmniejszą karę pieniężną za niedotrzymanie terminu ma ponosić koszt nadzoru i kierownictwa budowy, niemniej koszt komisji, wysłanej na miejsce budowy z powodu opieszałego jej wykonywania. Nadto przedsiębiorca zwlekający roboty podpada karze konwencjonalnej, która wynosi za każde 15 dni przekroczonego terminu budowy . . . . . ; kara ta będzie mu potrącona na rzecz funduszu budowy z wynagrodzenia podczas najbliższej należącej mu się wypłaty.

§ 10. Czas rozpoczęcia budowy ma stwierdzić kierownik budowy protokołem oddania, spisany z przedsiębiorcą.

W tym protokole potwierdzi przedsiębiorca, że w miejscowości dokładnie się rozpatrzył, że wytyczenie przedmiotu budowy według możliwości skutecznił, i że czas wyznaczony do wykonania robót ma się liczyć od chwili podpisania protokołu oddania budowy.

Protokół ten należy sporządzić w dwóch egzemplarzach, które powinien podpisać kierownik budowy, inspicjent i przedsiębiorca. Jeden egzemplarz tego protokołu oddania należy przedłożyć bezzwłocznie . . . . .

Przedsiębiorca ma na każde wezwanie kierownika budowy bezpłatnie dostarczyć wszystkich do wytyczania potrzebnych materiałów, narzędzi i pomocy.

§ 11. Przedsiębiorcy robót nie wolno czynić w protokole oddania żadnych zastrzeżeń lub zarzutów, wyjąwszy takich, które się odnoszą do dostrzeżonych podczas wytyczania rzeczywistych faktów, stojących w sprzeczności ze ścisłym rozumieniem szczegółowych warunków budowy.

W takim razie, o ile potrzeba się okaże, należy przeprowadzić odpowiednie zbadanie spornej okoliczności, a wynik wciągnąć do protokołu, który służyć będzie za podstawę do dalszych orzeczeń władzy; przedsiębiorca ma jednak w niez-

kwestjonowanych częściach robotę podług możności dalej prowadzić, wstrzymując wykonanie zakwestjonowanych części, dopóki nie nastąpi orzeczenie wspomnianej władzy.

§ 12. Jeżeli dzień do objęcia robót zawczasu przedsiębiorcy oznaczono, wówczas staje się on odpowiedzialnym za wszelką z powodu spóźnionego objęcia i rozpoczęcia budowy wynikłą szkodę, tak wobec skarbu jak i wobec innych interesowanych i będzie do wynagrodzenia szkody obowiązany. Nadto wyznaczy kierujący budową ponowny termin do oddania jej w wykonanie z uwagą, że gdyby przedsiębiorca i do tego rozporządzenia się nie zastosował, będzie uważany nadal za zrywającego ugode i prócz kaucji utraci przedsiębiorstwo.

W tym ostatnim przypadku wyda władza zarządzenia, jakie uzna za stosowne, w celu doprowadzenia robót do skutku.

§ 13. Przedsiębiorca jest obowiązany plac budowy oparkanić i w razie potrzeby ułożyć wzdłuż parkanu prowizoryczny chodnik i chodnik ten własnym kosztem przez cały czas trwania budowy w porządku i dobrym stanie utrzymywać.

Obowiązkiem przedsiębiorcy będzie dostarczyć kierownictwu odpowiedniego pomieszczenia, składającego się z jednego większego lub dwu mniejszych pokoi i zaopatrzyć je osobnym wychodkiem.

Gdyby na miejscu budowy znajdowały się stare budynki, dające się użyć — wedle uznania kierownictwa budowy — na kancelaryj, powinien przedsiębiorca zaraz po zatwierdzeniu oferty oświadczyć stanowczo, czy chce urządzić w starym istniejącym budynku kancelaryj dla kierownictwa budowy i poczynić takie adaptacje i naprawy, jakie dla umieszczenia dogodnego tej kancelarji będą potrzebne, a przez kierownika budowy wymagane, lub też, czy woli postawić na ten cel nowy prowizoryczny budynek.

Kancelaryj kierownictwa budowy — winien przedsiębiorca własnym kosztem zaopatrzyć w biurka, stoły, szafy, krzesła, umywalnie tudzież utrzymywać porządek, oświetlać i ogrzewać aż do zupełnego ukończenia budowy.

Nadto będzie przedsiębiorca obowiązany natychmiast po objęciu placu budowy postarać się o urządzenie w kancelarji kierownictwa budowy stacji telefonicznej, o ile to jest w danej miejscowości budowy możliwe, i ponosić z własnych funduszków opłatę abonamentową przez cały czas trwania budowy.

Dla utrzymania porządku na placu budowy i wewnątrz budynku powinien przedsiębiorca swoim kosztem ustanowić nadzór jakoteż własnym kosztem urządzać wychodki dla swoich i innych robotników zatrudnionych na budowie.

Wychodki te należy w porządku utrzymywać i często desinfekcjonować.

§ 14. Wszelkie rusztowania ma przedsiębiorca wykonać własnym kosztem silnie i odpowiednio wymogom bezpieczeństwa, w dobrym stanie je utrzymywać i innym przedsiębiorcom do użytku dla ich robót pozostawić, bez wynagrodzenia tak długo, jak tego wymagać będzie potrzeba.

§ 15. Przedsiębiorca jest obowiązany do odpowiedniego zabezpieczenia — bez osobnego wynagrodzenia — wszystkich części budynku, któreby w czasie zimy mogły uleść zepsuciu lub zawilgoceniu, a mianowicie: do opierzenia deskami lub założenia ceglami otworów okiennych, do odprowadzenia wody od budynku, do zmiatania śniegu itp. robót własnym kosztem i do przestrzegania wogóle, by żadna część budynku przez śnieg lub wodę nie ucierpiała. Toż samo leży w obowiązku przedsiębiorcy zabezpieczenie wszelkich części kamiennych i drzewnych zapomocą opierzeń drewnianych przed uszkodzeniem podczas budowy.

§ 16. Wszelkie uszkodzenia robót już wykonanych, wyrządzone przez robotników, czy to własnych, czy też obcych ma naprawić przedsiębiorca swoim kosztem bez regresu do funduszu budowy.

Przysłuży mu jednak prawo regresu do tego, który spowodował uszkodzenia bądź przez nieuwagę, bądź też umyślnie.

Wszystkie roboty muszą być oddane w zupełnie czystym stanie, a zatem oczyszczenie wszelkich robót będzie rzeczą przedsiębiorcy. Wszelkie bielienie ścian i sklepień, gdzie tego zajdzie potrzeba — chociaż nie jest szczegółowo wymienione w zestawieniu sumarycznym —, zawarte jest już w cenach murów a względnie wypraw i nie będzie osobno wynagrodzone.

Niedokładności, któreby się okazały z powodu osiadania murów lub innych jakichkolwiek przyczyn na robotach kamieniarskich, ma przedsiębiorca usunąć w zupełności bez żadnego osobnego wynagrodzenia.

§ 17. Kierujący, a względnie inspicjent budowy, prowadzić będzie dziennik budowy, w którym mają być zapisywane następujące szczegóły:

1. Wszystkie na postęp budowy wpływ wywierające okoliczności i najważniejsze momenta, tyżące się postępu robót

2. Wszystkie wymiary, wagi i szczegółowe dyspozycje, które do obliczenia wartości robót wykonanych i należności przedsiębiorcy są potrzebne, a z planów szczegółowych nie mogą być bezpośrednio powzięte, ani też bez trudności na miejscu sprawdzone.

3. Wszystkie zamówienia robót, czas w którym zostały wydane i termin, w którym mają być wykonane.

4. Wszystkie zarządzenia co do sposobu wykonania poszczególnych robót, ewentualne zmiany, tudzież protokoły ugody robót nieprzewidzianych.

5. Wszystkie uiszczone wypłaty, poszczególnione według rodzaju robót.

Dziennik ten będzie dla lepszej ewidencji podzielony na odpowiednie działy, a zapiski które wymagają poświadczenia przedsiębiorcy, celem uniknięcia jakiego późniejszego sporu, powinny być w każdej poszczególniej rubryce przez przedsiębiorcę podpisane.

W szczególności co do zamówień postanawia się, że będą zaopatrzone potrzebnymi planami szczegółowymi, szkicami i opisami nie pozostawiającymi żadnych wątpliwości co do sposobu i wymiarów wykonać się mających robót, z odwołaniem się do pozycji kosztorysu, w którym były przewidziane, a w razie gdyby nie były kosztorysem przewidziane do protokołów ugody.

Wszystkie zamówienia będą przez kierownika w takim czasie wydane, tudzież terminy wykonania tak ustanowione, ażeby regularny postęp budowy w niczem nie ucierpiał.

Zamówienia te z planami mają być przez przedsiębiorcę skopjowane i kierownictwu bezzwłocznie zwrócone.

Kierownik odpowiada za wydanie w odpowiednim czasie zamówień, przedsiębiorca za ich zwrot w stanie nie uszkodzonym i wykonanie w terminie.

Nie zastosowanie się do tych postanowień, pociągnie za sobą wstrzymanie wypłaty należności.

§ 18. W ciągu budowy może nastąpić potrzeba zmiany ilości projektowanych robót, zupełnego zaniechania jakiej roboty, albo wykonania całkiem nieprzewidzianej roboty.

W takim razie musi się przedsiębiorca poddać dyspozycjom kierownictwa, a względnie władzy administracyjnej i ewentualną większą ilość robót wykonać do

cenach kontraktem ustanowionych, zaś w razie zmniejszenia ilości lub zaniechania robót nie może przedsiębiorca rościć sobie żadnych pretensji do odszkodowania z powodu utraty zysku. W każdym wypadku więc wynagrodzenie nastąpi tylko według ilości istotnie wykonanych robót, po cenach kontraktem oznaczonych.

W razie zarządzenia robót, których ceny nie były ustanowione, będą one z przedsiębiorcą protokolarnie ugodzone przez kierownika wspólnie z inspicjentem budowy. Zatwierdzenie tych cen zastrzega sobie władza administracyjna. Za dyrektywę podczas ugody tych cen dodatkowych służyć mają zawsze ceny kontraktem ustanowione tych robót, które są najpodobniejsze i najwięcej zbliżone do mającej się ugodzić roboty; w pierwszym rzędzie należy tu uzasadnić i według zachodzących propozycji obliczyć te spólczynniki, które z powodu zmiany roboty lub materiału na obniżenie lub podwyższenie ustanowionej ceny wpływają.

Gdyby przedsiębiorca jednak nie zgodził się na cenę przez kierownictwo ustanowioną, natenczas co do tej ceny rozstrzyga . . . . ., a przedsiębiorca jest obowiązany decyzji tej władzy poddać się bezwarunkowo. W tym razie nie wolno jednak przedsiębiorcy wstrzymywać wykonania zarządzanej roboty, lecz pomimo zachodzącej różnicy co do ceny winien postępywać tak, jakby cena została ugodzoną; z wyjątkiem tylko, gdyby kierownictwo uznało za stosowne, robotę, której ceny z przedsiębiorcą ugodzić nie mogło, oddać innemu przedsiębiorcy do wykonania.

Gdyby zaszła potrzeba wykonania roboty, której z góry ocenić nie można, taką robotę przeprowadzi się na dniówkę.

W tym razie należy zastosować ceny robót i materiałów, które na końcu kosztorysu sumarycznego przez przedsiębiorcę zostały podane.

Do kosztów roboty bez materiałów doliczy się za kasę chorych i ubezpieczeniu od wypadków 12—14%, zaś na narzędzia i nadzór także 10 od sta, nie wolno jednak przedsiębiorcy doliczać do płacy robotników wynagrodzenia podmajstrzych lub pisarzy.

Dzień roboczy liczy się po 10 godzin pracy dziennej, a zmniejszenie lub powiększenie czasu roboczego pociągnie stosunkowe zmniejszenie lub powiększenie płacy.

W razie potrzeby wykonania robót takich nocną porą powiększy się płace dzienna o . . . . .

Co do wszystkich tych na dniówkę wykonanych robót, będzie przedsiębiorca prowadził osobną listę robót i materiałów na dwie ręce i przedłoży oba jej egzemplarze po upływie każdego tygodnia inspicjentowi budowy do sprawdzenia i podpisania.

Jeden egzemplarz tej listy zatrzymuje kierownictwo, drugi wręcza się przedsiębiorcy.

§ 19. Gdyby podczas wykonania roboty, nadzwyczajne elementarne zdarzenia, jako powódź, gromy, orkany, widocznie uszkodziły jakąś jej część wykonaną, ma kierujący budową w obecności przedsiębiorcy lub jego pełnomocnika tę szkodę zbadać, obliczyć w celu wynagrodzenia roboty nadkosztorysowej, jeżeli przedsiębiorca nie dopuścił się takiej opieszałości, bez której owe uszkodzenia nie byłyby nastąpiły, albo byłyby nastąpiły, jednak w mniejszym rozmiarze. Zwykle ewentualne uszkodzenia przez mróz, śnieg, pożar, grad lub słońce nie będą wynagrodzone. Dlatego jest rzeczą przedsiębiorcy, zaasekurować przedmioty ulegające spaleni aż do czasu kolaudacji.

§ 20. Przedsiębiorca jest obowiązany albo sam przebywać ciągle w miejscu budowy, albo udzielić pełnomocnictwo osobie posiadającej odpowiednią zdolność do



zadosyćczynienia wszelkim obowiązkom przedsiębiorstwa bez jakichkolwiek zastrzeżeń, szczególnie zaś do prowadzenia z zawarowaną dokładnością zakontraktowanych robót.

W akcie oddania należy podać imię i nazwisko zastępcy.

Do nadzoru budowy mają być z ramienia przedsiębiorcy ustanowieni odpowiedni fachowi ludzie (podmajstrzowie), znani z rzetelności i uzdolnienia. Przedsiębiorca ma obowiązek dodać bezpłatnie potrzebnych a zręcznych pomocników do wytyczania budowy i do wszelkich podczas budowy i kolaudacji zarządzonych pomiarów niemniej dostarczyć wszelkich do pomiaru i odważenia przedmiotów potrzebnych instrumentów i przyborów i utrzymywać je w dobrym stanie.

Jeżeli zastępca lub jaki robotnik, albo którykolwiek od przedsiębiorcy zależny funkcjonarjusz okaże się niezdolnym lub niesfornym, ma go przedsiębiorca na piśmie wezwanie kierownictwa z roboty wywalić i w odpowiedni sposób zastąpić.

§ 21. Przedsiębiorca jest obowiązany wykonać roboty starannie i z wszelką dokładnością, według prawideł uznanych praktycznie za najstosowniejsze.

W tym celu ma on się zastosować do poleceń, nie tylko w szczegółowych postanowieniach objętych, lecz i do takich, jakie mu kierownictwo budowy każdorazem udzieli.

Użyteczność materiałów, tak pojedynczych jak i złożonych ma być przed ich użyciem przez kierownictwo budowy zbadane: w razie gdyby przedsiębiorca złych materiałów użył albo ogólnie robotę źle wykonał, będzie musiał tak wykonaną część robót rozebrać i na swój koszt ponownie odpowiednio wykonać.

§ 22. Za dobroć użytych materiałów, niemniej jak za trwałość wykonanej roboty a to co do wszystkich robót ręczy przedsiębiorca jeszcze przez . . . . . od dnia oddania budowy do użytku.

§ 23. Jeżeli kierownictwo budowy lub komisja kolaudacyjna znajdzie podczas odbioru uzasadniony powód do wnioskowania, że przedsiębiorca wykonywał roboty nie według osnowy kontraktu i albo nieprzydatnego użył materiału, albo roboty źle wykonał, wówczas owym organom rządowym przysługuje prawo w celu stwierdzenia istoty czynu, zarządzić wszelkie potrzebne badania i rozburzenia na koszt przedsiębiorcy, któremu nie wolno temu postanowieniu się sprzeciwiać lub rościć sobie z tego tytułu jakichkolwiek pretensji.

§ 24. Obowiązkiem przedsiębiorcy będzie robotników odpowiednio porozdzielać i im nie tylko takie roboty przyporządkować, do których są wprawieni, lecz nadto ma im potrzebnych dostarczyć materiałów i narzędzi, nad nimi czuwać, jak niemniej zawsze odpowiednio zarządzić środki w celu, aby nie byli wystawieni na uszkodzenie ciała lub niebezpieczeństwo życia, a to w myśl przepisów ochronnych o wykonywaniu przemysłu budowlanego.

Każda wina w tym względzie spada na przedsiębiorstwo i jego organa.

§ 25. Podczas budowy ma przedsiębiorca przestrzegać przepisów budowniczo-policyjnych, bacznie niemniej starać się o nieprzerwane utrzymanie bezpiecznej komunikacji, albowiem w razie uchybienia tym przepisom za wszelkie stąd wynikłe niedogodności i szkody uznaje go się odpowiedzialnym i do wynagrodzenia szkód obowiązany.

Gdyby przedsiębiorca wystosowanemu ze strony nadzoru budowy w tym względzie piśmennemu lub w obecności świadków uczynionemu ustnemu wezwaniu nie

chciał zadość uczynić, wtedy nadzór budowy upoważniony jest do zarządzenia odpowiednich środków na stratę i koszt przedsiębiorcy.

Powstałe stąd wydatki zostaną ściągnięte z należności przedsiębiorcy.

§ 26. Gdyby się zdarzyło, że przedsiębiorca robotę prowadzi mniejszymi siłami od tych, jakie są niezbędnie potrzebne do ich wykończenia w oznaczonym terminie, lub że ukończenie robót zwleka z innej jakiegokolwiek przyczyny, w takim razie kierownictwo budowy ma obowiązek pisemnie zwrócić jego na to uwagę i żądać od przedsiębiorcy stwierdzenia doręczenia mu tego zawiadomienia, w którym mają być oznaczone wszystkie te roboty, jakie dla powetowania zwłoki przez niego muszą być uskutecznione.

Jeżeli przedsiębiorca wezwaniu temu w oznaczonym terminie zadość nie uczyni, wtedy ma kierownictwo budowy zdać o tem sprawę swej bezpośrednio przełożonej władzy, która zbada stan rzeczy przez komisję rzeczoznawców z udziałem kierownictwa budowy i zawezwanego do tego przedsiębiorstwa.

Gdyby to przedsiębiorstwo do tej komisji nie przystąpiło lub przynajmniej nie było zastąpione w sposób prawnie wymagany, wówczas zostanie zarządzone protokolarne zbadanie stanu rzeczy, przeciw czemu, jako istocie czynu, żadne odwołanie się miejsca mieć nie może. Wynik tego zbadania ma służyć za podstawę do następných orzeczeń.

Na podstawie takiego zbadania ma komisja, w razie grożącego niebezpieczeństwa, natychmiast zarządzić stosowne według jej zdania środki do skutecznego prowadzenia dalej budowy, w razie zaś dopuszczalnej zwłoki mają być przedłożone odpowiednie wnioski.

Zarządzenia te ze strony komisji nabiorą ważności nieodwołalnej po zatwierdzeniu przez . . . . ., które o powziętem rozstrzygnięciu przedłożonych wniosków odpowiednio władzę zawiadomi.

Gdyby jednak normalny postęp budowy doznał przeszkody z powodu ogólnej zmowy (strejk) którejkolwiek kategorii robotników budowlanych, przysłuża przedsiębiorcy prawo żądania przedłużenia terminu wyznaczonego mu do ukończenia tych robót, jeżeli o zmowie robotników zawiadomił pisemnie kierownictwo budowy zaraz po jej wybuchnięciu.

§ 27. Jeżeli zwłoki w wykonaniu budowy nie może przedsiębiorca usprawiedliwić, wtedy jako najmniejszą karę pieniężną za niedotrzymanie terminu ma ponosić kosztą nadzoru i kierownictwa budowy, niemniej i komisji wysłanej na miejsce z powodu opieszalego wykonania budowy.

Gdyby atoli przez opóźnienie roboty powstały jakie szkody lub gdyby się okazała konieczność zwolnienia przedsiębiorcy z kontraktu, a przeprowadzenia reszty roboty w inny sposób, wtedy ma przedsiębiorca nie tylko rzeczono szkody wynagrodzić, lecz nadto z powodu przewłoki wynikiem większe kosztą wykończenia budowy ponosić.

W tym celu ustanawia się warunek ugody, że zalegająca jeszcze kwota wynagrodzenia, jak również i złożona kaucja będą zatrzymane w depozycie dla pokrycia jakiegokolwiek niedoboru.

§ 28. W zachodzących wątpliwościach i różnicach w zdaniu między kierownictwem budowy a przedsiębiorcą, co do doniosłości znaczenia i zastosowania któregośkolwiek artykułu niniejszych lub szczegółowych warunków, lub też ugody, należy w ich tłómaczeniu mieć baczny wzgląd na cel i na należyte wykonanie robót.

Rozstrzygnięcie w takich punktach spornych przysłuża w pierwszej instancji . . . . ., w drugiej . . . . ., a w trzeciej i ostatniej dotyczącemu Ministerstwu.

Po ostatecznym rozstrzygnięciu pozostawia się przedsiębiorcy drogę prawa.

W takim razie rzeka się on prawa zarządu przeciw sprawdzonemu przez organa budownicze stanowi rzeczy, i owszem ten ostatni stanowi przeciw niemu dowód zupełny.

§ 29. Postanawia się za obopólnem porozumieniem, że . . . . .  
 prokuratorj . . . . . skarbow . . . . . będzie upoważniona we wszystkich z ugody niniejszej powstających sporach prawnych, w których Skarb państwa jako powód występuje, jakoteż w celu wyjednania odpowiednich środków zabezpieczających i egzekucyjnych wytoczyć sprawę przed tym sądem, który się w jej siedzibie znajduje i który byłby powołany do rozstrzygania takich sporów prawnych jakoteż i przyzwalania na środki zabezpieczające i egzekucyjne, jak gdyby oskarżony w . . . . . miał swoją siedzibę.

§ 30. Wyплаты należności nastąpią na podstawie obrachunków z rzeczywiście uskuteczniionych czynności przedsiębiorcy w okresach . . . . .

Podczas każdej wypłaty potrąci się z należności przypadających za dostarczone roboty 5% na utworzenie raty kolaudacyjnej, która to rata dopiero po zatwierdzeniu aktu kolaudacyjnego wyasygnowaną zostanie. Raty kolaudacyjne mogą być na żądanie przedsiębiorcy ulokowane na zysk i stratę przedsiębiorcy w kasie oszczędności.

Obrachunki częściowe powinien przedsiębiorca sporządzić osobno dla każdego obiektu poszczególnych kategorii robót według zasad technicznych z dołączeniem szczegółowych planów i kierownikowi budowy do sprawdzenia przedkładać. Jeżeli pewna kategoria robót pojedynczego obiektu nie będzie wykończoną, natenczas może przedsiębiorca zamieścić w rachunku wykonaną ilość roboty w przybliżeniu. Po ukończeniu każdego obiektu ma przedsiębiorca ogólny rachunek wszystkich robót kierownictwu przedłożyć.

§ 31. Skoro przedsiębiorca zgodnie z kontraktem roboty wykończy, otrzyma od kierującego budową poświadczenie: że przedmiot budowy może być technicznie sprawdzony.

Odpis tego poświadczenia należy posłać . . . . . drogą urzędową.

O przedsięwzięcie kolaudacji powinien przedsiębiorca wnieść prośbę do Namiestnictwa, zaopatrzoną powyższem poświadczeniem. Skutkiem tej prośby będzie zarządzone o ile możności rychłe wyznaczenie komisji kolaudacyjnej i ostateczne zatwierdzenie aktu kolaudacyjnego.

§ 32. Komisja kolaudacyjna uznać może wykonanie robót za nieodpowiadające kontraktowi z dwóch przyczyn:

1. jeżeli robotę nie wykonano według określeń kontraktu, albo

2. jeżeli w czasie między rzeczywistem wykończeniem a technicznym robót sprawdzaniem z jakichkolwiek bądź powodów nastąpiły uszkodzenia.

Jeżeli wyknięte usterki w wykonanej robocie nie dotyczą głównego zadania i systemu konstrukcji, słowem, jeżeli nie istotne jej części składowe są niedokładne, wtedy komisja przystąpi do sprawdzenia technicznego i udzieli stosowną wskazówkę, jakie roboty uzupełniające mają być natychmiast uskutecznione i przez kierującego budową poświadczeniem dodatkowem stwierdzone.

Wskutek takiego poświadczenia kolaudacja będzie uważana za ukończoną.

Gdyby usterki były tej doniosłości, iżby robota nie mogła być skolaudowaną, wtedy komisja kolaudacyjna sprawdzi protokolarnie stan robót, opíše usterki i orzecze, czy one pochodzą z niedokładnego wykonania albo niewykończenia roboty, lub też czy dopiero po ukończeniu roboty, z przypadkowych powstały orzeczwn.

Wskaże się także co czynić należy i oznaczy termin potrzebny do usunięcia usterek.

Skoro kierujący budową potwierdzi, że usterki uchylono, ma komisja kolaudacyjna robotę ponownie obejrzeć i sprawdzenie techniczne przedsięwziąć.

Do wzięcia udziału w kolaudacji ma być przedsiębiorca w czas wezwany, z oznajmieniem mu daty, kiedy się kolaudacja odbędzie. Jeżeliby przedsiębiorca do tej czynności nie przystąpił, zbadanie stanu rzeczy mimo tego się przeprowadzi, a przedsiębiorcy pozostawi się wolność wniesienia swych uwag do protokołu kolaudacyjnego.

§ 33. Przedsiębiorca jest obowiązany pod utratą możliwości uwzględnienia, podać do protokołu podczas kolaudacji swoje wszelkie należycie uzasadnione pretensje, które z powodu tej budowy rości sobie do Skarbu, wyjawszy gdyby je już był podniósł w ciągu budowy w podaniach do władz właściwych lub w uwagach w dzienniku budowy.

§ 34. Jeżeli wykonanie robót przez komisję kolaudacyjną bez żadnych zastrzeżeń uznane zostanie za zupełnie zgodne z kontraktem, wtedy — w oczekiwaniu potwierdzenia odbioru tychże od wyższej władzy — mogą być przedsiębiorcy wypłacone dwie trzecie ostatniej raty.

Skoro operat kolaudacyjny ostatecznie potwierdzonym zostanie, otrzyma przedsiębiorca pozostałą trzecią część ostatniej raty, tudzież zwróconą mu zostanie ustanowiona § 30 rata kolaudacyjna.

Po upływie czasu poręki w myśl § 22 niniejszych warunków nastąpi ponowna kolaudacja (rekolaudacja), a według wyniku tejże nastąpi rozstrzygnięcie, co ze wspomnianą kaucją zrobić należy.

§ 35. Należące się przedsiębiorcy kwoty pieniężne przekazane będą do wypłaty podług istniejących prawideł obrachunkowych, a wydanie odnośnych rozporządzeń nastąpi z możliwym pospiechem.

§ 36. W razie śmierci przedsiębiorcy może władza prowadząca licytację kontrakt rozwiązać, przekazać do wypłaty sukcesorom przypadające mu wynagrodzenie za dokonane roboty i dostarczone materiały, jakie do użytku podczas dalszego prowadzenia robót według warunków kontraktu okażą się przydatne.

§ 37. Wszelkie należitości stemplowe do zawarcia kontraktu, jak również i wszelkie podatki ma przedsiębiorca opędzić własnym kosztem.

### 3. Szczegółowe (techniczne) warunki budowy. (Wzór.)

1. Kamień łamany do robót murarskich użyty, musi być twardy, łozysty, nie zwietrzały i nie ulegający zwietrzeniu, bez pęknięć, w takim gatunku, by tworzył z zaprawą dobre i trwałe połączenie a wielkość poszczególnych kamieni musi odpowiadać zasadom dobrego wiązania.

2. Cegła ma posiadać rozmiary przepisane, a mianowicie 25 (27) [29] cm długości, 12 (13) [14] cm szerokości i 6·5 (7) [6·5] cm grubości; powinna być równą, niepopękaną, bez domieszek organicznych, bez kamyków, grudek wapna lub marglu, dobrze wyrobioną i wypaloną. Przełom powinna mieć jednolity i drobnoziarnisty, bez rys lub innych błędów, a zanurzona w wodzie nie powinna jej chłonać więcej, niż 15 % własnego ciężaru.

Do murów suterenowych, zewnętrznych murów parteru i wszelkich słabszych filarów, oraz sklepień wystawionych na większe ciśnienie, a wreszcie do kanałów i dołów kloacalnych należy używać cegły wyłącznie najlepszej jakości i najlepiej

wypalanej. Decyzja, do których murów lub ich szęści trzeba użyć cegły doborowej należy wyłącznie do kierownictwa budowy, a przedsiębiorca musi zastosować się ściśle do jego zarządzeń.

Do zewnętrznej okładziny fasad i do murów kominowych ponad dachem należy użyć cegły pierwszej jakości o zupełnie równych i czystych krawędziach i powierzchni, oraz o jednolitej barwie.

3. Piasek służący do zaprawy wapiennej lub cementowej musi być czysty, t. j. bez domieszek ziemnych lub organicznych, kwarcowy, gruboziarnisty i ostry, tudzież bez kamyczków przeszkadzających prawidłowemu wykonaniu robót.

Ewentualne użycie piasku wydobytego na miejscu budowy zależy od zezwolenia kierownictwa budowy.

4. Wapno ma być najlepszego gatunku czyste, dobrze wypalone i należycie zgaszone.

5. Wapna hydraulicznego i cementu portlandzkiego należy używać tylko najlepszej jakości a przedsiębiorstwo ma obowiązek dostarczenia tych materiałów z takich fabryk, których wyroby poddane próbie przepisanej przez stowarzyszenie inżynierów i architektów we Wiedniu, zostały uznane za zupełnie dobre.

6. Gips użyty do budowy musi być świeżo palony i mialko zmielony.

Gipsu, który po zarobieniu okaże się popielato szary, nie wolno używać.

7. Kierownictwo budowy oznaczy stosunek mieszaniny zwykłej zaprawy wapiennej, oparty — w razie potrzeby — na dokładnych próbach, które samo wykona.

Do tych prób ma przedsiębiorca obowiązek dostarczenia odpowiednich materiałów, przyrządów i ludzi, bez osobnego wynagrodzenia.

Stosunku mieszaniny przez kierownictwo oznaczonego należy ściśle przestrzegać.

Zaprawę należy tak zarobić, aby poszczególne składniki mieszaniny nie dały się rozróżnić. Do muru kamienia łamanego powinna być zaprawa gęściejsza, do muru zaś ceglanego i do wyprawy rzadsza.

8. Części składowe zaprawy hydraulicznej do murów lub wyprawy należy w małych ilościach, w suchym stanie wymieszać i podczas powolnego dodawania czystej wody w ten sposób zarabiać, by powstała masa nie była zbyt płynną.

Zarobioną zaprawę należy natychmiast użyć.

Stosunek mieszaniny, przez kierownictwo budowy wyznaczony, należy ściśle zachować.

9. Beton ma być mieszaniną wykonaną w stosunku ustanowionym przez kierownictwo budowy.

Do betonu należy użyć tylko tłuźceńca z kamienia twardego z wykluczeniem wapieni lub żwiru rzecznoego; wielkość poszczególnych kamyczków oznaczy kierownictwo budowy.

Przed użyciem należy tłuźceńca (szuter) z ziemnych części oczyścić i czystą wodą zwilżyć.

Beton musi być zawsze świeżo zarobiony i natychmiast w warstwach 15—20 cm należycie ubijany.

Każdą warstwę należy wyrównać a następnie zlać wodą.

10. Wodę ma przedsiębiorca dostarczyć czystą własnym kosztem; a zatem musi potrzebną studnię i pompę własnym kosztem wykonać i w dobrym do użytku stanie utrzymywać.

W razie gdyby projekt budowy obejmował także i studnię i gdyby ją podczas budowy wykonał, wolno mu będzie z niej korzystać, jednak potrzebną na swój cel pompę ma własnym kosztem sprawić i utrzymywać przez cały czas budowy.

11. Wszelkie materiały, do budowy użyte, muszą być najlepszej jakości; kierownictwu będzie wolno przeprowadzać z nimi dowolne próby, przedsiębiorstwo zaś będzie obowiązane do prób tych dostarczyć potrzebnej pomocy.

Materiały uznane przez kierownika budowy za nieodpowiednie, ma przedsiębiorca usunąć z placu budowy, a na ich miejsce dostarczyć innych żądanej jakości.

Gdyby przedsiębiorca wzbraniał się usunąć materiałów za nieodpowiednie uznanych, przysłuży kierownictwu budowy prawo skutecznie to na rachunek i niebezpieczeństwo przedsiębiorcy.

12. Po wyznaczeniu czasu rozpoczęcia robót odda kierownictwo budowy przedsiębiorcy grunt pod budowę w myśl ogólnych warunków budowy i spiszze odnośny protokół.

Z chwilą oddania gruntu pod budowę rozpoczyna się dla przedsiębiorcy obowiązek wypełnienia kontraktem zastrzeżonych warunków.

Przed rozpoczęciem budowy przeprowadzoną zostanie wspólnie z przedsiębiorcą dokładna niwelacja gruntu, do której potrzebnych instrumentów, narzędzi, kołków itp. oraz wszelką pomoc ma dostarczyć przedsiębiorca.

Po oddaniu gruntu pod budowę ma przedsiębiorca lub jego zastępca ze spółudziałem lub pod kontrolą kierownika budowy wytyczyć budynek i wykonać wszelkie potrzebne pomiary. Podczas wytyczenia należy naroża budynku oznaczyć i ustalić t. zw. rusztowaniem sznurowem, a dalsze części budowy pokładem z desek.

Po przeprowadzeniu niwelacji i sporządzeniu odnośnego planu oraz po wytyczeniu budynku, oznaczy kierownictwo przysły układ powierzchni terenu całego miejsca budowy względem poziomu wszystkimi potrzebnymi punktami cechującymi i w ten sposób określi nasypy i skopania, jakoteż wyznaczy dokładnie poziom podłogi parteru.

Wszelkie znamiona niwelacyjne należy odnieść do pewnego stale i widocznie oznaczonego punktu na miejscu budowy.

13. Objęte kosztorysem skopanie ziemi i uregulowanie terenu odnosi się do takiego obszaru, jaki się okaże potrzebnym do dokładnego uregulowania terenu na podstawie szczegółowych planów, wydanych przez kierownictwo budowy.

Wykop ziemi dla piwnic i rowów fundamentowych należy wykonać ze ścianami pionowymi w miarę potrzeby odpowiednio rozpartem. Gdyby jednak okazała się konieczna potrzeba wybierania ziemi ze skarpami, może je przedsiębiorca wykonać, nie otrzyma jednak żadnego większego wynagrodzenia ponad to, które mu się będzie należało za wybieranie ziemi ze ścianami pionowymi.

W cenach wykopu zawiera się już także i czerpanie w razie potrzeby wody zaskórnej lub deszczowej — o ile tego osobno w kosztorysie, względnie w sumarycznym zestawieniu nie uwzględniono.

Głębokość wykopu ziemi pod fundamenta, zawisłą od jakości gruntu, oznaczy kierownictwo budowy.

Podczas wykopu i skopywania należy na zarządzenie kierownictwa pokłady ziemi urodzajnej złożyć osobno; to samo tyczy się piasku uzyskanego z wykopu, tudzież kamienia do robót budowlanych przydatnego.

Wszelkie nasypy ma przedsiębiorca wykonać warstwami i starać się, aby już podczas wykonania należycie się ugniatały; w szczególności zaś podczas nasypów wewnątrz budynku pomiędzy murami należy materiał ziemny w równych warstwach układać i dokładnie ubijać.

Zasypanie ziemią między pionowymi ścianami wykopu a murami fundamentowymi lub piwnicznymi nie będzie osobno liczone, zaczem wynagrodzenie za tę robotę ma się zawierać w cenie dotyczącego wykopu.

14. Wszystkie roboty murarskie należy według prawideł sztuki murarskiej jak najlepiej, czysto i starannie wykonać.

Każdą nieprawidłową lub też z nienależytego materiału wykonaną robotę musi przedsiębiorstwo usunąć i powtórnie bez żadnych roszczeń uskutecznić nawet wtenczas, gdy owo wadliwe wykonanie spostrzeżono później i gdyby je już w częściowym rachunku policzono i zapłacono.

Mury z kamienia łamanego należy wykonywać w możliwie poziomych warstwach, kamienie układać szczelnie największemi płaszczyznami do spodu, a szczeliny między nimi zapelniać drobnymi kamieniami i zalać zaprawą przepisaną.

Zaprawienie spoin czołowych równocześnie z wyprowadzeniem murów może nastąpić tylko za zezwoleniem kierownictwa budowy.

Cegły do murów ceglanych należy przed użyciem w wodzie zanurzyć lub wodą dostatecznie zlać a następnie stosownie do postaci muru należyce obrobić i całkowicie w zaprawie ułożyć.

Cegły należy układać w dokładnie poziomych warstwach, a wszystkie spoiny między cegłami należy już podczas murowania zaprawą całkowicie zapelnąć, wiązanie zupełnie prawidłowo przeprowadzić; i tu wyraźnie zastrzega się, że na wszelkie przewody kominowe, przewody dla ciepłego powietrza lub wentylacji należy urządzić odpowiednie formy z desek ostruganych, a same przewody wykonać z wszelką starannością i z zastosowaniem się do zarządzeń kierownictwa.

Z wyprowadzeniem murów należy postępować równomiernie; a zaprzestanie roboty jakiegokolwiek muru lub pewnej części budowy może nastąpić tylko za wiedzą kierownictwa budowy.

Bez zezwolenia kierownictwa budowy nie wolno żadnego muru wyprawić.

W szczególności postanawia się, że wszelkie gzymsy, wysoki, nóżki i opory tak łęków jak i sklepień należy wysadzić i dokładnie wykonać według odnośnych szablonów — względnie według promienia odpowiedniej krzywizny.

Wykonanie fasad lub kominów, które mają pozostać niewyprawione — jak to już z istoty samej roboty wynika — należy przeprowadzić z wszelką starannością i ścisłością. Poszczególne cegły trzeba tak układać, aby tworzyły spoiny równej i jednostajnej grubości, pionowe spoiny wymienne wpały dokładnie nad sobą, a wiązanie cegieł odpowiadało zupełnie zasadom wzorowego murowania.

Testowanie (odznaczenie) spoin cementem ma być gładkie, jednostajne, równe i czyste; spoiny widocznych sklepień nad otworami, wnękami, w ozdobnych łukach, mają być równe i zbiegać się w odpowiednich środkach.

15. Sklepienia, łęki wogóle i łęki okienne oraz drzwiowe należy wykonać z cegieł doborowych, należyce wiązanych, z wykluczeniem t. zw. kominowego sposobu wiązania. Przed rozpoczęciem muru sklepieniowego należy opory i wysklepki, wykonane równocześnie z murami pionowymi starannie oczyścić i zwilżyć.

Na rozpiętość do 2-50 m można sklepić na jednej krążynie; gdy rozpiętości większe, należy sklepić na krążynach opierzonych.

Po wykonaniu sklepień należy grzbiet dobrą zaprawą zalać i pachy zamurować. Gdyby się po zdjęciu rusztowania sklepienie więcej niżeli 1 cm na 1 m rozpiętości osiadło, należy je na koszt przedsiębiorcy rozebrać i na nowo wykonać.

Zasklepienie lokali wolno wykonywać dopiero po przykryciu budynku dachem.

16. Przed wykonaniem wyprawy należy mury zwilżyć a spoiny wyczyścić.

Wyprawę murów należy nakładać w trzech warstwach i gładko zatrzeć w ten sposób, że pierwsza ma być narzutem zaprawy rzadkiej, druga narzutem zaprawy z piaskiem gruboziarnistym, a trzecia właściwą wyprawą z zaprawy z piaskiem drobnoziarnistym, gładko zatartą.

Przewody wentylacyjne należy z reguły wyprawiać zaprawą cementową.

Gzymsy ciągnięte winny mieć ostre krawędzie i czyste profile; w tym celu szablon do ciągnięcia muszą być okute blachą a łąty kierownicze, po których się szablon posuwa, ostrugane i bez sęków.

Wewnątrz budynku wolno do wyciągania gzymsów i do wyprawy sufitów używać gipsu, zaś do wyprawy fasad użycie gipsu jest stanowczo wykluczone.

U sufitów wyprawianych zaprawą gipsową na otrzciniowaniu należy zdźbła trzciny, zaciągane w odległościach nie większych jak 10 mm, przymocować drutem dobrze wyżarzonym w odległościach 15 cm i w takich samych odległościach do podsiębatek przytwierdzonym. Trzcina musi być należycie oczyszczona z liści i szypulek i należy ją przybijać w poprzek podsiębatek.

Wszelkie odlewy należy czysto na podstawie modeli naturalnej wielkości ze znajomością odnośnych postaci wykonać.

Na każdy odlew należy przedłożyć kierownictwu model, a dopiero po uznaniu modelu za odpowiedni, wolno odlewy wykonać.

Przedsiębiorca ma obowiązek część gzymsu głównego, lub — w miarę uznania kierownictwa — także innych ciągniętych członów architektonicznych w modelu gipsowym wykonać i na budynku osadzić, a kierownictwu będzie przysługiwało prawo w wykonanych modelach poczynić zmiany, które przedsiębiorca musi wykonać.

17. Wszelkie nasypy pod podłogi i posadzki należy wykonać z czystego i suchego piasku, albo z okruchów ceglanych lub też rumowiska murowego.

Użycie innego nasypu jest wykluczone. Gruz nie może bezwarunkowo zawierać w sobie trzasek, odpadków trzciny itp. W razie użycia piasku należy szczeliny w powale wylepić gliną, za którą to robotę wynagrodzenie objęte jest w cenie nasypu.

W razie gdyby dostarczone rumowisko nie było dostatecznie suche, suszenie a względnie urządzenie na strychu prowizorycznego pomostu, na którym rumowisko ma się ułożyć i przegartywać, będzie obowiązkiem przedsiębiorcy, który z tego powodu żadnych pretensji do wynagrodzenia stawiać nie może.

Układania niezupełnie suchego rumowiska do suszenia na sklepieniach i powalach zabrania się stanowczo. Nasypy wolno wykonywać dopiero po sprawdzeniu przez kierownictwo budowy, iż sklepienia, względnie konstrukcja drewniana i gruz zupełnie są suche.

18. Skopania, wykopy i wywóz ziemi obliczać się będzie według objętości ziemi przed jej wykopaniem, a nie według objętości po jej wydobyciu, a więc bez uwzględnienia zwiększenia się objętości ziemi rozpułchnionej wykopaniem.

Nasypy oblicza się według objętości ziemi ubitej.

Ilość ziemi przeznaczanej do wywozu poza obręb miejsca budowy wynika z odjęcia objętości nasypów od objętości wykopów, bez względu na zwiększenie się objętości ziemi wskutek wykopania.

Głębokość wykopów dla piwnic i murów liczy się od powierzchni naturalnej gruntu tam tylko, gdzie powierzchnia ta leży poniżej powierzchni terenu splanowanego; gdzie zaś grunt naturalny będzie leżał wyżej, to rzeczoną głębokość policzy się od powierzchni terenu splanowanego a wszelki wykop ponad tą powierzchnią liczy się do skopywania.

Wykopy dla suterenów i piwnic liczy się łącznie z przynależnymi murami, przy-czem ewentualne rozparcie ścian ziemnych zawiera się już w cenie wykopu; a zatem zewnętrzną granicę objętości tego wykopu stanowią płaszczyzny pionowe, przeprowadzone przez zewnętrzny obwód budynku, mierzony w podstawie fundamentu.



To samo odnosi się i do wykopu rowów fundamentowych, których szerokość mierzy się również w podstawie fundamentu.

19. Wszelkie wymiary murów w planach uwidocznione, odnoszą się do murów w stanie niewyprawionym i stanowią podstawę do obliczania ich objętości.

Gdyby więc ceny murów i sklepień zawierały w sobie wyprawę, to w obliczaniu ich objętości nie uwzględnia się grubości wyprawy.

Grubość murów ceglanych liczy się z reguły jako wielokrotność z 15 *cm*; a zatem 15, 30, 45, 60, 75 *cm* itd., nawet wówczas, gdyby czasami ze względu na niedokładność wymiaru cegieł i spoin muru zachodziły małe różnice co do grubości. Skoroby jednak miejscami ze względu na architekturę lub na wymagania konstrukcji inne rozmiary muru, niezawisłe od powyższej wielokrotności, okazały się nieuniknione, to będą policzone według rzeczywistego wykonania.

Wysokość poszczególnych pięter liczy się od 15 *cm* poniżej podłogi jednego piętra do 15 *cm* poniżej podłogi piętra następnego, bez względu na to, czy wysokość ta dochodzi lub nie dochodzi do 5 *m*. Jako wysokość jednego piętra takich murów, które nie są podłogami przedzielone, liczyć się będzie 5 *m*.

Mury strychowe i kominowe stanowią bez względu na ich wysokość, osobną i ostatnią wysokość piętrową budynku.

Otworów drzwi i okien nie potrąca się ani z objętości murów, ani z powierzchni ich wyprawy lub testowania, (zaprawienia) spoin, jeżeli otwory te w wymiarze swoim w świetle mają mniej jak 4 *m*<sup>2</sup> powierzchni. Ten sposób obliczania murów nie tyczy się jednak otworów takich, które powstały przez urządzenie filarów ściennych przy murach bądź dla przerwania ich ciągłości, bądź też dla wzmocnienia muru, lub zmniejszenia rozpiętości, a to nawet i wtenczas, gdyby otwory te miały mniej niż 4 *m*<sup>2</sup> w świetle i gdyby nawet później wstawiono w nich drzwi, ścianki lub okna. We wszystkich tych wypadkach liczy się mury z potrąceniem otworów, a zatem uwzględnia się osobno sklepienia nad temi przzerwami czyli otworami i wyprawę ich szpalet, przyczem za powyższe sklepienie przyznane będzie wynagrodzenie od *m*<sup>3</sup>, równające się różnicy między ceną muru a ceną sklepienia w dotychczasowej kondygnacji.

Za policzenie otworów okien i drzwi niżej 4 *m*<sup>2</sup> w świetle jako murów pełnych, obowiązany jest przedsiębiorca do wykonania tamże wszelkich osadzeń drewnianych i żelaznych części jako to: klocków w szpaletach, ościeni, ram, krat okiennych, drzwi żelaznych itp., do przeklepienia wszystkich tych otworów i do wykonania w nich szpalet wraz z gładką i czysto zatartą wyprawą, bez osobnego za to wynagrodzenia.

Osadzenie żelaznych kotwi w murach zawiera się już w cenie tych murów i nie będzie osobno wynagrodzone.

Przewody kominowe i wentylacyjne liczy się jako mury pełne, zato jednak przedsiębiorca jest obowiązany wyprawić je wewnątrz gładko z czystym zatarciem, tudzież osadzić tamże wszelkie drzwiczki kominowe i wentylacyjne.

Na żądanie kierownika budowy jest przedsiębiorca obowiązany do urządzenia strzepów w murach celem późniejszego osadzenia niektórych przedmiotów, lub części składowych konstrukcyjnych, albo też celem przymurowania opuszczonych na razie ścian, bez prawa do roszczenia sobie jakiej pretensji z tego powodu, że części tych nie mógł osadzić odrazu podczas murowania.

Objętości kamiennej odzieży cokołowej, obliczonej według lica muru, w którym ta odzież jest osadzona, a więc obliczonej bez względu na tę ewentualność, czy ta odzież wystaje lub się cofa od lica muru, nie strąca się z objętości powyższego muru, natomiast osadzenie tej odzieży nie będzie osobno wynagrodzone.

To samo dotyczy osadzenia oddzielnych narożników cokołowych, tudzież osadzenia odzieży kamiennej wykonanej na innych piętach.

Do osadzenia odzieży kamiennej należy używać zaprawy składającej się z wapna, cementu i piasku w stosunku jak 1:1:5 bez względu na to, czy sam mur ma być wykonany na zaprawie wapiennej i z tego powodu nie może przedsiębiorca żądać dodatkowego wynagrodzenia.

Gdyby się okazała potrzeba wykonania łęków odciażających nad otworami w murach, przedsiębiorca musi je wykonać bez osobnego wynagrodzenia.

20. Sklepienia w ogóle liczy się według ich objętości na podstawie przyjętych powszechnie wzorów, przyczem się zaznacza, że w tym sposobie obliczenia jest już zawarte wszelkie potrzebne pogrubienie w oporach i całe nadmurowanie w miarę potrzeby i wymagania aż do poziomu klucza.

Objętości lunet, które nie sięgają do zwornika sklepienia nie uwzględnia się w żadnej postaci sklepienia.

21. Wyprawy w ogóle oblicza się według rzeczywiście wykonanej powierzchni, jednak bez uwzględnienia małych wyskoków, jak pilastrów, lizen, boń itp.

Wyprawa sklepień kolebkowych liczy się według ich powierzchni  $P$  na podstawie wzoru  $P = D(S + W)$ , gdzie  $S$  oznacza rozpiętość,  $W$  strzałkę,  $D$  długość sklepienia.

Zaokrąglenia pionowych kątów ściennych, gdzieby one były żądane, nie wynagradza się osobno ani u murów, ani u wypraw.

Fasadowanie, t.j. wyładowanie i wyprawa wszelkich gzymsów, boń, lizen, pilastrów, opasek okiennych itp. łącznie z wyprawą lub wytestowaniem spoin fasady z dostarczeniem i osadzeniem wszelkich architektonicznych odlewów z wapna hydraulicznego, z dostarczeniem żalaznych haków potrzebnych do przymocowania powyższych odlewów, oraz wszelkie wyprawy ozdobne, płacone według powierzchni, liczy się wedle wymiarów prostych fasady od krawędzi do krawędzi, bez uwzględnienia wyskoków i wklęsłości i bez potrącania otworów niżej  $4 m^2$  w świetle; jednakże z potrąceniem na wysokość tych gzymsów i wypraw, które osobno zostały policzone i wynagrodzone.

Żadnych wyskoków fasady, wystających przed lice muru, nie wlicza się do objętości murów, zaczem wynagrodzenie za ich wyładowanie wraz z materiałem musi zawierać się już w cenie fasady.

Wszelkie gzymsy fasadowe i poszury, z wyłączeniem głównego gzymsu koronacyjnego, należy pokryć blachą cynkową Nr. 12, za którą to robotę nie przyzna się osobnego wynagrodzenia, gdyż to wynagrodzenie ma być już zawarte w cenie powyższego fasadowania.

Wysokość fasady liczy się prostopadle bez żadnych wyskoków i wklęsłości.

Wyprawy sufitowe liczy się według rzeczywistej powierzchni zastropowanej ubicacji, bez żadnego dodatku na kąłę, gdyż wynagrodzenie za wykonanie kali jest już w cenie wyprawy sufitowej zawarte.

Długość gzymsów — o ile będą osobno policzone i wynagrodzone — liczy się zawsze gdy zwroty wklęsłe po brzegu wewnętrznym, t. j. po licu muru, a gdy zwroty wypukłe po zewnętrznym brzegu gzymsu.

22. Rodzaj kamienia, do robót kamieniarskich przeznaczonego, określa szczegółowo „Zestawienie sumaryczne“, a przedsiębiorca ma obowiązek dostarczenia tego kamienia wyłącznie w najlepszej jakości.

W szczególności zastrzega się, by kamień był jednostajny, twardy i na wpływy atmosferyczne zupełnie wytrzymały.

Kamienie, z których mają być wykonane kolumny lub filary, muszą być równej gęstości i struktury, a warstwowanie kamienia powinno być równoległe do podstawy.

Lasowate, niedokładne, uszkodzone lub składane z części kamienie nie będą przyjęte.

23. Każdy oferent ma przedłożyć wraz z ofertą próbki kamieni, które po zatwierdzeniu oferty będą zatrzymane aż do ukończenia budowy celem zbadania, czy tego samego gatunku kamienia użyto do budowy.

Gdyby która bryła kamienia na pozór wydawała się dobrą, a po obróbeniu wykazała pewne braki, nie będzie przyjęta i należy ją bezzwłocznie usunąć z miejsca budowy.

24. Wszystkie kamienie, t.j. tak ciosy, jak płyty i stopnie muszą mieć dokładne rozmiary przez kierownictwo budowy zamówione i być według prostych kątów i szablonów starannie obróbenie.

Kierownik wskaże, które płaszczyzny należy tylko dziobem obróbenić, które grozskować, a które oglądzić; zastrzega się jednak, że wszystkie naroża muszą być równe i ostre, spoiny równe i niepodcinane, a łożyska w całej powierzchni należyce obróbenie tak, by wszelkie podbijanie kamieni na łożyskach było zbyteczne. Gdzie należy wykuć dziury na dyble, klamry, kraty żelazne itp. wskaże kierownik budowy; wykucie tych dziur zawiera się już w cenie roboty kamieniarskiej i nie będzie osobno płacone.

25. Osadzenie przedmiotów roboty kamieniarskiej — o ile robota jest w związku z robotami murarskimi — jest wprawdzie rzeczą murarską, musi się jednak wykonywać z pomocą kamieniarzy, a wynagrodzenie za tę pomoc mieści się już w cenie roboty kamieniarskiej. Gdyby do osadzenia pewnych części kamiennych potrzeba było, oprócz materiałów murarskich, innych jeszcze materiałów, jak: siarki, ołowiu itp., to dostarczenie ich należy do przedsiębiorcy robót kamieniarskich bez osobnego wynagrodzenia.

Przedsiębiorca robót kamieniarskich ręczy za wszelkie szkody, któreby spowodował podczas osadzenia tak na swoich, jak i na innych robotach.

26. Roboty rzeźbiarskie należy wykonać według modeli sporządzonych na podstawie planów i wskazówek udzielonych przez kierownictwo budowy.

Koszta sporządzenia tych modeli zawierają się już w cenie odnośnej roboty rzeźbiarskiej.

27. Ciosy w ogóle liczy się według rzeczywistej objętości po obróbeniu.

Szablonowe gzymсы, węgary, pilastry, kolumny, filarki itp. policzone w kosztorysie według miary sześcienniej, oblicza się według wymiarów najmniejszego sześciianu, potrzebnego do wykonania każdej takiej jednostki.

28. Wszelki materiał ciesielski musi pochodzić z pni prostych, ma posiadać ostre krawędzie i planem oraz kosztorysem przepisane rozmiary; musi być całkiem suchy i w ziemie ścięty przynajmniej na rok przed użyciem, a w masie swojej powinien być gęsty, zdrowy i bez pęknięć.

Materiał tarty musi być osnowiony.

29. Wszelkie roboty ciesielskie należy wykonać prawidłowo, z materiału należyce obróbenego, a wszelkie połączenia starannie i dokładnie.

Wymiary dachu i stropów winien sobie przedsiębiorca sam zdjąć na miejscu, a więźbę dachową w całości na placu dowolnym przyrządzić.

Obrabianie i przyrządzanie materiału do związania na strychu budynku jest niedopuszczalne.

Gdyby na placu budowy znajdowało się miejsce, stosowne do przysposobienia więźby dachowej, w takim razie wolno przedsiębiorcy je do tego celu użyć.

Belki stropowe drewniane między dźwigarami żelaznymi należy na końcach przystosować odpowiednio do profilu dźwigaru, spody belek opuścić poniżej

dolnego pasu dźwigaru na grubość klamer, a dla klamer wydlótować odpowiednie żłobki.

Wszelkie klamry, śruby, gwoździe, strzemiiona itp. żelaziwo do więzby dachu i stropów potrzebne, należy dostarczyć w odpowiedniej ilości, rozmiarze i jakości, wynagrodzenie zaś za wszelkie to żelaziwo zawiera się już w cenach odnośnej roboty ciesielskiej.

Podczas wykonania ma przedsiębiorca zastosować się do planów i szczegółowych dyspozycji kierownictwa budowy.

Opierzenie stropów może nastąpić dopiero po ukończeniu dachu.

Przedsiębiorca robót ciesielskich ma obowiązek zbadać materiał na nasypkę przeznaczony i orzec, czy ze względu na odpowiedzialność za swoje roboty uważa materiał nasypowy za odpowiednio suchy.

Opinię tę do dziennika budowy wpisana podpisze przedsiębiorca robót mularskich i ciesielskich.

Przedsiębiorca jest obowiązany wszelki materiał drzewny, dostarczony na plac budowy, złożyć własnym kosztem w suchych miejscach i ile możności ochraniać przed szkodliwymi wpływami atmosferycznymi.

Wszelkie materiały i konstrukcje drzewne, podpadające zniszczeniu przez ogień, ma przedsiębiorca na swój koszt zabezpieczyć aż do czasu oddania budowy, albowiem za wszelkie szkody stąd powstałe on sam odpowiada.

30. Wszelkie konstrukcje dachowe liczy się według powierzchni poziomego rzutu dachem istotnie zajętej.

31. Opierzenia, łączenia i ścianki z łąt liczy się według rzeczywistej powierzchni, bez żadnych dodatków na narożnikach, ścięciach itp., ale też bez potrącenia otworów poniżej 1 m<sup>2</sup>; otwory te winien przedsiębiorca wykonać bez żadnego wynagrodzenia.

32. Wszelkie stropy, powały i podświetki mierzy się w powierzchni podłogi rzeczywiście zastropowanego dolnego lokalu, a zatem bez względu na łożyska w murach będące i bez względu na powierzchnię zajęta przez dźwigary, gdyby te wchodziły w skład konstrukcji stropowej.

Powierzchnia stropów dyblowanych liczy się w pełnym wymiarze, t. j. powierzchnia przez belki stropowe rzeczywiście zajęta.

33. Żeliwo, użyte do zamówionych robót, powinno posiadać drobny i jednolity przełom o siwej barwie i dawać się obrabiać dłutem lub pilnikiem.

34. Wszelkie rodzaje żelaza zlewne muszą w każdej rozciągłości, dokładnie odpowiadać przypisanym rozmiarom i przekrojom i muszą być czyste bez żadnych szkodliwych błędów.

35. Kierownictwo budowy uwiadomi przedsiębiorcę pisemnie w należytych czasach o terminach, w których poszczególne roboty mają być wykonane.

Przedsiębiorca jest obowiązany terminów tych ściśle przestrzegać i roboty tak prowadzić, by nie spowodować opóźnienia lub przerwy w robotach innych, w przeciwnym bowiem razie postąpi się z nim według odnośnych postanowień ogólnych warunków.

Odpowiedzialność za dotrzymanie terminów, przez kierownictwo budowy oznaczonych, pozostaje dla przedsiębiorcy nawet wtedy w mocy, gdyby mu kierownictwo budowy całą dostawę lub część takowej jako nieodpowiednią odrzuciło.

Dostawa dźwigarów i podkładów odbywać się będzie partjami w miarę potrzeby, a na dostawę każdej partji wydane będzie osobne zamówienie, z zastrzeżeniem, że podane w zestawieniu ofertowym ilości lub rozmiary dźwigarów i podkładów mogą podczas zamówienia uleść zmianie, do której przedsiębiorca winien się zastosować.

Zamówienia będą wydawane w ten sposób, by każda partja obejmowała ile możności pełne ładunki wagonowe.

Po wydaniu zamówienia należy dźwigary najpóźniej do 4 tygodni na miejsce budowy dostarczyć.

36. Części lane muszą być zupełnie czyste, o ostrym zarysie postaci, bez dziur, pęcherzów, skaz, nierówności i innych wad, wpływających na stałość lub dobry wygląd. Części widoczne lub dekoracyjne należy oczyścić dłutem i pilnikiem ze wszelkich przylepek i szwów, powstałych podczas odlewania.

Wszelkie dźwigary mają być z reguły minjowane i na każdym końcu zaopatrzone dwiema dziurami o średnicy 20 mm wierconemi w odstępach 150 mm od końca dźwigaru i między sobą.

Podkłady również mają być minjowane. Tak dźwigary jak i płyty należy zaopatrzyć biało lakierowanemi literami w zamówieniu wyrażonemi, odpowiadającemi takim samym znakom w planach.

37. Obliczenie wykonanych robót nastąpi podług opisu w kosztorysie od jednostki albo według wagi.

W obliczeniu na jednostki zawierają się już w cenie odnośnej wszystkie roboty pomocnicze i części konstrukcyjne, jak: śruby, gwoździe, klamry itp., potrzebne do zupełnego wykończenia i umocowania poszczególnych części.

38. Co do przedmiotów według wagi obliczanych i płaconych, jest przedsiębiorca obowiązany przedłożyć kierownictwu kwit wagi miejskiej względnie poświadczenie wagi, wystawione przez kolej.

Przed nadejściem każdej partji dźwigarów winien przedsiębiorca zawiadomić o tem wezas kierownika budowy, aby on mógł zarządzić sprawdzenie ciężaru na wadze kolejowej, jeśliby to uznał za potrzebne, a koszta z tego wynikające pokryć ma przedsiębiorca bez regresu do Skarbu państwa.

Nadwyżka wagi przedmiotów z żeliwa, ugodzonych od wagi, oraz dźwigarów wałkowanych i podkładów będzie wynagrodzona co najwyżej do 5% wagi normalnej, przez kierownictwo budowy podanej.

#### 4. Prowadzenie budowy.

Prowadzenie czyli kierownictwo budowy porucza się technikowi znanemu z uzdolnienia i doświadczenia w zawodzie budowniczym, energicznemu, oględnemu i zasługującemu na zaufanie.

Do kierownika budowy należy w ogóle przestrzeganie dobra właściciela budowy; w tem więc leży czuwanie w pierwszej linii, ażeby budynek był wykonany ściśle według planu i kosztorysu, z zachowaniem prawidłowej oszczędności i z używaniem tylko doborowych materiałów budowlanych.

Kierownik budowy nie może samowolnie zarządzać żadnych zmian projektu, bez względu na to, czy pociągną one za sobą przekroczenie kosztów lub nie; w razie niezbędnej potrzeby powinien rzecz całą przedstawić właścicielowi budowy ze stosownem umotywywaniem i dopiero za jego zezwoleniem zmiany przedsięwziąć.

Kierownik budowy musi osobiście nadzorować i dopilnować wytyczenia budowy nie tylko w ogólności, ale i we wszystkich szczegółach; powinien sam zniwelować dokładnie całe miejsce budowy i wyznaczyć wysokość podłogi parterowej; do niej bowiem, jako do płaszczyzny porównawczej, odnosić należy wszelkie rozmiary wysokości budynku. Jest więc rzeczą wskazaną i potrzebną, ażeby już podczas sporządzania planów projektu odnoszono znamiona niwelacyjne gruntu, wszelkie rozmiary głębokości fundamentów, piwnic, tudzież inne wysokości budynku, do podłogi parteru jako do porównawczej płaszczyzny.

Szczególną baczność i troskliwość nieprzerwaną musi zwracać kierownik budowy przez cały czas zakładania fundamentów, gdyż od nich zawisa jedynie trwałość i wartość przyszłego budynku.

Do niego należy wydawanie w czasie stosownym wszelkich zamówień i zawieranie ugód z rzemieślnikami — za wiedzą i wolą właściciela — na te roboty, które zostały wyłączone od ogólnego przedsiębiorstwa.

On musi czuwać i odpowiada za to, aby wszelkie szczegóły i szablony były wezas wykończone i dostarczone. On sprawdza z obowiązku częściowe rachunki przedsiębiorcom i prowadzi ewidencję wypłaconych przedsiębiorcom sum pieniężnych tak, aby mógł każdej chwili wiedzieć, w jakim stanie znajdują się fundusze budowy. Przekroczenie sumy kosztorysowej nie powinno mieć miejsca, wyjąwszy pewne nieuniknione wypadki. Kierownik budowy musi prowadzić dziennik budowy, w którym są zaznaczone pismem i szkicami te najważniejsze momenta budowy, które po wykonaniu stwierdzić się już nie dadzą.

Kierownik budowy odpowiada wreszcie za dopilnowanie terminu wykończenia budowy.

Naostatek, po ukończeniu budowy, musi kierownik sporządzić akt wykonania, o ile tego obowiązku nie nałożono na przedsiębiorcę warunkami ugody. Akt ów ma obejmować plany i kosztorys według rzeczywistego wykonania z wykazaniem wszelkich zmian, tudzież najważniejszych momentów budowy i stanu funduszu budowy.

Według ustawy budowniej żadnego budynku murowanego piętrowego nie wolno zamieszkać w tym samym roku, w którym budowa jego została rozpoczęta. Ten więc racjonalny i prawidłowy czas trwania budowy został określony w naszych warunkach klimatycznych w regule od lutego jednego roku do lipca lub sierpnia roku następnego.

W prawidłowym toku budowy powinien kierownik wyznaczyć i przestrzegać następującego porządku.<sup>1</sup>

1. Wycięcie drzew, rozebranie starych budynków, oczyszczenie miejsca budowy i ogrodzenie, niwelacja, wytyczenie budowy, urządzenie studni, wykopanie wapniarek i postawienie baraku z wychodkami, powinno trwać 2 do 3 tygodni (od 15. do końca lutego, o ile warunki klimatyczne zezwalają).

2. Gaszenie wapna, dowóz materiałów i roboty ziemne — 4 tygodni (cały marzec).

3. Wykończenie robót ziemnych, dowóz materiałów, czerpanie wody i murowanie fundamentów — 2 tygodnie (do 15. kwietnia).

4. Mury piwniczne i suterenowe, kanały, osadzenie w nich ciosów, założenie okien piwnicznych, oporów sklepień, wyciorów kominowych i innych otworów, jak: dla rur gazowych, wodociągowych, ześrodkowanego ogrzewania itp., osadzenie ościeni drzwi piwnicznych i założenie warstwy izolacyjnej — 2 tygodnie (do końca kwietnia).

5. Wyprowadzenie murów ponad poziom, osadzenie cokołu, pachoków, krat piwnicznych, przesklepienie łęków (gurtów) piwnicznych, osadzenie ościeni bram wehadowych lub wjazdowych, stawianie londyn rusztowaniowych — 2 tygodnie (do 7. maja).

6. Mury parterowe, filary ciosowe, osadzenie ciosów pod belki żelazne, konzol czyli sterczyn pod balkony, dalsze rusztowania — 3 tygodnie (do końca maja).

7. Założenie murnie (ław murowych, murłat), wyciąganie i osadzanie wszelkich belek stropowych i kotwiowanie ich — 1 tydzień (do 7. czerwea).

8. Mury 1. piętra, wyciąganie i osadzenie wszelkich belek stropowych i kotwiowanie ich — 4 tygodnie (do 7. lipca).

9. Mury 2. piętra, wyciąganie i osadzenie wszelkich belek stropowych, z kotwiowaniem ich — 4 tygodnie (do 7. sierpnia).

10. Mury 3. piętra, wyciąganie belek stropowych, osadzenie ich i kotwiowanie, podmurowanie murów aż pod murnice więzby dachowej — 3 tygodnie (do końca sierpnia).

11. Ustawienie więzby dachowej, ołacenie, opierzenie i pokrycie, tudzież wyprowadzenie ścian działowych — 2 tygodnie (do 15. września).

12. Mury strychowe, ogniowe i kominowe, prowizoryczne odprowadzenie wody z dachu, przybicie pował i podsiębitek stropowych — 2 tygodnie (do końca września).

<sup>1</sup> Patrz cześć trzecią: Plan rozwoju robót.

13. Sklepienie piwnic, osadzenie stopni kamiennych, rur gazowych, wodociagowych, nasypywanie rumowiska na strychu — 2 tygodnie (do 15. października).

14. Posadzka na strychu, osadzenie drzwiczek kominowych, nasyp rumowiska na piętrach, gaszenie wapna do wyprawy na rok przyszły — 2 tygodnie (do końca października).

15. Zabezpieczenie budynku na zimę, zasypanie jam wapna piaskiem i zakończenie robót — do końca listopada.

Uwaga. W razie niezbędnej potrzeby można murować zwykłym wapnem nawet wśród kilku stopni (najwyżej  $-5^{\circ}$  C) mrozu; murowanie cementem już przy  $0^{\circ}$  jest chybione, gdyż cement już nie wiąże, tylko się rozsypuje.

16. Odkrycie otworów okiennych, trzeiniowanie i wyprawa sufitów, począwszy od najwyższego piętra, rusztowanie do fasady, ułożenie legarków i ślepych podłóg pod parkiety, lub pod posadzkę deszczulkową, — 2 tygodnie (od 15. do końca kwietnia).

17. Wysadzenie, ciągnięcie gzymsu głównego i osadzanie gzymsów blaszanych, lub płyt wiszących, osadzanie przedmiotów roboty rzeźbiarskiej, wyprawa gładka ścian począwszy od najwyższego piętra, osadzanie okien, — 2 tygodnie (do 15. maja).

18. Dalsza wyprawa fasady i osadzanie przedmiotów roboty rzeźbiarskiej, krycie gzymsów blachą, wykończenie wyprawy wewnątrz urządzenie kanałów dołu kloaczego i wychodków, ułożenie podłóg, posadzek i parkiet, — 2 tygodnie (do końca maja).

19. Wykończenie wyprawy fasady, stawianie pieców i kuchni, kucie drzwi i okien, szklenie, lakierowanie i uprzątnienie rusztowania, — 2 do 3 tygodnie (do 15. lub 21. czerwea).

20. Wykończenie robót stolarskich i ślusarskich, poprawki wyprawy, roboty lakiernicze, malarskie i dekoracyjne, oczyszczenie całego budynku i wszystkich części składowych, splanowanie i bruikowanie podwórza, — 2 do 4 tygodnie (do końca czerwea lub lipca).

## 5. Kolaudacja czyli odbiór budowy.

Skoro budowę ukończono, następuje techniczne jej odebranie czyli kolaudacja na podstawie wypracowanych planów i kosztorysu według wykonania, oraz wszelkich innych aktów budowy.

W interesie budowy leży, aby kolaudację przeprowadził technik, który nie miał żadnej styczności z tą budową (t. j. nie był ani



przedsiębiorcą, ani dostawcą, ani kierownikiem), a który znany jest z uzdolnienia i z doświadczenia w zawodzie budowniczym, oraz z sumienności i zasługuje na zaufanie.

Z chwilą, kiedy kolaudantowi doręczono akt wykonania, i wszelkie inne akta budowy, przechodzi kierownik budowy, a z nim pośrednio i przedsiębiorca pod jego zwierzchnictwo i pozostaje w tym stosunku przez cały czas kolaudacji. Kierownik budowy jest obowiązany brać udział i pomagać kolaudantowi we wszelkich czynnościach, ułatwiać je, a na żądanie dawać stosowne wyjaśnienia lub uzasadnienia.

Ze swojej zaś strony musi kolaudant poznać się przedewszystkiem w ogóle ze wszystkimi aktami budowy, a następnie dopełnić następujących powinności:

a) Zbadać, czy budynek w ogóle i we wszystkich swych szczegółach odpowiada planom pierwotnym i kosztorysowi; jeżeli dostrzeże zmiany, musi orzec na podstawie aktów budowy lub wyjaśnień kierownika, czy są uzasadnione lub nie.

b) Przeprowadzić dokładne zbadanie, czy budowa tak co do jakości robót, jakoteż i materiałów, tudzież co do wymiarów odpowiada zawartej ugodzie. Badania te może posunąć on bardzo daleko; i tak, jeśli ma uzasadnione podejrzenia, może zażądać odkrycia fundamentów, zerwania miejscami podłogi, posadzki, lub użyć innych środków celem przeświadczenia się o prawdzie.

c) Po tem zbadaniu przystępuje do sprawdzenia kosztorysu o ile wymiary w nim odpowiadają rzeczywistości, a koszta warunkom ugody.

d) Wynik kolaudacji w wyżej wskazanym kierunku należy spisać w protokole, który powinien podpisać kolaudant, kierownik budowy i przedsiębiorca.

W protokole kolaudacyjnym przedstawić powinien kolaudant krótki opis powstania (zezwolenie, projektowane koszta, przyzwolone zmiany itp.) budowy; następnie opisać, jaki był rezultat przeprowadzonych badań j. w. pod a) i b); dalej zestawić ogólną należytość przedsiębiorcy, na podstawie sprawdzenia kosztorysu j. w. pod c) i wykazać jasno i dokładnie, ile przedsiębiorca już pobrał tytułem zaliczek, a ile mu jeszcze pozostaje do wypłacenia; wreszcie zrobić wniosek, czy resztę tę można wypłacić, lub czy należy ją zatrzymać, z powodu braków dostrzeżonych w wykonaniu, które na tem miejscu należy dokładnie opisać i poszczególnić.

Jeżeli przedsiębiorca nie zgadza się z wynikiem kolaudacji i podnosi jakie pretensje, lub czyni jakie zarzuty, to podczas podpisywania protokołu kolaudacji powinien to pisemnie zrobić; potem powinien zażądać kolaudant co do tego opinii kierownika budowy również pisemnej do protokołu, a ostatecznie ją ocenić i postawić własny wniosek.

Gdyby kolaudant zauważył również jakie nieprawidłowości w wykonaniu budowy, może wezwać kierownika do pisemnego tłumaczenia się w protokole kolaudacyjnym, a następnie powinien je ocenić na tej podstawie i na podstawie zbadania na miejscu.

W ogóle, w protokole kolaudacyjnym musi być cała sprawa wykonania budowy, pod względem technicznym, ekonomicznym i administracyjnym tak jasno przedstawioną, ażeby niezachodziła najmniejsza wątpliwość w tych kierunkach.

## 6. Inwentarz budowy.

Spisywanie inwentarza budynku ma wówczas miejsce, jeżeli właściciel sprzedaje, wynajmuje, lub oddaje w używanie cały budynek, lub znaczną część jego na dłuższy szereg lat. Z inwentarza ma właściciel budynku tę korzyść, że po upływie czasu używania lub najmu, uszkodzenie jego własności ponad zwykłą miarę może być odszkodowane; stronę zaś może chronić inwentarz od nieuzasadnionych wymagań właściciela w powyższym kierunku.

Do inwentarza potrzeba przedewszystkiem sporządzić szkic linearny całej realności (rozumie się w miarę potrzeby) i wszystkich piątr budynków, z uwidocznieniem w nich rozkładu izb. Opis zaś inwentaryczny poczynać można albo od piwnicy, a skończyć na strychu, albo przeciwnie; w każdym razie inwentarz musi być dokładny i jasny.

Inwentarz powinien obejmować:

a) Ogólny opis budynku, t. j. czy budynek murowany lub drewniany, ile ma piątr, ile zabudowań podrzędnych, czy ma podwórze, bruki, studnie, oparkanie itp., z podaniem szczegółowego opisu każdego z wymienionych przedmiotów, rozumie się o ile to dostrzec można.

b) Szczegółowy opis wnętrza budynku, w którym kolejno należy zapisać — odnośnie do numerów w szkicu linearnym wpisanych — każdą izbę i przestrzeń budynku, jej przeznaczenie i części jej składowe stale z budynkiem złączone, o ile pod oczy podługają; a zatem

podłogi, ściany, sufitu, drzwi, okna, okucia, lakierowania, piece, kuchnie ze szcegółami itp.

Wymiarów lub rozmiarów nie potrzeba do inwentarza, te bowiem należą do planów i kosztorysów; pożądaną jest wszakże rzeczą, ażeby inwentarz zawierał także uwagę, w jakim stanie znajdują się poszczególne przedmioty lub składowe części budynku w inwentarzu spisane, a mianowicie: co do każdej zużytej lub nowej dodać należy czy jest zniszczoną lub nową; a jeżeli są w miernie dobrym stanie, nie robi się żadnej uwagi.

## PRZYKŁAD.

### Inwentarz

realności pod l. k. . . . . przy ulicy . . . . . l. or.  
 . . . . w . . . . , należącej do . . . . .  
 a przeznaczonej na pomieszczenie szkoły wydziałowej miejskiej.

### A) Opis ogólny realności.

#### Podwórze z zabudowaniami.

##### (Szkic sytuacyjny Nr. I.)

Realność wyżej poszczególniona składa się z nowo postawionego budynku głównego murowanego, dwupiętrowego, zwróconego frontem, architektonicznie wyposażonym, do ulicy. Za budynkiem w tyle znajduje się obszerne podwórze, nowo wybrukowane kostkami kamiennymi, z należytymi ściekami i dwoma wylotami kanalowymi, z żelaznymi kratami i ze studnią nową, zaopatrzoną żelazną pompą.

Całe podwórze jest otoczone nowym parkanem ze słupami, kapturami i podwatinami dębowymi, opierzonym deskami leżącymi miękkimi, w żłobki słupów wsuniętymi.

Na podwórzu stoi nowozbudowana komórka drewniana, z dachem pokrytym tekturą asfaltową; do niej wiodą drzwi jednoskrzydłowe, miękkie, na szpagach<sup>1</sup> dębowych, okute dwoma zawiasami pasowymi z krukami i zamkiem nasadzonym z kluczem i dwoma żelaznymi klamkami.

Strop w komórce ze zwykłych belek i ścielą powalową, od spodu widoczną; jedno okno dwuskrzydłowe małe, pojedyncze, oszklone, okute czterema francuskimi zawiasami, dwoma nasadzonymi zasuwkami i ośmioma kątownikami.

### B. Budynek główny.

#### 1. Piwnica (szkic Nr. II).

Piwnica l. 1. Z sionki l. 10, drzwiami, — jednoskrzydłowymi, miękkimi, na otoczyny i wnęki, olakierowanymi na kolor dębowy z fladrowaniem, okutymi trzema francuskimi zawiasami, zamkiem wpuszczonym z kluczem i dwoma żelaznymi klamkami i rozetami, — schodzi się po 20 stopniach kamiennych do piwnicy l. 1.

<sup>1</sup> Szpagami nazywają listwy wsunięte w wycięcie w poprzek desek.

Tu posadzka ceglana, ściany i sklepienie chropawo wyprawione; jeden otwór mały okienny, z drzwiczkami żelaznymi z zameczkiem i kluczem zegarowym.

Stąd wiodą do piwnicy następnej drzwi, jednoskrzydłowe, miękkie na szpagach dębowych, okute dwiema pasowemi zawiasami z krukami, skoblem, kłódką i kluczem.

*Piwnica l. 2.* Posadzka, ściany, sklepienie, dwa okna i drzwi do następnej piwnicy, jak w piwnicy I. 1. opisano.

*Piwnica l. 3.* itd. . . . .

## 2. Parter (szkic Nr. III).

*Sień główna l. 16.* Z ulicy po trzech stopniach kamiennych wiodą do sieni drzwi dębowe, okazałe, na otoczyni i wnęki, opokostowane, z nadedrzwiami lukowym, oszklonem w ramie dębowej i zaopatrzonem ozdobnie wykonaną kratą żelazną, okute . . . . .

*Izba l. 16.* Z sieni tej wiodą drzwi dwuskrzydłowe, na otoczyni i wnęki, z okładzinami szpalet i z obustronnemi opaskami profilowanemi, olakierowane od sieni na kolor dębowy z fladowaniem, a od wnętrza na kolor perłowy; okute sześcioma francuskimi zawiasami, zamkiem wpuszczonym, z kluczem, z dwoma mosiężnemi klamkami i rozetami i dwoma zasuwami.

Podłoga zwykła z desek miękkich, we fryzach dębowych; ściany i sufit omalowane jednym patronem.

Dwa okna podwójne, czteroskrzydłowe, z ościennią z drzewa miękkiego, do wnętrza otwierane, oszklone i olakierowane od wnętrza kolorem perłowym, od strony zewnętrznej dębowym z fladowaniem, każde okute 32ma kątownikami, 20ma zawiasami francuskimi, dwoma parami wpuszczonych zasuvek spanioletowych, dwoma zakrętkami i dwoma zastawkami w oścień wpuszczonemi.

Nad drzwiami umieszczony jest dzwonek elektryczny z drutami przewodzącymi, w ścianie zaś widoczne są drzwiczki żelazne wentylacyjne.

Piec kamyczkowy na nóżkach toczonych, z żelaznemi drzwiczkami lanemi, hermetycznemi, do paleniska podwójnemi i popielnika pojedynczemi, z rurą dymową z mosiężnemi drzwiczkami wyciorowemi.

Stąd wiodą drzwi . . . . .

## V. Ocena wartości budowli.

### 1. Pogląd ogólny.

Budynek choć zbudowany najlepiej z materiałów najwyborniejszych i celowi najodpowiedniejszych nie trwa wiecznie. Jak wszystko bowiem tak też i wszelkie budowle względnie ich materiał wskutek przeróżnych wpływów, idących z użytkowania, z mechanicznych uszkodzeń i z chemicznych działań, ulegają z biegiem czasu pewnym rozkładowym przeobrażeniom i dochodzą ostatecznie do takiego

stanu, w którym już żadne roboty zachowawcze ani odbudowawcze nie prowadzą do celu i nie opłacają się już, a budowla staje się bezwartościową.

Czas począwszy od wykończenia i oddania budowli do użytku aż do kresu takiego zużycia, nazywa się trwaniem budynku. Długość tego trwania zależy głównie od klimatu, od położenia, przeznaczenia i użycia budynku; od dobroci materiałów budowlanych, od rodzaju konstrukcji, sposobu obchodzenia się z budynkiem i staranności nadzoru domowego.

Z biegiem lat ulega zatem budynek czem raz większemu zużyciu i odwartoszczeniu, które postępuje jednostajnie lub niejednostajnie w miarę, czy materiały w skład budynku wchodzące są jednolite lub różnorodne. Wartość nowego budynku stanowią koszty budowy, a zużywanie się budynku jest stopniowem zmniejszaniem tej jego wartości pierwotnej i daje się wyrazić tą właśnie kwotą, o którą zmniejszyła się wartość nowego budynku. W ten sposób zużycie cyfrą wyrażone i odjęte od kosztów nowej budowy daje resztę, która jest wartością czasową budynku i odpowiada jego danemu wiekowi.

Ponieważ — jak widać — włożony w budowę pierwotny kapitał zanika z biegiem lat i u kresu trwania budynku schodzi ostatecznie do zera, więc słuszną jest i godziwą rzeczą, by właściciel budowy podczas wyznaczenia wysokości czynszu policzył w nim — obok oprocentowania kosztów budowy i wszelkich innych bez wyjątku wydatków rocznych, złączonych z istnieniem budynku w stanie używalności, — także i pewną nieoprocentowaną kwotę  $r$  roczną, mającą za cel zamortyzowanie kosztów budowy, czyli zwrot ich właścicielowi z chwilą, gdy budynek dojdzie do kresu swego trwania i trzeba go nowym zastąpić.

Jeżeli  $K_0$  jest kosztem budowy czyli wartością nowego budynku, a domniemalne trwanie jego wynosi  $N$  lat, to roczne zużycie  $z$ , względnie odwartoszczenie, będące zarazem roczną kwotą amortyzacyjną, będzie

$$z = r = \frac{K_0}{N}$$

7

Zdarza się jednak bardzo często, zwłaszcza w większych miastach zwartych, że właściciel z jakiegokolwiek korzystnego dla siebie powodu nie czeka aż budynek dojdzie do kresu swego trwania  $N$  lat, lecz go zwali wcześniej, aby wybudować na tem samem

miejsu gmach okazałszy, większy, odpowiadający nowożytnym wymaganiom i rentowniejszy. Z tego powodu trwanie budynku bywa w praktyce weale znacznie dłuższe od tego okresu czasu, w ciągu którego postanowiono już z góry zamortyzować koszt  $K_b$  budowy odnośnego budynku rocznymi ratami  $r$  na procent składany. Właściciel budynku bowiem idzie tu za utartym zwyczajem, według którego przyjmuje się czas trwania amortyzacji budynków lepszego rodzaju; w zwartych miastach na 120 do 130 lat, w obszarach nizinnych 80 do 100 lat, w górach 60 do 80 lat., wille na letniskach 20—40 lat.

Do obliczenia w ten sposób pojętej amortyzacji kosztów nowej budowy  $K_b$ , trwającej  $n$  zamiast  $N$  lat, gdy  $n < N$ , służy znany wzór rachunku procentu składanego na wyznaczanie końcowej wartości  $K_b$ , urosłej z rat  $r$  składanych na procent  $p$  od procentu przez  $n$  lat z końcem każdego roku, a mianowicie:

$$K_b = r \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} \quad 8$$

Z wzoru tego wynika na odwrót roczna rata amortyzacyjna

$$r = K_b \cdot \frac{q - 1}{q^n - 1} \quad 9$$

gdzie stopą procentową jest  $q = 1 + \frac{p}{100}$ .

Mając do oceny wartość budynku, który stoi już  $m$  lat, musi oceniciel przedewszystkiem zbadać dokładnie i wyczerpująco w jaki sposób i z jakich materiałów jest zbudowany, jakie ma położenie i w jakich warunkach znajduje się; następnie zapomocą wywiadu, oraz stosownie do innych podobnych budynków starych w pobliżu stojących wysnuć na podstawie wskazówek praktycznych wnioszek co do domniemanej ilości  $N$  lat jego trwania, obliczyć w kosztorysie szczegółowym lub przybliżonym (od  $1 m^2$  zabudowanej powierzchni) koszt  $K_b$  nowego budynku po cenach miejscowych istniejących w czasie oceny jego wartości, wyznaczyć zapomocą wzoru 7 zużycie, czyli odwartoszczenie  $Z$  w ciągu jego wieku  $m$  lat obejmującego, według łatwo zrozumiałego wzoru

$$Z = zm = mr = m \frac{K_b}{N} \quad 10$$

i po potrąceniu tego odwartoszczenia  $Z$  od kosztów nowego budynku obrachować ostatecznie czasową jego wartość

$$W_c = K_b - Z = K_b - mr \quad 11$$

Zresztą pewien pogląd na czasową wartość budynku daje także czysty dochód czynszowy roczny, który to pogląd jest w niektórych wypadkach oceny nawet koniecznym.

Czynsz uiszczany właścicielowi domu przez czynszowników nazywa się czynszem całkowitym, czyli czynszem zeznanym i mieści w sobie obok czystego dochodu także sumę wszelkich wydatków, idących z potrzeby utrzymania budynku w dobrym i używalnym stanie i opłacania obowiązujących podatków.

Po potrąceniu z czynszu całkowitego wszelkich dopuszczalnych wydatków — z wyjątkiem jednak opłat podatkowych — pozostała reszta jest czynszem sprostowanym.

W razie potrącenia z czynszu całkowitego wszelkich bez wyjątku dopuszczalnych wydatków wraz z podatkami, pozostała reszta jest czystym dochodem.

Miarą oceny wartości budynku nie są wyłącznie rozmiary, lecz także racjonalność i celowość układu jego wnętrza, położenie, stan, koszt utrzymania, wielkość czynszu, podatków i innych opłat, oraz warunki miejscowe.

Kto więc przeprowadza ocenę wartości budowli, musi oprócz wielkiego i wielostronnego uzdolnienia zawodowego posiadać przeorność, oględność i sumiennność, gdyż chodzi tu zawsze o bardzo ważne interesa pieniężne.

Obowiązkiem oceniciela w ogóle jest bezwarunkowo bezstronne, rzetelne i sprawiedliwe postępowanie w wyszukaniu, zastosowaniu i zestawieniu wszelkich szczegółów, wpływających na wartość przedmiotu oceny, oraz wszelkich miarodajnych pod tym względem okoliczności; a w imię moralności, sprawiedliwości i sumienia nie powinien dać się powodować żadnymi uczuciami przyjaźni lub niechęci, ani litością, ani darami, obietnicami, nadziejami lub jakimkolwiek korzyściami do zejścia z drogi obowiązku, lecz ocenę przeprowadzić zawsze tylko według swej najlepszej wiedzy i woli.

Zależnie od celu oceny wartości budynku w danym okresie jego trwania czyli wieku, odróżniamy ocenę wartości asekuracyjnej i wartości hipotecznej budynku.

## 2. Ocena wartości asekuracyjnej budynku.

Ponieważ towarzystwa asekuracyjne zwracają tylko tę wartość budynku, którą miał w swoim bezpośrednim stanie przed pożarem, więc zadanie oceniciela ogranicza się tylko do obliczenia w sposób

ściśle zawodowy i prawidłowy kosztów nowej budowy domu spalonego według cen miejscowych istniejących w czasie oceny, oraz do odjęcia od tych kosztów części ich już zamortyzowanej wskutek zużycia wiekiem dotychczasowym.

W szczególności czynność tego rodzaju oceny rozpada na 3 części:

a) Ustalenie według możliwości dokładne rozmiarów przedmiotu oceny i obliczenie wymiarów po sporządzeniu szkiców;

b) Obliczenie wartości nowego budynku z uwzględnieniem stosunków i cen miejscowych istniejących;

c) Wyznaczenie wartości zużycia czyli odwartoszczenia, która musi równać się zamortyzowanej już części kosztów nowej budowy.

Czynności pod a) a osobliwie pod b) przeprowadza się sposobem szczegółowym, albo przybliżonym, jak to wyżej w rozdz. III., poddz. 7., względnie 8., bliżej określono.

Do obliczenia zużycia pod c) istnieje około dziewięć różnych metod, które dają bardzo znacznie różniące się wartości. Według doświadczeń, porobionych przez wybitnych znawców technicznych, najprostszą i najczęściej odpowiadającą istotnemu stanowi rzeczy jest następująca niżej metoda proporcjonalności, którą D. V. Junk przyjął w podręczniku swoim „Wiener Bauratgeber“ i uzupełnił nadto własnymi poglądami.

Jeżeli  $N$  jest ilość lat całkowitego trwania budynku,  $m_1$  pewna ilość lat w okresie tego trwania, czyli wiek budynku,  $m_2$  wiek przyszły budynku,  $K_b$  koszt nowego budynku,  $Z$  zużycie czyli odwartoszczenie, odpowiadające wiekowi  $m_1$  lat budynku,  $W_c$  wartość czasowa ze względu na przyszłe trwanie przez  $m_2$  lat budynku, to będzie

$$m_1 = \frac{N Z}{K_b} \quad 12$$

$$Z = m_1 \frac{K_b}{N} \quad 13$$

$$m_2 = \frac{N W_c}{K_b} \quad 14$$

$$W_c = K_b - Z = m_2 \frac{K_b}{N} \quad 15$$

$$m_1 + m_2 = N \quad 16$$

Trwanie domów mieszkalnych, o miernej jakości wykonania przyjmuje się w ogóle na 100 do 120 lat; koszt utrzymania



na 1 do 1·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a amortyzacja 1·25 do 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> kosztów nowej budowy  $K_b$ .

Budynki dobrze zbudowane z materiału doborowego, z ochroną od wilgoci gruntowej, stojące na silnym gruncie, trwają 150 do 200 lat, koszta ich utrzymania wynoszą 0·75 do 0·67<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a amortyzacja 0·9 do 0·85<sup>0</sup>/<sub>0</sub> kosztów nowej budowli  $K_b$ .

Prosty rachunek procentowy wykazuje, że ekonomicznie jest stawiać budynki gospodarskie konstrukcji lżejszej, a zatem tańsze.

Budynki o ścianach ryglowych, jako mieszkania, magazyny i stajnie dla drobiu, trwają 80 lat, a koszta utrzymania wynoszą 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, — jako stodoły trwają 80 lat z kosztami utrzymania 1·4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, — jako stajnie dla koni i bydła, owczarnie, trwają 70 lat z kosztami utrzymania 1·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, jako chlewy trwają 50 lat z kosztami utrzymania 2·2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> kosztów budowy  $K_b$ .

Wille na letniskach, wynajmowane ciągle zmieniającym się gościom kąpielowym, trwają 20—40 lat, koszta utrzymania wynoszą 5—10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a amortyzacja 2½ do 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> kosztów nowej budowli  $K_b$ .

Jeżeli budynki są zawsze jednostajnie dobrze utrzymywane, to stopień zużycia ich nie jest w tym samym stosunku, jak wiek budynku do jego trwania; dla tego też wartości w tym wypadku obliczone z wzoru 13. na  $Z$  należy brać z następującymi współczynnikami:

dla wieku od	0	do	4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	trwania budowy	$N$	· · · · ·	$\frac{9}{8} Z$		
"	"	"	5	"	10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{9}{10} Z$
"	"	"	11	"	20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{6}{7} Z$
"	"	"	21	"	30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{5}{6} Z$
"	"	"	31	"	40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{4}{5} Z$
"	"	"	41	"	70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{3}{4} Z$
"	"	"	71	"	80 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{1}{1} Z$
"	"	"	81	"	90 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{2}{3} Z$
"	"	"	91	"	100 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	"	"	· · · · ·	$\frac{2}{1} Z$

Te współczynniki stosują się także do  $Z$  obliczonego w tabeli niżej umieszczonej pod założeniem tem samym, że utrzymanie budowli jest należyte; w przeciwnym bowiem razie zwiększają się rzeczony współczynniki aż do podwójnej swej wartości.

Oznaczenie wysokości tych współczynników w każdym razie należy do ocenicielea.

Zawarte w tabeli niżej przedstawionej przeciętne roczne koszty utrzymania budynku  $U$  w procentach od kosztów budowy  $K_b$ , w rzeczywistości nie rozdzielają się jednakowo na wszystkie lata trwania budowy, tylko w ten sposób, że

dla wieku od	0 do	10%	trwania budowy	$N$	wypada . . .	$\frac{1}{4} U$
"	"	"	11 "	25%	"	" . . . $\frac{1}{3} "$
"	"	"	26 "	40%	"	" . . . $\frac{1}{2} "$
"	"	"	41 "	60%	"	" . . . $\frac{1}{1} "$
"	"	"	61 "	80%	"	" . . . $\frac{4}{3} "$
"	"	"	81 "	100%	"	" . . . $\frac{7}{4} "$

Ocena wartości budynku dla celów asekuracji ma zwyczajnie ważność na przeciąg jednego roku; wszakże dla ubezpieczeń na okres czasu wieloletni ważność ocenionej wartości budynku nie powinna nigdy trwać dłużej, niż pięć lat.

D. V. Junk w jednym z przedwojennych wydań swego podręcznika „Wiener Bauratgeber“ zestawił przeciętne na doświadczenia oparte ceny co do kosztów budowy od  $1 m^2$  zabudowanej powierzchni, co do trwania, odwartoszczenia czyli zużycia i kosztów utrzymania budowy w następującej tabeli.

**Tabela I.**

Koszt, czas trwania, zużycie i utrzymanie budynków i maszyn.

przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych <sup>1</sup> nowej budowy od $1 m^2$ zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartoszczenie czyli zużycie (amortyzacja) coroczne w procentach od $K_b$	Utrzymanie coroczne w procentach od $K_b$
	parteru	każdego piętra			
<b>A. Domy mieszkalne.</b>					
Dom mieszkalny lepszej jakości, murowany z kamienia i cegły:					
a) w zwartych miastach z dachem ogniotrwałym . . . . .	189	90	250	0.4	0.266
b) w okolicach nizinnych z dachem jak pod a) . . . . .	126	63	200	0.5	0.375
c) w górach z dachem nieogniotrwałym . . . . .	110	47	160	0.625	0.5

<sup>1</sup> Złotych w zlocie.

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie (amortyzacja) coroczne w procentach od K <sub>0</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>0</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>0</sub>				
Dom średniej jakości, murywany j. w :					
a) w zwartych miastach z dachem ogniotrwałym . . . . .	147	63	200	0·5	0·332
b) w okolicach nizinnych z dachem ogniotrwałym . . . . .	110	47	160	0·625	0·468
c) w górach z dachem nieogniotrwałym . . . . .	76	30	120	0·833	0·666
Dom zwyczajnej jakości, murywany j. w.:					
a) w zwartych miastach z dachem ogniotrwałym . . . . .	110	47	150	0·666	0·444
b) w okolicach nizinnych z dachem nieogniotrwałym . . . . .	76	30	100	1·0	0·75
c) w górach z dachem nieogniotrwałym . . . . .	50	25	80	1·25	1·0
d) w górach mieszany, t. j. drzewo i mur, z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	20	70	1·43	1·192
Kasarnie dla robotników:					
a) murywane, z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	20	60	1·666	1·25
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	27	15	40	2·5	2·0
c) drewniane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	18	11	25	4·0	3·333
Domy wiejskie, z przybudowanymi stajniami, komorami, lub stodołami:					
a) murywane z dachem ogniotrwałym . . . . .	36	25	100	1·0	0·8
b) mieszane, z dachem nieogniotrwałym . . . . .	25	15	70	1·43	1·0
c) drewniane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	15	11	50	2·0	1·5
<b>B. Budynki gospodarskie.</b>					
Stajnie dla koni i bydła:					
a) murywane z dachem ogniotrwałym . . . . .	50	25	150	0·666	0·4
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	20	120	0·833	0·58

Przedmiot i jakość budowy	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie czyli zużycie (amortyzacja) coroczne w procentach od K <sub>v</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>v</sub>
	parteru	każdego piętra			
e) drewniane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	25	15	70	1.43	1.1
<b>Owczarnie:</b>					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	45		140	0.715	0.45
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	36		80	1.25	0.9
<b>Chlewy:</b>					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	38		100	1.0	0.75
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	27		60	1.666	1.25
<b>Kurniki dla drobiu:</b>					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	20	170	0.588	0.4
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	30	18	110	0.909	0.65
<b>Rzeźnie:</b>					
a) w miastach, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	48		100	1.0	0.6
b) na wsi, mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	33		70	1.43	0.97
<b>Pralnie, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .</b>	38	15	90	1.111	0.5
<b>Mleczarnie i dojnie murowane z dachem nieogniotrwałym . . . . .</b>	43	18	120	0.833	0.45
<b>Piekarnie, suszarnie owoców itp. murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .</b>	53		80	1.25	0.7
<b>Zabudowanie dla wag pomostowych, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .</b>	126		40	2.5	0.3
<b>Stodoły z młocarniami:</b>					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	20	160	0.625	0.5
b) mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	27		100	1.0	0.75
c) drewniane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	15		75	1.333	1.0

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartoszenie czyli zużycie (amor- tyzacja) coroczne w procentach od K <sub>0</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>0</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>0</sub>				
Stodoły i zamknięte szopy na skład drzewa, słomy, siana, mierzwy itp.:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	30	20	150	0.666	0.55
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	20	.	85	1.176	0.95
c) drewniane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	13	.	50	2.0	1.33
Wozownie i szopy otwarte:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	25	15	100	1.0	0.6
b) drewniane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	11	.	30	3.333	2.5
Magazyny na zboże i mąkę:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	63	38	140	0.715	0.5
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	23	90	1.111	0.8
Zabudowania roślinne i szklarnie w ogrodach:					
a) murowane z dachem oszklonym ogniotrwałym . . . . .	43	.	60	1.666	1.0
b) mieszane z dachem oszklonym nieogniotrwałym . . . . .	36	.	40	2.5	1.8
Wychodki wolno stojące:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	38	.	100	1.0	0.6
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	30	.	60	1.666	1.25
c) drewniane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	20	.	30	3.333	2.5
Kanalizacja . . . . .	.	.	100	1.0	0.33
Mosty na gościńcach:					
a) murowane . . . . .	110	.	75	1.333	1.0
b) drewniane . . . . .	38	.	40	2.5	2.0
Mosty dla pieszych drewniane . . . . .	18	.	50	2.0	2.0
Ogrodzenia od 1 m:					
a) murowane . . . . .	30	.	200	0.5	0.5
b) żelazne . . . . .	38	.	80	1.25	1.0
c) drewniane . . . . .	8	.	15	6.666	3.0

Przedmiot i jakość budowli	Koszty w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie czyli zużycie (amor- tyzacja) coroczne w procentach od K <sub>1</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>1</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>1</sub>				
Wodociągi drewniane . . . . .			4	25.0	
„ ołowiane . . . . .			100	1.0	0.1
„ kamionkowe . . . . .			120	0.83	
„ żelazne . . . . .			80	1.25	
<b>C. Zabudowania przemysłowe</b>					
Zakład apretury dla materij wełnianych:					
a) murowany z dachem ognio- trwałym . . . . .	45	25	60	1.666	1.2
b) mieszany z dachem nieognio- trwałym . . . . .	30	18	40	2.5	2.0
Zakład apretury dla materij lnia- nych:					
a) murowany z dachem ognio- trwałym . . . . .	50	30	50	2.0	1.83
b) mieszany z dachem nieognio- trwałym . . . . .	36	23	20	5.0	3.0
Fabryka włazek:					
a) murowana z dachem ognio- trwałym . . . . .	56	30	100	1.0	0.8
b) mieszana z dachem nieognio- trwałym . . . . .	38	20	70	1.43	1.0
Fabryka towarów włazanych:					
a) murowana z dachem ognio- trwałym . . . . .	36	20	90	1.111	0.9
b) mieszana z dachem nieognio- trwałym . . . . .	25	15	60	1.666	1.0
Bielarnie (płócienn):					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	43		50	2.0	2.0
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	30		35	2.857	2.9
c) drewniane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	18		20	5.0	6.0
Gorzelnie:					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	33		75	1.333	0.8
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	25		50	2.0	1.2

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie czyli zużycie (amortyzacja) coroczne w procentach od K <sub>6</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>6</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>6</sub>	N			
<b>Browar:</b>					
a) słodownia murowana z dachem ogniotrwałym . . . . .	50	31	100	1·0	0·5
b) chłodzarnia mieszana z dachem nieogniotrwałym . . . . .	36	.	60	1·666	1·3
c) piwnica murowana z dachem nieogniotrwałym . . . . .	78	.	300	0·333	0·15
Fabryka brykietów . . . . .	26	.	80	1·25	0·7
Drukarnia murowana z dachem ogniotrwałym . . . . .	43	27	100	1·0	0·65
Fabryka czerzyny . . . . .	26	.	150	0·67	0·75
<b>Fabryki chemiczne:</b>					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	50	27	60	1·666	1·5
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	23	40	2·5	2·5
Fabryka wazeliny . . . . .	34	.	80	1·25	1·0
Fabryka cykorji lub czekolady, murowana z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	23	80	1·25	0·75
Fabryka papy dachowej . . . . .	23	12	40	2·5	1·33
<b>Kominy wysokie fabryczne od 1 m średnicy w świetle i 1 m wysokości:</b>					
a) murowane . . . . .	.	252	100	1·0	0·05
b) blaszane . . . . .	.	139	30	3·333	0·1
Wałkownia . . . . .	24	.	80	1·25	0·9
Drućnia murowana z dachem ogniotrwałym . . . . .	20	.	80	1·25	0·58
<b>Fabryka druków czyli odcisków:</b>					
a) murowana z dachem ogniotrwałym . . . . .	49	25	100	1·0	0·8
b) mieszana z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	23	70	1·43	1·1
<b>Huty żelazne, wałkownie, lejarnie:</b>					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	25	.	80	1·25	0·9
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	20	.	50	2·0	1·3

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie czyli zużycie (amor- tyzacja) coroczne w procentach od K <sub>4</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>4</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>4</sub>				
Elektrownia . . . . .	55	.	120	0.83	0.65
Fabryka mebli żelaznych mu- rowana z dachem ogniotrwałym	36	20	65	1.539	1.0
Fabryka lodu . . . . .	25	.	40	2.5	2.5
Fabryka octu, mieszana z da- chem nieogniotrwałym . . . . .	25	.	40	2.5	2.0
Fabryka farb:					
a) murowana z dachem ognio- trwałym . . . . .	30	.	70	1.43	0.85
b) mieszana z dachem nieognio- trwałym . . . . .	23	.	45	2.222	1.5
Farbiarnie:					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	38	.	50	2.0	1.5
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	25	.	30	3.333	2.0
Fabryka beczek . . . . .	37	22	40	2.5	1.5
Fabryka furnierów, mieszana z dachem nieogniotrwałym . . .	27	18	80	1.25	0.75
Garbarnie murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	33	.	70	1.43	1.0
Gazownie:					
a) zabudowanie dla retort, muro- wane z dachem ogniotrwałym . .	20	.	60	1.67	0.4
b) zbiornik gazowy murowany z dachem ogniotrwałym . . . . .	38	.	40	2.5	0.25
Lejarnie dzwonów, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	18	.	80	1.25	0.6
Fabryki i wypalnię naczyń z porcelany i gliny, muro- wane z dachem ogniotrwałym . .	45	27	60	1.666	0.95
Cegielnia z piecem kręgowym	103	13	50	2.0	1.3
Cegielnia z piecem polowym	37	7	25	4.0	1.0
Huty szklane:					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	30	18	50	2.0	1.0
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	20	13	30	3.333	1.5



Przedmiot i jakość budowl	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie (amortyzacja) coroczne w procentach od K <sub>0</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>0</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>0</sub>				
Fabryki gumy i kauczuku:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	50	30	100	1·0	0·5
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	23	70	1·43	0·7
Fabryka żywicy . . . . .	32	.	40	2·5	2·0
Fabryki dla wyrobów z materji drzewnej, mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	25	.	50	2·0	1·5
Fabryki mebli drewnianych, mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	20	13	80	1·25	0·6
Zakład impregnacyjny . . . . .	43	.	100	1·0	0·5
Fabryki instrumentów fizycznych, muzycznych albo chirurgicznych, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	25	80	1·25	0·56
Fabryka zegarów . . . . .	39	22	60	1·67	1·10
Wypalnie wapna, fabryki cementu, mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	25	15	60	1·666	1·0
Fabryka cementu ogniotrwała . . . . .	44	.	80	1·25	1·0
Mydlarnie i wyrobnie świec, mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	23	40	2·5	2·0
Fabryka waty . . . . .	48	30	60	1·67	1·1
Fabryki sztucznej wełny:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	45	27	80	1·25	0·75
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	36	20	60	1·666	1·0
Fabryki laku murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	30	.	70	1·43	0·8
Lakiernie murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	38	.	60	1·666	0·67
Fabryki lamp, mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	27	23	50	2·0	0·8
Fabryka kleju . . . . .	26	13	50	2·0	1·0

Przedmiot i jakość budowl	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie czyli zużycie (amor- tyzacja) coroczne w procentach od K <sub>6</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>6</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>6</sub>		N	Z	U
<b>Młyny i krupiarńe:</b>					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	30	18	100	1·0	0·5
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	23	13	75	1·333	0·75
<b>Fabryki maszyn:</b>					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	25	.	100	1·0	0·4
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	18	.	80	1·25	0·65
Fabryka narzędzi . . . . .	37	18	70	1·43	1·2
<b>Olejnie, rafinerje olejów:</b>					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	27	.	80	1·25	1·0
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	20	.	50	2·0	1·5
<b>Papiernie:</b>					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	30	18	60	1·666	0·9
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	23	13	40	2·5	1·3
Fabryka celulozy . . . . .	37	30	50	2·0	1·5
<b>Fabryki parkietów:</b>					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	27	18	70	1·43	0·7
b) mieszane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	23	13	50	2·0	1·0
Fabryki parafiny, oleju skal- nego i fotogenu, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	33	.	50	2·0	0·7
Warzelnie potasu i saletry, murowane z dachem ogniotrwałym	27	.	30	3·333	2·0
Fabryka prochu . . . . .	29	.	20	5·0	2·0
<b>Tartaki:</b>					
a) murowane z dachem ognio- trwałym . . . . .	45	.	50	2·0	0·5
b) mieszane z dachem ognio- trwałym . . . . .	38	.	40	2·5	0·75
c) drewniane z dachem nieognio- trwałym . . . . .	25	.	25	4·0	1·0

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartośczenie czyli zużycie (amortyzacja) coroczne w procentach od K <sub>0</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>0</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>0</sub>		N	Z	U
Fabryka szamoty . . . . .	37	.	50	2.0	0.9
Jedwabiarnie, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	23	80	1.25	0.6
Założenie Shedowe, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	61	.	65	1.539	1.0
Fabryki zwierciadeł, jak poprzednie . . . . .	30	.	100	1.0	0.4
Przędzalnie:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	50	30	60	1.666	1.0
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	38	25	45	2.222	1.5
Fabryki spirytusu, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	23	50	2.0	1.2
Fabryki spodjum, jak poprzednie . . . . .	36	.	20	5.0	5.0
Fabryki krochmalu, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	30	.	40	2.5	1.25
Fabryka tapet . . . . .	30	17	60	1.67	0.9
Fabryki dywanów, jak poprzednie . . . . .	45	25	60	1.666	1.0
Teatr wraz ze stałym urządzeniem wewnętrznym:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	149	61	100	1.0	1.0
b) mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	139	50	60	1.666	1.5
Fabryki mazi, cerezyny i asfaltu, mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	33	.	150	0.666	0.7
Stolarnie, mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	38	25	50	2.0	1.4
Fabryka wozów i wagonów . . . . .	43	22	60	1.67	1.25
Fabryki sukna i materij wełnianych, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	43	30	60	1.666	1.5
Fabryki tiulu itp. lekkich materij, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	45	27	80	1.25	1.0

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartosczenie czyli zuzycie (amortyzacja) coroczne w procentach od K <sub>6</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>6</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>6</sub>				
Fabryki płótna woskowanego, mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	23	.	45	2.222	1.5
Tkalnie murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	43	27	75	1.333	1.0
Cukrownie murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	61	33	50	2.0	1.5
Fabryki nici murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	45	25	70	1.43	1.0
<b>D. Zabudowania kolejowe.</b>					
Dworzec kolejowy murowany z dachem ogniotrwałym:					
a) na stacjach głównych . . . . .	139	88	100	1.0	0.83
b) na stacjach pośrednich . . . . .	103	74	90	1.111	0.75
c) na przystankach . . . . .	76	50	80	1.25	0.7
Dom mieszkalny . . . . .	121	74	100	1.0	0.83
Werandy żelazne z dachem ogniotrwałym . . . . .	63	.	150	0.666	0.4
Domek strażniczy . . . . .	58	.	50	2.0	1.33
Wychodki osobno stojące:					
a) dla podróżnych, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	56	.	60	1.666	0.8
b) dla robotników, mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	36	.	40	2.5	1.2
Śmieciarki mieszane z dachem nieogniotrwałym . . . . .	11	.	20	5.0	1.0
Magazyny towarowe:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	94	.	80	1.25	0.5
b) mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	61	.	65	1.583	0.65
c) drewniane z dachem ogniotrwałym . . . . .	45	.	50	2.0	0.9

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartożenie czyli zużycie (amortyzacja) coroczne w procentach od K <sub>6</sub>	Utrzymanie coroczne w procentach od K <sub>6</sub>
	parteru	każdego piętra			
	K <sub>6</sub>				
Ładownice od 1 m, murowane . . . . .	101	.	200	0·5	0·05
Szopy na węgle drewniane z dachem ogniotrwałym . . . . .	27	.	40	2·5	1·0
Waga pomostowa mieszana z dachem ogniotrwałym po od jedyńki . . . . .	7560	.	100	1·0	0·3
Budynek dla zbiorników wodnych, murowany z dachem ogniotrwałym, od zbiornika po . . . . .	6810	.	120	0·83	0·5
Żuraw wodny murowany z dachem ogniotrwałym od jedyńki po . . . . .	1890	.	200	0·5	0·08
Jamy opróżne murowane od jedyńki . . . . .	3030	.	250	0·4	0·05
Remizy dla lokomotyw, od jednego stanowiska:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	9080	.	80	1·25	0·5
b) mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	7560	.	40	2·5	0·75
Remizy dla wagonów:					
a) murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	53	.	125	0·8	0·4
b) mieszane z dachem ogniotrwałym . . . . .	40	.	80	1·25	0·6
c) drewniane z dachem ogniotrwałym . . . . .	30	.	50	2·0	1·0
Zabudowanie warsztatowe murowane z dachem ogniotrwałym dla lokomotyw i wagonów . . . . .	63	.	75	1·333	1·0
Składy kolejowe murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	76	.	60	1·666	1·25
Obrotnice od 1 m średnicy, murowane z dachem ogniotrwałym . . . . .	945	.	100	1·0	0·1

Przedmiot i jakość budowli	Koszt w złotych nowej budowy od 1 m <sup>2</sup> zabudowanej powierzchni		Czas całkowity trwania budowy w latach	Odwartośczenie czyli zużycie (amor- tyzacja) coroczne w procentach od $K_0$	Utrzymanie coroczne w procentach od $K_0$
	parteru	każdego piętra			
	$K_0$				
<b>E. Maszyny.</b>					
Kola wodne:					
a) drewniane wyłącznie . . . . .			20	5·0	1·0
b) drewniane i żelazne . . . . .			40	2·5	0·5
c) żelazne . . . . .			60	1·663	0·25
Turbiny . . . . .			50	2·0	0·5
Kotły parowe . . . . .			12	8·333	1·5
Maszyny parowe . . . . .			40	2·5	1·0
Lokomobile . . . . .			25	4·0	2·5
Przenośnie (transmisje) . . . . .			50	2·0	1·0
Rzemienie . . . . .			5	20·0	40·0
Pasy . . . . .			4	25·0	50·0
Przewody rurowe . . . . .			75	1·333	1·0
Maszyny robocze:					
a) dla obróbki drzewa . . . . .			15	6·666	4·0
b) " " żelaza . . . . .			33	3·0	2·0
c) " " innych metali . . . . .			20	5·0	2·0
d) " przędzalni i tkalni . . . . .			25	4·0	3·0
e) " apretury, bielienia i farbo- wania . . . . .			17	5·882	4·0
f) dla papierni . . . . .			20	5·0	4·0
g) " drukarni . . . . .			40	2·5	1·5
h) " artykułów chemicznych . . . . .			16	6·25	5·0
i) " młynarstwa . . . . .			24	4·166	3·0
j) " browarstwa i gorzelnictwa . . . . .			25	4·0	3·0
k) " celów gospodarstwa . . . . .			10	10·0	5·0
l) " fabrykacji celulozy . . . . .			15	6·67	6·0
ł) " cukrowni . . . . .			5	20·0	10·0
m) " gazowni . . . . .			18	5·5	3·0
n) " narzędzi i rekwizytów . . . . .			5	20·0	10·0

Uwaga. Jeżeli wartość zużycia  $Z$  budowli, czyli amortyzacja dojdzie do 65% kosztów  $K_0$  nowej budowy, to przeprowadza się zupełną rekonstrukcję budowli, wskutek której wartość jej podniesie się prawie do kosztów  $K_0$  nowej budowy.

Tablica II.

Czas trwania, zużycie i utrzymanie roczne krycia dachów.

Krycie dachu	Trwanie krycia lat	Roczne	
		zużycie	utrzymanie
		w procentach od kosztów krycia	
Blachę miedzianą . . . . .	300	0·33	0·20
Blachę cynkową . . . . .	60	1·66	1·00
Blachę żelazną pocynkowaną . . . . .	30 do 40	3·33 do 2·50	.
Blachę żelazną czarną . . . . .	20 do 30	5·00 do 3·33	0·50
Łupkiem . . . . .	200	0·50	0·50
Gąsiorkami . . . . .	80	1·25	0·80
Dachówką żłobkowaną . . . . .	80	1·25	0·80
Karpiówką . . . . .	50	2·00	1·20
Dachówką cementową . . . . .	50	2·00	1·20
Papą asfaltową . . . . .	20	5·00	3·00
Cementem drzewnym . . . . .	50	2·00	0·00
Gontami . . . . .	20	5·00	.
Gontami drobnymi . . . . .	15	6·66	.
Słomą . . . . .	15	6·66	.
Trzcina . . . . .	10	10·00	.
Deskami . . . . .	10	10·00	.

Roczne utrzymanie krycia cementem drzewnym nie wymaga prawie żadnych kosztów, a po upływie czasu trwania zużycie materiału wynosi w najgorszym razie 30% kosztów krycia.

Krycie gontami, słomą, trzcina, deskami, jako złożone z materiału jednolitego pozostaje w dobrym stanie przez czas właściwego sobie trwania i nie wymaga żadnych prawie kosztów utrzymania; poczem jednak psuje się równocześnie tak, że trzeba je całe odnowić.

W ocenie wartości dachów należy oceniać osobno krycie, a osobno więźbę dachu.

Drewniana więźba dachu trwa około 150 lat.

### 3. Ocena wartości hipotecznej budynku.

Ocena wartości realności, względnie budowli w sprawach hipoteki, ksiąg gruntowych lub kupna obejmuje ocenę czasowej wartości budowlanej budynku, z doliczeniem jednakże wartości gruntu budowlanego i wszelkich innych gruntów w skład realności wchodzących, oraz ocenę dochodowej wartości budynku na podstawie czystego dochodu rocznego, jaki pozostaje właścicielowi po pokryciu wszelkich niezbędnych wydatków.

Wartość zatem hipoteczna  $W_h$  budynku, względnie realności jest średnią arytmetyczną z czasowej wartości budowlanej  $W_b$  i z wartości dochodowej  $W_d$ , jak to zresztą wyraża wzór

$$W_h = \frac{W_b + W_d}{2} \quad 16a$$

Czasowa wartość budowlana  $W_b$  wyznacza się w sposób wyżej w poddziale 2 (str. 941) dla celów asekuracji szczegółowo przedstawiony; a więc oblicza się najpierw koszt nowego budynku po cenach bieżących, następnie zużycie zwyczajne w sposób poprzednio wskazany, oraz zużycie nadzwyczajne zapomocą kosztorysu na usunięcie widocznych braków, a stąd wreszcie czasową wartość budowlaną z doliczeniem wartości przynależnych gruntów.

Wszakże w ocenie wartości gruntów należy uwzględnić wszelkie ich korzystne i niekorzystne warunki, a mianowicie: położenie, dobroć i własność gleby pod względem geologicznym i wysokościowym, panujący kierunek wiatrów, sposób otoczenia itp.

Wyznaczenie rocznego czystego dochodu z budynku na podstawie zeznanego w urzędzie podatkowym całkowitego czynszu  $C$ ; można tu zresztą oprzeć się na znanej wysokości czynszów danej miejscowości właściwych.

Od stwierdzonego czynszu całkowitego w ten sposób należy odjąć wydatki roczne, a mianowicie: podatki i wszelkie daniny odnośne, zwykle utrzymanie budynku, koszt czyszczenia kominów, kanałów i kloaki, koszt oświetlenia i utrzymania czystości, premie asekuracyjne, utrzymanie zarządu domowego i stróża, koszt amortyzacji, czynsz ewentualny za portal, za telegraf domowy, za wodę itp., wreszcie ekwiwalent należytościowy.

Co do opodatkowania należy zawsze uwzględniać, czy i jak długo budynkowi przysłuża prawo wolności od podatku.

Bez względu wszakże na to wyznacza się roczny dochód z budynku na podstawie pełnego opodatkowania, a jeżeli



budynkowi przysłuży prawo wolności od podatku przez pewien jeszcze szereg lat, to dolicza się — jako osobny dochód roczny — kwotę zaoszczędzonego podatku, powstałą z różnicy między dochodem rocznym w latach wolnych od podatku, a dochodem w latach pełnego podatku.

Roczny czysty dochód  $r$  każdej z tych dwu kategorii, składany na  $p$  procent od procentu przez odnośny szereg  $n$  lat z końcem każdego roku, uczyni z końcem ostatniego roku sumę  $R_n$ , dającą się obliczyć z wzoru 8. po wstawieniu jej zamiast  $K_b$ . Gdy zaś zadaniem niniejszej oceny jest wyznaczenie dzisiejszej wartości tej sumy  $R_n$ , to jest wyznaczenie takiej jej wielkości  $W_d$ , która złożona dziś na ten sam procent  $p$  od procentu urosłaby po upływie pozostałych jeszcze  $n$  lat trwania budynku do sumy  $R_n$ , więc w tym celu trzeba się posłużyć znanym z rachunku procentu składanego wzorem, który po podstawieniu przyjętych wyżej oznaczeń przybierze postać

$$R_n = r \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1} = W_d \cdot q^n$$
, a stąd dzisiejsza wartość dochodowa budynku

$$W_d = R_n \cdot \frac{1}{q^n} \left[ \frac{1}{q - 1} - \frac{1}{q^n (q - 1)} \right] \quad 16 b$$

W miastach cena gruntu wzrasta rocznie o 4%, a koszt budowy jest 3 do 5 razy większy od ceny gruntu; metr kwadratowy zabudowanej powierzchni kosztuje prawie tyle co sążeń kwadratowy gruntu.

Z reguły zabudowuje się 75% powierzchni gruntu, a 25% pozostawia na podwórze, gdyż większe podwórze zwiększa koszt.

Największe zaludnienie na 100 m<sup>2</sup> powinno wynosić około 600 ludzi i ta zasada służy do wyznaczenia wysokości domów i szerokości ulic.

W obliczeniach wartości realności — o ile opierają się na wzorach z rachunku procentu składanego — należy ze względu na godziwy i słuszny zarobek właściciela realności przyjmować zawsze kapitalizację niemniej, ale też i nie więcej, niż na 5%.

#### PRZYKŁAD. (Ceny przedwojenne.)

Oceń wartość hipoteczną budynku murowanego, ogniotrwale przed 12 laty zbudowanego, dwupiętrowego, miernej dobroci, o zabudowanej powierzchni 895 m<sup>2</sup> i podwórzu 455 m<sup>2</sup> powierzchni, z wolnością od podatków przez 18 lat. Trwanie domniemalne budynku wyniesie około 130 lat.

Wartość gruntu obejmującego  $895 + 455 = 1350 m^2$  powierzchni od  $1 m^2$  po 50 zł. 67.500 zł.

Koszt nowego budynku licząc według zabudowanej powierzchni  $895 m^2$  od  $1 m^2$  po cenie bieżącej 316 zł. wynosi 282.820 zł. od tego odjąć zużycie według wzoru 13.

$Z = m_1 \frac{K_b}{N} = 12 \times \frac{282.820}{130} = 26.104$  zł. zostaje wartość czasowa (dzisiejsza) budynku

$$K_b - Z = 282.820 - 26.104 = 256.716 \text{ zł.}$$

Razem czasowa czyli dzisiejsza wartość budynku i gruntu  $W_b = 67.500 + 256.716 = 324.216$  zł.

Czynsz fasonowany wynosi . . . . . 30.000 zł.  
od tego  $5\%$  z powodu próżnego stania . . . . . 1.500 „  
zostaje czynsz brutto jako podstawa rachunku . . . . . **28.500 „**

#### Wydatki.

a) W ciągu pozostałych jeszcze wolnych od podatku  $18 - 12 = 6$  lat:

Dodatki podatkowe łącznie z podatkiem gruntowym (bez podatku wodociągowego i t. z. grosza czynszowego) rocznie 4.000 zł.

Zwykłe roboty konserwacyjne, oraz wszelkie koszty zarządu budynkiem (czyszczenie kominów i kanałów, oświetlenie, premia asekuracyjna itp.) około  $0.85\%$  kosztów nowego budynku  $282.820 \times 0.0085 = 2.404$  zł.

Rata amortyzacyjna  $r$  kosztów nowego budynku składana na  $4\%$  od procentu przez 130 lat według wzoru 9.

$$r = K_b \cdot \frac{q - 1}{q^n - 1} = 282.820 \cdot \frac{1.04 - 1}{1.04^{130} - 1} = 282.820 \cdot \frac{0.04}{162.8057} = 69.5 \text{ zł.}$$

na wydatki nieprzewidziane i zaokrąglenie 70.50 zł.

Razem roczne wydatki w ostatnich 6 latach wolnych od podatków  $4.000 + 2.400 + 69.5 + 70.5 = 6.540$  zł.

b) Pełny podatek w okresie czasu  $130 - 18 = 112$  lat od zeznanego czynszu łącznie z podatkiem gruntowym 12.000 zł.

Inne opłaty i wydatki jak pod a)  $2.404 + 69.5 + 70.5 = 2.544$  zł.

Roczne wydatki razem w latach pełnego podatku  $12.000 + 2.544 = 14.544$  zł.

## Czysty dochód roczny

c) W okresie pozostałych jeszcze 6 lat wolnych od podatku wynosi  $28.500 - 6.540 = 21.960$  zł.

d) W okresie pełnych podatków, poczynającym się po upływie owych 6 lat, a obejmującym  $130 - 18 = 112$  lat wynosi  $28.500 - 14.540 = 13.960$  zł.

Zaoszczędzona roczna kwota podatkowa w okresie 6 lat wolnych od podatku, w porównaniu do okresu 112 lat, pełnego podatku wynosi  $12.000 - 4.000 = 21.960 - 13.960 = 8.000$  zł.

Czysty dochód roczny pod c) w kwocie 21.960 zł można dla uproszczenia rachunku — celem obliczenia dzisiejszej wartości naszej realności — rozłożyć na dwie części, a mianowicie: na 13.960 i na 8.000 zł, z których pierwsza równa się czystemu dochodowi rocznemu w okresie lat pełnego podatku, druga zaś rocznemu zaoszczędzeniu podatku w okresie 6 lat wolnych jeszcze od podatku. Pierwszą też część będziemy uważać za dochód roczny z okresu pełnego podatku, gdyby on zamiast 112 obejmował  $112 + 6 = 118$  lat; druga zaś część będzie służyć za osobną podstawę do wyznaczenia dodatkowej wartości dochodowej, którą doliczymy następnie do wartości poprzedniej

Końcowa wartość rocznego czystego dochodu  $r$ , składanego w okresie pełnego podatku przez 118 lat z końcem każdego roku na  $5\%$  od procentu będzie odnośnie do wzoru 8.

$$R_n = r \frac{q^n - 1}{q - 1} = 13.960 \cdot \frac{1,05^{118} - 1}{1,05 - 1} = 13.960 \times \frac{316.4735 - 1}{0,05} = R_{118} = 13.960 \times 6309.47 = 88.000.000 \text{ zł.}$$

Z sumy tej  $R_{118}$  daje się wyznaczyć dzisiejsza wartość dochodowa  $W'_d$  naszej realności, która to wartość złożona dziś na  $5\%$  od procentu urosłaby po 118 latach do sumy równej  $R_{118}$ ; będzie więc według wzoru 16 b

$$W'_d = \frac{R_{118}}{q^{118}} = \frac{88.000.000}{316.4735} = 278.000 \text{ zł.}$$

albo dla kontroli

$$W'_d = r \left[ \frac{1}{q} - \frac{1}{q^n (q - 1)} \right] = \\ = 13.960 \left[ \frac{1}{0,05} - \frac{1}{1,05^{118} \times 0,05} \right] \cong 272.000 \text{ zł.} \cong 278.000 \text{ zł.}$$

Zaoszczędzona roczna podatkowa kwota 8.000 zł. w okresie wolnym od podatku, składana przez 6 lat z końcem każdego roku na 5% od procentu, urośnie według wzoru 8. do sumy

$$R_6 = 8.000 \times \frac{1.05^6 - 1}{1.05 - 1} = \frac{1.340095 - 1}{0.05} \times 8.000 \\ \times 8.000 = 54.500 \text{ zł.}$$

Dzisiejsza zaś wartość  $W''_d$  tej drugiej części dochodu realności według wzoru 16 b będzie

$$W''_d = \frac{54.500}{1.05^6} \times 8.000 \left[ \frac{1}{0.05} - \frac{1}{1.05^6 \times 0.05} \right] = \\ = 8.000 \times 5.075685 \quad W''_d \doteq 40.000 \text{ zł.}$$

Całkowita dzisiejsza wartość dochodowa realności

$$W_d = W'_d + W''_d = 278.000 + 40.000 = 318.000 \text{ zł.}$$

Wreszcie wartość hipoteczna naszej realności, jako średnia arytmetyczna między dzisiejszą wartością budowlaną i wartością dochodową będzie według wzoru 16 a

$$W_h = \frac{W_b + W_d}{2} = \frac{324.216 + 318.000}{2} = 321.108 \text{ zł.}$$

## VI. Zasady wynagrodzenia prac architektów i budowniczych. <sup>1</sup>

### § 1.

Podstawę do obliczenia wynagrodzenia za prace architektów i budowniczych stanowi pewna odsetka od ogólnej sumy kosztów danego budynku, obliczonej według kosztorysu.

Na wysokość tej odsetki wpływa:

a) Wyższy lub niższy stopień rodzaju budowli to znaczy, że za budowlę stopnia wyższego, odsetka będzie wyższą, a stopnia niższego, niższą, chociażby nawet koszt obu był jednakim.

b) Rozmiar budowli, oznaczony wielkością sumy kosztorysowej i to w ten sposób, że od budowli tego samego stopnia ale mniejszego rozmiaru będzie odsetka większą, a większego rozmiaru mniejszą.

c) Rodzaj pracy, wykonanej w ten sposób, iż odsetka, przypadająca za całą pracę, będzie sumą odsetek za poszczególne rodzaje prac.

### § 2.

Dzielimy budowle, pod względem ich rodzaju, na następujących pięć stopni:

#### Stopień I.

1. Budowle gospodarcze wszelkiego rodzaju.
2. Budynki o wielkich wnętrzach jak: składy, bazy, koleje, ujeżdżalnie, magazyny, sale gimnastyczne, budynki wystawowe prowizoryczne itp., o najprostszej konstrukcji i urządzeniu.

<sup>1</sup> Normy przyjęte przez Krakowskie Towarzystwo techniczne i przez Polskie Towarzystwo politechniczne we Lwowie.

3. Budynki fabryczne o wielkich wnętrzach, salach roboczych najprostszej konstrukcji, np. przędzalnie, fabryki cukru, szkła, porcelany, odlewnie, warszaty mechaniczne itp.

Pod fabryką rozumie się tu tylko budynek bez maszyn.

4. Najprostsze budynki mieszkalne wiejskie i miejskie, a więc domy kmiecie, robotnicze itp.

#### Stopień II.

1. Stajnie itp., jako części składowe wili, stajnie dla koni zbytkowych, wyścigowych itd.

2. Budynki stopnia I. pod 1, 2, 3, jednak o trudniejszej konstrukcji, zawilszym rozkładzie, bogatszym przybraniem, zwyczajne cieplarnie.

3. Zwyczajne dwory, domy wiejskie, np. plebanie, wile skromne, domy czynszowe, skromne domki rodzinne, także domy zajezdne, oberże itd.

4. Budynki publiczne, jak: szkoły ludowe, szkoły średnie, kościoły, zakłady dobroczynne, łaźnie, pralnie, szpitale, domy karne, dworce, budynki dla władz niższych, jak: starostwa, sądy, urzędy cłowe, pocztowe itp., o najskromniejszym architektonicznym wyposażeniu.

#### Stopień III.

1. Bogatsze domy wiejskie i wile z architektonicznie wyposażonym wnętrzem (klatki schodowe, westybile), werandy ozdobniejsze, cieplarnie, domy (letnie), ogrodowe.

2. Wszystkie według stopnia II. pod 2 i 4 wymienione budowle publiczne, jeżeli są bogato architektonicznie przyozdobione, lub jeżeli obejmują urządzenia, wymagające mozolnych i długich studjów, jak np. urządzenia do ogrzewania, wentylacji itp.

3. Wszystkie inne budowle publiczne, jak budynki dla szkół wyższych, kościoły, kaplice, biblioteki, muzea, domy centralne i ozdobne podcienia w zakładach zdrojowych, bazyliki, domy dla resurs, lokale wystawne, służące do zabaw, jak: sale balowe, kawiarnie, teatru, giełdy, dworce, budynki dla władz wyższych, ratusze, gmachy sejmowe itp., tak zewnątrz jak i wewnątrz architektonicznie wyposażone.

#### Stopień IV.

Domy mieszkalne, wile, budowle publiczne, urządzone z przepychem, a więc: zamki, pałace, kościoły, teatru itp.

#### Stopień V.

1. Dekoracje wnętrza i zewnątrz budynków.

2. Ołtarze, kazalnice, chrzcielnice, nagrobki, studnie, altany itp.

#### § 3.

Rozmiar budynków wedle sumy kosztorysowej dzieli się jak następuje:<sup>1</sup>

1. Budowle od . . . . .	2.400 do	6.000 zł
2. " " . . . . .	6.001 " "	12.000 "
3. " " . . . . .	12.001 " "	24.000 "
4. " " . . . . .	24.001 " "	48.000 "
5. " " . . . . .	48.001 " "	72.000 "
6. " " . . . . .	72.001 " "	120.000 "
7. " " . . . . .	120.001 " "	300.000 "
8. " " . . . . .	300.001 " "	600.000 "
9. " " . . . . .	600.001	wyżej.

<sup>1</sup> Ceny przedwojenne.

<sup>2</sup> Wawrzyński, Podręcznik budowlany.

## § 4.

Rodzaje pracy projektowania i wykonywania budowli dzielą się w następujący sposób:

a) Wypracowanie szkicu, wykonanego według podziałki, obejmującego ogólny rozkład i widok budynku, jak również przybliżoną sumę kosztów.

b) Wypracowanie projektu dokładnego we wszystkich potrzebnych rzutach poziomych, widokach i przekrojach, z oznaczeniem sumy kosztów w przybliżeniu.

c) Wypracowanie wszystkich planów i szczegółów potrzebnych do wykonywania budowli.

d) Sporządzenie szczegółowego kosztorysu.

e) Prowadzenie budowy: zawieranie umów z rzemieślnikami, ogólny nadzór kierownictwo nad wykonaniem budowy, jednakże bez utrzymywania pomocniczego nadzoru.

f) Kolaudacja: sprawdzenie i zatwierdzenie rachunków, jednakże tylko na podstawie odnośnych planów.

## § 5.

Odsetki za ogólną pracę oblicza się według następującej tablicy:

Sto- pień bu- dowy	Wynagrodzenie w odsetkach od sumy kosztorysowej w złotych								
	2.400 do 6.000	6.001 do 12.000	12.001 do 24.000	24.001 do 48.000	48.001 do 72.000	72.001 do 120.000	120.001 do 300.000	300.001 do 600.000	600.001 wyżej
I.	5·0	4·6	4·2	3·8	3·4	3·0	2·6	2·2	2·0
II.	6·5	6·0	5·5	5·0	4·5	4·0	3·6	3·3	3·0
III.	8·0	7·2	6·6	6·0	5·5	5·0	4·6	4·3	4·0
IV.	9·5	8·9	8·3	7·7	7·1	6·5	6·0	5·5	5·0
V.	11·0	10·2	9·6	9·0	8·4	7·8	7·2	6·6	6·0

Gdy sumy kosztorysowe są niższe od 2.400 zł., to odsetki rosną w odwrotnym stosunku dla każdego 600 zł., aż do ostatniej sumy niżej 300 zł.

Jeżeli przebudowa wymaga osobnego projektu, to należy się wynagrodzenie o 25% wyższe od tego, jakiego przypadają za odpowiednią budowę zupełnie nową; w razie zaś, gdy nie trzeba projektu, należy się wynagrodzenie o 25% niższe.

Za przedmioty stopnia V. należy się tylko wówczas wynagrodzenie, gdy nie są częściami składowymi wykonywanej budowli. W razie zamówienia kilku przedmiotów naraz, wynagrodzenie należy się za każdy przedmiot z osobna.

Wszystkie wydatki potrzebne do wykonywania prac objętych § 4. jak: wynagrodzenie rysowników, materiały rysunkowe i pisemne, utrzymywanie biura itp., ponosi projektujący, względnie prowadzący budowę (artystyczny kierownik budowy).

Właściciel budowy zaś ponosi koszty personelu dogląającego wykonania i koszty biurowe tegoż personelu.

Inspicjent budowy, płatny przez właściciela, jest obowiązany — oprócz szczegółowego dozoru nad robotnikami, — prowadzić dziennik budowy, sprawdzać rachunki, co do wymiarów rzeczywistych, co do wagi i ścisłości obliczenia.

W razie, jeżeli prowadzący budowę (artystyczny kierownik) w braku inspicjenta budowy, zajęcie się musi pomiarem robót wykonanych, powinien właściciel pracę tę osobno mu wynagrodzić.

Za sporządzenie sądowego aktu oceny wartości przez architektów lub budowniczych, jako w sztuce biegłych, bez szczegółowego planu lub kosztorysu, liczy się połowa odsetki, przypadającej według § 6. za sporządzenie szczegółowego kosztorysu.

## § 6.

Całe odsetki, zestawione za ogólną pracę w tablicy § 5., składają się z częściowych odsetek za poszczególne prace, które oblicza się według następującej tablicy:

Sto- pień bu- dowl	Rodzaj pracy	Wynagrodzenie w odsetkach od sumy kosztorysowej w złotych								
		2.400 do 6.000	60.001 do 12.000	12.001 do 24.000	24.001 do 48.000	48.001 do 72.000	72.001 do 120.000	120.001 do 300.000	300.001 do 600.001	600.001 wyżej
I.	Szkie . . . . .	0·7	0·6	0·5	0·5	0·4	0·3	0·3	0·25	0·2
	Projekt . . . . .	1·0	1·0	0·9	0·8	0·7	0·6	0·5	0·4	0·4
	Szczegóły . . . . .	1·0	1·0	0·9	0·8	0·7	0·6	0·55	0·5	0·4
	Kosztorys . . . . .	0·6	0·5	0·5	0·4	0·4	0·4	0·3	0·25	0·2
	Prowadzenie . . . . .	1·2	1·1	1·0	1·0	0·9	0·8	0·7	0·6	0·6
	Kolaudacja . . . . .	0·5	0·4	0·4	0·3	0·3	0·3	0·25	0·2	0·2
	Razem . . . . .	5·0	4·6	4·2	3·8	3·4	3·0	2·6	2·2	2·0
II.	Szkie . . . . .	1·1	0·9	0·7	0·6	0·5	0·4	0·4	0·3	0·25
	Projekt . . . . .	1·2	1·2	1·1	1·0	0·9	0·8	0·7	0·7	0·6
	Szczegóły . . . . .	1·4	1·4	1·3	1·2	1·1	1·0	0·9	0·9	0·8
	Kosztorys . . . . .	0·7	0·6	0·6	0·5	0·5	0·4	0·35	0·3	0·25
	Prowadzenie . . . . .	1·6	1·5	1·4	1·3	1·2	1·1	1·0	0·9	0·9
	Kolaudacja . . . . .	0·5	0·4	0·4	0·4	0·3	0·3	0·25	0·2	0·2
	Razem . . . . .	6·5	6·0	5·5	5·0	4·5	4·0	3·6	3·3	3·0
III.	Szkie . . . . .	1·4	1·1	0·8	0·7	0·6	0·5	0·4	0·4	0·3
	Projekt . . . . .	1·4	1·4	1·3	1·2	1·1	1·0	0·9	0·85	0·8
	Szczegóły . . . . .	2·0	1·9	1·8	1·7	1·6	1·5	1·4	1·4	1·3
	Kosztorys . . . . .	0·7	0·6	0·6	0·5	0·5	0·4	0·4	0·3	0·25
	Prowadzenie . . . . .	2·0	1·8	1·7	1·5	1·4	1·3	1·2	1·1	1·1
	Kolaudacja . . . . .	0·5	0·4	0·4	0·4	0·3	0·3	0·3	0·25	0·25
	Razem . . . . .	8·0	7·2	6·6	6·0	5·5	5·0	4·6	4·3	4·0

Sto- pień bu- dowli	Rodzaj pracy	Wynagrodzenie w odsetkach od sumy kosztorysowej w złotych								
		2.400 do 6.000	6.001 do 12.000	12.001 do 24.000	24.001 do 48.000	48.001 do 72.000	72.001 do 120.000	120.001 do 300.000	300.001 do 600.000	600.001 wyżej
IV.	Szkie . . . . .	1·7	1·4	1·2	1·0	0·8	0·6	0·5	0·5	0·4
	Projekt . . . . .	1·6	1·6	1·5	1·4	1·3	1·2	1·1	1·0	0·9
	Szczegóły . . . . .	2·9	2·9	2·8	2·7	2·6	2·5	2·3	2·1	1·9
	Kosztorys . . . . .	0·7	0·6	0·6	0·5	0·5	0·4	0·4	0·3	0·3
	Prowadzenie . . . . .	2·1	1·9	1·8	1·7	1·6	1·5	1·4	1·3	1·2
	Kolaudacja . . . . .	0·5	0·5	0·4	0·4	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3
	Razem . . . . .	9·5	8·9	8·3	7·7	7·1	6·5	6·0	5·5	5·0
V.	Szkie . . . . .	2·0	1·6	1·3	1·1	0·9	0·7	0·6	0·5	0·5
	Projekt . . . . .	1·7	1·7	1·65	1·6	1·5	1·4	1·3	1·2	1·0
	Szczegóły . . . . .	3·7	3·7	3·7	3·6	3·5	3·3	3·1	2·9	2·6
	Kosztorys . . . . .	0·8	0·7	0·6	0·5	0·5	0·5	0·4	0·3	0·3
	Prowadzenie . . . . .	2·2	2·0	1·9	1·8	1·7	1·6	1·5	1·4	1·3
	Kolaudacja . . . . .	0·6	0·5	0·45	0·4	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3
	Razem . . . . .	11·0	10·2	9·6	9·0	8·4	7·8	7·2	6·6	6·0

## § 7.

Za prace, których nie można podciągnąć pod sumę kosztorysową, tj. za prace w domu lub poza domem, jak: oszacowania, ocena lub odbiór prac technicznych itp., należą się djety.

## § 8.

Wypłata należności powinna się odbywać w miarę postępu prac, według podanej w § 6. tablicy.

## § 9.

Przekroczenie sumy kosztorysowej według wykonania nie wpływa na powiększenie wynagrodzenia. Powiększenie to tylko wówczas ma miejsce, jeżeli budowa została wykonaną na większy rozmiar, niż pierwotnie projektowano.

W razie, gdyby kosztorys nie został był sporządzony, podstawę do wynagrodzenia stanowi ogólna suma rzeczywistych kosztów.

## § 10.

Wszystkie rysunki są własnością projektanta.

Właścicielowi przysługują prawo żądania kopji; nie wolno mu jednak robić z nich użytku do żadnej innej budowy.



## B. USTAWY I PRZEPISY ADMINISTRACYJNO TECHNICZNE.

### I. Budownicze ustawy i rozporządzenia.

Ogólnej polskiej ustawy budowniczej jeszcze niema. Na samym końcu dzieła umieszczamy projekt Ustawy budowlanej, opracowanej przez M. R. P. z poprawkami związku polskich zrzeszeń technicznych. Obowiązują jednak nadal ustawy i rozporządzenia b. państw zaborezych.<sup>1</sup>

#### 1. B. zabór austriacki.

W b. Galicji, obecnej Małopolsce, obowiązuje wyszczególnionych niżej pięć ustaw budowniczych, a wszystkie już przestarzałe i nieodpowiadające przeważnie dzisiejszemu stopniowi rozwoju budownictwa lądowego i przemysłu budowlanego, jak świadczą o tem liczne ustawy dodatkowe czyli nowele do tych ustaw budowniczych.

Co się tyczy rozporządzeń i instrukcyj, odnoszących się do poszczególnych kategorii budynków i przedmiotów budownictwa lądowego względnie ich położenia, to zestawia się je niżej stosownie do przedmiotów, których się tyczą.

#### a) Ustawa budownicza dla królewskiego stołecznego miasta Lwowa z 21. kwietnia 1885, Dziennik ustaw krajowych Nr. 31.

Ustawę tę uzupełniają:

α) Ustawa z 25. listopada 1900, Dz. u. kr. Nr. 16. z r. 1901, wprowadzająca przymus połączenia domów z wodociągiem miejskim;

β) ustawa Dz. u. kr. Nr. 139. z r. 1903, tycząca się połączenia kanałów domowych z kanałem miejskim i rozporządzenie wykonawcze z 1918;

γ) nowela z 26. lipca 1909, Dz. u. kr. Nr. 111, uchyla § 21. ustawy budowniczej, normującej wysokość budynków mieszkalnych, a w nowem brzmieniu tego paragrafu zezwala także na budynki czteropiętrowe pod warunkami zresztą szczegółowo określonymi.

#### b) Ustawa budownicza dla królewskiego stołecznego miasta Krakowa z 18. lipca 1883, Dz. u. kr. Nr. 63.

Ustawa uległa zmianie na mocy noweli z 28. marca 1905, Dz. u. kr. Nr. 57, co do § 33., tyczącego się grubości murów, oraz na

<sup>1</sup> Dosłowne brzmienie ustaw i rozporządzeń niżej przytoczonych znaleźć można w odnośnych Dziennikach ustaw b. państw zaborezych.

mocy noweli z 28. marca 1910, Dz. u. kr. Nr. 89., co do § 16., dotyczącego się linii regulacyjnej ulic, w miejsce którego wprowadza: § 16. (linja regulacyjna), § 16. a (koszta budowy, urządzenia i regulacji ulic), § 16. b (chodniki), § 16. c (budowy przy ulicach nieotwartych), § 16. d do 16. i (parcelacja) i § 16. k (koszta komisyjne).

**c) Ustawa budownicza dla 29 miast większych z 28. kwietnia 1882, Dz. u. kr. Nr. 77.**

Miasta te są: Biała, Bochnia, Brody, Brzeżany, Buczacz, Drohobycz, Gorlice, Gródek Jagielloński, Jarosław, Jasło, Kołomyja, Krosno, Nowy Sącz, Podgórze, Przemyśl, Rzeszów, Sambor, Sanok, Śniatyn, Sokal, Stanisławów, Stryj, Tarnopol, Tarnów, Wadowice, Wieliczka, Zaleszczyki, Złoczów, Żółkiew.

Nowela z 15. maja 1907, Dz. u. kr. Nr. 55., zmieniła §§ 15., 21., 42., 44., 45., 46., 54., 62., 63., 64., 72., 73., 75., 76., 77., 79. i 82.

**d) Ustawa budownicza dla 131 miast małych i miasteczek z 4. kwietnia 1889, Dz. u. kr. Nr. 31.**

Nowela z 14. lipca 1898, Dz. u. kr. Nr. 70., zmieniła §§ 73. i 74. i rozszerzyła obszar działania do 154 miast małych i miasteczek, a mianowicie:

Andrychów, Baranów, Barysz, Belz, Biecz, Bireza, Błażowa, Bóbrka, Bohorodeczany, Bolechów, Bołszowce, Borszczów, Brzesko, Brzostek, Brzozów, Budzanów, Bursztyn, Busk, Chodorów, Chorośców, Chrzanów, Chyrów, Cieszanów, Ciężkowice, Czortków, Dąbrowa, Delatyn, Dębica, Dobezyce, Dobromil, Dolina, Dubiecko, Dukla, Dynów, Gliniany, Głogów, Grybów, Grzymałów, Halicz, Horodenka, Husiatyn, Jagielnica, Janów (powiat Gródek), Jaryczów Nowy, Jaworów, Jazłowiec, Jezierzany, Jordanów, Kalwarja, Kałusz, Kamionka Strumiłowa, Kańczuga, Kęty, Kolbuszowa, Komarno, Kopeczyńce, Kosów, Kozowa, Krakowiec, Krystynopol, Kulików, Kutry, Leżajsk, Limanowa, Lisko, Lubaczów, Łańcut, Łopatyn, Łysiec, Maków, Mielec, Mielnica, Mikołajów (powiat Żydaczów), Mikulińce, Monasterzyska, Mościska, Mosty Wielkie, Muszyna, Myślenice, Nadwórna, Niemirów, Niepołomice, Nisko, Niżniów, Niżankowice, Nowy Targ, Obertyn, Olesko, Oświęcim, Otynia, Peceziżyn, Pilzno, Pistryń, Piwniczna, Podhajce, Podkamień (powiat Brody), Podwoleczyska, Pomorzany, Potok Złoty, Przemyślany, Przeworsk,

Radomyśl (powiat Mielec), Radymno, Radziechów, Rawa Ruska, Rohatyn, Ropezyce, Rozdół, Rozwadów, Rożniatów, Rudki, Rudnik (powiat Nisko), Rymanów, Sasów, Sądowa Wisznia, Sędziszów, Sieniawa, Skala, Skalata, Skawina, Skole, Sokółów (powiat Kolbuszowa), Sołotwina, Stara Sól, Stare Miasto, Stary Sącz, Strusów, Strzyżów, Sucha, Szczakowa, Szczerzec, Tarnobrzeg, Tłumacz, Toporów, Trembowla, Tuchów, Turka, Tyczyn, Tyśmienica, Uhnów, Ulanów, Ustrzyki Dolne, Wilanowice, Wiśnicz Nowy, Wojnicz, Zabłotów, Załóżce, Zator, Zbaraż, Zborów, Żmigród, Żurawno, Żydaczów, Żywiec.

Wreszcie nowela z 15. maja 1907, Dz. u. kr. Nr. 56., uchyliła §§ 15., 19., 20., 24., 25., 45., 46., 47., 48., 56., 61., 64., 72., 73., 74., 75., 76., 77., 79. i 82. obu poprzednich ustaw, a natomiast wprowadziła nowe postanowienia odnośne.

**e) Ustawa budownicza z 13. października 1899, Dz. u. kr. Nr. 133, dla wszystkich miejscowości, nieobjętych poprzednimi ustawami budowniczymi.**

Nowela z 15. maja 1907, Dz. u. kr. Nr. 57., uchyliła §§ 7., 12., 14., 17., 18., 20., 32., 36., 40. i 55. zacytowanej właśnie ustawy, a natomiast wprowadziła inne odmiennie brzmiące postanowienia.

Wreszcie nowelą z 22. czerwca 1909., Dz. u. kr. Nr. 91., uchylono ustępy 3. do 8. w § 20. ustawy budowniczej w brzmieniu poprzedniej noweli, a natomiast wprowadzono odmiennie brzmiące postanowienia.

#### **f) Niektóre szczegółowe przepisy uzupełniające.<sup>1</sup>**

α) Budowa w kolejowym rejonie ogniowym: Ustawa z 26. grudnia 1882, Dz. u. kr. Nr. 3. z r. 1883; rozporządzenie (szczegółowe przepisy) z 12. sierpnia 1882, Dz. u. kr. Nr. 79.; rozporządzenie minist. handlu, dotyczące się zakładów przemysłowych w rejonie kolejowym ogniowym, z 12. stycznia 1909, l. 22329.

β) Kominy murowane wysokie fabryczne. Instrukcja wydana rozp. Min. Spraw Wewn. z 24. marca 1902.,<sup>2</sup> l. 38290 (okólnik Nam. lwowskiego z 30. kwietnia 1902, l. 44641).

<sup>1</sup> Przepisy te mogą dostarczyć wskazówek technicznych także na terenach innych dzielnic, gdzie one nie obowiązują.

<sup>2</sup> Instrukcję tę przetłumaczyłem na język polski w pierwszej części pracy mojej „Wysokie kominy fabryczne“, wydanej nakładem Towarzystwa politechnicznego we Lwowie w roku 1903.

Druga część tej pracy wyszła również nakładem tegoż Towarzystwa w roku 1908. (Przypisek autora.)

γ) Użytkowy obszar kościoła.

Dekret Kancelarii nadwornej z 18. grudnia 1840, l. 37773, zawiera co do sposobu wyznaczenia użytkowego obszaru kościoła następujące postanowienia.

1. Jeżeli w danej parafii spełnia funkcje duchowne jeden ksiądz tylko, to przyjąć należy, że z całkowitej ilości  $D$  parafian uczęszcza rzeczywiście do kościoła  $\frac{2}{3}D$ , z dodatkiem 10% tych rzeczywiście uczęszczających.

Największa zatem ilość parafian, która w tym razie może przypuszczalnie zapelnąć kościół równocześnie, będzie

$$J_1 = \frac{2}{3}D + 0.1 \times \frac{2}{3}D = 0.6667D + 0.0666D = 0.7333D \quad 17$$

2. Jeżeli jednak czynności kościelne ma spełniać dwu lub więcej duchownych, to największą przypuszczalnie ilość parafian uczęszczających równocześnie do kościoła należy obliczać według wzoru

$$J_2 = \frac{\frac{2}{3}D + 0.1 \times \frac{2}{3}D}{2} + 0.1 \times \frac{\frac{2}{3}D + 0.1 \times \frac{2}{3}D}{2} = 0.4033D \quad 18$$

W każdym razie wyżej pod 1. i 2. przewidzianym należy przyjąć jak zwykle, że na 1 sążeń kwadratowy posadzki kościoła przypadnie 9 osób, czyli na 1 m<sup>2</sup> około 2.5 osób; stąd też obszar użytkowy kościoła w metrach kwadratowych wypadnie

w razie pod 1.:

$$O_1 = \frac{J_1}{2.5} \quad 19$$

a w razie pod 2.:

$$O_2 = \frac{J_2}{2.5} \quad 20$$

#### PRZYKŁAD.

Jeżeli w projektowanym kościele ma spełniać czynności kościelne dwu duchownych a ilość całkowita parafian  $D = 3000$ , jak wielki ma być użytkowy obszar kościoła?

Odnosnie do wzoru 18. największa przypuszczalna ilość parafian równocześnie

$$J_2 = 0.4033 \times 3000 \cong 1210,$$

a stąd użytkowa powierzchnia posadzki zamierzonego kościoła w metrach kwadratowych według wzoru

$$O_2 = \frac{1210}{2.5} = 484 \text{ m}^2.$$

## 2. Przepisy budowlane, obowiązujące na obszarach b. zaboru rosyjskiego

Doskanalem dziełem, szeroko traktującym o tem, jest praca p. Gustawa Szymkiewicza p. t. „Ustawy i rozporządzenia z dziedziny budownictwa“ (Warszawa, Wende i Spółka.) Tutaj przetoczymy tylko najważniejsze przepisy.

### a) Przepisy obowiązujące na terenie b. Królestwa Polskiego.

#### *Przepisy ogólne policji budowniczej dla miast w Królestwie Polskiem z dnia 26. września 1820. r.<sup>1</sup>*

... 5. Dachy słomiane na domach w miastach mają być wszędzie zuiesione, a natomiast, jeśli związanie dosyć jest mocne, pokryte dachówką; na zabudowaniach zaś niedostatecznie umocowanych może być dozwolonem pokrycie deskami lub gontami, albo wreszcie dachówką, z słomy i gliny lepioną. Podobnież znieść należy kominy drewniane, gliną wylepione, a na ich miejsce można stawiać tylko murowane, choćby z surówki.

6. Stodoły nowe blisko mieszkalnych domów i wśród miasta stawiane być nie mogą, lecz za miastem i to w pewnej odległości; te zaś, które już egzystują, zwolna znoszone być powinny.

7. Suszarnie siodu pod żadnym pozorem nie mogą być zakładane pod dachem drewnianym lub prostym słomianym, zakłady podobne cierpiane być mogą tylko wtenczas, kiedy zabudowania, jako to: browary i gorzelnie całkowiec będą murowane, kryte dachówką paloną albo blachą kruszcową i od miasta odległe. Wszelkie zatem zabudowania, tak niebezpieczeństwem ognia grożące, jako też sprawujące nieczystość, dym i szkodliwy zdrowiu ludzkiemu swąd, jako to: suszarnie, browary, gorzelnie, szmelcownie, smolarnie, mydlarnie, rzeźnie itd., mają być zakładane poza miastem. Browary i gorzelnie zakładane być powinny, ile możności, przy wodzie bieżącej lub tam, gdzie odchód nieczystości najłatwiej będzie mógł być urządzony.

9. Każda budowla musi być stawianą frontem do ulicy tak, aby się prostemi szezycami z domami sąsiedzkiemi stykała, przez co zapobieży się potrzebie urządzenia między domami rynien od ścieków.

<sup>1</sup> Wyciąg ze zbioru Przepisów Administracyjnych Królestwa Polskiego. Cz. I. Gospodarstwo miejskie. Tom II., wyd. 1866 r., str. 327. i nast.

Oficyny zaś, stawiane w podwórzu, jeśli jedną ścianą placu sąsiedzkiego dotykają, winny mieć dachy półszczytowe, t. j. aby w każdym przypadku ściek z dachów odbywał się na podwórze właściciela tegoż domu.

12. Dla bezpieczeństwa od ognia między domami znajdować się musi ściana przedziałowa murowana, przynajmniej łokieć jeden lub  $\frac{3}{4}$  (58—44 cm) gruba, w miarę szerokości budowli, t. j. szczyty z sobą stykające winny być przynajmniej po  $\frac{1}{2}$  łokcia (28 cm) grube, aby się nie wolnego między domami nie znajdowało.

13. Ogniska pieców, do sieni wychodzące, mają być zakładane w stosownej od schodów odległości.

Piece, wśród pokojów stawiane, muszą odstawać o jeden lub przynajmniej pół łokcia (28 cm) od ściany. Przepis ten odnosi się do wszystkich forsztowań w kuchni lub mieszkaniach, blisko ognia położonych, któreby mogły ułatwić wzniesienie pożaru.

14. Ponieważ zakładanie krętych, niewłaściwie położonych i szczupłych otworów dymowych w kominach, najczęściej przez zebranie się sadzy, staje się powodem pożaru, stanowi się przeto niniejszem, iż otwór w kominach, dla każdego ogniska osobny, musi mieć przynajmniej w świetle  $\frac{3}{4}$  łokcia w kwadrat obszerności, tak, aby wycieranie sadzy zupełnie było łatwe. Oprócz tego zakazuje się spędzania otworów dymowych na poddasze, zwłaszcza mających pokład drewniany.

15. Do stawiania nowych domów może być używanym tylko materiał dobry, przeto w razie budowania domu z cegły palonej miejscowy urząd policyjny powinien dopilnować, aby cegła i dachówka miały przepisaną miarę, aby były wyrobione z dobrej gliny, a przytem należyście wypalone; doświadczenie bowiem uczy, iż cegła, z niedobrej gliny wyrobiona, albo niedopalona, gorsza jest od cegły surowej; przeto również i cegielnie miejscowe nie powinny uchodzić baczności władz miejscowych.

16. Uporządkowanie miast, nawet co do ich wyglądu, jest jednym z pierwszych obowiązków; przeto gustowne pofarbowanie domów od ulicy i w kolorze przyjemnym następować powinno; do tego najstosowniejszym jest kolor kamienny, żółty, blado zielonkawy itd., nigdy zaś brudno granatowy lub ciemno czerwony, ani żadne jaskrawe, — czego przestrzeżenie poleca się urządowi miejscowym.

17. Ogradzania domów od frontu wśród trotuarów zupełnie się zabrania, również schody przed domami, wujścia zewnętrzne do piwnic, jako niedogodność i niebezpieczeństwo dla przechodniów sprawujące, cierpiane być nie mogą, a przynajmniej znacznie występować na trotuar nie powinny; przy sporządzaniu lub rewizji rysunku domów, które mają być wzniesione, na te niedogodności baczność mieć należy.

18. Ktokolwiek przedsiębrać będzie jakąkolwiek odmianę frontu lub środka domu, powinien urzędowi miejscowemu komunikować swe zamiary, dla przekonania się, za przyzwaniem biegłych, czyli takowa odmiana będzie mogła być skuteczną bez zepsucia propejji albo zrządzenia niebezpieczeństwa w układzie struktury.

19. Szerokość ulic stanowić będzie zatwierdzony plan miasta, do którego zupełnie należy się stosować.

20. Z każdej strony ulicy, przed domami w miastach pomniejszych, założonym być ma trotuar brukowany, nie mniej jak  $1\frac{1}{2}$  sążnia (= 2·13 m) aż do rynsztoku szeroki; w miastach zaś wojewódzkich i innych znaczniejszych, nie mniej jak 2 sążnie (4·26 m) szerokości. Założenie takowych trotuarów i onych wybrukowanie nastąpić ma kosztem właściciela domu, przed którym są położone, od czego pod żadnym pozorem uwolnionym być nie może.

21. Wybrukowanie ulic ułatwionem ma być przez stosowną niwelację i uregulowanie spadku; spadek takowy wynosić winien  $\frac{1}{4}$  lub  $\frac{1}{3}$  część cala (7—8 mm) na sążeń (2·13 m); samo zaś wygórowanie czyli obłąkowatość bruku w pośrodku ulicy 15 do 25 cala (38 do 63·5 cm) i na 5 do 10 sążni (10·65 do 21·3 m) szerokości ulicy wynosić będzie; do podobnego uregulowania bruku właściciele stosować się mają w uregulowaniu przed swemi domami trotuarów, których podniesienie ma być w równi ze środkową obłąkowatością bruku ulicy i w kształcie gradusu przy rynsztoku zakończone.

22. Rynsztoki główne komunikacyjne w miejscach przecinających ulice winny być nakryte mostkami rynsztokowemi.

23. W miastach znaczniejszych i tam, gdzie kanały uprowadzające z rynsztoków wodę są lub będą musiały być urządzone, od których ściek przez wewnętrzny otwór się odbywa, powinny być opatrzone mocnem nakryciem, dla zasłonięcia przechodniów od przypadku.

24. Studnie, na placach publicznych, bądź w środku zabudowań położone, powinny być opatrzone ogrodzeniem 2 łokiecie (= 115 cm) wysokiem, a także potrzebnymi przyrządami do wyciągania wody i ich upiększeniem.

26. Żaden rzemieślnik, mianowicie murarz lub cieśla, nie może uskuteczniać roboty, nie tylko co do całkowitej budowy domu, lecz nadto co do odmian frontu, bez przekonania się, czy właściciel domu uzyskał na ten cel zezwolenie policji.

*Postanowienie Komisji Rządowej Spraw Wewnętrznych i Duchownych z dnia 13. marca 1849 r.*

... Przy rynku i główniejszych ulicach, gdzie już są lub gdzie powinny być w przyszłości stosownie do obowiązujących przepisów wznoszone same jedynie murowane domy, nie należy dopuszczać stawiania budowy gospodarskich drewnianych, inaczej jak na podmurowaniu w słupy murowane i z dachami, krytymi blachą lub dachówką.

*Postanowienie Komisji Rządowej Spraw Wewnętrznych i Duchownych z dnia 6. lipca 1858 r.*

... Przy budowie domów drewnianych zaleca się pod surową odpowiedzialnością zachowanie następujących ostrożności:

a) aby frontowe drewniane zabudowania mieszkalne i ogniska mające, stawiano w odległości o najmniej sażeńów trzy (6·40 m) jedno od drugich;

b) jeżeliby dla szczupłości miejsca zabudowania drewniane w przepisanej powyżej odległości stawianymi być nie mogły i wypadło je budować jedno przy drugich lub w mniejszej od trzech sażeńów odległości, w takim razie na zasadzie art. 12. przepisów Policji budowniczej, w dniu 26. września 1820 roku zatwierdzonych przez Radę Administracyjną, należy urządzać między niemi ściany przedziałowe murowane, najmniej półtora stopy (= 45·6 cm) grube, czyli tak zwane mury ogniowe, wyprowadzone nad dachy o dwaście cali (= 30·5 cm);

c) przy budowie zaś samych domów należy ściśle przestrzegać, aby belki nie dotykały do kominów.

W miastach, szczególnież też uległych klęsce pogorzeli, ważną jest bardzo rzeczą niwelacja, regulacja i szerokość ulic.

Ulice główne, najwięcej zamieszkałe, winny być najmniej sażeńów osiem (16 m) szerokie.

Ulicom bocznym starać się nadawać takąż szerokość, — w razach tylko niemożności dozwalać na szerokość onych przynajmniej na sażeńów sześć (12·78 m).

Rozszerzenie takie ulic dokonywać należy nie tylko w miastach uległych klęsce pogorzeli, ale i w innych, gdzie tego zachodzić będzie potrzeba i gdzie na to pozwoli miejscowe położenie. . .



Starac się należy, aby ulice były jak najszersze, oraz zachęcać mieszkańców, aby przed domami zakładali ogródki z drzewami, ogrodzone sztachetkami; to bowiem znacznie wpływa na oczyszczenie powietrza i zapobiega szerzeniu się pożarów. . .

Ważną także jest rzeczą, aby przy każdym domu tak murowanym, jak i drewnianym, znajdowało się podwórko obszerne, budowlami gospodarskimi niezacieśnione, tudzież, aby przystęp czyli wjazd do tegoż podwórza był dogodny, żeby na wypadek pożaru z sikawką można było wjechać i dogodnie nawrócić.

Należy więc przy budowie nowych lub przy gruntownej restauracji istniejących domów frontowych przystęp taki urządzić w domach większych przez zrobienie bramy wjazdnej, w mniejszych zaś przez zrobienie sieni na wylot domu, najmniej stóp sześć (1·83 m) w świetle szerokiej, która koniecznie szerszą być powinna, jeżeliby urządzano w niej schody, przejście ściśniające. Podwórko między zabudowaniami powinno być w świetle szerokie i długie najmniej na stóp 20 (= 6·10 m); starać się zaś należy, aby było, ile możliwości, większe, bo w takim razie i ratunek na przypadek pożaru jest łatwiejszy, powietrze będzie zdrowsze, mury i mieszkania parterowe więcej ochronione od wilgoci.

Zabudowania, w podwórkach stawiane, powinny być również z odstępami 3 sażenowemi (= 6·40 m), a w razie niemożności winny być przedzielone murami ogniowymi, jak ad a) i b). . .

#### *Postanowienie Komisji Rządowej Spraw Wewnętrznych i Duchownych z dnia 18. lutego 1859 r.*

Przy układaniu planów architektonicznych na nowe domy mieszkalne, projektujący takowe budowniczowie winni mieć na szczególnym względzie:

1. Aby odpowiednio do § 14. przepisów policji budowniczey nie dawano nigdzie krętych i niewłaściwie połączonych rur dymowych, tudzież aby kominy nie były spędzane na pokładach drewnianych, i aby obszerność rur dymowych w świetle stosowana była do miejscowej potrzeby, t. j. do przeznaczenia ogniska.

Przy samem wykonaniu robót należy mieć na szczególnej uwadze rozporządzenie Komisji Rządowej z dnia 31. lipca 1855 r., wskazujące odległość belek od rur dymowych, sposób przedzielania tych belek od rur pomienionych, oraz wymiany onych około kominów.

2. Jeżeli budowa, oprócz zwykłych mieszkań, mieści w sobie zakłady fabryczne, wymagające użycia ognia, wówczas zakłady te powinny być oddzielone od części mieszkalnych murem ochronnym (brandmurem) na stopę (= 31 cm) nad powierzchnię dachu wyprowadzonym.

Pożądane także jest, aby nawet w domach zwyczajnych mieszkalnych znacznej długości, poddasza były opatrzone również murami ochronnymi poprzedzielane i drzwiami żelaznymi.

3. Ściany przedziałowe wewnątrz budowli, dotykające pieców, kominków lub kuchni, powinny być murowane, wyjąwszy na piętrach, gdzie ściana taka na ścianie murowanej lub arkadzie, poniżej znajdującej się, wyprowadzić się nie da. W podobnym wypadku jedynie może być dozwolonem zrobienie ściany drewnianej, która wszakże od pieców na jedną, a od kominków lub kuchni winna być przegrodzona przynajmniej na 2 stopy (= 61 cm) ścianką murowaną.

*Postanowienie Rady Administracyjnej Królestwa z dnia 4. kwietnia 1837 r.<sup>1</sup>*

1. Domów mieszkalnych, bądź to z kamienia, bądź z cegły palonej lub surowej, nie wolno jest w tym samym roku, w którym ściany wyprowadzone zostały, ani wewnątrz, ani zewnątrz tynkować, lecz po wyprowadzeniu ścian pod dach należy otynkowanie onych odłożyć do roku następnego.

2. Jednak w domach mieszkalnych, murowanych z cegły palonej i bez żadnego piętra, gdzie konieczna potrzeba wymaga ich ukończenia w jednym roku, otynkowanie w tymże samym roku dozwolone być może, jeżeli właściciel złoży władzy policyjnej świadectwo, że ściany przed dniem 1. lipca już pod dach były wyprowadzone i że zatem między wymurowaniem ścian, a ich otynkowaniem upłynęło przynajmniej dwa miesiące czasu.

3. Od powyższego zakazu wyjęte są domy mieszkalne, których ściany są z drzewa wiązane i otwory zamurowane, czyli tak zwanego muru pruskiego.

*Rozporządzenie Komisji Rządowej Spraw Wewnętrznych i Duchownych z dnia 31. grudnia 1842 r.*

... Należy przyjąć za правило, iżby w domach, budujących się na 2 piętra i wyżej, koniecznie chociaż jedno ze schodów były kamienne...

<sup>1</sup> Zbiór przepisów administracyjnych Królestwa Polskiego. Wydział spraw wewnętrznych i duchownych. Cz. I. Gospodarstwo miejskie. Dodatek do tomu II., wyd. 1867 r., str. 155. i nast.

*Ukaz z Senatu Rządzącego z dnia 4. czerwca 1845 r.*

... Najjaśniejszy Pan rozkazać raczył, iżby we wszystkich zakładach fabrycznych, działających zapomocą ognia, wszystkie schody były nieodzownie kamienne.

*Ukaz z Senatu Rządzącego z dnia 30. lipca 1845 r.*

... Najjaśniejszy Pan raczył zwrócić uwagę, iż zewnątrz mury domów obywatelskich urządzone są przystawki drewniane, dla pomieszczenia schodów, przejść i galerij, które nie tylko psują widok, lecz nadto zagrażają niebezpieczeństwem w razie pożaru; wskutek czego rozkazać raczył: nie dozwalać obywatelom miejskim urządzania podobnych przystawek, rozciągając tę zasadę do wszystkich wogóle miast.

*Ukaz z Senatu Rządzącego z dnia 24. kwietnia 1847 r.*

... Najjaśniejszy Pan rozkazać raczył: nie dozwalać nadal urządzania po ulicach na trotuarach, przy wejściach do domów, stałych zamkniętych tamburów, nie wzbraniając zresztą, jeżeli właściciele domów będą o to prosić, stawiania żelaznych parasoli z kolumnami odlewaniem z surowca.

*Ukaz z Senatu Rządzącego z dnia 14. stycznia 1848 r.*

... Najjaśniejszy Pan rozkazać raczył: przyjąć za ogólne prawo, aby przy urządzaniu w domach prywatnych balkonów i teras używane były do nich nadal poręcze żelazne lub z surowca odlewane.

*Rozporządzenie Komisji Rządowej Spraw Wewnętrznych i Duchownych z dnia 31. lipca 1855 r.*

... 1. Budowniczy, sporządzając projekt na budowę domu mieszkalnego lub restaurację już istniejącego, albo wreszcie na jakikolwiek budynek z ogniskami, powinien wyprowadzenie rur dymowych między pokładami belek na planie dokładnie wskazać; same zaś pokłady belek i wywekslowanie onych koło rur dymowych oznaczyć kropkami.

2. Odległość rury dymowej od belek lub jakiego bądź drzewa do muru wpuszczonego wynosić powinna najmniej jedną stopę (= 31 cm).

3. Pomiedzy dwoma belkami, zwykle około trzech stóp (= 92 cm) od siebie oddalonemi, nie więcej, jak jedna rura dymowa, wyprowadzoną być winna, a wiązanie cegły powinno być tak wykonane, aby żadna spoina (sztosfuga), przy rurze dymowej znajdująca się, nie komunikowała jej bezpośrednio z belkami.

4. Jeżeli zajdzie potrzeba wyprowadzenia dwu rur dymowych obok siebie, wtenczas należy belkę jedną wymienić, celem oddalenia jej od rury, na należyłą odległość; wymienione belki nie powinny dotykać do muru, a tem samem do rur dymowych, lecz winny być oddalone najmniej na trzy cale (= 7.5 cm) od muru.

5. Po wymurowaniu ścian każdego piętra do połowy ich wysokości, cieśla powinien oznaczyć na ścianach rozkład belek piętowych lub dachowych; zaś obowiązkiem murarza będzie rury dymowe tak wyprowadzić, iżby odległość ich od belek z obydwu stron była równa.

6. Celem ścisłego wykonania niniejszych przepisów, obowiązkiem będzie budowniczego, budowę prowadzącego, po zaciągnięciu każdego pokładu belek, tak piętowych jak i dachowych, naocznie przekonać się o odległości rur dymowych od belek lub jakiegokolwiek bądź drzewa do muru wpuszczonego, oraz o sposobie obmurowania onych; poczem budowniczemu tudzież majstrowi murarskiemu i ciesielskiemu spiszą protokół z poświadczeniem, jako rury dymowe wyprowadzone zostały zgodnie z zatwierdzonym przez władzę planem i niniejszemi przepisami.

W razach zaś, gdzieby budowniczemu nie był do prowadzenia robót użyty, jak to może mieć miejsce po miastach prowincjonalnych, wystarcza świadectwo, wydane przez majstra murarskiego i ciesielskiego. Burmistrz miejscowy z przybrzanym biegłym na gruncie sprawdzi i rzetelność onego poświadczy.

7. Pomiędzy dowodami, wskazanemi przepisami, dla uzyskania od władzy policyjnej zezwolenia na zamieszkanie lub użytkowanie tak nowo wzniesionej jak i wyrestaurowanej budowli z ogniskami, również i powyższy protokół lub świadectwo składane być winny.

Przy budowlach zaś rządowych, miejskich, instytucyjnych lub gminnych, pod kierunkiem budowniczego rządowego wykonywanych, protokoły, o których mowa, dołączone być winny do protokołów rewizyjno odbiorezych wykonywanych robót.

### *Wznoszenie i remont kościołów na obszarach b. Królestwa Polskiego.*

Tryb postępowania oraz zakres działania dozorów kościelnych i władz administracyjnych przy budowie, odbudowie i remoncie kościołów i zabudowań kościelnych na obszarach b. Królestwa Polskiego zostały ustalone: 1. Ukazem z dnia 20. stycznia 1863 r. „rozszerzającym atrybucję dozorów kościelnych i władz administracyjnych w zarządzaniu budową i reparacją kościołów i innych zabudowań kościelnych“; 2. Postanowieniem Rady Administracyjnej Królestwa z dnia 27. marca

1863 r., wydanem w wykonaniu cytowanego Ukazu, oraz 3. „Instrukcją o budowie, restauracji i reparacji kościołów i innych zabudowań parafialnych w parafiach rzymsko katolickich i grecko unickich“, zatwierdzoną przez Radę Administracyjną Królestwa dnia 17. marca 1863 r., ogłoszonymi w Dzienniku praw, tom. 61.

### *Stawianie budowli i urządzenie ulic w niektórych osadach b. Królestwa Polskiego.*

W artykułach 235—242 Ustawy budowlanej b. cesarstwa rosyjskiego są podane przepisy, dotyczące stawiania budowli i urządzenia ulic w niektórych osadach b. Królestwa Polskiego. Przepisy te stanowią, że: 1. budowle drewniane, wznoszone od innych zabudowań w bliższej odległości niż o 3 sażeny, winny być pokryte materiałem niepalnym i oddzielone od innych budowli murem ogniochronnym (art. 238.); 2. na rynkach i ulicach głównych wszystkie budowle winny być kryte materiałem niepalnym (art. 235), w pozostałych zaś częściach gontem (art. 236.); 3. budowle gospodarsko rolne, niemieszkalne, odległe co najmniej o 50 sażenów od mieszkalnych i o 4 sażeny od niemieszkalnych budowli, mogą być kryte słomą (art. 237.); 4. kominy we wszystkich domach winny być murowane od podstawy (art. 239.); 5. ulice główne powinny być rozszerzone do 8 sażenów, pozostałe do 6 sażenów (art. 240.).

#### *Przepisy dla Kalisza.*

W czasie okupacji niemieckiej przez naczelnika powiatów kaliskiego i tureckiego dnia 10. listopada 1917 r. została wydana „Ustawa budowlana dla Kalisza (śródmieścia)“, która została ogłoszona w „Dzienniku rozporządzeń ces. niem. naczelnika powiatów kaliskiego i tureckiego“ — dodatek nadzwyczajny Nr. 150. z dnia 10. listopada 1917 r. Przepisy te na mocy dekretu z dnia 7. lutego 1919 r. „w przedmiocie tymczasowych przepisów budowlanych na obszarach b. zaboru rosyjskiego“ tymczasowo mają moc obowiązującą na terenie Kalisza. (Dziennik praw Nr. 14., poz. 176. z 1919 r.)

### **b) Przepisy obowiązujące na terenach b. zaboru rosyjskiego poza obszarem b. Królestwa Polskiego i w Warszawie.**

#### *Ustawa budowlana b. cesarstwa rosyjskiego.*

(Zbiór ustaw b. cesarstwa rosyjskiego tom. XII., cz. 1., wydany 1900 r. i uzupełnienia z 1906, 1908, 1909, 1910 i 1912 r.). (Wyciąg.)

Art. 163. Budynki drewniane, dla użytku publicznego przeznaczone, teatry i cyrki, ze względu na ich specjalne przeznaczenie mogą być powyżej sażenów 20 długie i szerokie; najwyższa dopuszczalna długość szop dla widowisk 25 sażenów, a szerokość, wewnątrz pomiędzy ścianami, 8 sażenów; poza tem pomiędzy szopami powinna być zachowana co najmniej 10-sażenowa odległość.

Art. 165. Fabryki i zakłady przemysłowe, sprawujące nieczystość powietrza, nie mogą być wznoszone w miastach oraz na brzegu rzek i ich odnóg powyżej miast.

Art. 166. Do budowli przemysłowych i fabrycznych nie mają zastosowania przepisy o elewacjach, wysokości dachów i innych architektonicznych zewnętrznych szczegółach, ponieważ wygląd ze-

wewnętrzny tych budowli winien być zastosowany do wewnętrznego rozplanowania, zależnego od potrzeb budowli.

Art. 168. Objęty artykułem 199. przepis o długości budowli drewnianych do budowli fabrycznych niema zastosowania.

Art. 170. We wszystkich fabrycznych i przemysłowych budowlach murowanych, z wyjątkiem gorzelni, schody winny być z materiału niepalnego: kamienia, cegły, żeliwa lub żelaza, poza tem każdy budynek, mający więcej niż parter oraz dłuższy od 12 sażeń od frontu powinien być zaopatrzone conajmniej w dwie klatki schodowe. Schody te mogą być urządzone tak wewnątrz budynków, jak również w przybudówkach na końcu lub z boku. Przepis co do ilości schodów stosuje się również do fabrycznych i przemysłowych budynków drewnianych, w tym wypadku jednak mogą być stawione schody z drzewa.

Art. 173. Łaźnie publiczne winny być wznoszone w miastach w pobliżu wody i w miejscach dogodnych, ażeby bezpieczeństwu budowli miejskich nie zagrażały. Łaźnie te powinny posiadać dwa oddziały, a mianowicie: dla mężczyzn i dla kobiet, zaopatrzone w napisy i wejścia osobne.

Art. 174. Nie wolno stawiać przy sklepach murowanych przybudówek i schodów drewnianych.

Art. 175. Młyny i tamy należy wznosić w ten sposób, aby woda spiętrzona nie zalewała wyżej położonych młynów tudzież pól, roli i łąk sąsiednich. Również przy wznoszeniu młynów i tam należy przestrzegać, aby woda spiętrzona nie zalewała dróg do przejazdu lub brodu. Kto chce taką tamę lub młyn wznieść, lubo może tego dokonać, winien jednak wzamian starych urządzić na swojej ziemi w pobliżu starej nową drogę, w miejscach zaś, gdzie był bród, most dogodny lub prom.

Art. 176. Przy wznoszeniu we wsiach zakładów, działających zapomocą wody lub ognia, należy ściśle dopilnować, aby te zakłady nie zalewały pól sąsiednich oraz osiedlom nie zagrażały pożarem.

Art. 192. Budowle murowane mogą być wznoszone w sposób zwarty bez odstępów, z zachowaniem warunku, aby na strychach w obrębie dachu były wzniesione mury ogniochronne, oddzielające sąsiednie domy, oraz aby na domach wielkich, których długość wynosi więcej jak 12 sażeń, było wzniesionych kilka murów ogniochronnych na ścianach głównych w zależności od długości budynku.

Uwaga. Za mur ognioochronny należy uważać ścianę murowaną bez otworów, drzwi i okien, sięgającą ponad dach.

Art. 193. Budowle murowane wewnątrz podwórz mogą być wznoszone z zachowaniem co najmniej 2-sażenowej wzajemnej odległości.

Art. 194. Zabrania się wznoszenia od strony zewnętrznej domów, murowanych w miastach, przybudówek drewnianych dla schodów, przejść, galerji, pomimo oszpecenia grożących niebezpieczeństwem ognia.

Art. 195. Nie wolno w miastach przed upływem roku po ukończeniu budowli zewnątrz tynkować domów murowanych, wzniesionych w ciągu jednego lata; również poleca się przestrzegać i inne zasady budownictwa, mające na celu osuszenie nowych ścian. Przepis ten stosuje się również do budowli państwowych. Architekci, wykonawcy robót i obywatele są obowiązani do przestrzegania przepisu niniejszego; policja zaś winna ściśle tego dopilnować.

Art. 196. Należy przestrzegać, aby poręcze balkonów i werand, urządzanych przy domach prywatnych, były z żelaza lub żeliwa.

Art. 199. Budowle drewniane winny być wznoszone w odległości co najmniej 4 sażenów od lewej granicy i 2 sażenów od tylnej granicy posesji. Mieszkalne i niemieszkalne budowle drewniane, z wyjątkiem fabrycznych, nie mogą być dłuższe od 12 sażenów.

Art. 200. Piętrowe domy drewniane oraz parterowe z facjatami lub półpiętrami winny być wznoszone na murowanych piwnicach lub lochach, albo też na murowanych fundamentach bez przerwy pod ścianami zewnętrznymi domów, przy czem wysokość budowli od poziomu ziemi do początku dachu nie powinna być większa od 4 sażenów.

Art. 201. Piętrowe domy z parterem murowanym a piętrem drewnianem mogą być wznoszone, lecz bez facjat i wysokości nie większej, niż 4 sażeny od poziomu ziemi do początku dachu.

Art. 202. Na budowlach parterowych mogą być urządzone mieszkalne poddasza; natomiast nie wolno urządzać mieszkalnych poddaszy nad piętami i facjatami domów drewnianych.

Art. 203. W budowlach, posiadających nad parterem drewniany lokal mieszkalny, winny być najmniej dwie klatki schodowe, przy czem schody te w części murowanej budowli winny być z materiału niepalnego.

Art. 204. We wszystkich domach z piętrami drewnianymi przy piecach winny być urządzone kominy, postawione na osobnych fundamentach i izolowane murem od drewnianych ścian, foizstotowań, podłóg oraz sufitów.

### 3. B. zabór pruski.

Na terenie b. zaboru pruskiego obowiązują nadal niezmiennione ustawy i rozporządzenia pruskie.

## 4. Spis ustaw obowiązujących na terenie Rzeczypospolitej Polskiej.<sup>1)</sup>

### Plany zabudowy.

⊙ I. Rozporządzenie byłego general-gubernatora warszawskiego z dnia 29. listopada 1916, dotyczące sporządzania planów zabudowy.

⊙ II. Rozporządzenie byłego general-gubernatora warszawskiego z dnia 8. kwietnia 1916, dotyczące rozszerzenia warszawskiego okręgu miejskiego i sporządzenia planu zabudowania m. stoł. Warszawy (wyciąg).

### Przepisy budowlane, obowiązujące na terenie byłego Królestwa Kongresowego.

⊙ I. Wyciąg ze zbioru przepisów administracyjnych byłego Królestwa Polskiego: gospodarstwo miejskie, część I., tom II., wydanie 1866.

Nr. 3. Przepisy ogólne polieji budowniczej dla miast w Królestwie z dnia 26. września 1820.

Nr. 6. Polecenie dołączania do projektowanych planów na budowę domów deklaracyj właścicieli, z jakich materiałów je stawiać i dachy pokrywać zamierzają, z dnia 19. lipca 1842.

Nr. 7. Polecenie, aby nie dozwalać utrzymywania po ulicach miast straganów i budek z wiktuałami i wszelkiego rodzaju kramarszczyzną, z wyjątkiem porządnych straganów z kwiatami i owocami, z dnia 19. sierpnia 1844.

Nr. 14. Zastrzeżenie, iżby przy rynku i główniejszych ulicach miast nie dozwalało stawiania budowli gospodarskich drewnia-

<sup>1)</sup> Ustawy i rozporządzenia, zaopatrzone znakiem ⊙ obowiązują na obszarze byłego zaboru rosyjskiego, znakiem ⊙⊙ na obszarach byłych zaborów rosyjskiego i austriackiego, znakiem ⊙⊙⊙ na obszarach byłych zaborów rosyjskiego, austriackiego i pruskiego. Por.: Szymkiewicz, Ustawy i rozporządzenia z dziedziny budownictwa. Warszawa, Wende i Ska.



nych inaczej, jak na podmurowaniu w słupy murywane i z dachami blachą lub dachówką krytymi, z dnia 13. marca 1849.

Nr. 17. Przepisanie warunków odbudowania zgorzałych i stawiania nowych domów po miastach, oraz innych środków do zachowania należytego bezpieczeństwa od ognia, z dnia 6. lipca 1858.

Nr. 18. Wskazanie środków ostrożności przy odbudowie zgorzałych miast i stawianiu nowych budowli po miastach z dnia 18. lutego 1859.

⊙ II. Wyciąg ze zbioru przepisów administracyjnych byłego Królestwa Polskiego: gospodarstwo miejskie, część I. dodatek do tomu II., wydanie 1867.

Nr. 5. Postanowienie z dnia 4. kwietnia 1837, zabraniające tynkowania domów murywanych w tym roku, w którym wystawione zostały.

Nr. 8. Rozporządzenie z dnia 31. grudnia 1842, stosownie do woli najwyższej, ażeby przy budowaniu dwupiętrowych i wyższych domów budować schody ogniotrwałe.

Nr. 9. Rozporządzenie z dnia 11. października 1852, polecające, aby nie dozwalać zakładania po miastach cegielni itp. zakładów.

Nr. 10. Ukaz z dnia 26. czerwea 1844, wzbraniający wnoszenia budowli w około nowych twierdz na przestrzeni 600 sażeni.

Nr. 11. Ukaz z dnia 4. czerwea 1845, polecający budowanie schodów kamiennych we wszystkich zakładach i fabrykach, działających zapomocą ognia.

Nr. 12. Ukaz z dnia 30. lipca 1845, polecający, aby do domów murywanych obywatelskich po miastach nie były przybudowane przystawki drewniane.

Nr. 14. Rozporządzenie z dnia 24. sierpnia 1846, objaśniające, w jaki sposób urządzać rusztowania, aby uniknąć nieszczęśliwych wypadków.

Nr. 15. Ukaz z dnia 24. lutego 1847, wzbraniający stawiania po ulicach na trotuarach, przy wejściach do domów zamkniętych tamburów.

Nr. 16. Ukaz z dnia 14. stycznia 1848, wzbraniający urządzenia w domach prywatnych na balkonach i tarasach poręczy drewnianych.

Nr. 18. Rozporządzenie z dnia 20. września 1853, iżby w planach rządowych budynków, oprócz innych warunków, były robione kształtne fasady.

Nr. 19. Rozporządzenie z dnia 31. lipca 1855, co do sposobu budowania kominów i urządzania rur dymowych.

Nr. 20. Rozporządzenie z dnia 20. maja 1856, dotyczące porządku składania planów sytuacyjnych przy planach architektonicznych na budynki mieszkalne.

Nr. 22. Rozporządzenie z dnia 20. października 1856, aby przy przedstawianiu do zatwierdzenia planów na gruntowną restaurację domów lub nadmurowanie pięter były dołączane protokoły rewizji, sporządzane przez budowniczych i biegłych, a poświadczające trwałość murów.

Nr. 25. Rozporządzenie z dnia 29. września 1862, zakazujące stawiania od frontu schodów.

Nr. 26. Rozporządzenie z dnia 12. lipca 1864, objaśniające, jaka powinna być szerokość trotuaru.

⊙ III. Przepisy, dotyczące stawiania budowli i urządzania ulic w większych osadach byłego Królestwa Polskiego (wyciąg z Ustawy budowlanej byłego cesarstwa rosyjskiego, wydanie 1900).

⊙ IV. Dekret z dnia 4. lutego 1919 o samorządzie miejskim (wyciąg).

⊙ V. Dekret z dnia 16. stycznia 1919 o zapobieganiu brakowi mieszkań (wyciąg).

⊙ VI. Ukaz z dnia 20. stycznia 1863, postanowienie Rady administracyjnej Królestwa z dnia 27. marca 1863 i instrukcja z dnia 17. marca 1863 o budowie, restauracji i reparacji kościołów i innych zabudowań parafjalnych w parafjach rzymsko-katolickich i grecko-unickich.

⊙ VII. Postanowienie Rady administracyjnej Królestwa Polskiego z dnia 12. czerwea 1846 w przedmiocie przepisów względem grzebania ciał umarłych (wyciąg).

### **Przepisy budowlane, obowiązujące w Warszawie i na terenach wschodnich byłego zaboru rosyjskiego.**

(Województwa poleskie, wołyńskie, nowogródzkie, powiaty grodzieński i wołkowyski i gminy białowieska, masiewska i suchopolska, powiatu bielskiego, województwa białostockiego, ziemia Wileńska.)

⊙ I. Ustawa budowlana byłego cesarstwa rosyjskiego, wydanie 1900 i uzupełnione 1906, 1908, 1909, 1910 i 1912 (wyciąg).

Część III. Dział III. O budowie świątyń chrześcijańskich.

Część III. Dział IV. O budowie synagog żydowskich i domów modlitwy.

Część III. Dział V. O budowie meczetów mahomedańskich.

Część IV. O budynkach użyteczności publicznej.

Część V. O fabrykach oraz innych zakładach przemysłowych i handlowych.

Część VI. O budowie miast oraz o budynkach i budowlach miejskich:

Dział I. O planach miast.

„ II. O urządzaniu i utrzymaniu ulie w miastach.

„ III. O budynkach prywatnych w miastach:

Rozdział I. O trybie udzielania pozwoleń na budowę prywatne w miastach.

„ II. O przepisach w przedmiocie budowli prywatnych w miastach.

„ III. O dopilnowaniu wykonania przepisów o budowie i budowlach w miastach i odpowiedzialności za ich pogwałcenie.

⊙ II. Przepisy w przedmiocie wydawania pozwoleń na wznoszenie budowli prywatnych, tudzież zatwierdzania planów i ewelacyj w osiedlach miejskich, na które nie została rozciągnięta ustawa o samorządzie miejskim (załącznik do artykułu 185 Ustawy budowlanej byłego cesarstwa rosyjskiego).

⊙ III. Tymczasowe przepisy z dnia 26. kwietnia 1871 w przedmiocie utrzymania miast w porządku.

⊙ IV. Wyciąg z Ustawy sanitarnej byłego cesarstwa rosyjskiego, wydanie 1905.

Instrukcja w przedmiocie wydawania pozwoleń na zakładanie cmentarzy w miastach, osiedlach i innych miejscowościach w odległości mniejszej od przewidzianej przez prawo, zatwierdzona w dniu 23. grudnia 1903.

### **Przepisy ulgowe oraz ustawy i rozporządzenia mające na celu zapobieżenie głodowi mieszkaniowemu.**

⊙ I. Rozporządzenie ministra robót publicznych z dnia 3. marca 1922 w sprawie wysokości budowli na terenie byłego zaboru rosyjskiego.

⊙ II. Rozporządzenie ministra robót publicznych z dnia 3. marca 1922 w sprawie wznoszenia i naprawy budowli drewnianych w dzielnicach miast przeznaczonych pod budowę murowane.

⊙⊙⊙ III. Ustawa z dnia 4. kwietnia 1922 o obowiązku zarządów gmin miejskich dostarczania pomieszczeń (wyciąg).

⊙⊙⊙ IV. Ustawa z dnia 22. września 1922 o ulgach dla nowo-wznoszonych budowli.

⊙⊙⊙ V. Ustawa z dnia 26. września 1922 w przedmiocie rozbudowy miast.

⊙⊙ VI. Rozporządzenie ministra robót publicznych z dnia 21. kwietnia 1923 o ulgach budowlanych w miastach.

### **Budowle poza obrębem miast.**

⊙ I. Rozporządzenie budowlano-policyjne dla wsi, wydane przez byłego general-gubernatora warszawskiego z dnia 20. listopada 1917.

⊙⊙⊙ II. Ustawa z dnia 23. marca 1922 o uzdrowiskach (wyciąg).

⊙ III. Przepisy w przedmiocie wznoszenia budowli, urządzenia składów . . . w pobliżu kolei żelaznych — załącznik do artykułu 153. rosyjskiej ustawy kolej żelaznych (wyciąg).

⊙⊙⊙ IV. Ustawa z dnia 7. października 1921 o przepisach porządkowych na drogach publicznych (wyciąg).

⊙⊙⊙ V. Ustawa wodna z dnia 19. września 1922 (wyciąg).

### **Państwowy kredyt na budowę.**

⊙⊙⊙ I. Ustawa z dnia 1. sierpnia 1919 w przedmiocie utworzenia państwowego funduszu mieszkaniowego.

⊙⊙⊙ II. Instrukcja dla Komisji państwowego funduszu mieszkaniowego z dnia 3. lutego 1920.

⊙⊙⊙ III. Ustawa z dnia 23. marca 1922 o Państwowym banku odbudowy (wyciąg).

⊙⊙⊙ IV. Instrukcja w sprawie udzielania kredytu na wykończenie rozpoczętych, remont domów niezamieszkałych i na budowę nowych domów.

### **Wywłaszczenie nieruchomości na użytek urządzeń użyteczności publicznej.**

⊙ Dekret z dnia 7. lutego 1919 w przedmiocie przepisów tymczasowych o wywłaszczeniu przymusowem na użytek dróg żelaznych i innych dróg komunikacyjnych lądowych i wodnych oraz wszelkich urządzeń użyteczności publicznej.

### **Zabytki sztuki i kultury.**

⊙⊙⊙ Dekret z dnia 4. listopada 1918 o opiece nad zabytkami sztuki i kultury.

### **Przepisy, dotyczące budowy zakładów przemysłowych.**

⊙ I. Wyciąg z ustawy przemysłowej byłego cesarstwa rosyjskiego, wydanie 1913.

⊙ II. Spis fabryk i zakładów przemysłowych, które mogły być urządzane po uzyskaniu zezwolenia władzy gubernjalnej.

⊙ III. Przepisy z dnia 31. marca 1913 w przedmiocie bezpieczeństwa pracy w zakładach fabrycznych, zatwierdzone przez ministra przemysłu i handlu byłego cesarstwa rosyjskiego (wyciąg).

⊙⊙⊙ IV. Rozporządzenie ministra przemysłu i handlu z dnia 8. listopada 1921 w przedmiocie przepisów o budowie, ustawianiu i dozorze kotłów parowych, używanych na lądzie (wyciąg).

⊙⊙⊙ V. Rozporządzenie ministra przemysłu i handlu z dnia 21. czerwca 1922 w sprawie urządzania wyjść w nowobudowanych kotłowniach.

⊙ VI. Przepisy z dnia 7. września 1891 o urządzaniu pomieszczeń dla przechowywania olejów mineralnych, ropy naftowej i produktów jej destylacji, zatwierdzone przez ministra skarbu byłego cesarstwa rosyjskiego.

⊙ VII. Postanowienie rady lekarskiej byłego cesarstwa rosyjskiego z dnia 9. czerwca 1892 w przedmiocie urządzania garbarni.

### **Przepisy, dotyczące budowy zakładów górniczych.**

⊙ Wyciąg z ustawy górniczej byłego cesarstwa rosyjskiego.

### **Przepisy, dotyczące niektórych poszczególnych budowli.**

⊙⊙⊙ I. Dekret z dnia 3. stycznia 1919 o zatwierdzaniu pomników ze stanowiska artystycznego.

⊙⊙ II. Rozporządzenie naczelnego nadzwyczajnego komisarza do walki z epidemjami z dnia 25. października 1920, wydane w porozumieniu z ministrem spraw wewnętrznych w przedmiocie budowy i utrzymywania studni.

⊙⊙⊙ III (a). Ustawa z dnia 17. lutego 1922 o budowie publicznych szkół powszechnych.

⊙⊙⊙ III (b). Rozporządzenie ministra wyznań religijnych i oświecenia publicznego z dnia 5. kwietnia 1922 w przedmiocie wymiarów i liczby pomieszczeń w budynkach publicznych szkół powszechnych i domów mieszkalnych dla nauczycieli.

⊙⊙ IV. Rozporządzenie ministra zdrowia publicznego z dnia 26. lutego 1921 w przedmiocie urządzania i utrzymywania piekarń i sklepów z pieczywem oraz wypieku chleba.

⊙⊙ V. Rozporządzenie ministra zdrowia publicznego z dnia 23. stycznia 1922, wydane w porozumieniu z ministrem spraw wewnętrznych w przedmiocie przepisów sanitarnych dla hoteli, pokojów meblowanych i pensjonatów.

⊙⊙ VI. Rozporządzenie ministra zdrowia publicznego z dnia 12. lipca 1922, wydane w porozumieniu z ministrem spraw wewnętrznych o urządzaniu i utrzymywaniu zakładów kąpielowych publicznych.

⊙⊙ VII. Rozporządzenie ministra zdrowia publicznego z dnia 5. lipca 1921 w przedmiocie urządzania i utrzymywania zakładów kąpielowych rytualnych dla ludności wyznania mojżeszowego.

⊙ VIII. Przepisy normalne z dnia 8. maja 1911 o urządzaniu i prowadzeniu kinoteatrów, zatwierdzone przez ministra spraw wewnętrznych byłego cesarstwa rosyjskiego.

⊙ VIII. Przepisy normalne z dnia 8. maja 1911 o przechowywaniu taśmy celoluidowej.

⊙⊙⊙ IX. Ustawa elektryczna z dnia 21. marca 1922.

⊙⊙⊙ X. Ustawa z dnia 14. lipca 1920 o utworzeniu urzędu naczelnego nadzwyczajnego komisarza do walki z epidemjami, grożącymi państwu klęską powszechną (wyciąg) (czasowe budowle wznoszone w czasie epidemji).

⊙⊙ XI. Rozporządzenie naczelnego nadzwyczajnego komisarza do walki z epidemjami z dnia 1. stycznia 1922 w przedmiocie korzystania z urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych.

⊙⊙ XII. Rozporządzenie naczelnego nadzwyczajnego komisarza do walki z epidemjami z dnia 10. czerwca 1921 w przedmiocie utrzymania porządku w domach, na dziedzińcach, chodnikach i jezdniach w gminach miejskich (wyciąg).

#### Dodatek.

I. Rozporządzenie Prezydenta R. P. z dnia 14. kwietnia 1924 w sprawie przekazania zarządom gmin miejskich i wiejskich zatwierdzania projektów i wydawania pozwoleń na budowę, na obszarze byłego zaboru rosyjskiego (Dz. U. R. P. Nr. 36 z dnia 29. kwietnia 1924).

II. Ustawa z dnia 6. maja 1924 o pomocy państwowej na odbudowę budynków zniszczonych lub uszkodzonych wskutek działań wojennych (Dz. U. R. P. Nr. 49 z dnia 13. czerwca 1924).

III. Ustawa z dnia 18. lipca 1924 w sprawie zmiany niektórych przepisów budowlanych na obszarach byłego zaboru rosyjskiego (Dz. U. R. P. Nr. 73 z dnia 26. sierpnia 1924).

## II. Przepisy o ubezpieczeniu od wypadków.

Obowiązujące na całym obszarze R. P., z wyjątkiem byłej dzielnicy pruskiej, są ustalone ustawami względnie rozporządzeniami, a to:

1. Ustawą z dnia 28. grudnia 1887, austr. Dz. u. p. Nr. 1 z r. 1888.
2. " " " 30. marca 1888, " " " " " 33 " " 1888.
3. " " " 20. lipca 1894, " " " " " 168 " " 1894.
4. " " " 9. sierpn. 1908, " " " " " 162 " " 1908.
5. " " " 8. lutego 1909, " " " " " 29 " " 1909.
6. rozporządzeniem z dnia 10. maja 1909, austr. Dz. u. p. Nr. 75 z r. 1909,
7. ustawą z dnia 30. grudnia 1917, austr. Dz. u. p. Nr. 523 z r. 1917.
8. " " " 7. lipca 1921, Dz. U. R. P. Nr. 65, poz. 413.
9. rozporządzeniem z dnia 17. grudnia 1921, Dz. U. R. P. Nr. 4, poz. 25 z r. 1922,
10. ustawą z dnia 8. listopada 1921, Dz. U. R. P. Nr. 2, poz. 5 z r. 1922,
11. rozporządzeniem z dnia 17. grudnia 1921, Dz. U. R. P. Nr. 4, poz. 26 z r. 1922,
12. rozporządzeniem z dnia 19. grudnia 1921, Dz. U. R. P. Nr. 4, poz. 27 z r. 1922,
13. rozporządzeniem z dnia 24. marca 1922, Dz. U. R. P. Nr. 37, poz. 3111,
14. rozporządzeniem z dnia 5. sierpnia 1922, Dz. U. R. P. Nr. 88, poz. 798,
15. rozporządzeniem z dnia 28. maja 1923, Dz. U. R. P. Nr. 94, poz. 749,
16. ustawą z dnia 6. lipca 1923, Dz. U. R. P. Nr. 75, poz. 587.
17. rozporządzeniem z dnia 18. stycznia 1924, Dz. U. R. P. Nr. 16, poz. 160,
18. ustawą z dnia 30. stycznia 1924, Dz. U. R. P. Nr. 16, poz. 148,
19. rozporządzeniem z dnia 7. marca 1924, Dz. U. R. P. Nr. 26, poz. 269,
20. rozporządzeniem z dnia 18. marca 1924, Dz. U. R. P. Nr. 29, poz. 297,
21. rozporządzeniem z dnia 7. czerwca 1924, Dz. U. R. P. Nr. 50, poz. 512.

### III. Przepisy ochronne.

Przepisy obowiązujące w b. zaborze austriackim jednocześnie obowiązują na całym obszarze R. P.

#### 1. Ochrona w przemyśle budowlanym.<sup>1</sup>

##### a) Przepisy dla zapobieżenia wypadkom.

###### 1. Fundamenta.

§ 1. Podczas kopania fundamentów, jakoteż podczas robót ziemnych wogóle należy dbać ze szczególną starannością o bezpieczne rozparcie. Podkopywanie ścian wykopu jest niedopuszczalne. Brzegów wykopu na szerokość co najmniej pół metra od krawędzi mierząc niewolno obciążać ziemią, materiałem itp.

Gdy nastanie ślota należy przed rozpoczęciem i w czasie roboty badać ściany wykopu, względnie rozparcie co do wytrzymałości i w miarę wyniku zastosować potrzebne środki zabezpieczające.

Obok budowli istniejących, mających fundamenta płytsze, niż zamierzona budowa wolno wykonywać nowe fundamenta i potrzebny do tego wykop ziemi jedynie częściowo, a mianowicie w długościach niewiększych, niż po 2 m.

###### 2. Wykopy studzienne, kanałowe i kloaczne.

§ 2. Wykopy czyli szyby studzienne kwadratowe należy w każdym razie opierać. Krawędzie szyby wolno pogłębiać bez omurowania jedynie w zupełnie twardym gruncie.

Jeżeli opierzenie wykopu studni składa się z dylu poziomych, to podczas omurowania studziennego wolno usuwać naraz tylko po jednym dylu i to niepierwej, aż przestrzeń między omurowaniem a ścianą wykopu otrzyma wypełnienie silnie ubite po dolną krawędź tegoż dyla. Gdy ziemia jest bardzo sypka, zwirowa itp., niewolno wogóle w obrębie całej głębokości warstwy sypkiej usuwać opierzenia, ale raczej należy je zapelnąć od tyłu nasypką. Jeżeli opierzenie składa się z desek wbijanych, to należy wpieryw wykonać zapelnienie od tyłu jednego pola omurowania aż po najbliższy wieniec, zanim się przystąpi do usuwania wbitych desek pionowych.

Zapelnienie poza omurowaniem należy zawsze silnie ubić.

W szybie studziennym należy tuż nad głową robotników urządzić nakrycie ochronne, pod które robotnicy mogliby się schronić przed spadającymi przedmiotami.

§ 3. Przed zjazdem lub wlezieniem do studni albo do wykopu studziennego — bez względu na mniejszą, czy większą głębokość —, należy właśnie tak, jak przed wlezieniem do używanego już dołu kloaczego i do starych kanałów stwierdzić, czy nie znajduje się tam powietrze duszące. To stwierdzenie trzeba przeprowadzić zapomocą powolnego spuszczenia zwykłej latarni z płonącym światłem lub zreszlą w inny jaki niezawodny sposób.

Skoro zagaśnięcie światła lub inna jaka przedsięwzięta próba stwierdzi obecność gazów duszących, należy je usunąć pompami powietrznymi lub wentylatorami,

<sup>1</sup> Rozporządzenie b. austr. Ministra handlu z 7. lutego 1907, Dz. u. państw. Nr. 24.



a w braku ich wlewaniem wody gorącej lub spuszczeniem wiader z niegaszonym przedtem wodą polanem wapnem.

Gdy zachodzi przypuszczenie, że w szybie znajdują się gazy eksplodujące, to nie wolno przedsiębrać próby z płonącym światłem.

Próbie powietrza należy w każdym razie powtarzać aż do osiągnięcia wyniku bez zarzutu.

### 3. Jamy na wapno i inne wgłębienia.

§ 4. Jamy na wapno i inne wgłębienia narażające bezpieczeństwo ruchu na miejscu budowy należy przykryć w sposób wykluczający załamanie się, albo oporczyć dostatecznie silnie.

### 4. Rusztowania.

#### a) Wogóle.

§ 5. Każde rusztowanie należy sporządzić według zasad sztuki budowlanej w sposób bezpieczny, odpowiadający postępowi budowy, z drzewa zdrowego i wskutek poprzedniego używania w przekroju swym nieosłabionego.

Do rozbierania rusztowań należy zast. sować odpowiednie urządzenia, by belki, dyle, rozpory, klamry i wszelkie inne duże i ciężkie części składowe rusztowań można bezpiecznie liną spuścić, lub w inny sposób nadół usunąć bez narażenia osób, znajdujących się pod rusztowaniem.

Wystające gwoździe z drzewa należy według możliwości jeszcze przed zniesieniem, a w każdym razie przed dalszem użyciem tego drzewa pousuwać lub pozaginać.

Materiał składany na rusztowaniach należy tak rozmieścić, aby ruch niedoznał przeszkody wskutek tego.

#### b) Rusztowania stojakowe.

§ 6. U rusztowań stojakowych muszą stojaki („londyny“) otrzymać silne oparcie a rygle poprzeczne bezpieczną podporę; w razie bocznej obciążenia rusztowania całego lub poszczególnych jego części, należy zastosować dostatecznie silne rozparcie krzyżowe. Nadzwyczajne rusztowania, na przykład dla wież, dla rozległych osadzań itp., należy związać według zasad sztuki budowlanej.

Na wszystkich piętrach rusztowania należy ułożyć odpowiednio szczelny, silny i szeroki pokład z desek, których końce nie powinny wolno zwisać. Do zabezpieczenia od spadnięcia ludzi, materiału lub narzędzi należy urządzić dopiersie, a od strony zewnętrznej ochronne dyle stopowe.

Dostęp do rozmaitych piętr rusztowania, oraz z piętra na piętro należy urządzić za pomocą pomostów, schodów i drabin, ale w ten sposób, by rusztowania były dostępne tylko z piętra na piętro.

#### c) Rusztowania wysunięte.

§ 7. U rusztowań wysuniętych, czyli balkonowych należy belki jednym końcem na zewnątrz wysunięte przytrzymać od wnętrza za pomocą bezpiecznego zaparcia, albo podeprzeć od zewnątrz dostatecznie silnymi zastrzałami od muru idącymi; należy także zapobiec boczemu wychyleniu się za pomocą odpowiednich usztywnień.

#### d) Rusztowania drabinowe.

§ 8. Rusztowania drabinowe należy usztywnić przekątnie skrzyżowanymi łatami, a celem zabezpieczenia od spadnięcia zamknąć dopiersiem (oporczeniem) od strony zewnętrznej i tak samo od strony wewnętrznej, jeżeli przestrzeń między pokładem rusztowania a ścianą budynku jest szersza niż 0.40 m.

Deski do chodzenia powinny spoczywać na szczeblach i powinny poza nie wystawać oboma końcami co najmniej 0.2 m.

Połączenie drabin z belkami wysuniętymi, oraz desek dopiersia czyli opórzenia z półdrabkami należy wykonać w sposób bezpieczny i wytrzymały.

*e) Rusztowania wiszące.*

§ 9. Rusztowania wiszące wolno zawieszać jedynie zapomocą lin na dostatecznie silnych i bezpiecznie przymocowanych belkach wysuniętych. Do montowań wolno zamiast lin użyć także łańcuchów i sztywnych trzonów żelaznych, dostatecznie wytrzymałych.

Największą dopuszczalną liczbę robotników, oraz najmniejszą dopuszczalną grubość liny zawieszenia należy na rusztowaniach wiszących uwidocznić trwale i czytelnie.

Każdą winde należy zaopatrzyć zapadką i hamulcem, a zębaty popęd okryć osłoną ochronną.

Każde rusztowanie wiszące należy zapomocą stosownych przyrządów zabezpieczyć od chwiania się.

*f) Rusztowania na kozłach, czyli na kobylnicach.*

§ 10. Kozły czyli kobylnice są bez podłużnego usztywnienia niedopuszczalne; także usztywnienie należy przeprowadzić przynajmniej zapomocą zastrzałów zawieszonych klamrami.

Pod kozły czyli kobylnice na ziemi należy ułożyć dostatecznie silny podkład; na rusztowaniach nie wolno nigdy ustawiać kobylnic bezpośrednio na belkach, tylko na szedelnym, dostatecznie wytrzymałym pokładzie dyłowym.

Jeżeli rusztowanie kobylnicowe jest 1-9 m lub więcej wysokie, oraz jeżeli dwa rusztowania kobylnicowe stoją na sobie, należy pokład zamknąć ochronnym dylem stopowym, a prócz tego urządzić dopiersie.

*g) Rusztowania postatnicze.*

§ 11. Rusztowania postatnicze<sup>1</sup> — prócz ściśle zawodowej konstrukcji — powinny otrzymać odpowiednie zabezpieczenie wyłazów i miejsc roboczych na rusztowaniu. Także wybijanie czyli zwalnianie rusztowań postatniczych wolno przeprowadzać jedynie pod kierownictwem zawodowem.

*h) Badanie rusztowań.*

§ 12. Rusztowania należy przynajmniej co 14 dni, a szczególnie po burzy i po każdej dłuższej przerwie w budowie poddać zawodowemu zbadaniu co do jego prawidłowego stanu budowlanego; rusztowania wiszące należy badać przed każdym użyciem, a umocowanie belek ich wysuniętych codziennie. Dostrzeżone braki należy usunąć przed zaczęciem roboty.

*i) Obciążenie rusztowań.*

§ 13. Rusztowania obciążać wolno jedynie w sposób odpowiadający rodzajowi ich budowy. Rusztowań wysuniętych, drabinowych i wiszących wolno tylko wtedy używać do montowania zespołów żelaznych i drewnianych, jeżeli konstrukcja ich odpowiada takiemu szczególnemu obciążeniu. Zresztą rusztowań tych wolno używać tylko do takich robót, które nie wymagają nagromadzenia robotników i skupienia materiałów, więc tylko do robót lakierniczych, malarskich itp.

*k) Otwory rusztowaniowe.*

§ 14. Otwory rusztowaniowe, potrzebne na poszczególnych piętrach do wyciągania materiałów należy otoczyć opierzeniami z desek tak, aby utworzyły pomiędzy

<sup>1</sup> Rusztowania te służą do nadania właściwej postaci niektórym częściom budowy, jak na przykład sklepieniom itp. i dlatego nazywam je rusztowaniami postatniczemi. Przypisek autora.

piętami szymb, który powinien sięgać aż do najniższego końca urządzenia wyciągowego i tak tu, jak i na piętrach posiadać otwory tylko w tych miejscach, w których się odbywa każdorazowe ładowanie lub wyładowanie dobra wyciąganego. Również wolno pozostawić bez ogrodzenia tylko miejsce u najwyższego otworu rusztowania, służące do odbioru wyciąganego materiału.

### 5. Drabiny i schody.

§ 15. Drabiny i schody należy przed użyciem badać co do ich bezpieczeństwa. Dostrzeżone braki trzeba natychmiast usunąć. Brakujących szczebli nie wolno zastępować łałami, przybitymi gwoździami.

Jeżeli wzajemne połączenie piątr budowli kilkupiętrowej urząda się zapomocą drabin, to należy je zawsze ustawiać parami, jedną do wyłazenia, drugą do złażenia według możności tak, aby podczas wyłazenia, czy złażenia zwrot odbywał się zawsze w tę samą stronę; muszą one także być tak długie, by przewyższały pokład piętrowy, do którego wiodą, co najmniej o 1.5 m w kierunku drabiny mierząc.

Drabin nie wolno w ten sposób jedną nad drugą ustawiać, by spadające przedmioty mogły trafić drabinę niżej położoną.

Drabiny należy ustawić silnie na ziemi, a nadto przymocować dobrze kłami do rusztowania. Na rusztowaniach wolno ustawiać drabiny tylko na pokładzie z dyli co najmniej 5 cm grubych.

W razie użycia drabin poza piętrami rusztowania stojących i wprost na jedno z tych piątr wiodących, należy postarać się o dostatecznie szerokie i bezpieczne wejście, względnie zejście.

Drabiny podwójne (malarskie, schodowe i stopniowe drabiny) należy zaopatrzyć przyrządem przeciw przypadkowemu rozsunięciu się.

### 6. Pochylnia.

§ 16. Pochylnie, czyli pomosty pochyłe należy według możności zakładać tak szerokie, by pozwalały na wyminięcie się dwu osób.

Wznios pomostów powinien według możności wynosić 1 : 3 lub mniej, nie powinien być jednak w żaden sposób większy niż 1 : 2.

Powierzchnia pochylni, służąca do chodzenia, powinna otrzymać w całej szerokości listwy stopnicze na długość kroku wzajemnie odległe, a gdy osłiznie, należy ją posypać popiołem, piaskiem itp.

Każdą pochylnię od strony zewnętrznej, oraz od strony przyległych otworów okiennych i drzwiowych — gdyby się znajdowały — należy zaopatrzyć poręczami; również i stronę wewnętrzną trzeba oporęczyć, jeżeli pochylnia odstaje od muru więcej niż 0.4 m.

### 7. Liny i łańcuchy.

§ 17. Do budowy wolno — prócz łańcuchów — używać jedynie plecionych lin konopnych, bawełnianych lub drucianych.

Nienagannosc własności i wytrzymałość lin i łańcuchów należy sprawdzać od czasu do czasu zapomocą zawodowych badań. Uszkodzone łańcuchy i liny trzeba natychmiast sposobem zawodowym ponaprawiać, a gdy to nie da się zrobić z dostateczną pewnością, wymieniać.

Niedostatecznie wytrzymałe łańcuchy i liny należy wykluczyć z użycia.

Do podawania materiałów zapomocą naczyn podawczych nie wolno używać lin z pojedynczymi hakami.

## 8. Wyciągi i wydzwigi.<sup>1</sup>

### a) Wogóle.

§ 18. Wyciągów materiałowych nie wolno używać do podnoszenia i spuszczenia ludzi. Jedynie do budowy studzien i wysokich kominów zezwala się na używanie wyciągów także i do ruchu osobowego, jeżeli pod tym względem przedstawiają dostateczne bezpieczeństwo.

§ 19. Otwory do ładowania i wyładowania należy u wszelkich wyciągów materiałowych odpowiednio zabezpieczyć, by spadnięcie ludzi lub materiałów było wykluczone, oraz dostatecznie oświetlić i oświetać. Każdy taki otwór należy zaopatrzyć wyraźną i widoczną przestrogą, tyczącą się zapobieżenia i zakazu używania wyciągu do ruchu osobowego.

§ 20. Mechanizmy popędowe wyciągów, przenośnic bez końca, żórawi itp. należy ogrodzić w razie, gdy już samo ich położenie nie daje im ochrony. Wszelkie zabezpieczenia kołowe, położone w obrębie ruchu budowy lub wystawione na mimowolne dotknięcia należy osłonić.

W razie zastosowania wyciągów elektrycznych należy przewody elektryczne, a tak samo i przyrządy zabezpieczące w sposób pewny, by dotknięcie ich przez osoby nie powołane było niemożliwe.

Wyciągi, przenośnice bez końca i wszelkie tego rodzaju przyrządy do podnoszenia należy tak urządzić, aby narażenie osób na dole zajętych, wskutek spadnięcia materiałów było wykluczone; na piętrze najniższym należy urządzić odpowiednio silny dach ochronny.

§ 21. Popod ciężarami wolno zwisającymi należy ograniczyć ruch do miary bezwarunkowo niezbędnej.

### b) Wyciągi zaprawy.

§ 22. Wał zwykłych wyciągów zaprawy (koło na wale z dwoma na linach wiszącymi naczyniami podnośnemi) powinien znajdować się tak wysoko ponad stanowiskiem robotników, aby nawet wyciągniętymi rękami nie mogli go dosięgnąć, albo wał ten należy tak osłonić, by robotnicy nie mogli go dotknąć.

Przed otworem wyciągowym należy do pokładu rusztowania poprzybijając gwoździemi łąty stopnicze, a w wysokości piersi przymocować przejmę lub poręczkę, których mogliby trzymać się wolną ręką robotnicy, prowadzący linę.

### c) Żórawie i windy.

§ 23. Żórawie i windy należy zaopatrzyć zapadką i hamulcem pasowym, albo innymi niezawodnie działającymi przyrządami hamowniczymi. Jeżeli przedmiot trzeba spuszczać własnym ciężarem, należy urządzić zapadki dla ruchu w dwojakim kierunku celem zapobieżenia powstaniu samoczynnego szybkiego ruchu.

Żórawie przenośne, na których znajdują się robotnicy, należy zaopatrzyć oporęczonými pomostami, czyli galerjami w ten sposób, aby zabezpieczyły dostatecznie ludzi i materiał przed spadnięciem.

Na każdym żórawiu należy wyraźnie uwidocznnić jego zdolność udźwigu w kilogramach.

## 9. Urządzenia przenośnicze.

### a) Służba przesuwnicza.

§ 24. Do przesuwania wozów kolejowych na torach ruchu zapomocą siły ludzkiej lub zwierzęcej należy przesuwaczom dostarczyć drągów hamulcowych, trzewików hamulcowych, klinów podkładowych itp. Jeżeli na tym samym torze poruszają się równocześnie jeszcze inne wozy zapomocą siły ludzkiej, to należy utrzymywać

<sup>1</sup> Wyciągi (Aufzüge), wydzwigi (Hebezeuge).

w pogotowiu robotnika, który ma iść przed wozem do przesuwania przeznaczonym i baczyć na to, by odnośna przestrzeń była wolna i bezpieczna dla ruchu.

Do przesuwania zapomocą zwierząt zaprzęgowych należy używać łańcuchów lub lin zaprzęgowych co najmniej 2·5 m długich. Jeżeli przesuwanie takie odbywa się na torach w spadku założonych, to oprócz woźnicy należy mieć w pogotowiu jeszcze przynajmniej jednego robotnika, który ma w razie potrzeby wozy w ruchu będące zatrzymać zapomocą stosownych środków.

W razie, gdy przesuwanie odbywa się zapomocą siły motoru, należy zastosować te urządzenia, które są potrzebne do prawidłowego ruchu na kolejach.

§ 25. Na kolejach materiałowych w spadku założonych należy postarać się o niezawodne hamowanie, polegające na dostarczeniu dostatecznej ilości wozów hamownych.

§ 26. Obrotnice i przesuwnice powinny dawać się ustalić w swem właściwym położeniu zapomocą odpowiednich przyrządów.

#### b) Przenoszenie wielkich ciężarów.

§ 27. Przeniesienie jakoteż ładowanie i wyładowanie wielkich ciężarów powinno odbywać się pod nadzorem zawodowym. O bezpieczny stan: środków do przeniesienia i ładowania, przyrządów do przewożenia i podnoszenia, torów i tym podobnych należy starać się w ten sposób, by ani bezpieczeństwo ruchu, ani też bezpieczeństwo robotników lub obcych osób nie było narażone.

Użyte do ładowania lub wyładowania szyny żelazowe lub dyle żelazowe należy zabezpieczyć od przypadkowego przesunięcia się lub skrawężenia, a w zimie oczyszczać z lodu i posypywać piaskiem, popiołem itp. Wózki należy zabezpieczyć stosownymi przyrządami od przewrócenia się.

§ 28. Wózki wywrotne należy zaopatrzyć niezawodnymi, w obsłudze bezpiecznymi sprzętami.

§ 29. Podczas przenoszenia wałków, rur, cylindrów, beczek itp. należy zastosować odpowiednie środki ochronne od stoczenia się tych przedmiotów.

#### 10. Zarządzenia wewnątrz budowli.

§ 30. Celem ochrony robotników od niebezpieczeństwa spadnięcia wewnątrz budynku należy albo belki stropowe (trawersy, belki drewniane) bezpośrednio po ułożeniu zupełnie pokryć, albo otwory w ścianach obwodowych, wiodące do nieprzykrytych belek stropowych, a tak samo i otwory, prowadzące bezpośrednio w podwórza, szyby i niewykończone klatki schodowe, w sposób bezpieczny odgradzić.

Skoro schody zostaną osadzone, to jak długo nie będą miały stałych poręczy, powinny otrzymać tymczasowe oporęczenie ochronne.

Połączenia (przejścia, schody) idące popod przestrzeniami niezastropowanymi należy zaopatrzyć przykryciem, chroniącym od spadających przedmiotów.

Jeżeli na powale ma się odbywać przenoszenie lub składanie materiałów, to należy w tym celu urządzić przejścia, lub pełny pokład z dyli.

#### 11. Roboty dachowe i inne podobnie niebezpieczne.

§ 31. Do robót niebezpiecznych, a mianowicie: do krycia dachu i zrzucania śniegu, do instalacji odgromów, do niebezpiecznych robót blacharskich i szklarskich należy robotników zaopatrzyć pasem bezpieczeństwa i sznurem.

Podczas nowego krycia dachów szklanych należy pod niemi ustawić rusztowanie z silnym pokładem deskowym, a odpadki szkła natychmiast usuwać.

#### 12. Rozbierania.

§ 32. Podczas rozbierania jest wywracanie całych części muru w regule niedopuszczalne.

Jedynie wolno stojące: mury, ściany szczytowe, kominy itp. — jeżeli są odosobnione — wolno pod stałym kierownictwem zawodowca wywracać lub rozsadzać.

Także rozbieranie (wyłamanie, wyburzenie) sklepień wolno wykonywać jedynie pod stałym kierownictwem zawodowca. Przestrzeń znajdującą się pod sklepieniem do rozebrania przeznaczonem należy zamknąć i — jeżeli konstrukcja sklepienia wymaga — podeprzeć w odpowiedni sposób.

Budowle, które wskutek rozebrania przypierających innych budowli tracą swą podporę, należy w sposób zawodowy zabezpieczyć.

Celem zapobieżenia wywiązywaniu się uciążliwego kurzu należy mury i rumowisko często skrapiać, a do spuszczenia rumowiska używać drewnianych przewodów (trab), których dolny koniec wchodzi do otwartego worka.

### 13. Dalsze przepisy bezpieczeństwa.

§ 33. Podczas godzin pracy dokonywanej w ciemności należy miejsca robocze i dojścia do nich dostatecznie oświetlić; tak samo należy się postarać o odpowiednie oświetlenie wszelkich niedostatecznie oświetlonych miejsc roboczych.

Druty przewodowe elektrycznego oświetlenia należy wszystkie zizolować celem ochrony od dotknięcia. Lampy dla łatwo ulotnego ciała palnego z palnikiem, umieszczonym niżej zbiornika paliwa świetlnego, należy nadto w ten sposób zawieszać, aby można uniknąć silniejszego rozgrzania zbiornika. W przestrzeniach, w których robotnicy stale przebywają, nie wolno przechowywać takich lamp, ani potrzebnego dla nich paliwa.

§ 34. Do robót, które mogą narazić wzrok, należy zaopatrzyć robotników okularami ochronnymi, daszkami ochronnymi lub maskami. Celem ochrony innych w pobliżu zajętych robotników należy w miarę potrzeby urządzić ochronne ściany lub ochronne siatki.

Robotników, których zajęcie naraża w szczególny sposób na zamakanie albo uszkodzenie nóg, należy zaopatrzyć odpowiedniemi obuwiami.

Robotnikom, zajętem przynoszeniem przedmiotów o ostrych brzegach lub kolecach, należy dostarczyć silnych skórzanych nosideł ręcznych, albo rękawice z materiału wytrzymałego.

§ 35. Przerzucanie materiału budowlanego jest tylko w parterze dopuszczalne. Podawanie cegły przez robotników stojących na drabinach jest dozwolone co najwyżej z piętra na piętro.

§ 36. Gdzie materiały w większej ilości układają w stosy, należy się postarać o stosowne środki ochronne, zapobiegające zwałeniu się dobra złożonego.

§ 37. Naprawy na budynkach (wyprawianie, narzucanie, powlekanie zewnętrznych ram okiennych itp.) wolno wykonywać na pojedynczych drabinach jedynie wtedy, gdy budynki są parterowe lub jednopiętrowe; gdy budynki są więcejpiętrowe, należy zastosować rusztowania wysunięte, rusztowania drabinowe albo rusztowania wiszące.

§ 38. Wszelkie do robót budowlanych używane sprzęty robocze i urządzenia maszynowe należy zawsze utrzymywać w dobrym i do użytku przydatnym stanie.

§ 39. Wszelkim w budowie niezatrudnionym osobom należy jak najostrzej zakazać wchodzenia na rusztowania, na przykład celem przynoszenia jedla lub napojów.

§ 40. Osób znanych pracodawcy, jako cierpiących na padaczkę, kurcze, czasowe napady omdlenia, zawroty głowy, głuchotę lub na inne cielesne niedomagania lub ułomności w takim stopniu, iż podczas pewnych robót byłyby narażone na niezwykajne niebezpieczeństwo, nie należy używać do tego rodzaju robót. Pianych należy wogóle niedopuszczać do robót.

Kobiet poważnie brzemiennych wolno używać tylko do lekkich robót, nigdy jednak na drabinach i na wyciągach materiałowych.

### b) Przepisy dla ochrony zdrowia.

§ 41. Na miejscach budowy, gdzie pracuje więcej niż dziesięciu robotników, a stosunki przestrzenne pozwalają, należy urządzić izbę odpoczynkową, stosownie do ilości robotników wielką, w miarę potrzeby ogrzewalną i poczynić w niej zarządzenia potrzebne do przeprowadzenia pierwszej pomocy ratunkowej.

§ 42. Na każdym miejscu budowy należy się postarać o dostateczną ilość świeżej wody do picia, wraz z dostarczeniem naczyń do picia i to na wszystkich piętrach, na których odbywa się robota.

§ 43. Na każdym miejscu budowy należy urządzić wychodki, odpowiadające ilości robotników i przepisom zdrowotnym. Wychodki trzeba tak urządzić, aby z zewnątrz nie można do nich wglądać; należy je podzielić według płci robotników i podzielić ten napisami uwidocznionymi, w razie zatrudniania więcej niż dziesięć osób.

Wychodki i pisuary należy utrzymywać w czystym i według możliwości niecuchnącym stanie, a w miarę potrzeby desinfekcjonować.

§ 44. Przestrzeni osuszanych przyrządami, opalanymi bez odprowadzania dymu, nie wolno przeznaczać robotnikom ani do pracy, ani do pobytu.

§ 45. Na miejscach budowy zatrudniających ponad dziesięciu robotników, oraz na miejscach budowy odległych więcej niż kilometr od najbliższej apteki bez względu na ilość pracujących robotników, należy dla pierwszej pomocy w nieszczęśliwych przypadkach utrzymywać w pogotowiu skrzynki ze środkami krew tamującymi i antyseptycznymi, oraz z niezbędnymi bandażami i środkami trzeźwiącymi.

§ 46. Nazwiska lekarzy kasy chorych i ich miejsca zamieszkania należy oznajmiać robotnikom zapomocą przybitych ogłoszeń na miejscu budowy.

### c) Przepisy końcowe.

§ 47. Następujące niżej przepisy co do zachowania się należy robotnikom podać do wiadomości w dosłownem brzmieniu zapomocą wyraźnego i przejrzystego ogłoszenia trwale przynajmniej w jednym dla wszystkich dostępnem miejscu budowy, a w miarę potrzeby także i w kilku miejscach.

Na punkt 22. (doniesienie o nieszczęśliwych wypadkach) należy szczególnie zwrócić uwagę każdego robotnika zaraz podczas przyjęcia do roboty.

1. Nie wolno z rusztowań lub zresztą z budowli zrzucić na dół narzędzi, drzewa, cegieł, kamieni i wszelkich jakichkolwiek ciężkich przedmiotów.

2. Odejmowanie klamer należy w ten sposób przeprowadzać, by nie mogły odskoczyć lub doznać odrzucenia.

3. Zakazuje się wszelkiego samowolnego usuwania części rusztowania, drabin, dyli, rozpornic, klamer, kobylnic, pokładów itd., jakoteż wogóle wszelkiego samowolnego zmieniania urządzeń budowlanych.

4. Podczas wyciągania i spuszczenia rusztowań wiszących należy windy tak równomiernie prowadzić, aby rusztowania nie mogły zająć położenia ukośnego. Korby wind należy ustalić lub pozdejmować, gdy nie są w użyciu.

5. Pozostawianie na rusztowaniach podczas pory objadowej jest — z wyjątkiem wysokich rusztowań wieżowych i kominowych — niedopuszczalne.

6. Poniżej otworów rusztowania przeznaczonych dla wyciągów materiału nie wolno nikomu zatrzymywać się, gdy wyciąg jest w ruchu. Podczas gdy taki wyciąg spoczywa, szyb jego musi być zupełnie zamknięty.

7. Podczas obsługi przyrządów podnoszących należy ciężar starannie i niezawodnie przymocować, względnie tak ułożyć, aby nie mógł spaść.

Naczyń podnoszących nie należy do tego stopnia zapełniać, aby podczas chwiania się materiał wyciągany spadał lub przelewał się.

8. Wlewanie zaprawy do skrzyń lub beczek powinno odbywać się w ten sposób, aby bryzganie według możliwości dało się uniknąć.

9. Podczas spuszczenia ciężaru zapomocą żórawi i wind wolno hamulec otworzyć dopiero po odjęciu korb, albo gdzie to niemożliwe, dopiero po usunięciu się robotników na stronę.

Chwytnie w ruchu będących korb windy jest niedopuszczalne.

Podczas windowania ciężarów w górę powinna zapadka pozostawać ciągle w kole zamykowym.

10. Podczas przesuwania wagonów kolejowych powinni robotnicy posługiwać się dostarczonymi hamulcowymi drągami, hamulcowymi trzewikami, klinami podkładowymi itp.

Jeżeli przesuwanie dokonuje się siłą ludzką, to przesuwacze nie powinni nigdy z przodu przesuwać i nigdy po szynach chodzić. Gdy na tym samym torze poruszają się równocześnie jeszcze inne wagony, to przesuwacze powinni stąpać jedynie po stronie podłużnej wozów, a nie pomiędzy nimi.

Zwierzęta użyte do przesuwania należy zawsze ręką prowadzić i to według możliwości po zewnętrznej stronie toru.

11. Obrotnice i przesuwnice należy wprzód ustalić we właściwym położeniu, zanim się przez nie przejedzie.

12. Stojące spokojnie na torach wozy kolejowe należy tak ustalić, aby same przez się nie mogły przejść w ruch.

13. Przewóz wielkich ciężarów na torach w spadku założonych i w obrębie miejsc budowy należy przeprowadzać ze szczególną ostrożnością.

14. Robotnicy są obowiązani do używania dostarczonych im pasów bezpieczeństwa i sznurów podczas niebezpiecznych robót, mianowicie podczas krycia dachów i zgartywania śniegu, podczas instalacji odgromowych i podczas niebezpiecznych robót blacharskich i szklarskich. Takie sznury — o ile niema osobnych urządzeń na pokryciu dachowym do ich przymocowania — należy w sposób bezpieczny przymocować do rusztowań drabinowych, używanych zwykle w przemyśle budowlanym.

15. Wchodzenie do nieoświetlonych przedmiotów budowy jest niedopuszczalne.

16. Lampy świecące łatwo łatwymi ciałami palnymi z palnikami, umieszczonymi poniżej zbiornika z ciałem świecącym, należy tak zawieszać i nosić, aby nie mogło nastąpić silniejsze rozgrzanie tego zbiornika. Do przestrzeni, w których przechowują takie lampy, oraz przeznaczoną dla nich materję palną, wolno wchodzić tylko na czas krótki.

17. Do przestrzeni, osuszanych ogrzewalnikami bez odprowadzenia dymu, wolno wchodzić tylko podczas otwartych drzwi lub okien i to jedynie na czas weale krótki.

18. Podczas robót mogących wzrok uszkodzić, powinni robotnicy używać dostarczonych okularów ochronnych, daszków ochronnych lub masek.

19. O każdym uszkodzeniu lub podejrzanym objawie na urządzeniach ruchu należy natychmiast donieść organowi, któremu przedsiębiorca powierzył nadzór.

20. Używanie przyrządów roboczych i ochronnych do innych celów, aniżeli przeznaczone, jest niedopuszczalne.

21. Robotnikom nie wolno zajmować się takimi przyrządami roboczymi, urządzeniami maszynowymi, elektrycznymi przewodami itp., których obsługa, używanie lub utrzymywanie w należytych stanie do nich nie należy, i narażać siebie lub drugich na niebezpieczeństwo przez czynności sprzeczne z celami ruchu budowy, przez bawienie się, droczenie się, sprzecanie i jakiegobądź inne swawolne działania.

22. O każdym nieszczęśliwym wypadku powinien poszkodowany, lub gdyby nie był w stanie, to powinni świadkowie wypadku nieszczęśliwego natychmiast donieść przełożonemu organowi nadzorcemu.



## 2. Ochrona w kamieniołomstwie i kopaliskach.<sup>1</sup>

§ 1. Przepisy niniejszego rozporządzenia odnoszą się do wszystkich sposobem przemysłowym prowadzonych w odkrywe nawierzchniej kamieniołomów, oraz do kopalisk gliny, piasku i kamyków.

### Odkrywka.

§ 2. W kamieniołomach i kopaliskach gliny, piasku i kamyków należy przed rozpoczęciem wydobywania materiału uzyskowego usunąć nakrywającą go nawierzchnię i zwietrzały lub do użytku nieprzydatny materiał, tworzący warstwę nad materiałem do wydobywania przeznaczonym.

Odkrywkę należy prowadzić stale w dalszym ciągu w miarę postępu wydobywania.

§ 3. Między podnożem warstwy odkrywkowej a wierzchnią krawędzią odsłoniętego materiału uzyskowego należy pozostawić wolną przestrzeń, której szerokość — o ile chodzi o sypką ziemię lub warstwy piaskowe — powinna wynosić połowę wysokości całej odkrywki, najmniej jednakże 1 m; jeżeli wysokość odkrywki jest większa niż 6 m, to wystarczy wolna przestrzeń 3 m szeroka.

§ 4. Skopywanie odkrywki należy prowadzić w skarpie pod kątem, odpowiadającym naturalnemu nachyleniu materiału.

Jeżeli warstwa odkrywki jest tak znaczną i składa się z takiego materiału, który o zwykłej skarpie mogłyby się zwalić skutkiem zewnętrznych wpływów (wstrząśnienia wywołane rozsadzaniem, wpływ opadów itp.), to skopywanie należy prowadzić sposobem piętrowym. Jeżeli odkrywkę tworzy materiał sypki, to należy ten sposób skopywania zastosować już od 6 m włącznie jej grubości.

§ 5. Wysokość i szerokość należy dać taką poszczególnym piętrům odkrywki w miarę właściwości ich materiału, aby stoczenie się lub zwałenie się materiału z jednego piętra na drugie dało się skutecznie powstrzymać.

Między poszczególnymi piętrami należy urządzić połączenie, umożliwiające przejście.

Piętra muszą otrzymać zeskarpowanie, odpowiadające spistości materiału.

§ 6. Odkopywanie odkrywki musi postępować z góry na dół. Podkopywanie stromych ścian pozwala się jedynie wyjątkowo, a to jeżeli z powodu właściwości materiału (np. ziemi silnie zamarzłej) zachodzi bezwarunkowo potrzeba prowadzenia odkopu w ten sposób, aby masy oddzielać zapomocą podkopania i odklinowania. Wolno tylko podkopywać ściany nieprzekraczające 2 m wysokości i to tylko w tak małych częściach, by podkopywanie można z boku wykonywać. W tym razie należy z obu stron pozostawić filary podporowe, których podkopanie wolno przedsięwziąć dopiero bezpośrednio przed odklinowaniem i to również tylko z boku.

Dopiero po ukończeniu podkopywania, — i gdy robotnicy wydalili się z obrębu zwałenia się, — wolno materiał z góry wbijanymi klinami oddzielić. Odklinowany materiał wolno wtedy dopiero uprzętnąć, jeżeli nie można już więcej oczekiwać zwałenia się materiału.

§ 7. Jeżeli warstwa odkrywkowa okazuje znamiona usuwiska, to w pasie wolnym między podnożem odkrywki a wierzchnią krawędzią uzyskanego materiału należy urządzić ścianę ochronną (wał ochronny) z ziemi, kamieni, plecionek lub dyli. Dalej należy w terenie usuwiskowym wykonać skarpowanie z odpowiednio słabem nachyleniem, a piętra względnie stopnie odpowiednio niskie a dostatecznie szerokie.

<sup>1</sup> Rozporządzenie minist. austr. z 29. maja 1908. Dz. u. państw. Nr. 116. Patrz wstęp do rozdziału IV., str. 424.

Jeżeli prowadzenie odkrywki ma doznać przerwy a utworzona ściana musi z tego powodu stać przez czas dłuższy, to trzeba w terenie groźącym niebezpieczeństwem postarać się o odpowiednie odwodnienie powierzchni usuwiska.

Gdy materiał odkrywki jest niepewny, to po większych opadach atmosferycznych, jako też po nastaniu odwilży, a zwłaszcza, jeżeli powierzchnia usuwiska daje się przewidzieć lub stwierdzić, należy w czas usunąć masy, które stały się sypkie i grożą niebezpieczeństwem.

§ 8. Odkop odkrywki wolno tylko tak daleko prowadzić, aby między granicami gruntów sąsiedzkich a wierzchnią krawędzią odkopu pozostał wolny nienaruszalny pas ochronny, którego odpowiednią szerokość ma wyznaczyć władza przemysłowa.

W tym razie władza przemysłowa powinna wziąć pod ścisłą rozwagę znajdujące się w pobliżu połączenia kolejowe, wody płynące, gościńce publiczne lub silnie uczęszczane drogi prywatne i stojące w bliskości przedmioty budowlane.

Ścianę zamykającą odkop od strony wolnego pasu ochronnego należy odpowiednio do poprzednich przepisów wykonać ze stosownym nachyleniem i nie wolno jej skopać pionowo pod żadnym warunkiem. Ścianę tę, gdy materiał jest niepewny, należy obsadzić gałkami wierzby, odarniować, lub w inny celowy sposób zabezpieczyć.

§ 9. Odsypiska odkopu należy zakładać z zachowaniem naturalnego kąta skarpy, właściwego materiałowi odkrywki.

Podnóże miejsca odsypiska musi znajdować się względem granic obcych gruntów w stosownej odległości. Jeżeli odsypiska odkopu wypadnie założyć w pobliżu połączeń kolejowych, publicznych komunikacyj lub wód płynących, to władza przemysłowa powinna wyznaczyć rozmiar tej odległości.

O odprowadzenie wód opadowych od miejsc odsypiskowych potrzeba postarać się należyście.

### Wydobycie materiału.

§ 10. Wydobywanie materiału uzyskowego należy prowadzić w sposób terasowy, lub stopniowy czyli schodowy.

Przybliżoną wysokość i szerokość terasy i stopni powinna przepisać władza przemysłowa z uwzględnieniem geologicznych własności terenu wydobywania, miejscowych zresztą stosunków i sposobu prowadzenia wydobywania.

Powinna tu obowiązywać ta reguła, że gdy materiał jest zbity i uwarstwiony w grubych pokładach, można pozostawić wyższe terasy ze ścianami w odsadach założonymi, natomiast gdy materiał jest rozpadlinowy i uwarstwiony w cienkich pokładach, należy zaprowadzić wydobywanie w niskich terasach, lub wydobywanie zwykle w stopniach.

Wysokość i szerokość stopni należy tak wyznaczyć, aby ściany wydobywania osiągnęły nachylenie odpowiadające właściwości materiału. W każdym razie należy dać odsadom taką szerokość, by w razie niespodzianego usunięcia się poza podnóże naturalnej skarpy materiału, pozostało jeszcze wolne przejście na odsadzie co najmniej 1 m szerokie.

§ 11. Jeżeli miejsca do obróbki będą urządzone na terasach, to szerokość ich musi odpowiadać ruchowi zakładu, zwłaszcza jeżeli wielkie ciosy będą wylamywane i obrabiane i urządzenia do ich przenoszenia zaprowadzone, albo jeżeli miejsca obróbki będą założone jedno nad drugim.

Podczas zakładania teras i stopni należy postarać się o to, by można dostać się bezpiecznie z jednej odsady odkopu do drugiej. W tym celu należy wykonać od-

powiednie schody, lub zastosować liny do łażenia, których bezpieczne i silne przymocowanie należy przeprowadzić poza krawędzią zeskarpowania. Jeżeli ruch odbywa się na rozległym obszarze, należy zastosować więcej lin, wzajemnie odległych w przybliżeniu co 50 m.

§ 12. Jeżeli ściany wylomu lub wykopu zawierają tylko w poszczególnych częściach materiał uzyskowy tak, że tylko te użytkowe części trzeba wydobywać, to pozostawienie części nieużytkowych będzie wtedy tylko dopuszczalne, gdy warstwy ich będą odpowiednio grube i nie będą dawać powodu do przypuszczeń co do niebezpieczeństwa zwalenia się.

§ 13. Inny sposób wydobywania aniżeli w słopniach lub terasach jest tylko wyjątkowo dopuszczalny i to jedynie wtedy, jeżeli przedmiotem wydobywania są masy kamienia, których wydobycie — z powodu naturalnego uwarstwienia lub małej wartości materiału, dającego użyć się tylko jako tłuźcieniec czyli kamyki, lub jako kamień łamany, — oplaci się jedynie w takim razie, gdy można zwalić naraz całe ściany materiału. W obu razach jest ten sposób wydobywania dopuszczalny tylko w zbitych i nieporozpadanych masach kamienia.

Wydobywanie należy przeprowadzać wtedy albo zapomocą podminowania ścian i rozsadzenia pozostawionych przy nich filarów podporowych, albo zapomocą rozsadzenia minami komorowymi.

§ 14. Jeżeli całe ściany doprowadza się do zwalenia zapomocą podminowania, to należy podminowanie w ten sposób wykonać, by pozostały filary oporowe zupełnie wytrzymałe i dostatecznie silne, oraz by ściana kamienna we właściwym czasie i jeszcze przed nastaniem obniżenia się otrzymała wzmocnienie podporami w ilości i sile odpowiadającej jej wielkości. Potrzebne dla min i filarów oporowych wywierły należy wykonywać już podczas roboty podminowania w miarę jej postępu.

Robotnikom zatrudnionym w obszarze minowania, oraz i tym, którzy ładują i przewożą bryły wylomu, należy wskazać kierunek, w którym mają uciekać przed grożącym niebezpieczeństwem. Przed ścianą skały i jej domniemalnym obszarem zwalenia się należy zatrudniać według możliwości mało robotników.

Po każdym rozsądzeniu należy zbadać stan ściany skały i obszaru podminowania, poczem dopiero wolno usuwać wylom.

Jeżeli podminowanie postąpiło dosyć daleko, to należy ostatnie miny popędowe i miny filarów podporowych równocześnie nabić i podpalić.

Jeżeli zwalenie się ściany nie nastąpi po rozsądzeniu filarów, to należy ścianę przez cały 24 godzin obserwować i dopiero potem do zbadania przystąpić. Do ściany w ruchu będącej nie wolno przystąpić i należy obszar jej zwalenia się zamknąć. Po każdym zwaleniu ściany należy sąsiednie części skały zbadać co do ich stałości i wzruszone części od świeżych powierzchni wylomu poodbijać.

§ 15. Myny komorowe wolno tylko tam zastosować, gdzie żadne publiczne gościńce, drogi lub obce przedmioty nie mogą ponieść szkody wskutek wstrząśnień. W każdym razie należy miny komorowe tak zakładać, aby przeznaczona do zwalenia ściana uległa rozsądzeniu według możliwości aż do pewnej oznaczonej rozpadliny. Sztolni doprowadzających nie wolno wykonywać w prostym kierunku i należy je po dokonaniu naładowaniu komory zamurować.

Przedsiębiorca powinien władzę przemysłową zawiadomić wczas przed przedsięwzięciem każdego rozsądzenia zapomocą miny komorowej.

§ 16. Podkopywanie ścian skalnych celem ich odklinowania jest zakazane.

§ 17. Podczas robót żłobienia w kruchych masach skalistych należy postarać się o rozparcie wyżłobionych styków.

§ 18. Podczas wyłomu ścian zamykających należy stopnie wykonać z tak szerokiemi conajmniej ławami, aby usunięcie wzruszonych części materiału było łatwo możliwe. Ściany zamykające muszą otrzymać stosowne nachylenie.

Pionowe wykonanie ściany zamykającej jest jedynie wtedy dopuszczalne, jeżeli materiał jest tak jednolity, zbity i w ten sposób uwarstwiony, że w żadnym razie nie można obawiać się zwalenia i jeżeli dalej żadne względy publiczne przeciw temu rodzajowi wyłomu nie przemawiają.

§ 19. Niebezpieczne miejsca w kamieniołomach i kopaliskach należy zamknąć i oznaczyć tablicami w stosownych miejscach.

§ 20. W kamieniołomach i kopaliskach przypierających w ten sposób do stoku góry, że wody tające i opadowe ściekają ku łomowi lub kopalisku i mogą tem spowodować oberwanie się materiału, należy postarać się o stosowne środki zapobiegawcze.

§ 21. Kamieniołomy i kopaliska należy ogrodzić w sposób bezpieczny celem zabezpieczenia ludzi i zwierząt od spadnięcia. Sposób ogrodzenia musi stosować się do położenia i otoczenia miejsca wydobywania.

### Rozsadzanie.

§ 22. Co do posiadania, przechowywania, składania, opakowania i użytkowania środków rozsadzających, jakoteż silnych zapalników wybuchowych i preparatów wybuchowych należy zastosować się do postanowień rozporządzenia ministerjalnego z 2. lipca 1877, Dz. u. p. Nr. 68, w zmienionej osnowie rozporządzeniem min. z 22. września 1883, Dz. u. p. Nr. 156, dalej do przepisów rozporządzeń min. z 4. sierpnia 1885, Dz. u. p. Nr. 135, z 19. maja 1899, Dz. u. p. Nr. 95, i z 19. maja 1899, Dz. u. p. Nr. 96.

§ 23. Do rozsadzania wolno używać środków wybuchowych tylko w postaci patronów; wyjątek stanowią tu jedynie strzały komorowe.

§ 24. Miny wiercone należy tak zakładać, by ładunek przypadł w masę kamienną zwartą. Strzały rozpadlinowe są dopuszczalne tylko w bardzo zbitym kamieniu celem wyłomu dużych brył skały.

§ 25. Odstępy czyli zapory ładunku nie powinny wynosić mniej, niż połowę głębokości wywiertu. Wzajemna odległość dwu min w ścianie musi równać się przynajmniej długości jednej zapory, jeżeli zapalenie ma nastąpić z każdą miną osobno, a jeżeli równocześnie, to najmniej półtora długości zapory.

§ 26. Wysokość względnie długość ładunku nie powinna przekraczać jednej trzeciej części głębokości wywiertu. Wielkość ładunku należy tak wyznaczyć, by kamień wskutek wybuchu został tylko rozsadzony. Zawsze trzeba starać się o to, aby rozrzućcie rozsadzonych kawałków zostało według możliwości ograniczone.

§ 27. Przygotowane do strzału miny wiercone należy przykryć jedną, ewentualnie w miarę wielkości ładunku kilkoma warstwami ułożonych nad sobą, krzyżujących się faszyn, worów z piaskiem, gałęzi itp., celem przeszkodzenia rozrzućciu odłamków rozsadzonych; tego przykrycia nie wolno nigdy obciążać kamieniami.

§ 28. Żagiew dla każdego strzału musi otrzymać taką długość, która powinna zapewnić dostateczne trwanie palenia się, umożliwiające ukrycie się osobom, zajętemu zapaleniem.

§ 29. Gdy mina wiercona jest gotowa do strzału, to osobistość nadzorcza do tego ustanowiona powinna dać umówiony znak, na który robotnicy mają udać się do zabezpieczonych schronisk poprzednio wyznaczonych. Dopiero potem wolno miny zapalać.

Podczas strzałów komorowych wolno wywierć dopiero po upływie 15 minut powoli naładować.

Jeżeli poszczególne wystrzały zawiodły, to schronisk nie wolno opuszczać przed upływem kwadransu. Strzały, które zawiodły, należy jako takie oznaczyć.

§ 30. W razie zastosowania elektrycznego zapalania powinien miniarz, zajmujący się ładowaniem strzałów, oraz ułożeniem i połączeniem przewodów drutowych, nosić z sobą korbę maszyny do zapalania i dopiero bezpośrednio przed spowodowaniem wystrzałów założyć na wał korbowy. Natychmiast po zapaleniu należy druty przewodowe wyłączyć w sposób zupełnie bezpieczny.

§ 31. Jeżeli kamieniołomy leżą w pobliżu publicznych komunikacyj, to stosownie do miejscowych warunków powinna władza przemysłowa w porozumieniu z odpowiednimi zarządami — o ile się znajdują — postarać się o odpowiednie zamknięcie odpowiednich komunikacyj podczas rozsadań.

W tym celu należy dokładnie oznaczyć punkta końcowe przestrzeni przeznaczonych do zamknięcia.

§ 32. Co się tyczy dróg przeznaczonych do zamknięcia, to przed rozpoczęciem rozsadzania powinni dwaj robotnicy z czerwonymi chorągwkami wyjść ze środka przeznaczonej do zamknięcia przestrzeni ku obu jej punktom końcowym, spowodować pasantów do rychłego opuszczenia tej drogi i po zupełnem jej opróżnieniu dać umówiony znak kierownikowi rozsadań. Ci strażnicy powinni tak długo pozostać na końcach przestrzeni zamkniętej, dopóki nie otrzymają sygnału o ukończeniu rozsadzania.

Także i w kamieniołomach nie leżących przy komunikacjach publicznych należy oznajmiać poprzednio rozsadzanie zapomocą odpowiednich sygnałów słuchowych. By ludzie znajdujący się w otoczeniu kamieniołomu mogli oddalić się dość wcześnie. Znaczenie tych sygnałów słuchowych należy wyjaśnić tablicami ostrzegającymi, wpadającymi w oczy na drogach tworzących dostęp.

§ 33. Czasy rozsadzania powinna władza przemysłowa ustanowić stosownie do wielkości ruchu w kamieniołomie i stosunków uczęszczania w jego otoczeniu. Pod tym względem należy starać się, by publiczne komunikacje nie doznawały przerw dłuższych, niż kwadrans.

§ 34. Do przeprowadzania rozsadań, to jest do ładowania, przybijania i zapalania min wolno używać tylko szczególnie doświadczonych i niezawodnych robotników.

Co do robotników używanych do minowania należy każdym razem prowadzić osobny spis ewidencyjny, który ma znajdować się w dostępnem miejscu zakładu.

### **Szczegółowe przepisy co do ochrony zdrowia i życia robotników.**

§ 35. Miejsca robocze na dnie wyłomu względnie wykopu i na terasach należy tak zakładać i urządzić, aby zajęci tam robotnicy mieli ochronę od staczającego się materiału.

§ 36. Drogi przewozowe lub tory należy zakładać we właściwej odległości od brzegów skarp. Dróg w łomie, wiodących do miejsc roboczych, nie wolno zakładać na niebezpiecznym terenie usuwiskowym. Strome ich brzegi i mosty należy zabezpieczyć poręczami lub linami. Należy unikać zbyt silnych spadków i nagłych zmian spadków, jakoteż ostrych zakrętów.

Na torach prowadzących blisko miejsc roboczych lub urwisk, albo na torach, które znajdują się w położeniu nietrwałem i niepewnem, wolno w ogóle wozy tak tylko poruszać, by natychmiastowe ich wstrzymanie było możliwe każdej chwili.

§ 37. Poruszanie wózków własnym ich ciężarem wolno jedynie wtedy przeprowadzać, jeżeli posiadają łatwo władalne i niezawodnie działające przyrządy hamulcowe; wózki, u których władalność przyrządem hamulcowym jest możliwą z samego wozu, należy zaopatrzyć platformą do stania.

Wózki odstawione należy zabezpieczyć od potoczenia się zapomocą ściągnięcia hamulców lub podłożenia drzew hamulcowych.

Łączenia wózków nie wolno nigdy dokonywać podczas jazdy.

§ 38. Wózki wywrotne należy zaopatrzyć niezawodnymi i dającymi się bezpiecznie obsługiwać przyrządami zastawkowymi.

§ 39. Obrotnice i przesuwnice muszą dawać się ustalić w swem właściwym położeniu zapomocą stosownych przyrządów.

§ 40. Przenośne pomosty zsuwowe należy dostatecznie silnie zespolić i jak inne równie pochyle do transportu uzyskanego materiału przeznaczone, tak założyć, aby materiał nie mógł staczać się, ani wypaść, ani wyskoczyć.

§ 41. Używanie pomostów wiszących w kamieniołomach jest tylko wyjątkowo dopuszczalne, a mianowicie, jeżeli skała jest pewna i silna, a konstrukcja i przymocowanie bezpieczne.

Największą dopuszczalną na pomoście wiszącym ilość robotników i najmniejszą dopuszczalną grubość lin zawieszenia należy uwidocznnić na pomostach wiszących trwale i wyraźnie czytelnie.

Każdą windę należy zaopatrzyć zapadką i hamulcem a każdy popęd zębaty nakryć osłoną ochronną.

Każdy pomost wiszący należy zabezpieczyć od kołysania się zapomocą stosownych przyrządów.

§ 42. Żórawie i windy należy zaopatrzyć zapadką i hamulcem pasowym, lub innymi niezawodnie działającymi przyrządami hamowniczymi. Jeżeli ładunek zjeżdża własnym ciężarem z możliwością dwojakiego biegu, to należy umieścić zapadkę, zapobiegającą samoczynnemu powstaniu szybkiego biegu.

Żórawie jezdne, na których znajdują się kierownicy żórawia, powinny otrzymać dostatecznie bezpieczne i oporęczone pomosty lub galerje, chroniące od spadnięcia ludzi i materiału. Wszelkie dostępne pędnie kół zębatych należy ochronnie osłonić.

Na każdym żórawiu należy wyraźnie oznaczyć jego udźwig w kilogramach.

Wszystkie na nateżenie narażone części składowe tych przyrządów do podnoszenia należy przynajmniej raz do roku poddać próbie co do ich wytrzymałości, podczas której to próby dla żórawi o użytkowym ciężarze do włącznie 25 ton należy zastosować, obciążenie próbne o 25% większe, a dla żórawi o większym udźwigu, próbne obciążenie o 10% większe od ciężaru użytkowego. Co do przeprowadzonych prób należy prowadzić zapiski.

§ 43. Wyciągi pochyle należy urządzić zapomocą stosownych przyrządów, wózków do nasadzania, zamknięć, podwójnych lin, chwytnei itp. w ten sposób, aby znajdujące się u podnóża osoby nie były narażone na niebezpieczeństwo wskutek staczających się wózków. Przyrząd hamulcowy czyli hamowadło powinno być tego rodzaju, aby hamulec w czasie spoczynku był zamknięty, a otwierał się tylko podczas jazdy.

§ 44. Drabiny drewniane powinny być ze zdrowego, wytrzymałego materiału; szczeble należy zapuścić w półdrabki w sposób nieporuszalny; przybite gwoździemi deski lub listwy są jako szczeble niedopuszczalne.

Drabiny do użytku przeznaczone należy tak ustawiać, aby szczeble odstawały od ścian dostatecznie daleko.

§ 45. Jeżeli robotnicy pracują na brzegu stromego urwiska albo na stromych pochyłościach, należy ich przywiązać liną lub przynajmniej umieścić linę bezpieczeństwa w obrębie ich ręką dosięgalnym. Liny do uwiązania służące należy zakotwić w sposób niezawodny.

§ 46. Robotnicy, których zajęcie jest tego rodzaju, że zachodzi możliwość uszkodzenia wzroku drobnymi okruchami czyli odpryskami, powinni otrzymać okulary ochronne lub daszki ochronne. Dla ochrony reszty robotników należy w razie potrzeby ustawić ściany ochronne lub siatki ochronne.

§ 47. W każdym zakładzie, w którym pracuje pięciu lub więcej robotników, należy urządzić izbę odpoczynkową, zaopatrzoną przynajmniej jednym posłaniem i jedną umywalnią. Jeżeli ruch zakładu ma trwać także i w miesiącach zimowych, to należy tę izbę urządzić do ogrzewania.

§ 48. W każdym zakładzie musi znajdować się materiał potrzebny do pierwszej pomocy ratunkowej (materiał do bandażowania, środki do tamowania krwi, do trzeźwienia, desinfekcji itd. oraz środki do przenoszenia); organy nadzorcze i część robotników powinna być obznajomiona z zastosowaniem tego materiału.

§ 49. W każdym zakładzie należy się postarać o istnienie wody do picia i do mycia.

§ 50. W każdym zakładzie należy urządzić odpowiednie wychodki z uwzględnieniem liczby osób w nim zatrudnionych.

§ 51. Podczas silnej mgły należy zaprzestać robót odkrywki lub wydobywania.

§ 52. Osób, o których wiadomo, że cierpią na padaczkę, kurcze, czasowe napady omdlenia, zawrót głowy, ciężki słuch, lub inne cielesne niedomagania albo ułomności w takim stopniu, iż podczas robót w miejscach wydobywania byłyby wskutek tego narażone na nadzwyczajne niebezpieczeństwo, nie wolno używać do tego rodzaju robót. Płanych nienależy w ogóle dopuszczać do roboty. Kobiet w późnym stadium brzemienności nie wolno zatrudniać.

§ 53. Podczas wydarzających się wypadków w zakładzie należy postarać się o natychmiastową pomoc lekarską.

§ 54. Przed każdorazowym rozpoczęciem roboty, jakoteż nadto po odtajaniu i opadach deszczowych, podczas nastania mrozu, oraz po większych rozszadaniach, wreszcie przed ponownym rozpoczęciem ruchu po dłuższej przerwie, powinien właściciel zakładu albo jedna z osób, ustanowionych do tego z jego ramienia, codziennie a w miarę potrzeby i kilkakrotnie obejść miejsca pracy; gdy grozi niebezpieczeństwo zwalenia się, należy zarządzić natychmiast potrzebne środki zapobiegawcze i ewentualnie wstrzymać ruch na zagrożonych miejscach.

### Postanowienia końcowe.

§ 55. Na wielu stosownych i łatwo dostępnych miejscach w zakładzie należy przybić w sposób trwały krótki wyciąg, zawierający najważniejsze postanowienia niniejszego rozporządzenia. Każdego robotnika podczas przyjęcia do pracy należy zrobić szczególnie uważnym na to przybite ogłoszenie.

§ 56. Postanowienia niniejszego rozporządzenia stosują się tak do istniejących już jakoteż i do zamierzonych (nowych lub zmienionych) zakładów nawierzchnich odkopowych w § 1 niniejszego rozporządzenia oznaczonych z tem zastrzeżeniem, że te postanowienia niniejszego rozporządzenia, które wymagałyby zmiany zakładu już prawomocnie konsensowanego należy o tyle tylko stosować, o ile temu nie stanęłyby na przeszkodzie jakie prawa konsensem nabyte.

### 3. Przepisy ogólne dla ochrony zdrowia i życia robotników.<sup>1</sup>

#### I. Pracownie.

##### a) Rozmiary przestrzeni.

1. Wszystkie pracownie powinny być takie, by na każdą z osób w nich zatrudnionych przypadało najmniej 10 metrów sześciennych przestrzeni powietrza, a najmniej 2 metry kwadratowe powierzchni podłogi. W ruchach fabrycznych o szkodliwym pyłe, gazach lub parach należy te najmniejsze wymiary według potrzeby odpowiednio powiększyć.

2. Wysokość pracowni powinna wynosić najmniej 3 metry, w lokalach suterenowych przeciętna wysokość najmniej 2·8 metra, a na poddaszach przynajmniej dla połowy płaszczyzny podłogi 2·9 metra, o ile ustawa budownicza innych postanowień nie zawiera.

W istniejących budynkach mogą być także mniejsze wysokości, niż wyżej podane, nigdy jednak niż 2·6 metra, jeżeli rodzaj ruchu, wskutek wywiązywania się pyłu, ciepła, par itp., nie wymaga większej wysokości i jeżeli na jedną osobę przypadająca przestrzeń powietrza (punkt 1.) wynosi conajmniej 15 metrów sześciennych.

##### b) Jakość budowy.

3. W pracowniach, w których podłoga jest z kamienia, betonu albo z glinianej polepy, należy stałe miejsca robocze — o ile zachodzi potrzeba — opatrzyć podkładką z drzewa lub innego materiału źle przewodzącego ciepło, jeżeli to z powodu niebezpieczeństwa ognia nie jest wykluczone.

4. W pracowniach, w których manipuluje się wielkimi ilościami płynów, należy urządzić podłogę nieprzemakalną z taką kanalizacją, względnie z takim nachyleniem, ażeby ciecz łatwo splywać mogła. Stałe miejsca robocze należy według możliwości wyłożyć rusztami z lat.

5. Naokoto ognisk i otwartych palenisk, jakoteż naokoto otworów do palenia w piecach, należy podłogę przynajmniej na szerokość 60 centymetrów urządzić ogniotrwale.

6. Używanie lokali suterenowych i poddaszy na pracownie jest tylko wtedy dopuszczalne, gdy dotyczące przestrzenie odpowiadają odnośnym postanowieniom ustawy budowniczej.

Jeżeli ustawa budownicza nie zawiera żadnych postanowień o lokalach suterenowych, natenczas lokali takich można używać jako pracowni tylko wtedy, jeżeli nie znajdują się w gruncie wodnistym, nie są narażone na niebezpieczeństwo powodzi, a także zabezpieczone są od wilgoci gruntowej, dalej jeżeli są sklepienie i przynajmniej z tej strony całkiem wolne, skąd światło pada, względnie jeżeli przylegają do rowu świetlnego conajmniej 1 m szerokiego, lub też jeżeli klucz sklepienia znajduje się najmniej 60 centymetrów ponad najwyższym położeniem miejscem przyległego terenu (poziomu ulicy), a podłoga leży nie głębiej, niż 2·5 m pod tem miejscem. Takie przestrzenie powinny być nadto należycie wentylowane i suche.

Przestrzeni strychowych wolno używać jako pracowni — o ile ustawa budownicza żadnych postanowień o tem nie zawiera — tylko wtedy, jeżeli znajdują się bezpośrednio nad ostatniem piętrem i w ogólności pod względem wykonania odpowiadają przepisom ustawy budowniczej co do przestrzeni mieszkalnych na piętrach

<sup>1</sup> Rozporządzenie b. austr. Ministerswa handlu z 23. listopada 1905. Dz. u. państw Nr. 176. Patrz zresztą rozdz. IV., poddział 2., str. 424.



Podłoga musi być ogniotrwale izolowaną od znajdującej się pod nią konstrukcji pował ostatniego piętra. Dach powinien być tak sporządzony, by nie przepuszczał ciepła.

#### e) Komunikacje.

7. Drzwi prowadzące z pracowni na wolne powietrze należy urządzić do otwierania na zewnątrz; drzwi prowadzące na korytarze lub do klatek schodowych powinny być również otwieralne na zewnątrz lub w razie potrzeby wsuwalne, we wielkich zaś przestrzeniach należy drzwi w ten sposób urządzić, by zatrudnione w tych przestrzeniach osoby w chwili niebezpieczeństwa opuścić je mogły szybko i bezpiecznie. Drzwi prowadzące do klatek schodowych muszą być w ten sposób urządzone, by otworzone, nie zastawiały zejścia ze schodów. W pracowniach, w których się używa lub mogą się znajdować materje wybuchowe, łatwo zapalne gazy, pary lub ciecze, drzwi i odrzwia powinny być ogniotrwale.

8. W ruchach fabrycznych, w których w razie niebezpieczeństwa opróżnienie przestrzeni i zabudowań przewidzianymi zwyczajnymi wyjściami nie może się obyć bez niebezpiecznego tłoku, zwłaszcza gdzie są łatwo zapalne materje lub gazy, należy urządzić wyjścia ratunkowe. W tym razie co do ogólnej liczby wyjść i ich rozmiarów ma obowiązywać zasada, by jedno wyjście przypadało dla nie więcej niż 50 osób i miało szerokości w świetle co najmniej 1·20 metra, a dla większej ilości osób znajdowało się stosunkowo więcej takich wyjść.

Wyjścia ratunkowe należy jako takie oznaczyć; jeżeli podczas zwyczajnego ruchu pozostają one zamknięte, musi klucz znajdować się obok drzwi w miejscu dla wszystkich dostępnem, względnie wisieć pod szklanem lub plombowem zamknięciem i być oznaczony napisem „klucz do ratunkowego wyjścia“.

9. Jeżeli ustawa budownicza nie zawiera żadnych postanowień co do zakładania schodów, to należy w każdym piętrowym budynku przemysłowym zbudować ogniotrwale prostoramienne schody w murowanej klatce z ogniotrwałą powalą, któremi ze wszystkich lokali budynku możnaby dostać się bezpośrednio na wolne powietrze.

W rozległych zakładach przemysłowych należy więcej takich schodów zbudować i to w ten sposób, ażeby żaden punkt zabudowań nie był od schodów więcej oddalony jak 40 metrów.

Jeżeli schody takie służyć mają dla nie więcej niż 50 osób, natenczas muszą mieć szerokość przynajmniej 1·25 metra; dla każdego 50 osób więcej należy dodać po 50 centymetrów szerokości, albo stosunkowo więcej schodów urządzić.

10. Tam, gdzie osobliwsze stosunki miejscowe wymagają urządzenia ratunkowych schodów, można zapobiedz tej potrzebie umieszczając na zewnętrznej stronie budynku żelazne, prostoramienne schody lub też w razie małej ilości robotników, żelazne drabiny ratunkowe, które zapomocą wyraźnie oznaczonych i wygodnie dostępnych wyjść muszą być połączone z pracowniami.

11. Główne przejścia we wszystkich pracowniach powinny mieć najmniej 1 metr używalnej szerokości, nie zajętej słupami, przewodami pasów, przestawkami, wałami itp., zaś potrzebne przejścia pomiędzy maszynami powinny być 60 centymetrów szerokie. Tam gdzie niebezpieczeństwo maszyn roboczych, rozmiary obrabianych przedmiotów lub ilość odpadków tego wymaga, należy szerokość przejść odpowiednio powiększyć.

Dojście do pracowni na strychu nie powinno wieść przez otwarte przestrzenie strychowe, lecz musi być zamknięte ogniotrwałymi ścianami i łączyć się bezpośrednio z głównymi ogniotrwałymi schodami.

## d) Oświetlenie.

12. Okien i górnych świetlni powinno we wszystkich pracowniach być tyle, ażeby stosownie do wykonywanych w nich robót były dostatecznie jasne. W zamkniętych pracowniach należy zapobiegać, by światło słoneczne razito robotników bezpośrednio działaniem.

13. Wszystkie pracownie, przejścia, klatki schodowe i podwórza fabryczne należy w razie potrzeby także we dnie dostatecznie oświetlać. W razie używania płynnego świetliwa, nie wolno używać lamp o szklanych naczyniach słuczeniu ulegających. Wszelkie przyrządy do oświetlania muszą być bezpiecznie zawieszane. Lamy do łatwo lotnych świetliw, z palnikami umieszczonymi poniżej zbiornika świetliwo zawierającego, należy nadto w ten sposób zawiesić, względnie nosić, ażeby było niemożliwe silniejsze rozgrzanie tego zbiornika. Przestrzeni służących do przechowywania takich lamp nie wolno używać na dłuższy pobyt robotników. Co do elektrycznych urządzeń do oświetlania należy stosować się do „Przepisów ochronnych dla urządzeń o silnym prądzie“, uchwalonych w roku 1899 na elektrotechnicznym kongresie we Wiedniu, a przez elektrotechniczne Stowarzyszenie we Wiedniu wydanych i przejrzanych.

14. W razie oświetlenia centralnego, należy postarać się o odpowiednie ratunkowe oświetlenie, niezależne od centralnego oświetlenia i utrzymywane trwale przynajmniej przy każdym drzwiach wyjścia, jakoteż na przejściach i schodach.

15. Pracownie, w których używa się lub w których znajdują się materiały wybuchowe, łatwo zapalne gazy, pary lub ciecze, wolno oświetlać tylko od zewnątrz; źródła światła muszą być odosobnione od pracowni szczelnem zamknięciem szklanem. Jeżeli miejscowe stosunki nie pozwalają na tego rodzaju oświetlenie, natenczas dopuszczalne jest oświetlenie zapomocą elektrycznego światła żarowego, pod tym jednak warunkiem, że przewody światła będą należycie izolowane, bezpieczniki umieszczone na zewnątrz, a lampy żarowe i ich obsady będą zaopatrzone ze wszelkich stron zamkniętymi osłonami ochronnymi z grubego szkła.

16. Przy otworach w podłodze, otworach do napełniania, przerwach, rusztowaniach, platformach, u zejść na schody, u okien, u szybów wyciągowych i otworów do ładowania, u galerij, u równi pochyłych, u dołów, kanałów itp., gdzie dla odwrócenia niebezpieczeństwa spadnięcia ludzi i materiału zastosowano nie dość pewnych środków zapobiegawczych, należy z nastającym zmrokiem postarać się o ostrzegające oświetlenie.

17. W ruchach fabrycznych, w których zachodzi niebezpieczeństwo ognia, wolno używać jako przenośnego światła tylko lamp bezpieczeństwa, względnie elektrycznego światła żarowego.

## e) Ogrzewanie.

18. Wszystkie przestrzenie robocze, w których robotnicy stale przebywają, jeżeli w nich już ruch zakładu nie wywołuje dostatecznego ogrzania, albo jeżeli rodzaj ruchu nie wymaga utrzymywania niższej ciepłoty należy zaopatrzyć takimi urządzeniami do ogrzewania, które wykluczają niebezpieczeństwo ognia i chronią robotników od dokuczliwego i zdrowiu szkodliwego działania promieniejącego ciepła. Piece żelazne należy otoczyć płaszczami blaszanymi lub zasłonami.

19. Pracownie, w których używa się lub znajdują się materje wybuchowe, łatwo zapalne gazy, pary lub płyny wolno ogrzewać tylko w sposób wykluczający zupełnie niebezpieczeństwo wzniesienia ognia.

## c) Wentylacja.

20. W każdej pracowni powinien być odpowiedni dopływ świeżego i odpływ zepsutego powietrza, bez szkodliwego przeciągu.

21. Ruchy fabryczne, w których wywiązuje się szkodliwy pył, szkodliwe gazy lub wyziewy należy zaopatrzyć urządzeniami zapobiegającymi szkodliwemu działaniu tych wydzielin; w razie potrzeby należy je pochłaniać i to ile możliwości w miejscu powstawania.

22. W pracowniach, w których wskutek ruchu wytwarza się wielka ilość pary wodnej, należy w odpowiedni sposób (przrządy ogrzewawcze, wentylację silnie funkcjonującą, sztuczny dopływ podgrzanego powietrza, unikanie bezpośredniego dostępu zimnego powietrza z zewnątrz, zakładanie podwójnych okien i podwójnych dachów itp.) ile możliwości skutecznie zapobiegać tworzeniu się mgły takiej, która mogłaby zagrażać bezpieczeństwu robotników, zwłaszcza wtedy, gdy w takich przestrzeniach są maszyny robocze pędzone motorami.

23. Otwarte ogniska należy opatrzyć kapami (chwytnaczami par) w ten sposób, ażeby dymy były uprowadzane z pracowni.

Gazy odchodzące z motorów, utrzymywanych w ruchu eksplozjami lub spalaniem się produktu (motory gazowe, benzynowe, naftowe, spirytusowe itp.), należy odprowadzać ponad dach na zewnątrz albo do komina.

## g) Utrzymywanie w dobrym stanie i ogrodzenie.

24. Budynki każdego zakładu przemysłowego należy utrzymywać zawsze w stanie bezpiecznym dla ruchu i czystym. Szczególniejszą uwagę zwracać należy na silnie obciążone konstrukcje stropów.

25. Dojścia do drzwi i schodów należy utrzymywać w dobrym stanie i wolnym od przeszkód komunikacyjnych; to samo tyczy się wszystkich innych dróg komunikacyjnych, o ile ruch zakładu nie wymaga koniecznie przejściowego złożenia materiału itp.

26. Każde schody należy opatrzyć przynajmniej jedną żerdzią poręczkową czyli poręczką, zaś od wolnych stron bezpiecznie osadzonemi poręczami; górne końce poręczek lub poręczy należy albo w ścianę zapuścić, albo też gdy są wolno stojące na dół zagiąć.

27. Otwory w podłogach i luki do napełniania, rusztowania, platformy, zejścia ze schodów, okna, szyby wyciągów, galerje, pochyle płaszczyzny, doły, kanały itp., należy ogrodzić celem ochrony przed spadnięciem ludzi i materiału.

## II. Ustawianie kotłów parowych.

## a) Kotłownia.

28. Kotłownia powinna być tak wysoka, ażeby nad platformą kotła znajdowała się wolna przestrzeń, w przecięciu najmniej 1·8 metra wysoka, której w żadnym wypadku nie można używać do pracy, spania, na skład lub suszenie.

29. Każda kotłownia powinna mieć co najmniej jedno, na wolne powietrze prowadzące wyjście, o drzwiach otwierających się na zewnątrz; dla większych kotłowni urządza się według potrzeby więcej wyjść; kotłownia nie może jednak służyć za zwyczajny przechód lub przejazd, nie wolno też jej używać do innych, z ruchem kotłowym w bezpośrednim związku nie pozostających celów.

30. Kotły parowe należy w ten sposób omurować, ażeby w miarę ilości kotłów do tylnej strony omurowania kotłowego prowadziło jedno lub więcej dojść najmniej 70 centymetrów szerokich.

31. W kotłowniach stanowisko dla palacza powinno mieć najmniej 2·5 metra długości.

32. Jeżeli w kotłowniach pod stanowiskiem dla palacza znajdują się kanały zbiorcze do odwożenia popiołu, to należy je w ten sposób urządzić, ażeby miały dwa dojęcia i były odpowiednio obszerne, dobrze wentylowane i dostatecznie oświetlone.

#### b) Kotły parowe.

33. Co się tyczy konstrukcji, ustawienia, wypróbowania, rewizji, dozoru i naprawy kotłów parowych, to należy stosować się do właściwych ustaw i rozporządzeń.

34. Jeżeli kotły parowe są ustawione na wolnym powietrzu, to stanowisko dla palacza musi być nakryte przynajmniej daszkiem.

35. Dla umożliwienia dostępu na platformy kotłowe i galerje należy urządzić nieruchome wylazy względnie schody, zaopatrzone poręczkami; wylazy te powinny się znajdować ile możności jak najbliżej stanowiska palacza. We większych kotłowniach należy się postarać o dostateczną ilość silnych wylazów tak na przodniej jak i tylnej stronie omurowania kotłów.

U stojących kotłów armatura bezpieczeństwa ma być przynajmniej zapomocą drabin dostępną.

36. Galerje kotłów należy ogrodzić bezpiecznie osadzonemi poręczkami.

37. Kotły ustawione w pracowniach lub na wolnym powietrzu powinny otrzymać wentyle do spustu wody i kurki odpowiednio zabezpieczone, ażeby niepowołani nie mogli nimi manipulować.

38. Stanowiska dla palaczy, wylazy do kotłów, manometry i wodoskazy należy dostatecznie oświetlić.

39. Szklane rurki wodoskasów należy zaopatrzyć odpornemi osłonami ochronnemi, które jednak nie powinny utrudniać dokładnego odczytywania stanu wody.

40. Każdy kocioł parowy, do którego się wchodzi, musi być zamykalny za pomocą bezpiecznie działających przyrządów, ażeby go można we wszystkich połączeniach rurowych i urządzeniach do opalania odosobnić od innych w ruchu pozostających kotłów.

#### c) Przewody pary.

41. Przewody pary przeprowadzone przez pracownię — z wyjątkiem przewodów do opalania, jakoteż odwodów pary, trudno dostępnych już ze względu na swe położenie — należy otoczyć izolującą osłoną.

42. Celem uniknięcia uderzeń wody należy w odpowiednich miejscach przewodów pary umieścić odwodniające przyrządy.

43. Ze względów bezpieczeństwa zaleca się założenie w główny przewód pary — tuż za każdym kotłem — wentyla wstecznego przeciw cofnięciu się pary, względnie wentyla ochronnego na wypadek pęknięcia rury.

### III. Ustawianie silnic.

#### a) Hala maszyn.

44. Za pomocą przyrządów sygnałowych należy halę maszyn połączyć w ten sposób z przestrzeniami roboczymi, zależnemi od silnicy, ażeby tymi przyrządami mógł nietylko maszynista oznajmiać w przestrzeniach roboczych o puszczeniu maszyny w ruch, ale także, by można z pracowni spowodować zatrzymanie maszyny.

45. W komorach turbinowych należy zapewnić bezpieczny dostęp do dolnej przestrzeni turbiny.

## b) Silniki.

46. Poruszające się części silników (koło zamachowe, korba, łąka, wodzik, przechodzący koniec trzonu tłokowego, chwytły kół zębatach i stożkowych, dźwignie pompowe itp.) należy — o ile to ze względu na ruch jest dopuszczalne i o ile się one znajdują w obrębie ruchu dozorecy — w ten sposób ogrodzić, by tenże w czasie spełniania swej czynności był chroniony.

Silniki ustawione w pracowniach, a z pomocniczymi maszynami bezpośrednio nie połączone, należy jeszcze w całym ich obwodzie poręczami zabezpieczyć, jeżeli już swem położeniem nie są zabezpieczone.

47. U regulatorów, pędzonych za pomocą pasów, należy postarać się, by ześlizgnięcie pasa było wykluczone.

48. Poruszających się smarnic należy ile możności unikać u silników.

49. Koła wodne należy w całym ich obwodzie w ten sposób ogrodzić, aby wypadnięcie ludzi i materiału do dołu koła było wykluczone.

50. U kieratów należy koła i przestawki, a u leżących kieratów także i wał przenośni całkowicie zakryć: celem smarowania, wglądu itp. wolno zdjąć pokrywę dopiero po odczepieniu zaprzęgu.

Przeniesienie siły z kieratu na maszynę roboczą należy tak urządzić, ażeby wskutek nagłego zatrzymania się zaprzęgu kierat nie mógł być dalej pędzony przez znajdującą się jeszcze w ruchu maszynę roboczą.

51. Silniki tak zbudowane, że same rozpędzić się nie mogą, należy zaopatrzyć przyrządami do nakręcania koła rozpędowego, jeżeli zewnętrzna średnica koła rozpędowego wynosi więcej niż 1·6 metra lub też, jeżeli koło rozpędowe o mniejszej średnicy jest trudno dostępne. U maszyn parowych, spoczywających na kotle parowym (lokomobile itp.), urządzenie to nie jest koniecznie potrzebne.

52. U silników wodnych odstawianie i odprzęganie powinno się dać skuteczniej z budynku ruchu, względnie z budynku turbiny. Przyrządy do odstawiania (stawidla, zapadki itp.) muszą się tak szczelnie zamykać i w tak należytym stanie być utrzymane, ażeby przypadkowe uruchomienie silnika wodnego było wykluczone. Podczas naprawy, usuwania lodu itp., należy koła wodne zastawić i zahamować zapomocą silnych przyrządów rozpierających, względnie przytrzymujących.

53. U turbin dla wielkiego spadku musi na dolnym końcu każdej przelazowej rury dopływowej znajdować się właz.

54. U silników, utrzymywanych w ruchu eksplozjami lub spalaniem się produktu, należy niebezpieczeństwu zapalenia się doprowadzanego produktu zapobiegać stosownymi przyrządami (wentyle wsteczne).

55. Co się tyczy maszyn i urządzeń, służących do wytwarzania, motorycznego użytkowania, przekształcenia, gromadzenia i przewodzenia prądu elektrycznego, należy stosować się do „Przepisów ochronnych dla zakładów o silnym prądzie”.

## IV. Pędnia mechaniczna (transmisje).

56. Każdy główny tok transmisyjny należy urządzić do wyprzęgania niezależnie od maszyny ruch utrzymującej.

57. W obrębie ruchu wszystkie niżej wysokości 2·0 metrów nad podłogą zawieszony wały, koła pasowe, koła zębata i inne poruszane części transmisyjne należy okryć, pionowe wały do 1·8 metra wysokości od podłogi opierzyć a podziemnie prowadzone toki transmisyjne w sposób bezpieczny przykryć.

Wystających głów klinów, śrub itp. ruchomych części transmisyjnych należy unikać albo okryć je gładkimi osłonami; chwytły kół zębatach i stożkowych należy również zakryć.

58. W ustawicznych ruchach fabrycznych, w których regularna obsługa transmisji jest także w czasie biegu potrzebna, należy wzdłuż tych toków transmisyjnych i przestawek, które się znajdują w wysokości przeszło 4-5 metra, urządzić pomosty, zabezpieczone krawężnikami i bezpiecznemi poręczami.

59. Łożyska transmisyjne należy ile możności zaopatrzyć automatycznemi smarownicami.

60. Do obsługi transmisji należy dostarczyć takich drabin z hakami, które ile możności wykluczają zsuniecie lub ześlizgnięcie się drabiny.

61. Do nakładania takich pasów podczas ruchu, których szerokość przekracza 40 milimetrów, albo które są mniej szerokie, lecz pędzą z chyżością większą niż 10 metrów na sekundę, należy sprawić nakładacze pasów lub inne odpowiednie przyrządy. Wyjątek od tego stanowią pasy na kołach stopniowych i kołach pędnych maszyn narzędziowych i roboczych.

62. Dla zrzuconych pasów lub lin należy umieścić obok osadzonych na wałach transmisyjnych kół pasowych lub linowych stałe dźwigacze.

63. W obrębie ruchu znajdujące się pędy linowe i pasowe należy ogrodzić.

„Latające“ pasy stojących kieratów, jakoteż pasy, które pędzą z chyżością większą niż 10 metrów na sekundę, lub które mają szerokość większą niż 180 milimetrów, dalej pędy linowe i łańcuchowe należy zabezpieczyć od spodu, jeżeli biegają ponad miejscami pracy lub przejściami. To zabezpieczenie trzeba w ten sposób przeprowadzić, ażeby pas, lina, względnie łańcuch, w razie przerwania się, nie mogły spaść, lecz by zbiegły po zabezpieczającej kierownicy.

64. Pasy pędne nie mogą mieć ani odstających końców, ani też wystających śrub lub sprzążek.

#### V. Maszyny i urządzenia robocze.

65. Każdą maszynę roboczą, zapomocą silnicy poruszaną, należy zaopatrzyć luźnem kołem pasowem i pewnie działającemi, niezawodnie nastawialnemi widłami do wyprzegania, względnie innym jakim przyrządem do wyprzegania, dającym się bezpiecznie, szybko i pewnie użyć.

66. Mechanizmy popędowe i inne ruchome części maszyn roboczych, jakoteż urządzeń pomocniczych, należy osłonić lub uniedostępnić, o ile się znajdują w obrębie ruchu robotników, a mogłyby ich narazić na niebezpieczeństwo i o ile to da się pogodzić z użytkowaniem maszyn.

W szczególności należy:

a) zakryć chwytły kół zębatach i stożkowych, jakoteż zbiegi stożków tarczowych i tarcz, zaś wielkie, szybko pędzące koła zębata ile możności całkiem uniedostępnić;  
 b) ogrodzić tory, w których poruszają się odciażki, wahacze, zamachowe kule itp.;  
 c) gładko okapturzyć wystające głowy klinów, śrub i naśrubków u obracających się wałów i tarcz, jakoteż wystające końce wałów; zakryć koła zamachowe lub pasowe o większej ilości obrotów, albo ich sprzęgi pełnemi tarczami w razie potrzeby z obydwu stron zasłonić;

d) stronę zbiegu par wałców — jeżeli doprowadzanie materiału nie odbywa się automatycznie lub zapomocą ponośnika albo zapomocą innych odpowiednich przyrządów i jeżeli sposób ruchu na to pozwala —, zabezpieczyć odpowiednio, ażeby nie można dostać się rękami pomiędzy walce. Walce kołczaste i walce z nożami należy bezwarunkowo zabezpieczyć osłonami lub załózkami.

67. Każdy kamień szlifierski należy tak urządzić, ażeby był wyprężalny sam dla siebie, niezależnie od transmisji. Motorycznie pędzone tarcze szlifierskie i szmirglowe muszą mieć okrągłe nawiercenia i nie wolno ich na wale osadzać zapomożą klinów. Do szlifowania narzędzi należy umieścić stosowne podpórki. Jeżeli chyżość obwódowa takich tarcz przekracza 10 metrów na sekundę, należy je osłonić dostatecznie silnymi, nastawialnymi czepecami ochronnymi.

68. Piły okrągłe (cyrkularne), o ile sposób ich użycia dopuszcza umieszczenie chronidła, należy od tylnej strony piły opatrzyć przylegającym rozszczepiaczem, a część piły, znajdującą się pod płytą stołu, należy z obu stron tak okryć, by nie można dostać się do niej. Jeżeli nie ma żadnego niezawodnie działającego przyrządu doprowadzającego, natenczas górną część piły należy uzbroić nastawialnym czepecem ochronnym.

69. Rezerwoary, panwie, kołły i inne otwarte zbiorniki, głębsze niż 0·85 metra lub przeznaczone na żrące, trujące lub gorące ciecze — o ile ich brzeg nie znajduje się przynajmniej 0·85 metra nad podłogą lub stanowiskiem dla robotnika —, należy odpowiednio ogrodzić lub bezpiecznie zakryć.

70. Przewody dla wyciewów, gazów, kwasów, ługów lub gorących płynów, mające ujście do przyrządów, do których się włączy, należy zaopatrzyć niezawodnie funkcjonującymi, bezpiecznie zamykalnymi wentylami i ile możności tak urządzić, by je można zamknąć ślepecami kresami.

71. Drabiny drewniane należy wykonać z materiału zdrowego, na udźwieg wytrzymałego; szczeble trzeba tak osadzić w półdrabki, ażeby się nie mogły ruszać; gwoździami przybite deski lub listwy są jako szczeble niedopuszczalne. Podwójne drabiny należy tak urządzić, by obadwa ramiona można połączyć zapomożą haków i uszek; zawiasy powinny być przymocowane nitami lub śrubami z naśrubkiem.

#### VI. Wyciągi, podnośnice,<sup>1</sup> taranki, bitnie i kafary.

72. Drogę każdego wyciągu z wyjątkiem otworów do ładowania i wsiadania należy ze wszystkich dostępnych stron, od spodu aż przynajmniej do 1·8 metra wysokości, w ten sposób opierzyć lub ogrodzić, ażeby zbliżenie się nie mogło stać się niebezpiecznym.

W miejscach do ładowania i wsiadania, na wszystkich piętrach, należy umieścić urządzenia (drzwi, barjery), które szyb wyciągu ruchem jeźdźdla automatycznie zamykają, względnie umożliwiają ruch jeźdźdla tylko wtenczas, gdy drzwi lub barjery są zamknięte.

Otwory do ładowania wyciągów wielokrążkowych czyli otwartych należy odpowiednio zabezpieczyć celem zapobieżenia spadnięciu osób lub materiałów.

73. Każde jeźdźdło, używane także przez osoby, należy opatrzyć automatycznym chwytłem lub hamulcem i nakryć dachem ochronnym.

74. U bezpośrednio działających wyciągów hydraulicznych, używanych także przez osoby, należy pomiędzy przyrząd stawidłowy a walec pędny założyć przyrząd uniemożliwiający za szybkie spadanie sanek w razie pęknięcia rury.

Jeżeli jeden wspólny akumulator zasila kilka hydraulicznych wyciągów, natenczas w każdą poszczególną rurę ciśnienia należy włączyć wentyl wsteczny.

75. Każdy otwór do ładowania i wchodzenia powinien być dostatecznie jasny, względnie oświetlony.

<sup>1</sup> Hamulcowe wyciągi w młynach są z pod postanowień tego rozdziału wyjęte; osobne przepisy ochronne zostaną dla nich ogłoszone.

76. U każdego motorycznie poruszanego wyciągu należy urządzić samoczynnie działające urządzenie, ograniczające skok dla najwyższego i najniższego położenia.

77. Mechanizmy napędowe wyciągów, elewatorów kubkowych, wyciągów pochyłych, żorawów, ślimacznice przenoszących itp. — jeżeli już samo ich położenie nie zabezpiecza od wypadku —, należy ogrodzić. Odciążki należy umieścić w bezpiecznych kierownicach, a wszystkie zębate koła, znajdujące się w obrębie ruchu lub takie, których przypadkowo możnaby dotknąć, należy osłonić.

Wyciągi, elewatory kubkowe i wszystkie tego rodzaju przyrządy do podnoszenia należy tak urządzić, ażeby nie mogły spadać z nich materiały na osoby niżej zatrudnione.

Pionowe elewatory kubkowe należy na miejscach dostępnych, z wyjątkiem miejsc do obsługi, opierzyć; na najniższym poziomie powinien dla ochrony obsługujących robotników znajdować się odpowiednio silny dach ochronny.

78. Wyciągi pochyłe należy zapomocą odpowiednich przyrządów, wózków do nasadzania, zamknięć, podwójnych lin, chwyteli itp. w ten sposób urządzić, ażeby ślaczające się wózki nie mogły zagrażać osobom u podnóża zatrudnionym.

Hamowadło (przyrząd do hamowania) powinno być tego rodzaju, ażeby hamulec, gdy spoczywa, był zamknięty, a otwierał się tylko wówczas, gdy pozwala jazdę.

79. Żorawie i windy zaopatrzyć należy zapadką i hamulcem pasowym lub innymi niezawodnie działającymi hamowadłami. Tam, gdzie ładunek zjeżdża własnym ciężarem, a są możliwe dwojakie biegi, należy umieścić zapadkę, uniemożliwiającą samoczynne uruchomienie szybkiego biegu.

U taranków, bitni i kafarów muszą tak dla zabezpieczenia zajętych niemi robotników, jak i dla zabezpieczenia pobliskich miejsc roboczych i dróg znajdować się odpowiednie ściany ochronne.

80. Jezdne żorawie, na których przebywają kierujący żorawiem, należy zaopatrzyć dostatecznie bezpiecznymi i ogrodzonymi pomostami lub galerjami, ażeby ludzie ani materiał spaść z nich nie mogli. Wszystkie dostępne pędnie kół zębatach należy ochronnie osłonić.

81. Na każdym żorawiu należy wyraźnie uwidocznnić w kilogramach jego udźwign.

82. U wszelakich wyciągów, zanim się ich pierwszy raz użyje, należy z pomocą znawcy — którym może być także urzędnik ruchu, jeżeli jest technicznie wykształcony — wypróbować maszynowe urządzenia i chwytła pod obciążeniem dopuszczalnym największym ciężarem użytkowym. Dźwigary należy wypróbować obciążeniem dwa razy większym od dopuszczalnego, pozostawiając je najmniej przez 20 minut na wolno wiszącym wyciągu.

U wyciągów osobowych należy próby powtarzać najmniej co trzy miesiące, u wyciągów ciężarowych najmniej co sześć miesięcy.

Wszystkie działaniu siły podlegające części składowe innych przyrządów do podnoszenia należy najmniej raz w rok poddać próbie co do wytrzymałości i niezawodnej działalności; wszakże u żorawi, mających dźwigać do włącznie 25 ton ciężaru użytkowego, należy użyć próbnego obciążenia o 25 procent większego, natomiast u żorawi o większej wytrzymałości, obciążenie próbne powinno być o 10 procent większe od obciążenia użytkowego.

Co do przeprowadzonych prób należy prowadzić zapiski.

## VII. Urządzenia transportowe

83. Do przesuwania wozów kolejowych po przemysłowych torach, za pomocą siły ludzkiej lub zwierząt pociągowych, należy przesuwaczom dostarczyć drągów do hamowania, sapek hamulcowych, klinów do podkładania itp. Do przesuwania za-



pomocą zwierząt pociągowych należy użyć łańcuchów lub lin pociągowych najmniej 2,5 metra długich.

Jezeli przesuwanie odbywa się siłą motorową, należy zastosować urządzenia, wymagane dla prawidłowego ruchu kolejowego.

84. Na kolejkach materiałowych, leżących na spadku, należy się postarać o niezawodne hamowanie zapomocą dostatecznej ilości wózków, opatrzonych niezawodnie działającymi hamulcami.

85. Obrótlice i przesuwnice należy tak urządzić, ażeby właściwe ich położenie dawało się ustalić zapomocą stosownych przyrządów.

86. Podczas ładowania i wyladowania wielkich ciężarów należy szyny i dyle, użyte do zsuwania, zabezpieczyć przeciw przypadkowemu usunięciu lub przekantowaniu się, a w zimie uwalniać je od lodu i posypywać piaskiem, popiołem itp. Wózki należy odpowiednimi przyrządami zabezpieczyć od wywrócenia się.

87. Wózki kołyskowe należy zaopatrzyć niezawodnymi sprzęgłami, dającymi się bezpośrednio obsługiwać.

88. Podczas transportowania walców, rur, cylindrów, beczek itp. należy używać właściwych środków niedopuszczających stoczenia się.

#### VIII. Składy.

89. W składach, leżących ponad innymi przestrzeniami, należy uwidocznie w kilogramach największe dopuszczalne obciążenie na metr kwadratowy.

90. Tam, gdzie materiały w większej ilości układa się jeden na drugim, należy we właściwy sposób zapobiegać zwaleniu się składanego towaru.

91. Zapasy ciekłych materiałów palnych wolno przechowywać tylko w bezpiecznych od ognia i od przestrzeni roboczych odosobnionych, oraz wydalnie wentylowanych przestrzeniach, których podłogi leżeć powinny niżej otaczającego terenu. Tego rodzaju składów, w których należy zawsze trzymać w pogotowiu także zapas właściwych środków do gaszenia (piasek, popiół itp.), nie wolno używać ani do przechowywania innych materiałów, ani też do innych celów, a wchodzić do nich wolno jedynie z lampami bezpieczeństwa.

Zresztą co do magazynowania ciekłych materiałów palnych obowiązują odnośne postanowienia rozp. min. z 23. stycznia 1901, Dz. u. p. l. 12, odnoszące się do obrotu olejami mineralnymi.

#### IX. Środki ochronne.

92. Robotników, którzy z powodu swego zajęcia mogą być narażeni na uszkodzenie oczu od par, żrących lub gorących cieczy, odłotków, rozżarzonego lub roztopionego materiału, należy wyposażać ochronnymi okularami, ochronnymi osłonami lub maskami na twarz. Celem ochrony reszty robotników umieszcza się w razie potrzeby ochronne ściany lub ochronne siatki.

93. Robotników, których narządy oddechowe są zagrożone działaniem gazów, par lub pyłu, należy wyposażać albo respiratorami, których wkładki w miarę potrzeby nasyca się stosownymi pochłaniającymi środkami, albo też zaopatrzyć innymi celowi odpowiadającymi ochronnymi środkami.

Wszystkie te środki ochronne należy utrzymywać zawsze w czystym stanie.

94. Robotników, których zatrudnienie naraża na poparzenie, przemoczenie lub urażenie nóg, należy zaopatrzyć odpowiadającym celowi obuwiem.

Robotników, mających do czynienia z silnymi kwasami, gorącymi, żrącymi lub trującymi cieczami, albo tych, którzy są zajęci transportem ostrokrawężnych lub spieczastych przedmiotów, należy uzbroić fartuchami lub ochronnymi skórąmi; gdyby

to ze względu na odnośne roboty było niemożliwe, należy im dostarczyć naręczne skórzane podkładki lub rękawice z odpowiedniego materiału, a jeżeli zachodzi niebezpieczeństwo urażenia rozżarzonym lub roztopionym materiałem należy nadto zaopatrzyć ich ochronnymi nagolenicami.

95. Do czynności roboczych z materiałami zdrowiu szkodliwymi, jak np. z żółtym fosforem, przetworami ołowiu, rtęci itp., jak i do sortowania szmat należy robotnikom dostarczać osobnej odzieży roboczej, którą należy regularnie czyścić i odpowiednio przechowywać.

96. Do wypróżniania naczyń, zawierających silne kwasy, gorące, żrące lub trujące ciecze, niezaopatrzonych spustowymi kurkami, należy dostarczać robotnikom lewarów z bezpiecznikiem, pomp, koszów kołkowych itp.

97. W każdym większym ruchu fabrycznym i takim, w którym robotnicy bardziej są narażeni na niebezpieczeństwo, powinny się znajdować materiały potrzebne do niesienia pierwszej pomocy (opaski, środki tamujące krew, środki krzepiące, desinfekcyjne itp., a w razie potrzeby także przyrządy do przenoszenia). Kierownicy ruchu i organa dozoreze powinni dokładnie umieć je zastosować.

#### X. Woda, umywalnie, łazienki i szatnie.

98. W każdym ruchu fabrycznym należy się postarać o wodę do picia i mycia się.

99. W każdym większym ruchu, w którym się używa lub w którym występują szkodliwe, żrące lub trujące gazy, ciecze lub stałe ciała, dalek w takich ruchach, w których się wytwarza silny kurz, wreszcie i tam, gdzie robotnik narażony jest na silne zanieczyszczenie ciała, powinny się znajdować dla każdej z obu płci osobne przestrzenie do mycia i ubierania się, wyposażone odpowiednimi przyrządami do mycia.

100. W każdym większym ruchu, w którym celem zapobieżenia szkodliwym zdrowiu skutkom zachodzi potrzeba gruntownego oczyszczenia, względnie ochłodzenia ciała, należy dla pewnych kategorii robotników zaprowadzić urządzenia kąpielne, zaopatrzone mydłem i prześcieradłami do obcierania.

101. Należy się postarać o odpowiednie przechowywanie odzienia, zdejmowanego przez robotników przed rozpoczęciem pracy, ażeby nie było wystawione na szkodliwe dla zdrowia robotników działanie wilgoci, kurzu lub szkodliwych par.

#### XI. Wychodki.

102. Co do ilości i jakości wychodków należy zastosować się do przepisów policyjno budowniczych i zdrowotnych. Gdzie takie przepisy nie istnieją, tam ma obowiązywać reguła, że na każdym 30 robotników powinno przypadać najmniej jedno wychodkowe siedzenie; zarazem wychodki należy rozmieścić stosownie do rozległości zakładu.

Jeżeli wychodki znajdują się w zabudowaniu zakładu, to rury wychodkowe należy połączyć z przewodami wentylacyjnymi o średnicy najmniej 25 centymetrów ponad dach sięgającymi.

Wychodki, które nie są urządzone do splukiwania wodą, nie powinny łączyć się bezpośrednio z pracowniami, lecz powinny być od nich odosobnione silnie wentylowanymi przedsionkami lub krytymi dojściami.

103. Wychodki powinny być dostatecznie jasne, względnie oświetlone i w ten sposób założone, ażeby robotnicy, w czasie przebywania w nich, nie byli wystawieni na szkodliwe atmosferyczne wpływy.

104. W większych ruchach fabrycznych wychodki należy rozdzielić według płci robotników i urządzić z osobnemi dojściami, odznaczonemi wyraźnymi napisami.

105. W wychodkach dla mężczyzn przeznaczonych powinny się znajdować pisoary. Ryny lub muszle pisoarowe należy sporządzić z nieprzepuszczalnego materiału i zawsze w szczelnym stanie utrzymywać.

106. Wychodki i pisoary należy zawsze utrzymywać w czystym stanie; jeżeli nie są urządzone do splókiwania wodą lub do posypki miałem torfowym, należy w inny sposób postarać się, by nie drażniły powonienia.

## IV. Szczególne przepisy ochronne i instrukcje.

### 1. O środkach rozsadzających.

Rozporządzenie austr. Min. spr. wewn. i innych Min. z 2. lipca 1877, Dz. u. p. Nr. 68, unormowało jako przedmiot przemysłu wyrób, przechowywanie, opakowanie, przewóz i użycie środków rozsadzających; rozporządzenie Min. s. w. z 26. marca 1882, l. 12504 (do L. Namiestnictwa lwowskiego 19875 z r. 1882), zaleciło plany normalne na budowę magazynów dynamitu,<sup>1</sup> a rozp. Min. s. w. z 22. września 1883, Dz. u. p. Nr. 156, uzupełniło reskrypt na wstępie zacytowany.

Magazyny podziemne na środki rozsadzające unormował reskrypt Min. s. w. z 6. kwietnia 1892, l. 3175 (do L. Nam. lw. 30089), i z 24. lipca 1897, l. 7055 (do L. Nam. lw. 67302 z r. 1897).

Sprzedaż i magazyny prochu jako przedmiot monopolu państwa unormowało Min. s. w. rozp. z 17. maja 1891, Dz. u. p. Nr. 62, a reskrytem z 29. listopada 1894, l. 28284 (do L. nam. lw. 101161 z r. 1894), udzieliło plany normalne na budowę magazynów prochowych.<sup>2</sup>

Wyrób amonalu i ogólny obrót jako środka rozsadzającego został zezwolony reskrytem Min. s. w. z 7. kwietnia 1905, l. 13781 (do L. Nam. lw. 2777/III ·  $\frac{J}{47}$  z r. 1905).

<sup>1</sup> Plany w regulaminie wojskowym p. t.: „Direktiven für die Erbauung von Friedens-Dynamit-Magazinen“, Wien, Staatsdruckerei, 1881.

<sup>2</sup> Plany w regulaminie wojskowym p. t.: „Direktiven für die Anlage von Pulverschleiß-Magazinen“, opracowane przez: „k. u. k. techn. und administrative Militärkomitee“ zu Abt. 7. Nr. 2367 ex 1893.

## 2. O projektach na zakłady przemysłowe.<sup>1</sup>

Do podania o pozwolenie na zamierzone zakłady przemysłowe nowe, lub na rozszerzenie istniejących należy dołączyć w trzech egzemplarzach:

1. Plany sytuacyjne i niwelacyjne zakładu i jego otoczenia;
2. plany budowlane, konstrukcyjne i dyspozycyjne (rozkładowe);
3. opis zakładu, rodzaju jego budowy, urządzenia wewnętrznego i przebiegu prowadzenia.

Do 1. W planie sytuacyjnym sporządzonym co najmniej w skali map katastralnych gminnych należy przedstawić położenie zakładu przemysłowego wraz z otoczeniem, obejmującym pas 100 m szeroki, ze szczególnem uwydatnieniem położonych w sąsiedztwie kościołów, szkół, szpitali, kasarni, przedmiotów fortyfikacyjnych i innych publicznych zakładów i budynków, jakoteż komunikacyj i biegów wód.

Oprócz tego należy podać cyfrowo odległość magazynów prochu lub środków rozsadzających, istniejących w promieniu 1000 metrów.

Do sporządzania planów sytuacyjnych zaleca się używanie odcisków oryginalnych map katastralnych albo ich odbitek.

W sytuacji zakładów, których prowadzenie może spowodować dla sąsiedztwa znacniejszą uciążliwość dymieniem, sadzą, kurzawą, hałasem lub złymi wyciewami, albo też zagrażać niebezpieczeństwem ognia lub eksplozji, oraz w sytuacji kamieniołomów, należy przedstawić otoczenie w pasie 200 metrów szerokim; wreszcie w sytuacji zakładów, dla których ustawa lub rozporządzenie normują pewną odległość od obcych przedmiotów lub posiadłości, należy uwidocznienie otoczenie w promieniu unormowanej odległości.

W planach sytuacyjnych należy uwidocznienie położenie stron świata, a odpowiednio do każdorazowej potrzeby wpisać liczby katastralne parcel gruntowych i budowlanych, oraz nazwiska ich właścicieli. To wpisywanie można ograniczyć w miarę okoliczności do sąsiadów bezpośrednio, lub w jakikolwiek inny sposób interesowanych. W miarę potrzeby można dołączyć osobny spis sąsiednich posiadłości i ich właścicieli.

W razie jeżeli podczas dochodzenia komisjonalnego podniosą zarzuty tacy właściciele, których nazwisk w planie sytuacyjnym nie wpisano, lub których własność stanowią przedmioty i posiadłości, nie leżące w obszarze planem objętym, należy według możliwości już podczas dochodzenia komisjonalnego plan sytuacyjny uzupełnić wpisaniem liczb parcelowych i nazwisk protestujących właścicieli, względnie wrysowaniem położenia odnośnych przedmiotów i posiadłości.

W wypadkach podrzędniejszego znaczenia można tego rodzaju uzupełnienie planu sytuacyjnego wykonać także odręcznie na podstawie map katastralnych, znajdujących się w gminie. Podobnie ma nastąpić uzupełnienie planów sytuacyjnych także w sprawach rekursowych.

Szczególnie będzie potrzeba w planie sytuacyjnym uwidocznienie wszelkie podczas dochodzenia komisyjnego, albo w odwołaniach się podniesione daty, n. p. ważne pod względem rzeczowym odległości, których z planów nie można odczytać z dostateczną dokładnością, a do których odwołuje się protokół komisyjny, potem rodzaj budowy przedmiotów graniczących, konfigurację terenu, urządzenia służące do odwodnienia terenu itp.

<sup>1</sup> Rozporządzenie ministerjalne austriackie z 14. grudnia 1906, l. 24061 (do L. Nam. lw.  $\frac{938}{7}$  III - A/34 z r. 1907). Instrukcję tę podaje się przedewszystkiem jako wzór; w b. zaborze austriackim obowiązuje ona i wiele innych jeszcze wobec władz.

Jako ewentualne w razie rekursu potrzebne uzupełnienie planu sytuacyjnego należy sporządzić potrzebne plany niwelacyjne i poprzeczne profile terenu, tudzież podać bliższe daty co do różnic wysokościowych pomiędzy szczytami dachów budynków sąsiednich, a wylotem komina większych palenisk.

W sprawach mniej ważnych wystarczy w takim razie, szkic odręczny, jeżeli będzie przedstawiał w przybliżeniu stosunki lokalne i w miarę potrzeby rozmiary wysokościowe terenu.

Co do zakładów w pasie kolejowym ogniowym należy dostarczyć dostatecznej ilości odpowiednich przekrojów poprzecznych, cechujących rzeczony pas ogniowy.<sup>1</sup>

Gdy chodzi o zakłady, które się wiążą z kwestją udzielenia koncesji na używanie (odprowadzenie i doprowadzenie) wód, powinien plan sytuacyjny obejmować nie tylko główne łożysko odnośnej wody wraz z jego bocznymi ramionami i odgałęzieniami kanałowymi i sztucznymi dopływami, względnie odpływami, jeżeli jakie istnieją, lecz także i odnośne zakłady, sąsiadujące z zamierzonym nowym zakładem zarówno w górnym, jak i dolnym biegu koryta, jeżeli wpływ na te zakłady sąsiednie nie jest już z góry wykluczony.

Również należy tu wrysować wszystkie te miejscowości i mieszkalne budynki, które swoje potrzeby wodne pokrywają z wód publicznych, służących jako odpływy, jeżeli zakład może wyrzucić jaki wpływ na ten pobór wody.

Wrazie urządzeń do spiętrzania wody należy oprócz tego wrysować normalną granicę spiętrzania, a w miarę potrzeby także istniejący już, jakoteż przyszły obszar zalewowy.

Gdyby żądany wyżej obszar sytuacyjny miał wypaść zbyt wielki w skali katastralnej, należy dla przejrzystości zastosować skalę mniejszą.

W profilach podłużnych i poprzecznych należy przedstawić owe przestrzenie wód naturalnych i sztucznych ich biegów, które obejmuje plan sytuacyjny i które leżą w obszarze wpływów zamierzonego zakładu, a to w tym celu, aby można ocenić wszelkie możliwe oddziaływanie projektowanych budowli na odpływ wody, głównie zaś na wysokość i spadek jej zwierciadła. Z tego też właśnie powodu potrzeba w profilach poprzecznych uwidocznić mianowicie te wszystkie przekroje, w których mają stanąć budowle sztuczne.

Rozmiary niwelacji należy w każdym razie nawiązać do stałego punktu celem umożliwienia kontroli.

W profilach podłużnych i dłuższych poprzecznych należy przedstawić conajmniej długości w skali 1:1000, wysokości 1:100, a zwykle przekroje poprzeczne w skali 1:100.

Do 2. Zakłady należy przedstawić na planach w rzutach poziomych od piwnic aż do więzby dachowej włącznie, oraz w kilku znamiennych przekrojach, jakoteż w zewnętrznych widokach budynków.

W planach tych, oprócz rozmiarów i sposobu budowania budynków zakładu, tudzież oprócz przeznaczenia poszczególnych lokalności fabrycznych, należy przedstawić wszystkie dźwigające i dźwigane konstrukcje, a mianowicie: konstrukcje schodów, stropów, wysokości piątr, a co do zakładów wodnych wszystkie owe przyrządy, które wywierają wpływ na doprowadzenie, odprowadzenie lub na ilość użytej wody.

W tych samych albo też w osobnych dla celów przejrzystości niezbędnych planach rozkładowych, jakie sporządzają często fabryki maszyn dla urządzenia szczególnie wielkich zakładów, należy schematycznie oznaczyć motory popędowe, kotły parowe przyrządy parowe, główne transmisje, najgłośniejsze maszyny robocze, przyrządy jako też wewnętrzne maszynowe i wszelkie inne urządzenia, paleniska, piece itp.

<sup>1</sup> Patrz str. 365, podział f, α).

Z tego planu ma być dalej widoczne, w jaki sposób będą fundowane względnie ustawione i jak daleko od najbliższych granic sąsiednich położone wszystkie owe urządzenia maszynowe, które zdolne są wstrząśnieniami itp. spowodować uciążliwość dla sąsiedztwa.

Dalej należy w tych planach przedstawić urządzenia do oświetlania, do ogrzewania, sztucznej wentylacji, odprowadzenia kurzu itp., wychodki (komórki siedzeniowe i pisoary) i sposób usuwania odchodów ludzkich, jakoteż sposób zaopatrzenia zakładu wodą użytkową i do picia. Należy także uwidocznnić zamierzone ewentualnie robotnicze szatnie, kąpielnie, umywalnie, syjpalnie, jadalnie itp. Nadto wszystkie owe urządzenia, które mają służyć do odczyszczania i odprowadzenia wód odpadkowych należy przedstawić w sposób tak przejrzysty, aby można mieć dokładne pojęcie co do całej drogi przepływu nieczystości, począwszy od miejsca ich powstania, aż do ostatecznego ich odpływu.

Na osobliwe konstrukcje dźwigające należy przedkładać statyczne obliczenia a w miarę potrzeby i szczegółowe rysunki.

Zwraca się szczególnie uwagę na to, że podawanie w statycznych obliczeniach li tylko wyników rachunkowych jest niedostateczne i że celem szybkiego sprawdzenia takich elaboratów jest bezwarunkowo konieczne przedstawienie sposobu obliczenia we wszystkich stadjach jego przebiegu rachunkowego.

Przytem potrzeba wszelkie za podstawę obliczenia przyjęte rozmiary uwidocznnić w odnośnych planach.

Plany budowlane należy sporządzać w skali przepisanej ustawą budowniczą. Szczegółowe plany trzeba wykonywać i przedkładać w skali odpowiadającej celowi.

Na wszystkich planach bez wyjątku należy we właściwym miejscu uwidocznnić nie tylko stosunek pomniejszenia, lecz obok tego zawsze także i podziałkę w sposób powszechnie przyjęty.

Co do wyposażenia projektów na stawianie lub podwyższanie wysokich mурowych kominów fabrycznych, to odnośne przepisy znajdują się w rozporządzeniu austr. z 24. marca 1902.<sup>1</sup>

Do 3. Opis zakładu ma się składać z dwu części, a mianowicie: najpierw z opisanania sposobu budowania i budowlanej dyspozycji zakładu, a powtórę z opisanania celu i przebiegu prowadzenia zakładu.

Opis budowlany należy sporządzić możliwie krótko i podać w nim te tylko uzupełnienia dotyczące się względów budowlanych, które są konieczne do osądzenia całego założenia budowlanego, a w planie nie dały się przedstawić, np. sposób urządzenia podłóg, rodzaj krycia dachowego itd.

W opisie celu i przebiegu prowadzenia zakładu należy podać w każdym razie zakres i sposób prowadzenia w jego istotnych znamionach. W interesie szybkiego załatwienia sprawy będzie z wielką korzyścią, jeżeli opis będzie zawierał, — oprócz przypuszczalnej liczby robotników, zajętych w każdej poszczególnej przestrzeni, — także wykaz materiałów surowych, przeznaczonych do przeróbki, względnie na skład, z określeniem ich przybliżonej największej ilości, dalej przedstawienie toku poszczególnych procesów fabrykacji z wykazaniem związku z uwidocznionymi w planach motorami popędowymi i urządzeniami wewnętrznymi, a wreszcie podanie, w jaki sposób zamierzają usuwać względnie zmniejszać wszelkie uciążliwości i niebezpieczeństwa dla robotników i otoczenia wyływające z ruchu zakładu, jakie właściwości będą posiadały stałe, płynne lub gazowe produkta uboczne i odpadki i w jaki sposób będzie się odbywać ich wywóz, czyszczenie lub dalsza przeróbka.

<sup>1</sup> Patrz C, Mech. Budownicza, II, 5, a).

Co do podejrzanych pod względem sanitarnym odpadków należy podać także ich ilość.

Dla projektowanego urządzenia zakładu wodnego należy poświęcić o ile możności osobny ustęp. Opis jego musi być tego rodzaju, ażeby dawał możliwie szczegółowe pojęcie o istniejących stosunkach odnośnych wód w myśl istniejących przepisów ustaw wodnych.

W szczególności co do urządzeń dla oczyszczania płynnych nieczystości należy — obok budowlanego ich urządzenia — podać przypuszczalną największą dzienną ilość przeznaczonych do odczyszczenia odpływów i własności ich poszczególnych rodzajów, jakoteż metodę i sposób odczyszczenia (czas odczyszczenia lub filtrowania i chyżość, wysokość hydrostatycznego ciśnienia filtrowego itd.) a nadto sposób usuwania osadów.

W końcu należy opisać, w jaki sposób będzie się odbywać odprowadzanie ścieków do wód, które mają służyć jako ich dalszy odpływ.

Co do mniejszych zakładów, nie mających charakteru fabrycznego, w których nie będzie ani motorów popędowych, ani kotłów parowych, potem dla zwykłych lokalów sprzedaży lub magazynów wystarczy przedłożenie szkicu sytuacyjnego i planów lokalności przeznaczonych do pracy z rzutami poziomymi i przekrojami.

Oprócz tego należy podać rodzaj budowy, liczbę piątr i wszelkie zresztą przeznaczenie odnośnego budynku.

Ogólne postanowienia. Przeznaczone do przedłożenia władzy plany budowlane i sytuacyjne należy sporządzać na trwałym papierze rysunkowym, albo na odbitkowym papierze płóciennym (kalce płóciennej). Dla planów sytuacyjnych nadaje się najlepiej odbitkowy papier płócienny, gdyż ewentualne dodatkowe uzupełnienia sytuacji dają się szybko uskutecznić na podstawie gminnych map katastralnych.

Techniczne wypracowania, sporządzone na zwykłym papierze odbitkowym (na kalce papierowej) nie nadają się do przedkładania.

Odbitek niebieskich (białe linie na niebieskiem tle) należy bezwarunkowo unikać.

Należy zaniechać zwijania planów, lecz raczej przedkładać je w formacie 21 × 34 centymetrów wykonane, względnie w tym formacie składane i zaopatrzone napisami a dla większych elaboratów w tekach przechowane.

Wypracowania techniczne winien podpisać autor i przedsiębiorca zakładu.

Plany i opisy projektowe na zakłady wodne trzeba tak sporządzać, aby ich można użyć jako szczegółowych map i dokumentów do uzupełnienia księgi wodnej.

### 3. O zakładach i produktach powszechnej użyteczności.

a) Destylarnie nafty obowiązuje wydana przez Prezydjum Namiestnictwa b. Galieji okólnikiem z 27. maja 1909, l. 14130 z r. 1908, instrukcja dla destylarń naftowych z 17. maja 1909.

b) Oleje mineralne. Rozporządzenie b. austr. Ministerstw spraw wewnętrznych, skarbu, handlu, rolnictwa i kolei z 23. stycznia 1901, Dz. u. p. Nr. 12, definiuje i normuje ogólny obrót.

c) Piekarnie. Instrukcja dla piekarń wydana okólnikiem Namiestnictwa b. Galieji z 6. stycznia 1894, l. 32373, tyczy się położenia, budowy i utrzymania czystości.

d) Łaźnie i łazienki. Instrukcja dla łaźni i łazienek wydana okólnikiem Namiestnictwa b. Galicji z 8. czerwea 1897, l. 102857 z r. 1896, oraz okólnik Namiestnictwa z 17. czerwea 1902, l. 121249.

e) Garbarnie. Instrukcja dla garbarń, wydana okólnikiem Namiestnictwa b. Galicji z 20. listopada 1895, l. 49193 z r. 1894.

f) Woda sodowa. Rozporządzenie b. austr. Ministra handlu z 29. listopada 1910. Dz. u. p. Nr. 212.

g) Rzeźnie. Instrukcja dla rzeźni wydana okólnikiem Namiestnictwa b. Galicji z 30. września 1890, l. 61518, oraz rozporządzenie b. austr. Ministerstwa spraw wewnętrznych z 26. lipca 1905, l. 23646 z r. 1904, które zawiera plany normalne rzeźni dla małych i miernie wielkich gmin.

h) Fabryki papieru. Rozporządzenie b. austr. Ministerstwa handlu 25. września 1911, Dz. u. p. Nr. 199.

i) Malarstwo pokojowe, lakiernictwo i pokostnictwo. Rozporządzenie b. austr. Ministerstwa handlu z 15. kwietnia 1908, Dz. u. p. Nr. 81, oraz wykonawczy reskrypt Ministerstwa handlu z 15. kwietnia 1908, l. 10220.

j) Celluloïd, wyroby celluloidowe i odpadki. Rozporządzenie b. austr. Ministerstw handlu z 15. lipca 1908, Dz. u. p. Nr. 163, oraz rozporządzenie goź Ministerstwa z 15. lipca 1908, l. 22966 (do L. Nam. lw. XV  $\alpha$   $\frac{6165}{J/47}$  z r. 1909).

k) Fosforowe wyroby zapałkowe. Rozporządzenie b. austr. Ministerstwa spraw wewnętrznych i handlu z 17. stycznia 1885, Dz. u. p. Nr. 8 (ochrona od trującego fosforu białego, żółtego i czerwonego).

l) Gazownia. Dekret austr. Kancelarji nadwornej z 27. kwietnia 1845, l. 9414.

l) Gaz świetlny acetylenowy (acetylen) i karbid wapniu. Rozporządzenie b. austr. Ministerstw spraw wewnętrznych handlu, kolei i rolnictwa z 17. lutego 1905, Dz. u. p. Nr. 24, oraz rozporządzenie b. austr. Ministerstwa spraw wewnętrznych z 24. lutego 1905, l. 56984 z r. 1904, i Ministerstwa handlu z 27. lipca 1906, l. 63325 z r. 1905.

m) Regulatyw gazów palnych. Rozporządzenie b. austr. Ministra handlu z 18. lipca 1906, Dz. u. Nr. 176, oraz rozporządzenie Ministerstwa handlu z 1. września 1906, l. 20141.

n) Generatory gazu ssanego przez motory gazowe. Rozporządzenie b. austr. Ministerstwa spraw wewnętrznych z 2. grudnia 1903, l. 33991, rozesłano okólnikiem Namiestnictwa we Lwowie z 18. grudnia 1903, l. 171621.



o) Gaz ziemny. Ustawa z 2. maja 1919, Dz. P. P. R. P. Nr. 39, poz. 292. upoważnia Państwo Rzeczypospolitej Polskiej wyłącznie do zakładania rurociągów, służących do prowadzenia gazów ziemnych, regulowania produkcji i użytkowania ich.

## V. Zasady i daty co do budowli fabrycznych i gospodarczych.

### 1. Budowle fabryczne.

W celu wyboru najstosowniejszej okolicy do założenia zamierzonego zakładu fabrycznego należy ściśle i wyczerpująco zbadać i rozważyć: Stosunki i koszty sprowadzania potrzebnych dla zakładu surowców i materiałów pomocniczych, oraz rozwoju wyrobów; — ceny potrzebnego pod zakład obszaru gruntu z uwzględnieniem ewentualnego rozszerzenia w przyszłości; — możliwość zużytkowania istniejącego w danym razie źródła energii; — warunki podatkowe i cłowe; — możliwość uzyskania potrzebnej wody użytkowej, oraz stosownych, w dostatecznej ilości sił roboczych; — warunki powodzenia takich samych zakładów, istniejących już w upatrzonej okolicy; — wreszcie korzyści jakie przedstawia większe miasto ze względu na prowadzenie zakładu w porównaniu do miejscowości małomiejskich i wiejskich.

Co do wyboru miejsca budowy zakładu w upatrzonej już okolicy i zaprojektowania należy przedewszystkiem zaznaczyć się jak najdokładniej z całym przebiegiem i sposobem prowadzenia ruchu zakładu počawszy od sprowadzenia i oddania do przetworu fabrycznego surowców aż do wytworzenia z nich gotowego towaru i nałożenia do wywozu; nadto trzeba znać wszystkie części zakładu, ich obszar, temperaturę itp. Następnie należy zbadać i uwzględnić: odnośne przepisy ustawy przemysłowej, istniejące przepisy policyjno budownicze, zdrowotne i ogniowe, oraz rozporządzenia władz przemysłowych co do ochrony z drzewia i życia osób w zakładzie zajętych; — właściwości gruntu, warunki jego wody w głębszej i wytrzymałości, wraz z układem niwelacyjnym jego powierzchni; — możliwość połączenia z koleją, z drogą wodną, a w najgorszym razie z dobrą drogą krajową; — położenie względem stron świata i najbliższego otoczenia, oraz jakość tego otoczenia; — stosunki istniejące ze względu na ustawę wodną i możliwość odprowadzenia w stosowny sposób ścieków i nieczystości płynnych i stałych; — liczbę, wiek i płeć robotników, ich sposób życia i wzajemny związek między poszczególnymi oddziałami i osobami ruchu; —

wielkość potrzebnej siły, pędnię ciężar, obsługę, wielkość potrzebnego miejsca i najkorzystniejsze urządzenie maszyn.

Istnieją wogóle dwa sposoby urządzania budowli fabrycznych, o mianowicie: budowle piętrowe i budowle halowe czyli szedowe (sheds).

Do budowli piętrowych używają często żelbetonu (budowle ramowe), co jednak nie zawsze jest wskazane, gdyż budowle fabryczne ulegają zwykle po niedługim trwaniu przebudowie z powodu zmian w fabrykacji idących z postępem czasu, a w takim razie rozebrany materiał żelbetonowy jest bez wartości. Okna tu są wielkie, według możności podwójne celem zapobieżenia poceniu się i zbytej emisji ciepła, i otrzymują skrzydła klapowe do przewietrzania.

Zakłady halowe składają się z wielkich sal z górnem oświetleniem i są z natury rzeczy budowlami parterowemi. Jeżeli oświetlenie górne jest skierowane ku pewnej stronie świata, wówczas zastosowuje się dach szedowy; w przeciwnym jednak razie wykonują dach prawie poziomy i na nim nasadza się całe szeregi nadokni siodełkowych, oszklonych szkłem drutowem, albo też zwykłym do nadokni używanem szkłem silnem, osadzonem jednak w ramach, których wzajemny odstęp szczebli nie powinien przekraczać 50 cm celem ochrony od stłuczenia gradem. Ramy nadokni są przeważnie z żelaza lub blachy. Nadoknia należy według możności wykonywać zewnętrzne i wewnętrzne; zewnętrzne powleka się w lecie mlekiem wapiennem lub innym barwnikiem światło rozpraszającym. Dachom nie należy dawać zbyt długich a nieznacznych spadków, i raczej wykonać poziomy strop betonowy należyście odwodniony zapomocą ścieków i rur przeprowadzonych wnętrzem sal do kanału. Z powodu taniości, możności szybkiego wykonania i stosownej trwałości najlepiej nadają się konstrukcje drewniane. Do dachów halowych o wielkiej rozpiętości używają więzib według rozmaitych patentowanych systemów z kratownicami lub pełnymi więzarami ściennymi ze szczególnego rodzaju drzewa, służącymi do podparcia krokwi i opierzenia. W tym razie zaleca się wykonanie podwójnego opierzenia zapełnieniem pustej przestrzeni mączką korkową, popiołem itp. Płyty dachowe w ogóle, a szczególnie żelbetonowe należy dobrze zizolować, gdyż w przeciwnym razie powstają znaczne straty ciepła.

Zresztą budowle fabryczne, wykonane według któregokolwiek z wyżej naszkicowanych dwu sposobów, należy prawidłowo i regularnie utrzymywać w dobrym i do użytku przydatnym stanie.

## 2. Garaże i zbiorniki.

### I. Garaże.

Garaże służą nietylko do postoju wszelkiego rodzaju pojazdów, lecz także jako miejsce dla czyszczenia tychże jak i ich drobnej naprawy.

Garaże mogą być parterowe lub piętrowe, z pojedynczemi klatkami (boksami) lub wspólnemi dla więcej samochodów. Zależnie od pojemności nazywamy je: pojedynczemi, gdy mieszczą jedną lub dwie sztuk, małemi, gdy mieszczą kilkanaście sztuk, lub dużemi, gdy mieszczą powyżej 100 sztuk.

Wymiary garażu zależą od wielkości wozu (samochodu), mającego być w nim przechowanym, przy czem wewnętrzne wymiary garażu muszą przewyższać wymiary wozu, z każdej jego strony o 0.75 m. Ta wolna przestrzeń ma służyć jako miejsce potrzebne dla dokonywania małych reparacyj, względnie do czyszczenia wozu.

Poniżej podaję wymiary wozów:

wozy małe: 1.40 m szerokości, zaś do 3.0 m długości,

cyklonety: 1.70 m szerokości, zaś do 3.0 m długości.

wozy czteroosobowe: 1.50 szerokości, zaś 3.0 do 4.8 m długości.

wozy sześciuosobowe: 1.50 do 1.70 m szerokości, zaś 4.8 do 6.0 m długości.

wozy ciężarowe 2.0 do 2.2 m szerokości, zaś 6.0 do 7.0 m długości.

Zatem wymiary klatki (boksu) na 1 wóz, 1.70 m szerokości, a 6.0 m długości, są następujące:

$$\text{szerokość } 1.70 + 2 \times 0.75 = 3.20 \text{ m,}$$

$$\text{długość } 6.00 + 2 \times 0.75 = 7.50 \text{ m.}$$

Zapotrzebowanie miejsca (placu) budowlanego pod garaż wynosi po 30 do 40 m<sup>2</sup> na wóz, w czem jest już wliczona powierzchnia, potrzebna na drogę dojazdową do garażu.

Natomiast w tej wielkości nie jest wliczona powierzchnia potrzebna na wybudowanie rampy (równi pochyłej) na dojazd przy garażach piętrowych.

Droga dojazdowa do garaży powinna być 7 do 8 m szeroka.

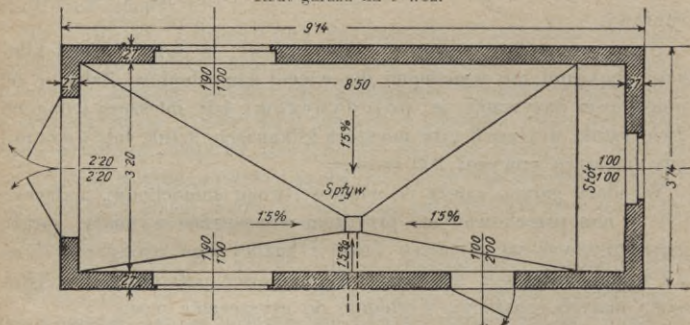
Przy garażach piętrowych rampa powinna być najmniej 5 m szeroka, przy czem nachylenie powinno wynosić 8 do 12‰.

Garaże muszą być budowane z materiałów ogniotrwałych, przy czem w podłodze musi być otwór, którym splywa woda, użyta do mycia wozu.

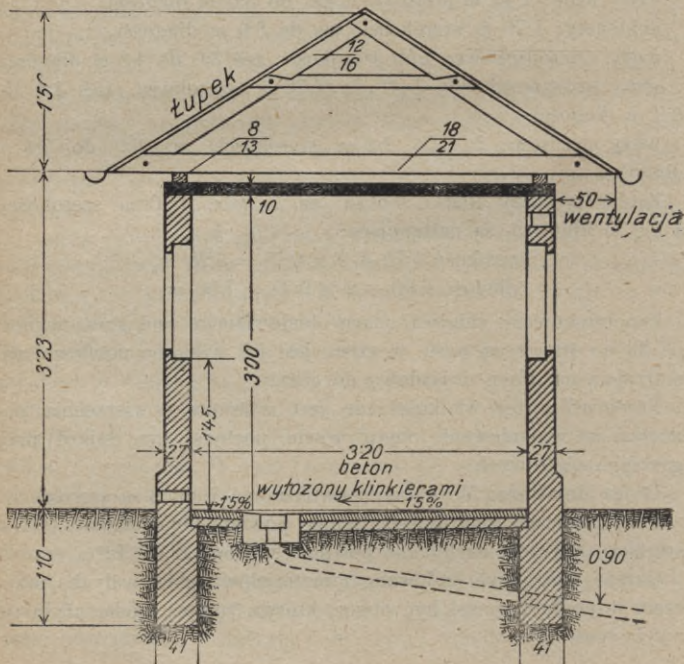
Przed opisaniem szczegółów budowy garaży, poniżej podaje rzut poziomy i przekrój garażu na 1 wóz.

Rysunek 5a.

Rzut garażu na 1 wóz.



Przekrój poprzeczny.



W nowszych garażach jest wyciąg, podnoszący wóz do góry, a to dla ułatwienia naprawek i czyszczenia samochodu.

Ściany garażu wykonywa się z żelbetu lub cegły na zaprawie przedłużonej, przy czem grubość ścian wynosi 1 do 1½ cegły.

Strop ogniotrwały, na przykład żelbetowy; w razie istnienia świetlni, oszklenie uskutecznia się bez zakitowania.

Podłoga ma być ogniotrwała i nieprześlakliwą, zatem z betonu, wyłożonego warstwą klinkierów, osadzonych na zaprawie cementowej. Dwucentymetrowa warstwa mały betonowej, nawet wygładzona żelazkiem, nie daje trwałej nawierzchni, gdyż benzyna i smary nagryzają beton. Dla ułatwienia odpływu wody podłoga otrzymuje 1½‰ spadku ku odpowiedniemu otworowi.

Otwór odpływu musi być zaopatrzony w przyrząd wydzielający benzynę i smary, przy czem na każde 60 do 70 m<sup>2</sup> powierzchni boksów daje się jeden taki przyrząd.

Drzwi i okna mają być ogniotrwałe, na przykład z żelaza.

Daeh kryty ogniochronnym materiałem, na przykład łupkiem.

Ogrzewanie może być albo centralne — albo piecami z paleniskami znajdującymi się nazewnątrz garażu. Średnia temperatura powinna wynosić powyżej + 4° C. Ogrzewanie elektryczne jest drogie i możliwe tylko w garażach pojedynczych.

Wentylacja musi być uskuteczniiona przy pomocy dwu otworów, a to jednego znajdującego się poniżej stropu i drugiego powyżej podłogi. Oba muszą być przykryte gęstooczkową siatką żelazną.

Oświetlenie tylko elektryczne, przy zabezpieczeniu żarówek odpowiedniami kloszami.

W garażu nie wolno przechowywać benzyny, ani też wykonywać prac, które mogą wywołać skrzesanie iskry.

W każdej klatce powinna się znajdować dobrze działająca gaśnica, a dla zgaszenia ognia: kupa piasku wraz z łopata.

Benzyne, potrzebną dla wozów, należy przechowywać w zbiornikach zwanych tankami.

Biura zarządu, mieszkania szoferów, warszaty itp. muszą być urządzone w oddzielnym budynku, nie mającym żadnej łączności z garażem.

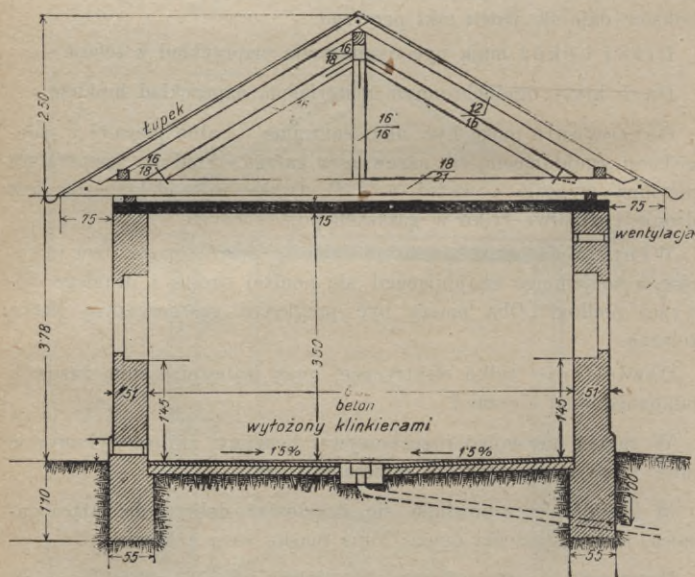
Rysunek 5b i 5c przedstawia rzut poziomy i przekrój garażu na dwa wozy.

Już z rysunków widać szczegóły wykonania, odpowiadające treści poprzednio powiedzianych zasad, przyczem zwracam uwagę na wysokość parapetu okien w garażach, widoczną z rysunków 5a i 5b.

W rysunkach tych uwzględniłem grubość ścian, wykonanych z cegły polskiej, to jest o wymiarach  $27 \times 13 \times 6$  cm.

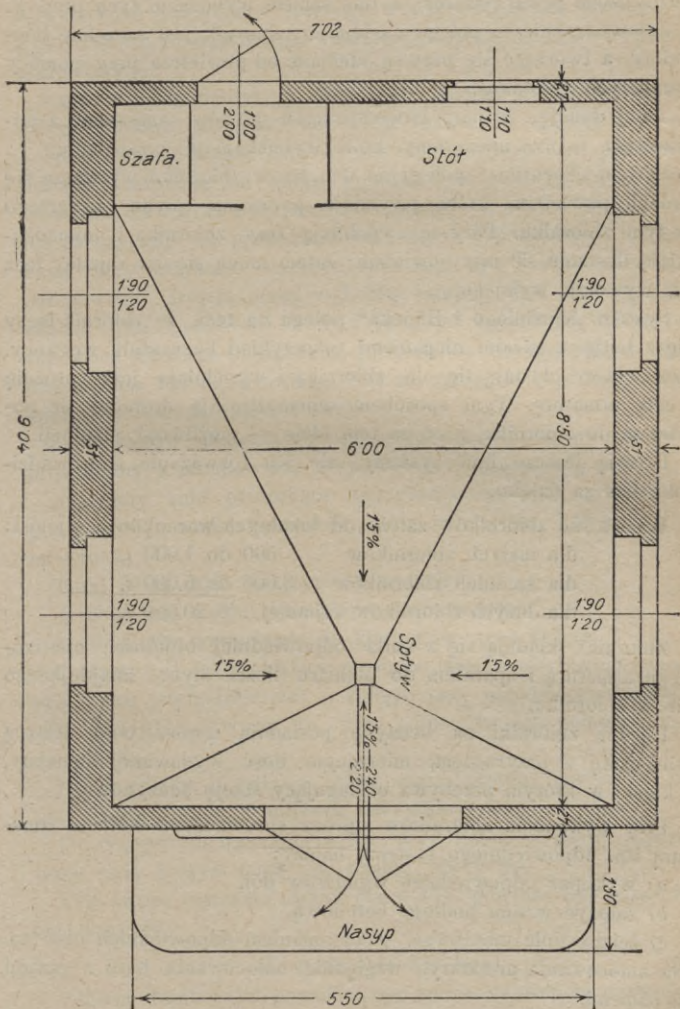
Rysunek 5b.

Przekrój garażu na 2 wozy.



Rysunek 5c.

Rzut garażu na 2 wozy.



## II. Zbiorniki (tanki).

Zbiorniki, służące do przechowywania łatwo palnych płynów (naprzykład benzyny, gazoliny itp.), muszą być odpowiednio zabezpieczone przed pożarem, a tem samym wybuchem tych płynów.

Zabezpieczenie to polega na tem, że zbiornik jest szczelnie zamknięty, a tworzące się pary są odcinane od powietrza przy pomocy rozmaitych systemów.

Tutaj dodaje, że pary łatwo palnych płynów, zmieszane z powietrzem, tworzą mieszaniny, które wybuchają przy zapalaniu.

System „Securitas“ polega na tem, że w zbiorniku wytwarza się próżnię powietrza, która powoduje parowanie płynu, zawartego w tym zbiorniku. Pary te wypełniają rury zbiornika i uniemożliwiają dostanie się tam powietrza; zatem mogą się one zapalić, lecz nie wywołają wybuchu.

System „Martinięgo i Hüneka“ polega na tem, że zbiornik łączy się z butlą z gazami niepalnemi (naprzykład bezwodnik węglowy, azot), które dostają się do zbiornika i wypełniają jego próżnię i całą armaturę. Tym sposobem uniemożliwiają dostanie się powietrza do zbiornika, a co za tem idzie — możliwość eksplozji.

Istnieją jeszcze inne systemy, ale ich rozważanie zaprowadziłoby nas za daleko.

Wielkość zbiorników zależy od lokalnych warunków i wynosi:

dla małych zbiorników . .	500 do 1.000 l,
dla średnich zbiorników .	3.000 do 5.000 l,
dla dużych zbiorników najmniej . .	20.000 l.

Zbiorniki składają się z kotła odpowiedniej objętości, opatrzonego armaturą i aparatem do pomiaru ilości płynu, znajdującego się w zbiorniku.

Uliczne zbiorniki na benzynę posiadają oprócz tego żelazną wieżyczkę z przyrządem, mierzącym ilość wydawanej benzyny, i kiosk, w którym przebywa obsługujący stację benzynową.

Przy wykonaniu zbiorników oprócz sprowadzenia kotła z armaturą itp. odpowiedniego systemu należy:

- a) wykopać odpowiednich wymiarów dół,
- b) założyć w nim podłogę betonową,
- c) ściany dołu omurować, z wykonaniem odpowiednich nisz itp. dla umocowania armatury, względnie umocowania butli z gazami niepalnemi,
- d) zasypać dół.



### 3. Budynki gospodarcze.

#### I. Zagroda gospodarcza.

Nowa ustawa budowlana nie wymaga dla budowli wiejskich z wyjątkiem terytorjum, leżącego w województwach poznańskim i pomorskim, przedstawienia władzom policyjno-budowlanym planów budowlanych.

Zagroda gospodarcza powinna leżeć według możności w środku całego obszaru gospodarstwa celem uniknięcia za dalekich jazd gospodarskich. Miejsce budowy zagrody powinno być płaskie lub miernie wzniesione na stoku południowym; zabezpieczone przed wichrami, zwłaszcza wiejącymi od moczarów i bagien. Zabezpieczenie to uzyskuje się przez zasadzenie drzew i podsyciem ich krzakami. Bezwarunkowo wszakże powinno być suche, ewentualnie zdrenowane. Zresztą przed wyborem miejsca pod zagrodę należy zbadać ilość potrzebnej wody i obmyśleć sposób jej dostarczenia zapomocą studni po poprzednich próbach co do wydatności, licząc dziennie po 10 l na człowieka, 30 l na bydłę, 50 l na konia, z pominięciem jednak owiec i świń.

Zarys całego założenia zagrody bywa rozmaity; zazwyczaj jednak prostokątny, a zabudowania gospodarcze otaczają podwórze.

Nazwijmy boki prostokąta, ograniczającego plac, przeznaczony pod zagrodę, wedle kierunków stron świata, ku którym są one zwrócone.

Tutaj mogą zajść dwa typowe wypadki:

- a) boki leżą wzdłuż kierunków stron świata;
- b) boki leżą poprzecznie do kierunków stron świata.

I. Budynek mieszkalny powinien leżeć w pierwszym wypadku przy boku wschodnim, zaś w drugim przy południowo-wschodnim.

II. Stajnie, otwory itp. przy północnym lub północno-wschodnim boku.

III. Stodoły i gumna przy boku, leżącym naprzeciw boku, przy którym ma stać budynek mieszkalny.

IV. Szopy na narzędzia itp. przy boku, leżącym naprzeciw boku, przy którym mają stać stajnie, obory itp.

Tak zwane czworaki (domy dla służby) powinny być poza obszarem zagrody.

#### II. a) Stajnie dla koni.

Główny front stajni powinien być zwrócony według możności ku północy lub północnemu wschodowi.

Wzajemną przegrodę stanowisk dla poszczególnych koni tworzy ściana z desek lub z dyli, albo tylko pozioma belka przegrodowa, stale osadzona, albo wreszcie ruchomy drąg krągły z mocnego drzewa 8 do 10 *cm* gruby, okuty na obu końcach pierścieniami żelaznymi do zawieszania na łańcuszkaach 15 *cm* długich.

Wielkość stanowisk ze żłobem i z drabką zależy od wielkości, sposobu użycia i wartości koni, a mianowicie:

Dla koni szlachetnej rasy, oraz dla ogierów rozplodowych stanowiska są skrzyniowe ze ścianami przegrodowymi, 3·4 *m* długie i 2·1 *m* łącznie z przegrodą szerokie.

Dla koni powozowych i wierzchowych stanowiska mają tylko belkę przegrodową i są 3·15 *m* długie, 1·8 *m* szerokie.

Dla koni roboczych stanowiska nie są odgraniczone, i liczy się na każdego po 2·8 do 3·1 *m* długości i szerokości.

Dla klaczy żrebnych, rozplodowych lub z loszkiem, dla poszczególnych koni wymagających ochrony, dla koni chorych, albotęz dla koni wielkiej wartości są przeznaczone stanowiska zupełnie odosobnione, t. zw. boksy, w których owe konie są pomieszczone bez uwięzi, a ta dowolność ruchu i zmiany miejsca przedstawia dla zwierzęcia korzystniejszy warunek zdrowotności. Stanowisko takie jest 3 do 3·6 *m* w kwadrat duże.

Przejsie z tyłu wzdłuż jednostronnego szeregu stanowisk koni powinno być: a) dla koni roboczych 1·8 do 2·0 *m*, b) dla koni wyjazdowych 2·2 do 2·5 *m* szerokie; natomiast przejsie środkowe wzdłuż między dwoma szeregami stanowisk 3 do 3·5 *m* szerokie.

Żłoby powinny być 60 *cm* szerokie.

Skład obroku po 1 *m*<sup>2</sup> na konie, przy małych stajniach najmniej 10 *m*<sup>2</sup>.

Wielkość poddasza na skład siana na przeciąg 8 miesięcy: 8 do 10 *m*<sup>3</sup> na konia.

Wysokość stajni od posadzki do powały powinna wynosić: dla małej ilości koni 3 do 3·5 *m*, dla 10 do 30 koni 3·5 do 4·5 *m*; stajnie dla kawalerji mają wysokość 4 do 6 *m* w świetle.

Ściany ceglane stajni otrzymują okładzinę z materiału twardego na wysokość 2·5 *m* ponad posadzkę. Okna nie powinny działać oslepiająco na zwierzęta i muszą w tym celu być w świetle 1·25 do 1·6 *m* szerokie, oraz 0·8 do 1 *m* wysokie i mieć parapet 2 do 2·5 *m* wysoki. Powierzchnia okien wynosi:

a) dla koni roboczych  $\frac{1}{18}$  całkowitej powierzchni stajni;

b) dla koni wyjazdowych  $\frac{1}{10}$  całkowitej powierzchni stajni.

Zamiast takich okien wykonują także oświetlenie z góry.

Przewietrzanie przeprowadza się w ścianach zewnętrznych, ale najracjonalniej w ścianach tylnych i w tym celu urządza się przewody wentylacyjne w odstępach co 2 do 3 m.

Drzwi wogóle mają być otwieralnemi nazewnątrz i posiadać następujące rozmiary w świetle: drzwi jednoskrzydłowe  $1.1 \times 2.2$  do  $1.25 \times 2.5$  m, — dwuskrzydłowe  $1.25 \times 2.2$  do  $1.6 \times 2.5$  m, — brama do wjeżdżania na wierzchowcu 2 do 2.5 m szeroka, 2.7 do 3.15 m wysoka, — do wjeżdżania zaprzęgiem 2.75 do 3 m szeroka, 3 do 3.5 m wysoka. Posadzka powinna być płaska, niezbyt gładka ani twarda lub zimna, nieprześląkliwa, wytrzymała a w każdym razie sucha. Z kamienia naturalnego powinna być 13 do 16 cm gruba, a cementowa na podkładzie z betonu, z cegieł klinkierek na zaprawie cementowej; posadzka drewniana musi być z dyli conajmniej 8 cm grubych na legarkach  $18 \times 24$  do  $20 \times 26$  cm i otrzymać otwory ściekowe 2 do 2.5 cm szerokie dla gnojówki. Kanał pod posadzką do odprowadzenia gnojówki daje się 30 cm szeroki, 24 cm głęboki ze spadkiem 0.5 do 5 cm na 1 m długości.

Strop ma być wytrzymały na działanie par, ogniotrwały, ciepły, sklepiony ceglami pustemi, albo żelbetonowy z dobrą izolacją cieplną.

## II. b) Stajnie dla bydła (obory).

Również i te stajnie powinny mieć główny front zwrócony ku północy lub ku północnemu wschodowi.

Rozmiary poszczególnych stanowisk bez żłobu i ryny:

- dla wołu 2.7 do 2.8 m długie, 1.30 do 1.4 m szerokie,
- „ większej krowy 2 do 2.5 m długie, 1.25 do 1.4 m szerokie,
- „ mniejszej krowy 2 do 2.5 m długie, 1.1 do 1.25 m szerokie,
- „ bydła młodego (jałówki itd.) 1.9 do 2.2 m długie, 0.9 do 1 m szerokie,
- „ cielęcia wolnego w boksie 1.4 do 1.6 m<sup>2</sup>.

Przejsięcie gnojowe wraz z gnojówkową ryną wzdłuż jednego tylko szeregu stanowisk jest 1.25 do 3 m szerokie, pomiędzy dwoma szeregami stanowisk 2 m szerokie; przejście z paszą i żłobem wzdłuż jednego tylko szeregu stanowisk 1.5 m, a między dwoma szeregami stanowisk 1.9 m szerokie.

Wysokość stajni w świetle czyszczonej codziennie wynosi około 3 do 3.5 m, a jeżeli ściółka gnojowa wysoka, zwiększa się wysokość o 0.8 m.

Głębokość stajni z dwoma szeregami stanowisk, ze środkowym przejściem paszy między nimi i z dwoma przejściami gnojowemi

wynosi 7·2 do 9 m, wysokość zaś w świetle dla małej ilości bydła 3 m, dla 15 do 30 bydła 3·5 m, dla 100 bydła 4 do 5 m. Ściany powinny być wytrzymałe na wilgoć, gdyż 100 bydła wyziewa dziennie około 1 m<sup>3</sup> wody; należy też z tego powodu unikać materiałów nie znoszących wilgoci (n. p. drzewo).

Żłoby z kamienia otrzymują 0·4 do 0·5 m a z drzewa 0·45 do 0·5 m szerokości i 23 do 31 cm głębokości i są osadzone na wysokość 0·8 m ponad posadzką.

Okna o rozmiarach jak w stajni końskiej należy urządzić w takiej ilości, by na 1 m<sup>2</sup> podłogi stajni przypadało dla krów mlecznych: 0·055 m<sup>2</sup>, dla wołów opasowych: 0·05 do 0·04 m<sup>2</sup> światła okna.

Drzwi powinny mieć w świetle 1·6 × 2·2 m i więcej, otwieralne nazewnątrz; bramy zaś wjazdowe dla wozów gnojowych 3 × 3 m w świetle z dwoma jedno nad drugim urządzonemi skrzydłami, z których górne służy do przewietrzania w noce i w lecie. Posadzka z klinkierek, albo cementowa na podkładzie betonowym; ryna gnojówkowa 30 cm szeroka, 15 cm głęboka ze spadkiem 0·5 do 1%. Strop jak w stajni dla koni.

Przestrzeń na paszę powinna obejmować po 14 m<sup>3</sup> na każdą krowę, a komora na paszę po 0·6 do 1·0 m<sup>2</sup> powierzchni podłogi na każde bydło.

## II. c) Owczarnie.

Światło i ciepło, oraz swobodny ruch na zdrowym powietrzu są niezbędnymi warunkami zdrowia i normalnego rozwoju owiec wraz z prawidłowem wytworzeniem się ich wełny. Najodpowiedniejszym zatem położeniem owczarni jest wtedy, gdy front jej główny jest zwrócony ku południowi, i gdy przed owczarnią znajduje się obszerne podwórze. Budynek owczarni powinien być zresztą ogniotrwały i — o ile przypiera do innych zabudowań gospodarczych — oddzielony murami ogniowymi. Owce bowiem w razie powstania ognia pozostają z dziwnym uporem w owczarni i wracają do niej z nie dającą się powstrzymać gwałtownością, chociażby nawet udało się je wypędzić z ognia, wobec czego w razie zapalenia się owczarni ratunek owiec bywa najeźsciej niemożliwy.

W owczarni należy liczyć, jeżeli trzoda niewielka po 0·7 m<sup>2</sup>, a jeżeli wielka po 0·6 m<sup>2</sup> powierzchni podłogi na każdą owcę; dla owcy zapłodnionej po 0·7 do 0·8 m<sup>2</sup>, dla barana w osobnej zasiece po 2 do 2·5 m<sup>2</sup>.

Szerokość owczarni wynosi 9·5 do 12·5 *m*; wysokość co najmniej 3 *m* i jest dostateczną dla 500 owiec; powyżej zwiększa się tę wysokość do 4·00 *m*. Potrzebne miejsce u drabek dla owcy wynosi 1 *m* długości i 0·4 *m* szerokości, a wzajemna odległość drabek podójnych 2·8 *m* w odstępie 1·9 *m* od ściany frontowej.

W obu ścianach przyezolkowych umieszcza się bramy 3·15 × 3 *m* w świetle do wywozu gnoju i wypędzania owiec; oprócz tego na każde 15 do 18 *m* długości stajni urząda się drzwi wchodowe. Posadzkę tworzy 30 *cm* gruba warstwa piasku, wzniesioną o 15 do 30 *cm* ponad teren przyległy; warstwę tę piasku odnawia się we właściwym czasie.

Materiał budowlany jest tu zresztą dowolny; ściany jednak powinny być wewnątrz gładko wyprawione na 1·25 *m* ponad podłogę wysoko, słupy i filary muszą być gładkie bez ostrych krawędzi, a wszystkie drzwi i bramy otwieralne na zewnątrz. Ponieważ owce wydzielają najmniej odchodów płynnych, więc ścieków gnojówkowych niema w owczarni.

Przestrzeń strychowa na paszę powinna obejmować 10 do 15% powierzchni owczarni.

## II. d) Chlewy dla świń.

Położenie budynku z chlewami a zwłaszcza podwórza do południa jest najkorzystniejsze; budynek taki obejmuje następujące działy:

1. Chlew dla prosiąt, w którym na każde prosię powinno przypaść po 0·4 do 0·6 *m*<sup>2</sup> powierzchni podłogi.

2. Chlew dla młodych świń jedno lub dwurocznych tak duży, aby na każdą przypadło po 0·8 do 1 *m*<sup>2</sup> podłogi.

3. Chlew dla świń opasowych, w których skład wchodzi wieprze i wybrakowane lochy; tu mieszczą się one po jednej lub po dwie w osobnych przedziałach tak dużych, aby na każdą przypadło po 1·2 do 2 *m*<sup>2</sup> podłogi.

4. Chlew dla macior prośnych, w którym każda otrzymuje oddzielne pomieszczenie, obejmujące 3·2 do 4 *m*<sup>2</sup> podłogi.

5. Chlew dla knurów, z których każdy mieści się w osobnym przedziale, obejmującym 3 do 5·5 *m*<sup>2</sup> podłogi.

Miejsce służące do karmienia, czyli kurytarz karmowy urząda się w środku stajni i obejmuje prawie połowę stajni chlewowej. Wysokość stajni wynosi 2·5 *m*.

Posadzkę w stajni wykonują: z cegieł zwykłych lub klinkierek, rębem na zaprawie cementowej ułożonych, z cementu na podkładzie betonowym, tak samo i z asfaltu, albo z dyli 8 *cm* grubych; otrzymuje ona spadek 7 do 10% ku środkowi stajni.

Ściany działowe poszczególnych stanowisk są drewniane, murowane lub żelbetonowe.

### III. a) Stodoły zbożowe.

Położenie budynku stodoły zbożowej do wschodu lub zachodu jest uznane za najlepsze, a wielkość samego budynku wyznacza się stosownie do wydajności roli.

W tym celu przyjmuje się na podstawie doświadczenia, że 1 *ha* roli miernej dobroci wydaje:

Oziminy: pszenicy lub żyta 8 do 12 kóp snopów, których 1 kopa obejmuje 7·4 *m*<sup>3</sup>.

Zboża letniego, a zwłaszcza jęczmienia 13  $\frac{3}{4}$  kóp snopów, których 1 kopa obejmuje 6·5 *m*<sup>3</sup>.

Owsa 6 kóp snopów, których 1 kopa wynosi 6·5 *m*<sup>3</sup>.

Owoców strączkowych 50 *m*<sup>3</sup>.

Konieczyny łąkowej lub siana łąkowego 75 *m*<sup>3</sup>.

Szerokość stodoły wynosi 11 do 14 *m*, długość conajmniej 63 *m*, wysokość 4·5 do 7 *m*. Wnętrze stodoły obejmuje:

1. Klepisko, to jest miejsce, na które wjeżdżają wozy ze snopami zboża lub paszy i które służy do omłotu zwiezionego zboża. Długość klepiska powinna wynosić conajmniej 7 do 8 *m*; klepiska zresztą są szerokie 3·15 do 3·8 *m*, gdy wjazd pojedynczy, zaś 4 do 5 *m* gdy wjazd podwójny. Wrota wjazdne są 3 do 3·5 *m* szerokie a 3·2 do 4 *m* wysokie; posadzka powinna być mocna, twarda i równa z gliny na 30 *cm* grubo ubitej, lub z dyli 8 *cm* grubych a powierzchnia jej wzniesiona na 25 do 40 *cm* ponad teren przyległy; wysokość klepiska od posadzki aż pod belkowanie powinna wynosić niemniej niż 3·5 *m*, a w większych stodołach 4 do 4·5 *m*. Ściany oddzielające klepisko od reszty przestrzeni stodoły są 1·1 do 1·6 *m* wysokie. W stodole nie urządza się więcej, niż trzy klepisk.

2. Sądziaki to miejsca znajdujące się po obu stronach klepiska, przeznaczone do przechowywania niewymłóconego zboża, słomy i siana; zajmują one największą przestrzeń stodoły.

Szerokość sądziaków między dwoma klepiskami wynosi 13 do 15 *m*, a między klepiskiem i murem zamykającym 9 do 11·5 *m*; zresztą wielkość ich stosuje się do objętości zboża na skład w nich przeznaczanego.

3. Góra czyli wyżka jest tą przestrzenią stodoły, która się znajduje ponad klepiskiem, oddzielona od niego podłogą z desek na belkowaniu ułożonych i przeznaczona również do składania zapasów zboża słomy i siana. Jeżeli jednak na wyżce ma być przechowywane zboże wymłócone, to belkowanie rozszerza się także ponad sasięki, a podłoga na niem ułożona musi być z desek szczelnie przystosowanych i wzajemnie tak połączonych, by zboże nie mogło się zsypywać spoinami otwartymi.

### III. b) Stodoły na tytoń.

Tytoń w stodołach odpowiednio zbudowanych rozwiesza się na sznurach, aby się wysuszył. Wielkość stodoły stosuje się do ilości, czyli wagi tytoniu, przeznaczonego do rozwieszania; tak n. p. dla 5000 *kg* tytoniu potrzeba przestrzeni 19 *m* długiej, 9,5 *m* szerokiej i 6,3 *m* wysokiej.

Stodola powinna być do południa zwrócona.

### III. c) Śpichlerze.

Są to zabudowania, w których ziarno zboża itp. płodów rolnych zsypuje się na podłogę w celu przechowywania. Najodpowiedniejsze położenie tych zabudowań jest ku wschodowi lub zachodowi, a wielkość ich wyznacza się na podstawie stosunku zasiewu do wydajności roli.

W tym celu przyjmuje się na podstawie doświadczenia, że 1 *ha* roli miernej dobroci, wymagający do zasiewu

pszenicy lub żyta . . . . .	2·2 <i>hl</i>	} wydadaje plon 6 do 8 krotny,
jęczmienia . . . . .	2·7 "	
owsa . . . . .	2·7 "	
grochu lub bobu . . . . .	2·2 "	} " " 8 do 10 "
wyki lub soczewicy . . . . .	1·6 "	
hreczki . . . . .	1·1 "	" " 20 "
rzepaku . . . . .	1·1 "	" " 24 "
nasienia lnu . . . . .	0·3 "	" " 24 "
ziemniaków . . . . .	19·4 "	" " 12 do 15 "

Ilość słomy z jednego hektara:

pszenicy . . . . .	1950 do 5500 <i>kg</i>	hreczki . . . . .	1180 do 3140 <i>kg</i>
żyta . . . . .	980 do 5880 "	owsa . . . . .	1080 do 4320 "

## Ciężar 1 hl:

pszenicy . . . . .	70·7 do 80·9 kg	owoców strączkowych . . . . .	85 kg
żyta . . . . .	68·5 „ 78·8 „	kartofli (ziemniaków) . . . . .	59 „
jęczmienia . . . . .	61·8 „ 69·5 „	wyki . . . . .	46 „
owsa . . . . .	43 „ 53·7 „	nasienia konieczyiny . . . . .	82 „

Dopuszczalna wysokość nasypki na podłogę śpiehlerza wynosi: zboża starego 0·65 m, nowego 0·4 do 0·5 m, owsa 1 m, które to cyfry są zarazem objętością zboża dopuszczalną na 1 m<sup>2</sup> podłogi. Mając zatem daną całkowitą objętość zboża do nasypiania w projektowanym śpiehlerzu, dzielimy ją przez odnośną objętość dopuszczalną na 1 m<sup>2</sup> podłogi i otrzymujemy ilość metrów kwadratowych podłogi, którą to ilość należy jednak zwiększyć jeszcze o 25% na przejścia łącznie z miejscami do przerzucania zboża.

Wysokość 2·2 do 2·5 m poszczególnych piątr śpiehlerza wystarcza zupełnie, najkorzystniejsza zaś szerokość jest 9·5 do 13 m; wreszcie wysokość parapetów okiennych wynosi 0·65 m.

Powierzchnia podłogi parteru powinna być wzniesiona ponad przyległy teren conajmniej o 0·5 m.

## III. d) Stodoły na kukurudzę.

Powinny leżeć w wolnem polu, zwrócone osią podłużną z półnoey na południe. Na 1 m<sup>3</sup> przestrzeni stodoły można liczyć 10 do 14 hl szyszek kukurudzy. Zresztą jeden hektar roli wydaje około 4500 szyszek czyli 28 do 40 hl ziarna kukurudzy.

## III. e) Składy piwniczne na kartofle, buraki, kapustę itp.

Do przechowywania kartofli, buraków, kapusty itp. służą piwnice, ale muszą być suche i wolne od mrozu. Dopuszczalna wysokość nasypu tych plodów rolnych musi tu wynosić nie więcej niż 1·25 m. Do wyznaczenia potrzebnej pojemności takiej piwnicy przyjmuje się za podstawę, że 1 ha roli miernej dobroci wydaje 12.000 do 24.000 kg buraków cukrowych, 12.000 do 18.000 kg buraków białych, 9000 do 12.000 główek kapusty w wadze 23.000 do 31.000 kg, 2000 do 3500 kg marchwi.

## IV. a) Szopa na siano.

Na 100 kg siana należy tu liczyć 1·5 m<sup>3</sup> pojemności szopy.

## IV. b) Skład mąki.

Wysokość piątr składu mąki wynosi conajmniej 2·8 m. Beczulki z mąką 1 m długie, 0·7 m średnicy o pojemności po 3·3 hl ustawia



się w dwu rzędach obok siebie a w trzech spiętrzeniach jedna nad drugą; przejścia są 1·25 m szerokie. Stąd dla 60 beczek potrzeba przestrzeni 7 m długiej, 2 m szerokiej, nie licząc przejścia. Jeden hektolitr mąki nasypanej waży 47 kg, stłoczonej 56 kg. Okna są w świetle 0·95 do 1·1 m szerokie., 1·25 m wysokie we wzajemnych odstępach oś od osi co 4 m. Otwory do przewietrzania 1·6 m szerokie, 1·25 m wysokie z drzwiami klapowymi.

#### IV. c) Skład soli.

Otrzymuje jedno lub dwa piętra nie wyższe, niż po 2·8 m. Beczki z solą są takie same, mają takie same rozmiary, jak beczki na mąkę, i są tak samo ustawione. Zapelnione zupełnie solą ważą po 204 kg, wskutek czego liczy się tu jako obciążenie na 1 m<sup>2</sup> podłogi po 800 kg. Okna i otwory wietrzne są takie same, jak w składzie na mąkę.

#### IV. d) Wozownia.

Wielkość zabudowania wozowni zależy od ilości i rozmiarów wozów, oraz tym podobnych przedmiotów, a mianowicie:

Powóz jest 1·6 do 1·9 m szeroki, 2·8 m wysoki, i długi 3 do 4 m bez dyszla, a 6·3 m z dyszlem; — wóz żniwiarski 1·6 do 2·2 m szeroki, 3 do 5 m bez dyszla, a 6 do 7·7 m z dyszlem długi; — wóz rolny 2·5 do 3·2 m szeroki, 6·5 m długi; — sanie 1·9 do 2·5 m długie, 1 do 1·25 m szerokie; — sikawka pożarna 1·6 m szeroka, 3 m bez dyszla, 5·4 m z dyszlem długa; — plug 2·2 do 3·2 m długi, 0·95 do 1·6 m szeroki; — brona 1·25 do 1·9 m długa, 1·25 do 1·4 m szeroka.

Brama wozowni jest w świetle 2·5 do 4·4 m szeroka, 3·5 m wysoka.

#### IV. e) Drewnutnia.

Drzewo układa się tu w stosy do 3·15 m wysokie, a do rąbania drzewa potrzeba 5 do 10 m<sup>2</sup> wolnej podłogi.

## C. MECHANIKA BUDOWNICZA.

### I. Przepisy techniczne. <sup>1</sup>

#### 1. Przepisy dotyczące obliczeń statycznych w budownictwie łądowem. <sup>2</sup>

##### I. Obciążenia i siły zewnętrzne.

§ 1. Przy obliczaniu statycznym konstrukcji budowlanych należy uwzględnić następujące obciążenia:

- a) ciężar stały, to jest ciężar własny konstrukcji, oraz tych części konstrukcyjnych, które stale na nią działają,
  - b) ciężar zmienny (użytkowy), określony przeznaczeniem budowli,
  - c) obciążenie śniegiem,
  - d) parcie wiatru,
  - e) parcie ziemi lub wody,
- nadto uwzględnić należy następujące działania fizyczne:
- f) wpływ zmian ciepłoty,
  - g) wpływ skurczu i pęcznienia materiałów.

##### § 2. Ciężar własny materiałów.

Ciężar własny materiałów przyjmować należy w obliczeniach w następujących wielkościach:

1. Drewno suche.			
Drewno bukowe . . . . .	750 $kg/m^3$	Drewno sosnowe i modrze-	
" dębowe . . . . .	900 "	wiowe . . . . .	650 $kg/m^3$
" jodłowe . . . . .	600 "	" świerkowe . . . . .	550 "
2. Metale.			
Bronz (spiż) . . . . .	8600 $kg/m^3$	Nikiel . . . . .	8300 $kg/m^3$
Cyna . . . . .	7400 "	Olów . . . . .	11400 "
Cynk lany . . . . .	6900 "	Stal . . . . .	7860 "
" walcowany . . . . .	7200 "	Żelazo spawane . . . . .	7830 "
Glin . . . . .	2600 "	" zlewne . . . . .	7850 "
Miedź . . . . .	8900 "	Żeliwo . . . . .	7300 "
Mosiądz . . . . .	8600 "		
3. Kamienie naturalne.			
Bazalt . . . . .	3000 $kg/m^3$	Portir . . . . .	2800 $kg/m^3$
Granit . . . . .	2800 "	Sjenit . . . . .	2800 "
Marmur . . . . .	2700 "	Wapień zwykły . . . . .	2500 "
Piaskowiec ciężki . . . . .	2700 "	" porowaty . . . . .	2000 "
" lekki . . . . .	2400 "		

<sup>1</sup> Na podstawie norm, ustalonych w tych przepisach, zostały przeprowadzone obliczenia wymiarów belek drewnianych i żelaznych stropów, jak i wymiarów więzarów, w robotach ciesielskich „Analizy”.

<sup>2</sup> Zatwierdzone przez Min. Rob. Publ. rozporządzenie Nr. VIII.—436 z dnia 20. maja 1923.

## 4. Ziemie.

Głina sucha . . . . .	1600 kg/m <sup>3</sup>	Thuczeń z kamienia lekkiego	1600 kg/m <sup>3</sup>
„ mokra nasycona wodą	2000 „	Ziemia roślinna sucha . . .	1400 „
Piasek suchy . . . . .	1600 „	„ „ mokra . . .	1800 „
„ nasycony wodą . . .	2000 „	Żwir rzeczny suchy . . . .	1700 „
Thuczeń z kamienia ciężkiego	1800 „		

## 5. Mur ceglany.

Z cegły zwykłej na zapr. wapiennej . . . . .	1600 kg/m <sup>3</sup>	Z cegły dziurawki . . . . .	1300 kg/m <sup>3</sup>
Z cegły zwykłej na zapr. cementowej . . . . .	1700 kg/m <sup>3</sup>	„ „ „ porowatej	1000 „
Z cegły porowatej . . . . .	1100 „	„ „ korkowej . . . . .	600 „
		„ „ piaskowo-cementowej	2100 „
		Z zendrówek i klinkierów . .	1900 „

## 6. Beton.

Zwykły . . . . .	2200 kg/m <sup>3</sup>	Żuźłowy wielkopieczowy . . .	2200 kg/m <sup>3</sup>
Ceglany . . . . .	1800 „	Wzmocniony (żelbet) . . . .	2400 „
Żuźłowy lekki . . . . .	1300 „		

## 7. Zaprawy.

Wapienna . . . . .	1700 kg/m <sup>3</sup>	Cementowa . . . . .	2100 kg/m <sup>3</sup>
Wapienno-cementowa . . . .	1900 „	Gipsowa . . . . .	1100 „

## 8. Pomocnicze materiały budowlane.

Asfalt lany . . . . .	1200 kg/m <sup>3</sup>	Linoleum . . . . .	1200 kg/m <sup>3</sup>
„ ubijany . . . . .	1800 „	Szkoło dęte . . . . .	2600 „
Gruz (thuczeń) ceglano- wapienny . . . . .	1400 „	„ lane . . . . .	29.0 „
Ksylolit . . . . .	1400 „	Terazzo . . . . .	2000 „
Korkowe płyty . . . . .	330 „	Żuźel koksowy ubity . . . . .	1000 „

## 9. Paliwa.

Antracyt . . . . .	1700 kg/m <sup>3</sup>	Węgiel brunatny . . . . .	750 kg/m <sup>3</sup>
Drwa w polanach, miękkie	350 „	„ czarny . . . . .	900 „
„ „ „ twarde	400 „	„ w brykietach . . . . .	1000 „
Koks . . . . .	500 „	„ drzewny . . . . .	250 „
Torf . . . . .	600 „	Wosk . . . . .	970 „

## 10. Płody roślinne.

Buraki . . . . .	650 kg/m <sup>3</sup>	Proso, gryka . . . . .	850 kg/m <sup>3</sup>
Cukier . . . . .	750 „	Siano, słoma . . . . .	100 „
Groch . . . . .	850 „	„ prasowane . . . . .	280 „
Jęczmień . . . . .	640 „	Słód . . . . .	530 „
Kawa . . . . .	700 „	Trawa, koniczyna . . . . .	350 „
Mąka w workach . . . . .	700 „	Ziemiaki . . . . .	700 „
Owies . . . . .	450 „	Żyto, pszenica . . . . .	750 „
Owoce . . . . .	350 „		

## 11. Niektóre inne obciążenia.

Cement w beczkach . . . . .	1500 kg/m <sup>3</sup>	Papier . . . . .	1100 kg/m <sup>3</sup>
Książki i papier (z uwzgl. przeźreni wolnych) . . . .	800 „	Sól w workach . . . . .	1200 „
Łód . . . . .	750 „	Węlna . . . . .	1300 „

## 12. Niektóre zwierzęta.

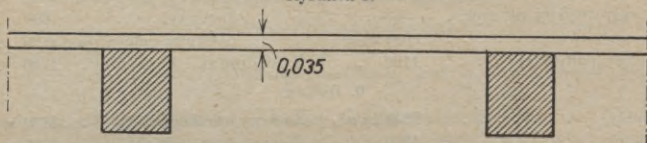
Koń . . . . .	sztuka 500 kg	Wieprz . . . . .	sztuka 200 kg
Krowa . . . . .	" 600 "	Wół roboczy . . . . .	" 650 "
Owca . . . . .	" 80 "	" karmny . . . . .	" 800 "

13. W razie użycia materiałów powyżej niewymienionych należy ciężar jednostkowy przyjąć wedle norm ogólnie przyjętych, ewentualnie oznaczyć próbami.

## § 3. Ciężar własny stropów.

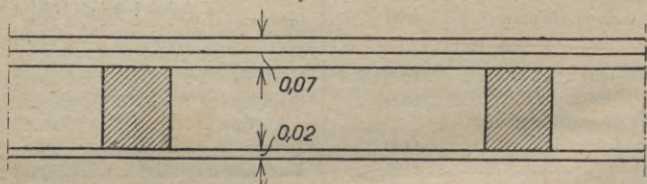
Ciężar własny stropów przyjmować należy wedle następującej tablicy:

Rysunek 6.



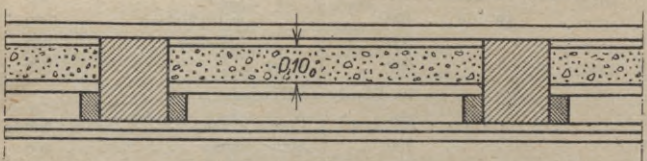
1. Strop drewniany belkowy z podłogą pojedynczą z desek 3-5 cm,  
rys. 6 . . . . . 70 kg/m

Rysunek 7.



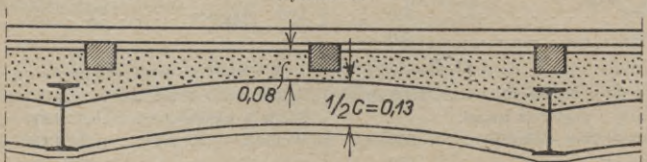
2. Strop drewniany belkowy z podłogą podwójną (bez podsypki) i z sufitem,  
rys. 7 . . . . . 90 kg/m<sup>2</sup>

Rysunek 8.



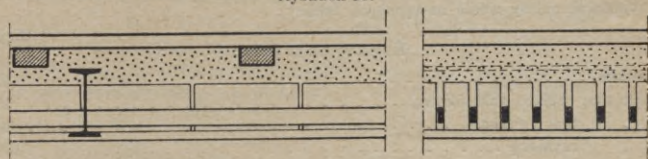
3. Strop drewniany belkowy z podsypką 10 cm, podłogą, trzciniowaniem i wyprawą, rys. 8 . . . . . 250 kg/m<sup>2</sup>

Rysunek 9.



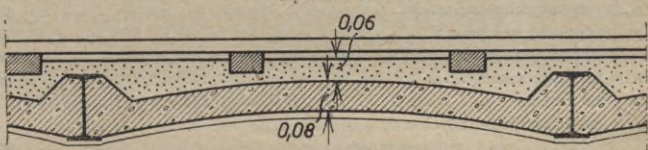
4. Strop sklepiony z cegieł zwykłych między dźwigarami z nadsypką 8 cm, w kluczu przy odstępach dźwigarów do 1,50 m, rys. 9 . . . . . 450 kg/m<sup>2</sup>

Rysunek 10.



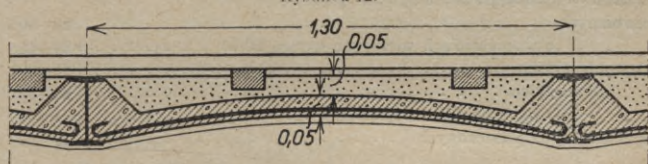
5. Strop ceglany płaski z cegieł porowatych między dźwigarami o grubości 1/2 cegły z wkładkami żelaznymi z nadsypką i podłogą, rys. 10 . . . . . 350 kg/m<sup>2</sup>  
 6. Strop jak 5, z cegły pełnej . . . . . 400

Rysunek 11.



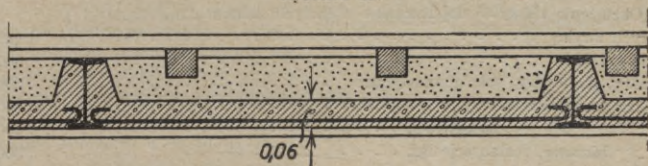
7. Strop sklepiony betonowy grubości 8 cm w kluczu z nadsypką 6 cm nad kluczem, rys. 11 . . . . . 380 kg/m<sup>2</sup>

Rysunek 12.



8. Strop sklepiony Moniera grubości 5 cm w kluczu z nadsypką 5 cm nad kluczem, rys. 12 . . . . . 350 kg/m<sup>2</sup>

Rysunek 13.



9. Strop płytowy Moniera grubości 6 cm, z nadsypką i wyprawą, rys. 13 420 kg/m<sup>2</sup>

W powyższych stropach przyjęto wszędzie podłogę drewnianą.

W razie użycia innych stropów lub innych ciężarów należy uzasadnić przyjęty ciężar stropów.

W ciężar ten nie jest wliczony ciężar osobnych podciągów stropowych.

## § 4. Ciężar własny dachów.

1. Ciężar własny pokrycia dachowego na  $1 m^2$  pochylej powierzchni dachów bez więzarów i płatwi, natomiast z uwzględnieniem odeskowania i krokwi przyjmować należy wedle następującej tablicy:

Rodzaj pokrycia:	Ciężar w $kg/m^2$
Gontem . . . . .	40
Dachówką ceglana zakładkową . . . . .	65
"    holenderską . . . . .	80
"    rzymską . . . . .	100
"    karpiówką . . . . .	70
"    "    podwójną . . . . .	120
"    cementową . . . . .	75
Łupkiem angielskim na łątach . . . . .	45
"    "    deskowaniu . . . . .	55
"    niemieckim na łątach . . . . .	65
Papą pojedynczą bez piasku . . . . .	35
Warstwowcem (cementem drzewnym) z 8 cm grubą warstwą żwiru . . . . .	180
Błachą na deskowaniu . . . . .	40
Słomą lub trzcina . . . . .	80
Szklm na listwach żelaznych zwykłej grubości 5 mm . . . . .	25
"    "    "    drurowem " 5 " . . . . .	30
Każdy 1 mm szyby ponad 5 mm zwiększa ciężar o . . . . .	3

2. Ciężar płatwi i więzarów przyjmować należy odpowiednio do materiału i konstrukcji tychże. W normalnych wypadkach przyjmować można ciężar własny więzarów na  $1 m^2$  rzutu poziomego:

Drewnianych . . . . .	20—30 $kg/m^2$
"    o rozpiętościach większych (ponad 20 m) . . . . .	30—45 "
Żelaznych lekkich . . . . .	15—20 "
"    ciężkich . . . . .	20—30 "
"    łukowych do 40 m rozpiętości . . . . .	do 45 "
Kopuł żelaznych płaszczowych . . . . .	15—25 "

## § 5. Obciążenie zmienne (użytkowe).

## 1. Obciążenia zmienne stropów:

	$kg/m^2$
Mieszkanie zwykle . . . . .	150—200
(Obciążenie $150 kg/m^2$ dopuszczalne w małych domkach mieszkalnych.)	
Strych zwykły . . . . .	125
Sale szkolne . . . . .	300
Teatry, kinoteatry, sale gimnastyczne . . . . .	500
Lokale handlowe (sklepy) w parterze . . . . .	500
"    "    na piętrach . . . . .	400
"    biurowe, restauracje itd. . . . .	300
Budynki fabryczne conajmniej . . . . .	500
(o ile nie przewiduje się większych obciążeń — por. ust. 6.)	
Schody domów mieszkalnych . . . . .	400
"    gmachów publicznych i lokali handlowych . . . . .	500
Kurytarze w budynkach użyteczności publicznej . . . . .	400
Stropy pod przejazdami, obciążone wozami ciężkimi . . . . .	800

Dachy płaskie (najwyżej 1 : 20) łącznie z wiatrem i śniegiem, o ile mogą być obciążone przez ludzi (na przykład terasy) . . . . . 250 kg/m<sup>2</sup>

Balkony . . . . . 500 "

2. Ciśnienie poziome na poręczce balkonów w domach mieszkalnych . 50 kg/m b.

" " " " " " " " teatrach itp. . . . . 80 " "

3. Ciężar lekkich ścianek działowych (drewnianych, z cegieł lekkich itd.) o grubości najw. 7 cm, które mogą być następnie przestawiane, wystarczy uwzględnić, przyjmując dodatkowe obciążenie 70 kg/m<sup>2</sup>.

4. Przy obliczeniu sal bibliotecznych, archiwów itp. przyjmować należy obciążenie 500 kg/m<sup>3</sup> szaf i półek.

5. Obliczenie pokrycia dachu w miejscach, na których może stanąć człowiek, należy przeprowadzić: a) na ciężar śniegu i wiatru, b) na ciężar skupiony (człowieka z narzędziami 100 kg) i uwzględnić niekorzystniejsze z obu obciążeń.

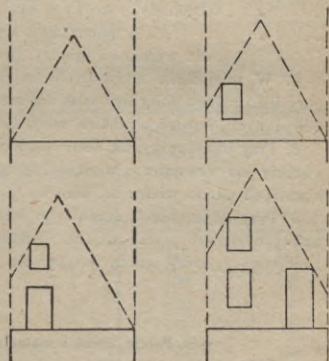
6. W fabrykach o ruchu cięższym i magazynach należy uwzględnić potrzebne obciążenie w każdym wypadku z osobna i umieścić w pobliżu wykonanej konstrukcji napis, podający wielkość przyjętego obciążenia. Wstrząśnienia maszyn należy uwzględnić, mnożąc ciężar tychże przez współczynnik dynamiczny, wynoszący 1·5 (na przykład maszyny rotacyjne) do 2·0 zależnie od rodzaju maszyn. W wyjątkowych wypadkach, na przykład dla fundamentów pod turbiny parowe, współczynnik ten należy przyjąć jeszcze większy, odpowiednio do wymogów.

7. Dla obliczenia słupów, podciągów, fundamentów itp. konstrukcji, na które przenosi się ciężar szeregu pięter, należy w najwyższym piętrze przyjąć pełną wartość najniekorzystniejszego obciążenia ruchomego, w następnych piętrach natomiast obniżyć je kolejno o 10%, 20% itd. Redukcja taka dojść jednak może najwyżej do 60% całkowitego obciążenia pożytecznego, poczem stale należy tę wartość wciągać w rachunek. O ile do obciążenia zmiennego wliczono ciężar lekkich ścianek przedziałowych wedle 3, należy go przy tej redukcji wliczyć do ciężaru stałego. Przy obliczeniu magazynów redukcji powyższej uwzględniać nie należy.

8. Przy obliczeniu podciągów, na które przenosi się ciężar z powierzchni stropu większej niż 30 m<sup>2</sup>, można wielkość obciążenia ruchomego zmniejszyć o 10%.

9. Przy obliczeniu podciągów, podtrzymujących mur związany na całej wysokości ze ścianami głównymi, można przyjąć, że na belkę przynosi się obciążenie części muru ograniczonej prostymi, wychodzącymi pod kątem 60° do poziomu ze skrajnych najniższych punktów muru, o ile proste nie trafiają w murze w otwory. W tym ostatnim przypadku należy ograniczające proste podnieść tak, aby nie przecinały otworu (rys. 14). Grubość filara narożnego, podtrzymującego podciąg tak obliczony, mierzona w kierunku otworu powinna być co najmniej równa połowie rozpiętości otworu w świetle. w przeciwnym razie podciąg należy obliczać na cały ciężar ściany, ograniczonej liniami pionowymi.

Rysunek 14.



10. W obliczeniach przyjąć można, że ciśnienie słupów itp. ciężarów skupionych rozkłada się w murze ceglanym pod kątem 4 : 1, zaś w betonie pod kątem 1 : 1.





M a t e r j a ł	Kąt zesypu (tarcia)
Gлина sucha . . . . .	40°
„ mokra nasycona wodą . . . . .	20°
Piaszek suchy . . . . .	35°
„ mokry nasycony wodą . . . . .	25°
Tłuczeń . . . . .	40°
Ziemia roślinna sucha . . . . .	35°
„ „ mokra . . . . .	30°
Żwir rzeczny . . . . .	30°

2. Obliczając ciśnienie na ściany i dno zbiorników, należy przyjmować następujące wartości kątów zesypu, o ile niema dokładniejszych danych na podstawie bezpośrednich prób:

M a t e r j a ł	Kąt zesypu (tarcia)
Cement . . . . .	40°
Groch . . . . .	20°
Owies . . . . .	28°
Słód . . . . .	22°
Sól . . . . .	40°
Węgiel, koks . . . . .	45°
Żyto, pszenica . . . . .	25°

3. Obliczenie parcia wody należy wykonać wedle ogólnie przyjętych zasad.

#### § 9. Zmiany ciepłoty. Skurcz i pęcznienie materiałów.

Wpływ zmian ciepłoty oraz wpływ skurczu, względnie pęcznienia materiałów, uwzględniony został poniżej w poszczególnych rozdziałach.

## II. Konstrukcje drewniane.

§ 10. Za rozpiętość teoretyczną belek drewnianych przyjętą należy odległość od środka do środka podpór, względnie dla belek, opartych bezpośrednio na murze, rozpiętość równą 1·05 odległości podpór w świetle.

§ 11. 1. Statycznie obliczone naprężenia nie mogą przekraczać dla drewna suchego (do 15% wilgoci) następujących granic:

N a p r ęż e n i e d r e w n a n a	Naprężenie dopuszczalne w $kg/cm^2$ dla drewna	
	miękkiego	twardego
Ciężnienie . . . . .	110	130
Zginanie . . . . .	100	120
Ciśnienie równoległe do włókien . . . . .	70	80
„ prostopadłe „ „ . . . . .	15	35
Ścinanie równoległe „ „ . . . . .	15	25
„ prostopadłe „ „ . . . . .	50	60
Ciśnienie na ściankę dziury, jako maksymalne naprężenie	120	140

2. Przy obliczeniu konstrukcji tymczasowych, budowanych na najwyżej trzyletni okres trwania, można dopuścić naprężenia o 30% wyższe od wyżej podanych. Naprężenie na ściankę dziury można tu zwiększyć jednak tylko o 20%.

3. W razie użycia drewna świeżo ściętego oraz w konstrukcjach podwodnych należy powyższe normy zmniejszyć o 40%, zaś w konstrukcjach będących naprzemian pod wodą i na powietrzu o 60%.

4. Przy obliczaniu dźwigarów złożonych (zazębionych itp.) należy uwzględnić nieścisłość działania i obliczenia tych belek w ten sposób, że w miejsce momentu wytrzymałości  $W = \frac{l}{e}$  całkowitego przekroju dźwigarów przyjmuje się tylko część tegoż, wyrażoną w procentach według następującej tablicy, pozostawiając zato powyżej przepisane natężenia dopuszczalne:

Ilość belek	Dźwigar zazębiony	Dźwigar klinowy	Dźwigar klockowy
2	64%	80%	70%
3	51%	73%	60%

5. Przy obliczeniu statycznym części narażonych na ciśnienie należy uwzględnić możliwość wyboczenia przez wyprowadzenie współczynnika zmniejszającego (spółczynnika wyboczenia) zależnego od wartości  $\frac{l}{r}$ , gdzie  $l$  jest długością wolną, zaś  $r$  najmniejszym promieniem bezwładności przekroju.

6. Dla słupów obciążonych (ściskanych) mimoosiowo lub narażonych oprócz obciążenia osiowego także na działanie sił zginających, należy wyznaczyć złożone naprężenia, wywołane obciążeniem i momentem zginającym.

7. Strzałka ugięcia belek pojedynczych nie powinna przekraczać  $\frac{1}{400}$  rozpiętości, belek złożonych  $\frac{1}{300}$  rozpiętości.

8. Współczynnik sprężystości przyjęć należy dla drewna 110.000 kg/cm<sup>2</sup>.

### III. Konstrukcje żelazne.

§ 12. 1. W konstrukcjach budowlanych należy z reguły używać żelaza zlewne go. Żelazo powinno odpowiadać jakością „Przepisom dotyczącym żelaza budowlanego”.<sup>1</sup>

2. Żelaza spawanego używać można tylko za zezwoleniem władzy budowlanej.

3. Na słupy i części konstrukcji ściskane można również używać żeliwa (żelaza lanego) i stali.

4. Stal zlewna powinna mieć wytrzymałość na ciągnięcie najmniej 6000 kg/cm<sup>2</sup> przy wydłużeniu jednostkowym najmniej 10%, stal walcowana 12%; żeliwo najmniej 1200 kg/cm<sup>2</sup> na ciągnięcie, a 5000 kg/cm<sup>2</sup> na ciśnienie.

§ 13. Za rozpiętość belek wolno leżących i belek ciągłych przyjęć należy odległość od środka do środka podpór. Dla belek, leżących bezpośrednio na murze lub ciosie podporowym, przyjęć należy rozpiętość równą 1.05 odległości podpór w świetle.

<sup>1</sup> Por. str. 471.

§ 14. 1. Naprężenia w żelazie zlewnem nie powinny przekraczać granic, zakreślonych następującym zestawieniem:

R o d z a j n a p r ę ż e n i a	Naprężenie dopuszczalne w $kg/cm^2$
Ciągnienie . . . . .	1200
Ciśnienie . . . . .	1200
Zginanie . . . . .	1200
Ścinanie z wyjątkiem nitów i śrub . . . . .	800
Ścinanie nitów . . . . .	900
Ciśnienie na ściankę dziury w nitach . . . . .	1800
Ścinanie śrub . . . . .	700
Ciśnienie na ściankę dziury w śrubach . . . . .	1400

2. W razie uwzględnienia wszystkich najniekorzystniejszych wpływów przy zupełnie ścisłym obliczeniu można powyższe normy naprężeń, za zezwoleniem władzy budowlanej, zwiększyć o 200  $kg/cm^2$ , naprężenia na ścinanie jednak tylko o 100  $kg/cm^2$ .

3. Żelazo spawane, jakiego wolno używać tylko wyjątkowo, otrzymać może naprężenia o 10% niższe od dopuszczalnych dla żelaza zlewnego.

4. Żeliwo otrzymać może naprężenia: na ciśnienie w słupach 500  $kg/cm^2$ , na ciśnienie w łożyskach 1000  $kg/cm^2$ , na ciągnienie i na ścinanie 250  $kg/cm^2$ , na zginanie 300  $kg/cm^2$ .

5. Stal zlewana na zginanie, ciągnienie i ciśnienie 1400, na ścinanie 900  $kg/cm^2$ .

6. Odlewy stalowe na ciśnienie i zginanie 1200  $kg/cm^2$ .

7. Największe naprężenie w kotwach może wynosić 1000  $kg/cm^2$ .

8. Słupy wolno stojące, jakoteż części kraty dźwigarów, pracujące na ciśnienie, należy obliczać na wyboczenie wzorami Tetmajera i Jasińskiego przy pomocy tablic, podających współczynnik wyboczenia dla różnych wartości  $\frac{l}{d}$ , przyjmując długość wolną  $l$  wedle następującej tablicy:

Wolno stojące słupy o wszechstronnem usztywnieniu końców . . . . .	0.8	L
Słupy żeliwne . . . . .	1	L
Pręty przynit. do blach węzłowych . . . . .	0.8	L-1
" " skrzyżowane w połowie długości dla wyboczenia w płaszczynie kraty . . . . .	0.5	L
" " skrzyżowane w połowie długości dla wyboczenia, prostopadle do płaszczyzny kraty . . . . .	0.67	L
Części pasów w płaszczyźnie prostopadłej do kraty dla pasów stężonych . . . . .	1	L

We wzorach powyższych  $L$  jest długością teoretyczną pręta.

9. Pręty ściskane o przekroju złożonym z kilku części mają być w ciągu swej długości spojone łącznikami w ten sposób, aby pewność przeciw wyboczeniu każdej części z osobna między łącznikami była conajmniej dwukrotnie większa od pewności na wyboczenie całego słupa na całkowitej długości (o ile obliczenie nie zostanie przeprowadzone w sposób ściślejszy).

10. Przy obliczaniu słupów i prętów ściskanych należy dla obliczenia promienia bezwładności nie potrącać dziur na niły; natomiast przy obliczaniu przekroju użytecznego należy odjąć ich powierzchnię.

11. Dla słupów ściskanych mimoosiowo lub narażonych oprócz obciążenia osiowego także na działanie sił zginających należy wyznaczyć złożone naprężenia, wywołane obciążeniem i momentem zginającym.

12. Jeżeli słupy są sztywnie połączone z belkami, należy przy obliczeniu słupów uwzględnić wpływ momentów, wywołanych sztywnym połączeniem.

13. Gdy długość słupa  $L$  jest większa niż 20-krotny najmniejszy wymiar przekroju, to należy moment, wywołany siłą zginającą, zwiększyć o wartość  $0.005 PL$ .

14. Dla starego żelaza, użytego powtórnie, należy naprężenia podane powyżej zredukować co najmniej o 20%.

15. O ile z obliczenia wynikają zbyt małe przekroje blach i kształtowników, należy je odpowiednio zwiększyć z uwagi na niedokładności wykonania i możliwość rdzewienia.

16. Naprężeń dodatkowych, jakie powstają wskutek sztywnych połączeń w węzłach dźwigarów kratowych i w przytwierdzeniu poprzecznie do dźwigarów głównych, oraz wskutek tarcia w przegubach i łożyskach, można z reguły nie uwzględniać.

17. Zmiany temperatury należy w obliczeniach statycznych przyjmować w stosunku do średniej temperatury zestawienia w granicach od  $-20^{\circ}C$  do  $+30^{\circ}C$ , o ile konstrukcja nie znajduje się w odmiennych warunkach termicznych, wymagających rozszerzenia tych granic. Współczynnik rozszerzalności żelaza zlewneho przyjąć należy  $0.000011$  na jeden stopień Celsjusza.

18. Współczynnik sprężystości dla żelaza zlewneho można we wszystkich obliczeniach przyjmować równy  $2,100,000 \text{ kg/cm}^2$ .

19. Strzałka ugięcia powinna być mniejsza, niż  $\frac{l}{500}$  rozpiętości,

$$s \leq \frac{l}{500}$$

#### IV. Konstrukcje z kamienia naturalnego.

§ 15. 1. Przy obliczeniu konstrukcji z kamienia naturalnego przyjąć należy jako zasadę następujące współczynniki bezpieczeństwa w stosunku do wytrzymałości kostkowej:

dla kamieni łożyskowych (podporowych)	10
" " w filarach i sklepieniach	15
" " w słupach i smukłych filarach	25

Za smukłe filary uważa się takie, których stosunek wysokości do najmniejszego wymiaru poprzecznego wynosi więcej niż 10.

2. Wytrzymałość na ściskanie kamieni naturalnych należy ustalić na podstawie co najmniej 5 prób z kostkami o długości boku  $7 \text{ cm}$ .

3. Naprężeń na rozciąganie w murze na zaprawie wapiennej przy obciążeniu mimośrodkowym nie należy uwzględniać.

4. O ile doświadczeń niema, należy przyjąć najwyższe następujące naprężenia dopuszczalne dla muru ciosowego na zaprawie cementowej:



R o d z a j m u r u	Na zaprawie wapiennej	Na zaprawie wapienno-cementowej 2 : 1	Na zaprawie cementowej
Mur z cegły zwyczajnej połowej . . . . .	5	6	—
" " " pieców kręgowych . . . . .	7	8	10
" " " maszynowej . . . . .	8	11	14
" " zendrówek . . . . .	—	16	20
" " klinkierów . . . . .	—	—	30
" " cegieł pustych . . . . .	4	5	6

Naprężenie dopuszczalne muru z cegły niewypalanej na glinie przyjmować należy najwyżej  $2 \text{ kg/cm}^2$ .

2. Ściany o grubości  $\frac{1}{2}$  cegły ułożone na zaprawie cementowej mogą być obciążone do  $8 \text{ kg/cm}^2$ , o ile ich wymiary nie przekraczają 3.5 m wysokości, oraz 4 m długości (pomiędzy stężeniami poprzecznymi).

3. Największe naprężenie dopuszczalne na ciśnienie, filarów wolno stojących i murów nieusztynwionych poprzecznie, wynosi:

R o d z a j m u r u	Przy stosunku najmniej-szego boku do wysokości					
	0.5	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
Mur z cegły z pieców kręgow. na zaprawie wapienno-cementowej . . . . .	8	6	5	4	—	—
Mur j. w. na zaprawie cementowej . . . . .	10	7	6	5	4	—
Mur z cegły maszynowej na zaprawie wapienno-cementowej . . . . .	11	8	7	6	5	4
Mur z cegły maszynowej na zaprawie cementowej . . . . .	14	10	8	7	6	5
" " zendrówek na zaprawie cementowej . . . . .	20	15	13	11	9	8
" " klinkierów " " " " . . . . .	30	22	19	16	13	10

Pośrednie wartości należy interpolować linjowo.

4. Przy obliczeniu murów, filarów, sklepień itp., narażonych na mimośrodowe ściskanie, wolno dopuścić wyjście linii ciśnienia z rdzenia przekroju, o ile naprężenia na ściskanie i rozciąganie nie przekraczają granicy dopuszczalnej.

§ 19. 1. Przy obliczeniu kominów fabrycznych można dopuścić wyjście linii ciśnienia z rdzenia przekroju; największe naprężenia na ciśnienie nie powinny jednak przekraczać następujących granic:

- dla kominów z cegły zwykłej na zaprawie wapiennej . . . . .  $7 \text{ kg/cm}^2$
- dla kominów z cegły zwykłej na zaprawie cementowej . . . . . 10 "
- dla kominów z cegły promieniówki na zaprawie cementowo-wapiennej . 12 "
- dla kominów z cegły promieniówki na zaprawie cementowej . . . . . 14 "
- dla kominów z klinkierów na zaprawie cementowej . . . . . 18 "

O ile ciśnienie ma przekraczać te granice, należy sprawdzić wytrzymałość zarówno stosowanej cementowej zaprawy, jak i branej do budowy cegły, przyczem

najwyższe wartości naprężeń nie mogą dojść do  $\frac{1}{10}$  wytrzymałości kostkowej cegły.

2. Naprężenie dopuszczalne na rozciąganie wynosi —  $1.5 + 0.05 (H-30)$   $kg/cm^2$ , gdzie  $H$  jest wysokością komina w metrach.

## VI. Konstrukcje z betonu nieuzbrojonego.

§ 20. 1. Nazwą kruszywa oznacza się kamień tłuczony lub żwir o różnych wielkościach ziarn łącznie z dodatkiem piasku i to w takiej ilości, ażeby piasek wypełniał o ile możliwości wszystkie próżnie, zawarte między grubszymi ziarnami kamienia.

Stosunek ilości piasku do grubszego materiału kamiennego należy ustalić próbami tak, aby mieszanina była jaknajgęstsza (o ile praktyka z danymi materiałami nie ustaliła już korzystnych proporcji).

2. Kamień (kruszywo) musi być wolny od domieszek, które wpływają szkodliwie na wytrzymałość betonu, oraz wytrzymały na mróz.

Za szkodliwe należy uważać także bardzo drobne ziarna piasku w zbyt wielkiej ilości i pył kamienny.

W wypadkach spornych rozstrzyga wynik prób, wykonanych według „Przepisów dotyczących prób wytrzymałości betonu”.<sup>1</sup>

3. Największy wymiar ziarna kamienia powinien odpowiadać rodzajowi zespołu. Dla zespołów niewzmocnionych żelazem, ziarna kamienia mogą być tak wielkie, ażeby mieszanie maszyną mogło się jeszcze odbywać.

Na dodanie wielkich brył kamienia do betonu niewzmocnionego musi zwierzchnia władza budowlana dodatkowo zezwolić przy dokładnem oznaczaniu ilości, wielkości brył kamienia, sposobu i miejsca ułożenia kamienia w zespole, przyczem nie wolno używać kamieni większych, niż 30  $cm$  w ilości przekraczającej 25% użytego kamienia.

4. Wytrzymałość kamienia powinna być równa w każdym razie conajmniej wytrzymałości kostkowej betonu, jednak niemniej niż 200  $kg/cm^2$ ; zaś wielkość wsiąkania najwyżej 15% objętości.

5. Do betonu ceglanego można użyć tłuczni ceglanego o wytrzymałości conajmniej równej wymaganej wytrzymałości betonu, jednak niemniej niż 100  $kg/cm^2$ .

§ 21. Do betonu nieuzbrojonego używać należy wyłącznie cementu portlandzkiego, powoli wiążącego. Użycie innych cementów zależy od zezwolenia władzy budowlanej.

Skład chemiczny i jakość cementu winny odpowiadać „Przepisom dotyczącym cementów i dodatków hydraulicznych” str. 463.

§ 22. Woda nie powinna zawierać domieszek, źle wpływających na wytrzymałość betonu.

W wypadkach spornych co do tego, czy dana woda jest dla betonu szkodliwa, rozstrzyga wynik prób wytrzymałości betonu, zarobionego wodą, będącą przedmiotem sporu.

§ 23. 1. Skład betonu należy oznaczać, podając ilość cementu w kilogramach na 1  $m^3$  kruszywa.

<sup>1</sup> Patrz str. 469.

2. Ilość cementu w stosunku do kamienia należy tak dobrać, ażeby wytrzymałość kostek 28-dniowych odpowiadała wytrzymałości, przyjętej w obliczeniach statycznych.

3. Ilość cementu nie może jednak w żadnym wypadku być mniejsza niż 100 kg na 1 m<sup>3</sup> kruszywa.

4. Jeżeli cement odmierza się na budowie miarą objętościową, należy dla tej miary wyznaczyć wagę 1 litra cementu lekko nabrane go według średniej z czterech prób.

5. Jeżeli z jakiegokolwiek powodu wagi cementu lekko nabrane go nie oznaczono próbami przed zaczęciem mieszania, to należy przyjąć, że jeden litr cementu lekko nabrane go waży 1.2 kg.

6. Dla ułatwienia nadzoru należy w miejscu, gdzie się miesza beton, uwidocznić w cyfrach stosunek, w jakim materiały są mieszane.

§ 24. 1. Przed rozpoczęciem budowy mają być zrobione próby wytrzymałości według „Przepisów dotyczących prób wytrzymałości betonu“.<sup>1</sup> Dla mniejszych budowli można prób nie wykonywać, przyjmując naprężenia dopuszczalne wedle tablicy poniżej podanej.

2. Do oceny wytrzymałości betonu, t. j. wyznaczenia naprężeń, miarodajne są wyniki prób na kostkach 28-dniowych.

3. W wypadkach wyjątkowych, zwłaszcza przed zaczęciem budowy, dla przybliżonej oceny, czy wytrzymałość betonu odpowiada wytrzymałości przyjętej w obliczeniach statycznych, można próby wytrzymałości przeprowadzić po 8 dniach.

4. Wytrzymałość po 8 dniach do wytrzymałości po 28 dniach należy przyjmować w stosunku 2 do 3.

5. Oprócz przeprowadzenia prób na kostkach 8-dniowych należy po zaczęciu robót betonowych przeprowadzić próby na kostkach 28-dniowych.

§ 25. 1. Beton należy zaraz po wymieszaniu nakładać do form.

2. Beton sypki należy nakładać warstwami nie grubszymi niż 20 cm i silnie ubijać.

3. Beton powinien być użyty natychmiast po wymieszaniu; beton nie użyty w przeciągu godziny w porze suchej i ciepłej, zaś w przeciągu dwu godzin w porze wilgotnej i chłodnej, należy usuwać.

4. Takiego betonu w czas nie użytego, lub już stężałego, nie można używać jako domieszki do betonu zamiast kamienia.

5. Beton należy wlewać, względnie sypać, z możliwie małej wysokości, ażeby cięższe części nie oddzielały się i tem samem nie psuły wymieszania. Największa wysokość spadu nie powinna przekraczać trzech metrów.

6. Części zespołu przyjęte w obliczeniach statycznych jako całość, należy zabetonowywać bez przerw.

W razie koniecznej przerwy należy roboty doprowadzić przynajmniej do przekrojów najmniej naprężonych.

7. W razie przerwy w betonowaniu należy starać się o należyte związanie betonu stężałego z betonem świeżym.

8. Świeżo wykończony zespół należy w czasie tężenia betonu chronić przed działaniem słońca, mrozu, deszczu i innych wpływów atmosferycznych, jakoteż conajmniej 4 dni przed wstrząśnieniami i obciążeniami.

<sup>1</sup> Patrz. str. 469



§ 26. 1. W czasie zimowym przy temperaturze niższej  $0^{\circ} C$  należy przerwać roboty betonowe. Jeżeli wykonuje się roboty betonowe przy temperaturze od  $0^{\circ}$  do  $+ 4^{\circ} C$ , to należy świeży beton chronić przed ewentualnymi przymrozkami (na noc nakrywać).

W wypadkach wyjątkowych, w których za zgodą zwierzchniej władzy budowlanej roboty betonowe wykonuje się przy temperaturze poniżej  $0^{\circ} C$ , należy miejsce budowli, jakoteż mieszanie betonu zabezpieczyć od mrozów. Nie można przytem używać zamrożonego kamienia.

2. Beton, znajdujący się w trakcie wiązania, należy specjalnie troskliwie osłaniać od wpływu zimna.

§ 27. 1. Rusztowania mają być tak silne, ażeby nie powodowały odkształceń w zespołach betonowych jeszcze dostatecznie niestężonych i tak obmyślane, ażeby niektóre podpory zapasowe można było pozostawić, usuwając deskowanie i resztkę rusztowania.

2. Deskowanie i rusztowanie powinno mieć taki ustrój, ażeby je można rozbiierać bez wywołania wstrząśnięć w stężonych zespołach betonowych.

3. Deskowanie powinno być szczelne i łatwe do oczyszczenia.

4. Deskowanie i rusztowanie można rozbiierać tylko ze zezwoleniem odpowiedzialnego technicznego kierownika robót betonowych, który ma stwierdzić osobiście, ewentualnie przy pomocy belek próbnych, czy beton jest już dostatecznie stężony, ażeby mógł unieść przynajmniej własny ciężar.

5. Podpory zapasowe należy zatrzymać przynajmniej 14 dni dłużej.

§ 28. 1. Naprężenia dopuszczalne betonu nieuzbrojonego wynoszą w stosunku do wytrzymałości kostkowej betonu:

Rodzaj naprężenia	Spółczynnik zmniejszający	Największe dopuszczalne naprężenie w $kg/cm^2$	
		dla betonu zwykłego	dla betonu ceglanego
Ciśnienie osiowe . . . . .	0.15	35	18
Ciśnienie przy zginaniu . . . . .	0.20	42	20
Ciągnienie przy zginaniu . . . . .	0.015	3	1.5
Ścinanie . . . . .	0.02	3.5	2

2. W słupach i filarach największe naprężenie dopuszczalne ( $s$ ) zależne jest od stosunku najmniejszej grubości  $g$  do wysokości  $h$ , a mianowicie:

$$\text{dla } \frac{g}{h} = 0.5 \quad s = 0.15 \text{ wytrzymałości na ściskanie}$$

$$\text{" } \frac{g}{h} = 0.25 \quad s = 0.10 \quad \text{" " "}$$

$$\text{" } \frac{g}{h} = 0.1 \quad s = 0.05 \quad \text{" " "}$$

Dla wartości pośrednich należy interpolować linjowo.

3. O ile prób się nie wykonuje, wolno przyjmować naprężenia dopuszczalne betonu na ciśnienie osiowe odpowiednio do ilości cementu na  $1 \text{ m}^3$  kruszywa, a mianowicie:

	dla betonu zwykłego	dla betonu ceglanego
przy 500 <i>kg</i> cementu . . . . .	32 <i>kg/cm</i> <sup>2</sup>	—
„ 300 „ „ . . . . .	22 „	12 <i>kg/cm</i> <sup>2</sup>
„ 100 „ „ . . . . .	12 „	4 „

Inne naprężenia należy dostosować do powyższych wedle § 28. 1.

§ 29. Dla obliczenia przyjmując można, że współczynniki sprężystości dla betonu ściskanego i rozciąganego są jednakowe i wynoszą  $150.000 \text{ kg/cm}^2$  dla betonu o wytrzymałości ponad  $140 \text{ kg/cm}^2$ , zaś  $100.000 \text{ kg/cm}^2$  dla betonu o wytrzymałości poniżej  $100 \text{ kg/cm}^2$ .

Dla wartości pośrednich należy interpolować linowo.

## VII. Konstrukcje żelbetowe.

§ 30. Za konstrukcje żelbetowe uważa się konstrukcje, w których żelazo jest tak połączone z betonem, że obydwa materiały tworzą pod względem statycznym jedną całość.

§ 31. 1. Materiały składowe betonu winny spełniać warunki, podane w §§ 10 do 24. z uwzględnieniem następujących zmian:

2. Ilość cementu w konstrukcjach żelbetowych nie może być mniejsza niż  $300 \text{ kg}$  na  $1 \text{ m}^3$  kruszywa.

Dla dźwigarów, narażonych na zginanie największa ilość cementu nie powinna przekraczać  $500 \text{ kg}$  na  $1 \text{ m}^3$  kruszywa.

3. Ziarna kamienia użytego w konstrukcjach żelbetowych powinny przechodzić przez sito o otworach  $4 \times 4 \text{ cm}$ ; nie powinny być jednak większe niż odstęp wkładek w świetle.

§ 32. 1. Żelazo powinno odpowiadać „Przepisom dotyczącym żelaza budowlanego”.<sup>1</sup>

2. Należy używać żelaza zlewnego lub miękkiej stali zlewniej.

3. Największy wymiar (średnica) przekroju poprzecznego pojedynczej wkładki o przekroju okrągłym nie powinien być większy, niż  $50 \text{ mm}$ . Na użycie wkładek o większym przekroju potrzeba osobnego zezwolenia zwierzchniej władzy budowlanej.

4. Najmniejsza dopuszczalna średnica prętów okrągłych uzbrojenia głównego może wynosić  $5 \text{ mm}$ .

$$\text{Zatem: } 5 < d < 50 \text{ mm.}$$

§ 33. Roboty betonowe powinny być wykonane wedle ustawy §§ 25 do 27.

§ 34. 1. Żelazo przed ułożeniem w deskowaniu należy oczyścić z wszelkich nieczystości.

Należy usunąć rdzę odpadającą łuskami.

2. Wkładki żelazne należy w belkach żelbetowych zakotwić, zaginając końce w hak okrągły lub ostrokątny.

3. Wkładki żelazne winny być o ile możliwości z jednego kawałka.

4. Jeżeli łączenie wkładek z dwóch lub więcej części jest nieuniknione z powodu wielkiej długości, wtedy należy załknięte części przedłużyć poza teoretyczny punkt zetknięcia o tyle, ażeby siły wewnętrzne nie mogły wkładek przesunąć, a na całej długości zetknięcia łączone wkładki związać drutem.

5. Władza budowlana może zezwolić na łączenie wkładek przez zgrzewanie z zastrzeżeniem przeprowadzenia odpowiednich prób podczas budowy.

<sup>1</sup> Patrz str. 471.

6. Punkty łączenia wkładek nie powinny znajdować się w miejscu największego naprężenia żelaza ani też być skupione w jednym przekroju belki.

7. Wkładki należy w deskowaniu ustalić tak, aby przy nakładaniu betonu nie zmieniły swego kształtu ani położenia.

§ 35. 1. Obliczając oddziaływania, siły poprzeczne i momenty dla dźwigarów żelbetowych statycznie niewyznaczalnych należy przekroje i momenty bezwładności przekrojów żelbetowych zastąpić przekrojami sprowadzonymi (idealnymi), przyjmując stosunek współczynników sprężystości żelaza i betonu na ściskanie i rozciąganie równy  $n = 10$ .

Dla wyznaczenia stosunku momentów bezwładności można brać w rachubę momenty bezwładności przekroju betonu bez uwzględnienia przekroju żelaza.

2. O ile teoretyczne punkty podparcia nie są ustalone przy pomocy łożysk, należy je przyjmować:

a) dla płyt o podpartych brzegach równoległych, dla dźwigarów zginanych jednoprzęsłowych i dla skrajnej podpory dźwigarów ciągłych w odległości od zewnętrznej krawędzi łożyska, równej 25% rozpiętości w świetle ( $l^1$ ).

b) dla zginanych dźwigarów ciągłych na pośrednich podporach w środku łożyska.

$$N. p.: l^1 = 2.0 m, d = 2\frac{1}{2}\% \text{ od } 2.0 = 5 cm$$

$$l = 2 + 2 \times 0.05 = 2.10 m.$$

3. Belki ciągłe należy obliczać dla najniekorzystniejszych obciążeń. W razie ich stałego połączenia należy to połączenie na żądanie władzy budowlanej uwzględnić przy obliczeniu słupów podpierających.

4. Przy częściowym utwierdzeniu belki jednoprzęsłowej należy przyjąć dodatni moment w środku równy  $0.8 M_0$ , gdzie  $M_0$  oznacza największy moment belki wolno podpartej o tem samym obciążeniu, na podporach zaś także moment o znaku ujemnym.

5. Utwierdzenie można uwzględnić w końcach belki lub płyty tylko o tyle, o ile odpowiedni ustrój je zapewnia, co należy uzasadnić rachunkiem. Przy wmurowaniu końców w mur ceglany nie można liczyć na utwierdzenie. Przyjmując w obliczeniu swobodne podparcie końców, należy jednak przez odgięcie prętów uzbrojenia i odpowiedni przekrój betonu uwzględnić możliwe częściowe utwierdzenie.

6. Płyty ciągłe (z wyjątkiem dwuprzęsłowych) o równych rozpiętościach i jednakowym obciążeniu można w przybliżeniu obliczać na momenty: w polach środkowych  $+\frac{pl^2}{14}$ , w polach skrajnych  $+\frac{pl^2}{11}$ , na podporach  $-\frac{pl^2}{10}$ , przyczem za  $l$  przyjmą należy odstęp osiowy żeber. Jeżeli rozpiętości lub obciążenia są nierówne, należy obliczyć momenty dokładnie przy przyjęciu najniekorzystniejszego obciążenia. W każdym razie należy zbadać możliwość występowania momentów ujemnych w środkowych częściach przeseł belek ciągłych.

7. Przy płytach o stosunku boków między 1:1 a 1:2 zbrojonych krzyżowo, można uwzględnić przenoszenie się obciążenia w dwu kierunkach.

8. O ile grubość płyty i części płytowej dźwigara teowego wypada z obliczenia mniejsza niż 8 cm, należy ją zaokrąglić przynajmniej do 8 cm. Wyjęte z pod tego przepisu są płyty dachowe, których grubość może wynosić 6 cm, oraz takie zawieszane stropy, które służą tylko do zamknięcia przestrzeni i po których nie chodzi się zupełnie lub chodzi tylko dla czyszczenia itd., jakoteż wykonane fabrycznie, gotowe do układania płyty żelbetowe.

9. Szerokość użyteczną płyty „c” po każdej stronie żebra żelbetowych dźwigarów teowych należy przyjmować zależnie od odstępu żeber w świetle „a” i ich rozpiętości „l” według następującej tabliczki:

$$\text{dla } a : 1 = 0 \text{ do } 0,25, 0,50, 0,75, 1 \text{ i więcej}$$

$$n \quad c : a = \quad 0,5, 0,45, 0,40, 1/3.$$

Szerokość „ $e$ ” nie może w żadnym wypadku przekraczać 8-krotnej grubości płyty.

Dla pośrednich wartości należy interpolować linjowo.

10. Dla obliczenia statycznego naprężeń w dźwigarach żelbetowych zginanych lub obciążonych mimoosiowo należy przyjąć stosunek współczynnika sprężystości żelaza do współczynnika sprężystości betonu równy  $n = 15$ , a ciągnięcia w betonie nie uwzględniać.

11. Dla obliczenia statycznego naprężeń w słupach żelbetowych przy obciążeniu osiowo należy całkowity przekrój betonu zwiększyć o 15-krotny przekrój podłużnej wkładki żelaznej. Przekrój żelaza powinien wynosić wtedy jednak najmniej 0,8‰, a najwyżej 3‰ przekroju betonu, a wkładki mają połączone strzemionami w odstępach równych połowie najmniejszego wymiaru przekroju słupa. Jeżeli uzbrojenie podłużnej jest silniejsze niż 3‰, to z nadwyżki ponad 3‰ wolno uwzględnić tylko trzecią część.

$$f_b = 15 f_c$$

$$\frac{8}{1000} f_b < f_c < \frac{3}{100} f_b$$

12. Dla słupów uzwojonych (wzmocnionych poprzecznie wkładką owijaną śrubowo) lub wzmocnionych szeregiem pierścieni spawanych należy przy wyznaczaniu ciśnienia w betonie przekrój zastępczy (idealny)  $F_i$ .

W przypadku rdzenia kołowego przyjąć należy

$$F_i = 1,25 F_r + 15 f_p + 30 f_o$$

gdzie oznacza:

$F_r$  = przekrój rdzenia, to jest betonu wewnątrz wzmocnienia owijającego;

$f_p$  = przekrój wzmocnienia podłużnego;

$f_o$  = przekrój otrzymany przez podzielenie objętości uzwojenia (wzmocnienia owijającego) przez długość słupa.

W przypadku rdzenia prostokątnego o stosunku boków leżącym między 1 a 1,1 należy użyć wzoru:

$$F_i = \alpha F_r + 15 f_p$$

w którym dla  $\frac{100 f_o}{F_r} = 0,8, 2,0, 4,0,$

$$\alpha = 1,3, 1,7, 1,9.$$

Uzwojenie wolno uwzględniać przy pomocy powyższych wzorów, jeżeli są spełnione następujące warunki:

a) skok śruby, względnie odstęp pierścieni jest mniejszy od 0,2 średnicy rdzenia przy naprężeniu w betonie równym  $50 \text{ kg/cm}^2$ , zaś mniejszy od 0,125 średnicy rdzenia przy naprężeniu w betonie równym  $100 \text{ kg/cm}^2$ , a nadto mniejszy od 8 cm;

b) wzmocnienie podłużne jest (co do objętości) przynajmniej jedną trzecią wzmocnienia poprzecznego.

13. Słupy żelbetowe uzwojone z duszą żeliwną można obliczać przy założeniu, że udźwig całego słupa jest sumą udźwigów zewnętrznej części żelbetowej i wewnętrznej żeliwnej, jeżeli krok owinięcia będzie równy lub mniejszy, niż podwójny odstęp uzwojenia od wkładki żeliwnej. Przy uwzględnieniu wybożenia należy wziąć w rachubę przekrój zastępczy:

$$F_i = F_z + 1/2 F_p + 1/30 F_b$$

Tutaj oznacza:

$F_z$	—	pole przekroju żeliwa
$F_p$	—	„ „ „ uzbrojenia podłużnego,
$F_b$	—	„ „ „ rdzenia betonu.



5. Przy mniejszych budowlach można prób nie wykonywać i przyjmować naprężenia dopuszczalne betonu na ciśnienie odpowiednio do ilości cementu na  $1 m^3$  kruszywa, a mianowicie:

Rodzaj naprężenia	Najwyższe naprężenie dopuszczalne w $kg/cm^2$	
	przy 500 $kg$ cementu	przy 300 $kg$ cementu
Ciśnienie:		
a) przy zginaniu i obciążeniu mimośrodkowem	50	35
b) przy ciśnieniu osiowem . . . . .	35	25
c) w skosach belek nad słupami . . . . .	55	40
Ścinanie . . . . .	4·5	3·5

6. Siły ciągnące ukośne w tych częściach belek zginanych, w których naprężenie ciągnące jest większe niż 0·025 wytrzymałości kostkowej względnie niż odpowiednie wartości w ustanowie 2 i 6, należy przenieść w całości przez wkładki odgięte i strzemiona.

7. Naprężenia dodatkowe z powodu zmian temperatury należy uwzględnić przy konstrukcjach narażonych bezpośrednio na zmiany ciepłoty.

8. Jako granicę zmian temperatury należy przyjąć na wolnem powietrzu ochłodzenie o  $15^{\circ} C$  i ogrzanie o  $15^{\circ} C$ , zaś w budynkach osłoniętych ochłodzenie względnie ogrzanie o  $10^{\circ} C$ .

9. Spółczynnik rozszerzalności dla betonu i żelaza należy przyjmować równy 0·00001 na  $1^{\circ} C$ , a spółczynnik sprężystości dla betonu równy  $210.000 kg/cm^2$ .

10. Wpływ skurczu betonu na powietrzu należy uważać za równoważny obniżeniu się temperatury o  $10^{\circ} C$ . Tego działania można nie uwzględnić, jeżeli się betonuje częściami, a szczeliny zamyka się najwcześniej po 14 dniach od ukończenia odpowiedniej części.

11. W budowlach dłuższych niż 60  $m$  należy urządzić przerwy dylatacyjne w odstępach conajmniej 50  $m$ .

12. Stropy ceglano-betonowe z wkładkami żelaznymi należy obliczać, przyjmując stosunek spółczynników sprężystości  $n = 25$ . Naprężenie dopuszczalne cegieł na ściskanie przyjmować należy jak dla muru obciążonego mimoosiowo, naprężenie dopuszczalne na ścinanie  $2·5 kg/cm^2$ , naprężenia w żelazie wedle § 14. Warstwy betonu umieszczonej na cegle nie uwzględnia się zupełnie, o ile jest cieńsza od 3  $cm$ .

### VIII. Grunt budowlany.

§ 38. 1. Rodzaj i wytrzymałość gruntu należy z reguły zbadać przez sondowanie lub próbne bicie pali, a w razach ważniejszych także i przez odpowiednie próby obciążenia aż do wartości spodziewanych ciśnień skrajnych w fundamentie. Wogóle można najwyżej dopuścić następujące obciążenia jednostkowe gruntu:

Nасыpy — do  $0·5 kg/cm^2$ .

Warstwy ziemne osadowe o zmiennej grubości, miążki piasek bardzo wilgotny, lecz stały, zabezpieczony przeciw podmyciu — do  $1·5 kg/cm^2$ .

Gлина, il, piasek ilasty niezbyt wilgotny — do  $2·5 kg/cm^2$ .

H zbity, suchy piasek ostry, zabezpieczony przeciw podmyciu — do  $4 kg/cm^2$

Żwir zbity, gruby piasek zabezpieczony przeciw podmyciu — do  $6.0 \text{ kg/cm}^2$ .

Skala miękka . . . . . do  $5 \text{ kg/cm}^2$  } jednak nie wyżej niż do połowy wytrzymałości kostkowej odpowiedniego materiału.  
 „ średnio-twarda . . . . . „ 10 „ }  
 „ bardzo- „ . . . . . „ 30 „ }

2. Przy obciążeniu gruntu, leżącego w znacznej głębokości można zwiększyć naprężenia dopuszczalne tegoż o wielkość równą ciśnieniu warstw górnych na dno fundamentu.

3. W wypadkach wątpliwych należy znaleźć obciążenie dopuszczalne przy pomocy prób.

### IX. Konstrukcje specjalne.

§ 39. Zwierzchnia władza budowlana może dla specjalnych konstrukcji zezwolić na odstąpienie od norm powyższych, o ile przedłożone zostaną obliczenia szczegółowe należycie naukowo uzasadnione.

### X. Zawartość projektu.

§ 40. Każdy projekt wymagający obliczeń statycznych powinien zawierać:

- ogólne plany budowy (zwykle 1 : 100),
- plany szczegółowe konstrukcji obliczonej,
- założenia co do obciążeń,

d) obliczenie statyczne z uzasadnieniem projektowanych wymiarów i z wykazaniem wywołanych naprężeń w przyjętych przekrojach przy najniekorzystniejszym obciążeniu.

### Spółczynniki zmniejszające $\beta$ na wyobczenie.

#### a) Żelazo zlewne.

L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$
5	0.88	55	0.68	105	0.48	155	0.23
10	0.85	60	0.66	110	0.46	160	0.22
15	0.83	65	0.64	115	0.42	165	0.21
20	0.81	70	0.62	120	0.39	170	0.19
25	0.79	75	0.60	125	0.36	175	0.18
30	0.77	80	0.58	130	0.33	180	0.17
35	0.75	85	0.56	135	0.31	185	0.16
40	0.73	90	0.54	140	0.29	190	0.15
45	0.72	95	0.52	145	0.27	195	0.15
50	0.70	100	0.50	150	0.25	200	0.14

#### b) Żeliwo (żelazo lane).

L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$
5	0.90	30	0.58	55	0.34	80	0.19
10	0.83	35	0.53	60	0.33	85	0.17
15	0.76	40	0.48	65	0.27	90	0.15
20	0.70	45	0.43	70	0.24	95	0.14
25	0.63	50	0.39	75	0.22	100	0.12

## c) Drewno.

L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$
10	0.98	55	0.66	105	0.32
15	0.94	60	0.63	110	0.29
20	0.91	65	0.60	115	0.27
25	0.87	70	0.56	120	0.25
30	0.84	75	0.52	125	0.22
35	0.80	80	0.49	130	0.21
40	0.77	85	0.46	135	0.19
45	0.74	90	0.42	140	0.18
50	0.70	95	0.39	145	0.17
		100	0.35	150	0.16

## d) Żelbet.

L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$
65	0.95	80	0.76	95	0.57
70	0.88	85	0.70	100	0.51
75	0.82	90	0.63		

## e) Żelbet uzwojony.

L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$	L/i	$\beta$
45	0.97	60	0.85	75	0.73	90	0.60
50	0.93	65	0.81	80	0.69	95	0.56
55	0.89	70	0.77	85	0.65	100	0.51

## 2. Tymczasowe przepisy, dotyczące cementów i dodatków hydraulicznych, używanych w budownictwie betonem.

(Rozporz. Min. Robót Publicznych z dnia 4. marca 1920, Nr. 6342—IV—4—213.)

§ 1. Przedmiot przepisów. 1. Przepisy obejmują lepiszcza (spoiwa) hydrauliczne, oznaczane nazwą cementów, które mają własność wiązania nie tylko na powietrzu, lecz także i bez dostępu powietrza; dalej przepisy te dotyczą także dodatków hydraulicznych, które do wiązania potrzebują innego lepiszcza, a mianowicie: cementu lub wapna.

2. Podlegają niniejszym przepisom następujące materiały:

A. Cement portlandzki zwyczajny, t. j. powoli wiążący i cement portlandzki szybko wiążący;

B. Cement portlandzki żelazisty;

C. Cement żuźlowy;

D. Cement romański (naturalny);

E. Dodatki hydrauliczne.



## A. Cement portlandzki powoli i szybko wiążący.

§ 2. Określenie. 1. Cement portlandzki jest lepiszczem (spoiwem) hydraulicznym, które otrzymuje się z naturalnych ilów wapiennych lub ze sztucznej mieszaniny gliny i wapna przez wypalenie aż do granicy topliwości, a następnie przez zmielenie po ostudzeniu. 2. Cement portlandzki winien zawierać na wagę jednej części składników hydraulicznych, a to: krzemionki ( $\text{SiO}_2$ ) + glinki ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) + tlenku żelaza ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) najmniej 1:7 do 2:2 części wapna ( $\text{CaO}$ ). Inne domieszki są dopuszczalne w wysokości do 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>. 3. Ciężar gatunkowy cementu portlandzkiego po wyprażeniu wynosi 3:05.

§ 3. Opakowanie, zaopatrzenie w napisy i ciężar. 1. Cement portlandzki winien być dostarczony w beczkach po 100, 150 lub 200 kg brutto, lub w zaplombowanych workach po 50 lub 100 kg brutto. 2. Beczki i worki mają być zaopatrzone wyraźnym napisem: „Cement portlandzki zwyczajny czyli powoli wiążący“ lub „Cement portlandzki szybko wiążący“, nadto godłem cementowni i wagą brutto. 3. Straty z wagi brutto, nieprzekraczające 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, ponosi nabywca.

§ 4. Dokładność zmielenia. Cement portlandzki ma być tak dokładnie zmielony, ażeby na sicie drucianym, z drutu 0:05 mm grubego, w którym wypada 4900 oczek na 1 cm<sup>2</sup>, po przesianiu 100 g cementu nie pozostało więcej jak 30 g miazgi, a na sicie z drutu 0:1 mm, w którym 900 oczek wypada na 1 cm<sup>2</sup>, po przesianiu 100 g nie pozostało więcej jak 5 g miazgi cementowej.

§ 5. Stałość objętości cementu pod wodą i w suchem powietrzu. 1. Cement portlandzki zarobiony wodą, po stężeniu nie powinien pękać a pod działaniem wody nie powinien nierównomiernie odkształcać się. 2. Dla sprawdzenia zmian objętości należy z czystego cementu, zarobionego wodą, zrobić na płycie szklanej placek, w środku 1 cm gruby, ku obwodowi cieńszy. Placek ten po 24 godzinowym utwardzeniu, włożony do wody na przeciąg 28 dni, nie powinien pokazywać na obwodzie żadnych pęknięć, ani nierównych odkształceń brzegów.

§ 6. Wiązanie cementu. 1. Wiązanie cementu oznacza przejście ze stanu sypkiego lub płynnego w stały stan skupienia. 2. Cement portlandzki powoli wiążący powinien wiązać powoli, t. j. że wiązanie powinno zaczynać się dopiero po upływie 30 minut, licząc od chwili zarobienia cementu wodą, zaś ukończyć się po upływie 12 godzin. 3. Dla oznaczenia czasu wiązania należy używać aparatu Vicata z normalną igłą okrągłą, zakończoną powierzchnią prostopadłą do osi igły a mierzącą 1 mm<sup>2</sup>. Obciążenie igły winno wynosić 300 g. Próbkę cementu powinna być zrobiona w następujący sposób: 300 g cementu zarabia się 80 g wody, miesza się przez 3 minuty i wlewa do pierścienia o średnicy 7 cm a 4 cm wysokiego, ustawionego na szybie szklanej. Tak wykonaną próbkę przebija się igłą. Chwilę, w której igła nie może już przebić całej grubości próbki należy oznaczyć jako „początek wiązania“. Czas zaś, jaki upłynie między początkiem wiązania a chwilą, w której igła nie zostawia już na próbce żadnego śladu, należy oznaczyć jako „czas wiązania“. Całą próbę należy przeprowadzać w temperaturze pokojowej, t. j. + 15° C; również cement i woda powinny być przed zaczęciem próby podgrzane do temperatury + 15° C.

§ 7. Siła wiązania. 1. Siłę wiązania cementu należy wyznaczyć badaniem wytrzymałości na zgniecenie i na ciągnięcie na próbkach, zrobionych z normalnej zaprawy cementowej. 2. Normalną zaprawę cementową należy sporządzić według wagi z 1 części cementu, 3 części piasku normalnego i 8<sup>0</sup>/<sub>10</sub> wody. 3. Nazwą „piasek normalny“ oznacza się zwyczajny piasek kwarcowy, czysty, płukany, o jednakowej ilości a takiej wielkości ziarn, by piasek nie przeszedł przez sito z drutów 0:3 mm,

a 144 oczkach na 1  $cm^2$  sita, zaś zupełnie przeszedł przez sito o drutach 0.4 mm, a 64 oczkach na 1  $cm^2$  sita. 4. Dla badania wytrzymałości na zgniecenie należy z normalnej zaprawy cementowej sporządzić 5 próbek, w formach żelaznych, łatwo i bez wstrząszeń dających się rozbierać. 5. Formy mają mieć takie wymiary, ażeby dawały sześciiany o boku 71 mm. dl. 6. Ściany form powinny być przed ich napełnieniem zaprawą lekko powleczone tłuszczem. 7. Formy powinno się napełniać zaprawą naraz, a zaprawę ubijać mechanicznie 150krotnem uderzeniem ubijaka. Po ubiciu należy górną powierzchnię zaprawy wyrównać z górną powierzchnią formy. 8. Próbkę zaprawy cementowej powinny zostać we formach do chwili związania, a następnie po rozebraniu form należy próbki trzymać przez 24 godzin w wilgotnem powietrzu. 9. Po upływie tych 24 godzin należy próbki przechowywać przez 6 dni pod wodą, a następnych 21 dni na wolnem powietrzu. 10. Dla cementu, który ma być użyty do robót wodnych, należy ustęp 9, § 7. zmienić w ten sposób, że próbki po upływie 24 godzin mają być przez 27 dni trzymane pod wodą. Warstwa wody nad górną powierzchnią próbki powinna mieć grubość około 2 cm. 11. Przez cały czas od chwili zarobienia cementu wodą aż do przeprowadzenia prób na ciśnienie należy trzymać próbki w zwyczajnej temperaturze pokojowej (+ 15° C). 12. Próbkę zaprawy cementowej powinno się z reguły poddawać próbnemu ciśnieniu po upływie 28 dni, licząc od dnia sporządzenia próbek. 13. Przy próbie należy poddawać ciśnieniu ściany boczne kostek, a nie powierzchnię górną i dolną. 14. Wytrzymałość zaprawy cementowej na zgniecenie oznacza średnia arytmetyczna z wytrzymałości pięciu próbek. Przy normalnej mieszaniu zaprawy winien cement portlandzki osiągać następujące najmniejsze wytrzymałości:

Dla cementu, mającego być użytym do betonu ubijanego:

	Wytrzymałość na	
	ciągnięcie	ciśnienie
a) Przy przechowaniu próbek pod wodą, po 7 dniowym trwaniu tężenia . . . . .	15 $kg/cm^2$	150 $kg/cm^2$
po 28 dniowym tężeniu . . . . .	25 "	250 "
b) przy przechowaniu zmiennem próbek, po 28 dniowym tężeniu . . . . .	30 "	300 "

Dla cementu, mającego być użytym do konstrukcyj żelbetowych:

	Wytrzymałość na	
	ciągnięcie	ciśnienie
a) Przy przechowaniu próbek pod wodą, po 28 dniowym tężeniu . . . . .	28 $kg/cm^2$	280 $kg/cm^2$
b) przy przechowaniu zmiennem próbek, po 28 dniowym tężeniu . . . . .	34 "	340 "

§ 8. Świadectwo jakości cementu. 1. Na podstawie przeprowadzonych prób cementu należy spisać „świadectwo jakości cementu”. 2. Świadectwo ma podawać: a) nazwę i miejsce zakładu, który prowadził próby; b) dzień przeprowadzenia próby i nazwiska obecnych; c) na czyje życzenie próby były przeprowadzone; d) nazwę cementowni, która dostarczyła cement i cel, na jaki cement ten

ma być użyty; e) opis przeprowadzonych prób; f) wyniki otrzymane przy próbach; g) średnia wytrzymałość zaprawy cementowej na zgniecenie i ciągnięcie. 3. Świadcstwo ma być podpisane przez kierownika zakładu i dwóch świadków.

§ 9. Zakłady do wykonywania prób cementu. 1. Miarodajne próby cementu mogą przeprowadzać urzędownie uprawnione „Stacje doświadczalne dla materiałów budowlanych”. 2. Za miarodajne można uważać próby wykonane i przez inne zakłady, a nawet przez cementownie i przedsiębiorstwa budowlane, które mają maszyny sprawdzone przez „Stację doświadczalną”, o ile na to zgodzi się zwierzchnia władza budowlana i o ile próby cementu będą wykonywane w obecności delegata tej władzy.

### B. Cement portlandzki żelazisty.

§ 10. Określenie. 1. Cement portlandzki żelazisty jest lepiszczem hydraulicznym, które powstaje przez zmieszanie najmniej 70% zwyczajnego cementu portlandzkiego z najwyżej 30% żużli wysokich pieców. 2. Żużle, które tworzą się przy wytopianiu żelaza, powinny zawierać na 1 część wagi składników hydraulicznych, jako to: krzemionki ( $\text{Si O}_2$ ) i glinki ( $\text{Al}_2 \text{O}_3$ ), najmniej 1 część wagi wapna ( $\text{Ca O}$ ) i magnezu ( $\text{Mg O}$ ). 3. Grudy wypalonego cementu portlandzkiego i grudy żużli wysokich pieców mają być jak najdokładniej zmielone i ze sobą pomieszane. 4. Dodatki innych składników, służących do uregulowania czasu wiązania, nie mogą przekraczać 3% już zmieszanej masy cementu portlandzkiego z żużlem.

§ 11. Opakowanie, zaopatrzenie w napisy i ciężar. 1. Cement powinien być dostarczony w beczkach o 100, 150 i 200 kg brutto, lub w zaplombowanych workach po 50 lub 100 kg brutto. 2. Worki i beczki mają być zaopatrzone wyraźnym napisem: „Cement portlandzki żelazisty”, z podaniem nazwy i godła cementowni oraz wagi brutto. 3. Straty z wagi brutto nie przekraczające 2% ponosi nabywca.

§ 12. Własność i wytrzymałość cementu. Przepisy objęte §§ 4 do 9 obowiązują i dla cementu portlandzkiego żelazistego.

### C. Cement żużlowy.

§ 13. Określenie. 1. Cement żużlowy jest lepiszczem hydraulicznym, złożonym co do wagi z najmniej 15% cementu portlandzkiego i najwyżej 85% żużli wysokich pieców. 2. Cement żużlowy powstaje przez zmielenie grud żużli i cementu portlandzkiego i dokładne wzajemne wymieszanie. 3. Żużle wysokich pieców winny mieć następujący skład:

$$\frac{\text{Ca O} + \text{Mg O} + \frac{1}{3} \text{Al O}_3}{\text{Si O}_2 + \frac{2}{3} \text{Al}_2 \text{O}_3} > 1$$

4. Zawartość magnezu ( $\text{Mg O}$ ) w żużlach nie powinna przekraczać 5%. 5. Dodatki służące do regulowania czasu wiązania, nie mogą przekraczać 3% wagi cementu żużlowego. 6. Jakikolwiek dodatki, służące tylko do zwiększenia ciężaru cementu, są niedopuszczalne.

§ 14. Opakowanie, zaopatrzenie w napisy i ciężar. 1. Cement żużlowy powinien być dostarczony w beczkach po 100, 150 lub 200 kg brutto lub w plombowanych workach po 50 lub 100 kg brutto. 2. Na beczkach i workach winien być umieszczony wyraźny napis „Cement żużlowy”, nadto godło cementowni i waga brutto. 3. Zmniejszenie wagi transportu nie przekraczające 2% ponosi odbiorca (nabywca).

§ 15. Dokładność zmielenia. Zgodnie z § 4.

§ 16. Własności i wytrzymałość. Zgodnie z §§ 5 do 9.

### D. Cement naturalny, czyli romański.

§ 17. Określenie. 1. Cement naturalny, zwany romańskim, jest lepiszczem hydraulicznym, który otrzymuje się z naturalnego, zasobnego w glinę marglu wapiennego, przez wypalenie w temperaturze wypalania normalnej cegły i następnie przez zmielenie po ostudzeniu. 2. Skład chemiczny cementu romańskiego nie jest ściśle ograniczony. Ilość wapna na wagę nie powinna jednak przewyższać 40% w stosunku do ilości glinki i innych składników.

§ 18. Opakowanie, zaopatrzenie w napisy i ciężar. 1. Cement romański powinien być dostarczany w beczkach po 100, 150 lub 200 kg brutto lub w zaplombowanych workach po 50 lub 100 kg brutto. 2. Beczki i worki winny być zaopatrzone w wyraźny napis: „Cement naturalny romański“, nadto w godło cementowni i wagę brutto. 3. Straty wagi brutto nieprzekraczające 2% ponosi nabywca.

§ 19. Czas i siła wiązania. Zgodnie z §§ 6 do 9.

### E. Dodatki hydrauliczne.

§ 20. Określenie. Dodatki hydrauliczne, są to ziemie pochodzenia wulkanicznego lub produkty sztuczne, które mechanicznie związane (zmieszane) z wapnem lub jednym z cementów, objętych §§ 2 do 19, dają lepiszcze hydrauliczne, służące do specjalnych celów.

§ 21. Opakowanie, oznaczenie i ciężar. Dodatki hydrauliczne winny być dostarczane w workach, beczkach lub jakichkolwiek zamkniętych skrzyniach, na których należy umieścić wyraźny napis „Dodatek hydrauliczny“, nadto nazwę handlową, np. trass, pozzolona, ziemia santoryjska, żużle wysokich pieców itd., nazwisko dostawcy, pochodzenie i wagę brutto.

## 3. Tymczasowe przepisy, dotyczące prób wytrzymałości betonu.

(Zatwierdzone rozporządzeniem Min. Robót Publicznych z dnia 4. marca 1920, Nr. 6342—IV—4—213.)

§ 1. Przedmiot przepisów. Przepisy odnoszą się do wyznaczenia wytrzymałości betonu na ciśnienie do celów budownictwa betonowego.

§ 2. Przygotowanie betonu. 1. Próbką betonu, którą wykonuje się przed poczęciem budowy, winna być sporządzona z tych samych materiałów i przy tym samym składzie ilościowym cementu, kamienia i wody, w jakich następnie będzie przyprawiony beton do wykonywania budowy, przyczem należy zważyć cement, kamień i wodę. 2. Każdy z materiałów składowych betonu powinien mieć normalną temperaturę, t. z. około + 15°C. 3. Największe ziarna kamienia powinny przechodzić przez sito o otworach 3 cm (powierzchnia oczka 9 cm<sup>2</sup>). 4. Beton należy mieszać temi samymi narzędziami, jakie będą używane do mieszania betonu przy budowie. 5. Do sporządzenia próbek kontrolnych w czasie budowy należy z reguły użyć tego betonu, którym się w czasie sporządzenia próbek pracuje na budowie. 6. Z tego betonu należy usunąć ziarna kamienia, nieodpowiadające punktowi 3. powyższego paragrafu.

§ 3. Miejsce sporządzania próbek. Próbki winny być sporządzone na miejscu budowy, w obecności kierownika budowy, w miejscu chronionem przed deszczem, przeciągiem i bezpośrednim działaniem promieni słonecznych lub ognisk.

§ 4. Ilość próbek. Z reguły należy sporządzić 4 próbki z tego samego betonu i w zupełnie tych samych warunkach.

§ 5. Formy do sporządzania próbek. 1. Do sporządzania próbek należy używać form żelaznych, które powinny nadać próbkom kształt dokładnych sześciątów o długości boków równych 20 cm. 2. Formy powinny być tak sporządzone, ażeby dawały się łatwo rozbierać bez wstrząśnień i bez uszkodzeń ścian próbek.

§ 6. Nanoszenie betonu do form. 1. Formy należy wypełniać przy użyciu betonu miękkiego za jednym razem, a górną powierzchnię zrównać z górną krawędzią formy. 2. Przy użyciu betonu sypkiego należy beton nanieść do formy dwoma warstwami, a przy tem ubijać beton w ten sam sposób, jak na budowie. Górną powierzchnię wyrównać według krawędzi formy. 3. Ażeby zapobiedz powstawaniu próżni przy ścianach formy, należy podczas nanoszenia betonu kamienie opierające się o ściany formy zepchnąć w dół za pomocą odpowiednich narzędzi, jednak tak, by warunki punktu 1., względnie 2., tegoż paragrafu były dotrzymane. 4. Formy po zapelnieniu betonem należy ustawić w miejscu spokojnem, nie narażonem na wstrząśnienia.

§ 7. Dalsze postępowanie z próbkami. 1. Próbki pozostają w formach przez 24 godzin. 2. Po wyjęciu z form próbki przykrywa się wilgotną szmatą i w tem wilgotnem okryciu trzyma się je przez 7 dni, ułożywszy je górną powierzchnią na ruszcie drewnianym, ażeby powietrze miało dostęp ze wszystkich stron. 3. Przez cały ten czas próbki winny być przechowywane w temperaturze około + 15° C, przyczem muszą być zabezpieczone od wstrząśnień i niczem nie obciążone. 4. Przewóz próbek z miejsca wykonania do miejsca prób może nastąpić dopiero po 8 dniach, licząc od chwili sporządzenia próbek. Należy przy tem zwracać uwagę na staranne opakowanie (trociny itp.) celem ochrony przed wstrząśnieniami lub uszkodzeniami ścian.

§ 8. Oznaczenie próbek. Każdą próbkę należy po wyjęciu z formy zaopatrzyć w trwały i wyraźny znak rozpoznawczy. Należy przytem oznaczyć wierzchnią, (górną) stronę kostki, dla zorientowania się do kierunku ubijania. 1. Po wykonaniu próbek należy w dwóch egzemplarzach spisać „Protokół sporządzenia próbek“. 2. Protokół sporządzenia próbek ma podawać: a) Miejsce i dzień sporządzenia próbek; b) nazwiska obecnych przy sporządzeniu próbek; c) na czyje zarządzenie próbki są wykonane, i czy się je wykonuje przed czy też w czasie budowy (t. z. próbki kontrolne); d) nazwisko technicznego kierownika budowy; e) oznaczenie budowli, do której próbowany beton będzie użyty; f) stosunek ilościowy, w jakim materiały składowe wchodziły w beton; pochodzenie materiałów składowych i sposób mieszania betonu; g) sposób oznaczenia próbek, dzień wykonania, temperatura, w jakiej były wykonane i sposób przechowania próbek po wykonaniu. 3. Protokół sporządzenia próbek ma być podpisany przez kierownika budowy i dwu świadków. 4. Jeden egzemplarz protokołu powinien być dołączony do dziennika budowy, a drugi wraz z próbkami przedłożony kierownikowi stacji doświadczalnej.

§ 9. Wykonanie prób wytrzymałości betonu. 1. Próby wytrzymałości kostek betonowych na zgniecenie należy przeprowadzić po 28 dniach, licząc od dnia sporządzenia próbek (kostek). 2. Przed zaczęciem budowy mogą być wykonane próby już po 8 dniach zupełnie spokojnego tężenia, jednak tylko do przybliżonej oceny wytrzymałości. Oprócz takiej przybliżonej mają być wykonane miarodajne próby, t. j. po 28 dniach. 3. Przybliżoną wytrzymałość betonu (po 8 dniach) należy oznaczać, mnożąc otrzymaną wytrzymałość przez 1.5. 4. Przed poddaniem kostek obciążeniu należy wyznaczyć ich ciężar, wymiary płaskości, równoległość płaszczyzn górnych i dolnych kostek. Niedomagania usuwa się przez wyrównanie. 5. Wytrzymałość na zgniecenie należy oznaczać dokładnie sporządzoną maszyną. Podkładki z filcu, papy, ołowiu itp. są niedopuszczalne. Jeżeli do mierzenia ciśnienia służą

miary sprężynowe, to dla kontroli należy nastawić dwie miary. 6. Kostki należy poddawać ciśnieniu w tym kierunku, w jakim były wykonane, t. zn. wywierać ciśnienie na dolną i górną powierzchnię kostki. 7. Ciśnienie wywierane na kostkę powinno powoli wzrastać tak, ażeby przyrost wynosił około  $1 \text{ kg/cm}^2$  na sekundę. 8. Średnia arytmetyczna wyników poszczególnych kostek jest wytrzymałością wykazaną przy próbie. Jeżeli ta średnia arytmetyczna jest mniejsza od żądanej wytrzymałości, albo jeżeli jedna z poszczególnych wartości jest o 20% mniejsza od żądanej wytrzymałości — beton, z którego były robione kostki, nie nadaje się do budowy.

§ 10. Świadectwo wytrzymałości betonu na ciśnienie. 1. Z wykonania prób betonu na ciśnienie należy spisać „Świadectwo wytrzymałości betonu na ciśnienie”, które ma zawierać następujące dane: *a)* Oznaczenie zakładu, przeprowadzającego próbę, dzień próby, nazwisko kierownika i obecnych przy próbie; *b.* oznaczenie budowy i nazwisko technicznego kierownika budowy, dla której próby się wykonuje. a to na zasadzie i przy załączeniu „Protokołu sporządzenia próby”, spisane według § 7; *c)* opisanie maszyny próbnej i sposobu przeprowadzenia próby, z podaniem wyników dla każdej z czterech kostek próbnych; *d)* oznaczenie wytrzymałości betonu na ciśnienie. 2. Protokół wykonania prób podpisuje kierownik zakładu przeprowadzającego prób i dwu świadków.

§ 11. Zakłady do wykonania prób. 1. Miarodajnymi są próby, wykonane przez rządowo upoważnione stacje doświadczalne dla materiałów budowlanych. 2. Próby mogą być również wykonane i przez inne zakłady a nawet przedsiębiorstwa budowlane, które mają maszyny, sprawdzone przez stacje doświadczalne, o ile na to zgodzi się władza, zarządzająca wykonanie prób betonu i o ile próba wytrzymałości będzie wykonana w obecności delegata tej władzy.

§ 12. Belki próbne. 1. Celem utrzymania jednostajnej jakości betonu w czasie budowy, jakoteż kontroli stopnia stężenia betonu w gotowych zespołach betonowych, zaleca się wykonanie w czasie i na miejscu budowy próbnych belek żelbetowych. 2. Przy częściach ustroju nosiącego, narażonych na zginanie, należy na żądanie prowadzącego budowę wykonać próbę wytrzymałości betonu na sporządzonych w tym celu próbnych belkach. 3. Wymiary belek próbnych, sposób ich wykonania i sposób przeprowadzenia prób określi Min. Robót Publicznych osobnym okólnikiem.

#### 4. Tymczasowe przepisy, dotyczące żelaza budowlanego.

(Zatwierdzone reskryptem Min. Robót Publicznych z dnia 4. marca 1920, Nr. 6342—IV—4—213.)

§ 1. Przedmiot przepisów. Przepisy niniejsze odnoszą się do *A.* żelaza konstrukcyjnego w zespołach żelaznych, *B.* żelaza wzmacniającego (wkładki żelaznej) w zespołach żelbetowych.

##### A. Żelazo konstrukcyjne w zespołach żelaznych.

§ 2. Rodzaj żelaza. Dźwigary jednolite (trawery) winne być walcowane z reguły z żelaza zlewne. Można jednak wyjątkowo walcować z żelaza spawalnego, a w szczególnych wypadkach także ze stali zlewnej.

§ 3. Jakość żelaza. Dźwigary (trawery) powinny być gładko walcowane. Złom żelaza powinien mieć złożę jednostajne, pełne bez śladów próżni. Żelazo nie powinno być kruche ani na gorąco ani na zimno. Zawartość siarki i krzemu jest niedopuszczalna.

§ 4. Wymiary, kształty żelaza i waga. 1. W przejściowym okresie R. P. nie ma ustalonych obowiązujących kształtów i wymiarów dla żelaza walcowanego, przy zamawianiu i dostawach należy oznaczać normy, obowiązujące w państwach obcych, którym odpowiada żelazo zamawiane lub dostarczane. Przyjęte wymiary winny być dokładnie zachowane a grubość na całej długości jednakowa; również grubości nie powinny przekraczać  $-3\%$  i  $+4\%$ . 3. Wagę żelaza według wymiarów można przyjąć na  $1 m^3$ : dla żelaza zlewne i stali  $7850 kg$ , dla żelaza spawalnego  $7800 kg$ . Wagę żelaza przy dostawach zasadniczo należy oznaczać wedle ciężaru teoretycznego, w wyjątkowych wypadkach wedle ciężaru rzeczywistego, na podstawie protokołu ważenia konstrukcji. W tym ostatnim wypadku należy przyjąć jako dopuszczalną różnicę między ciężarem teoretycznym a rzeczywistym, jak następuje:

- a) dla żelaza zlewne, stali zlewnej max.  $+4\%$ , min.  $-3\%$ ,  
 b) „ żeliwa, „ lanej „  $+5\%$ , „  $-3\%$ .

§ 5. Próby żelaza i „Świadectwo jakości żelaza“. 1. Dla żelaza z każdego naboju pieca i dla żelaza każdej serji walcowania przeprowadza się próby w hucie ze względu na wytrzymałość i spisuje „Świadectwo jakości żelaza“. 2. Ilość próbek ma odpowiadać ciężarowi żelaza wywalcowanego, tak, ażeby na każdych  $3000 kg$  zaczętych wypadła jedna próbka. 3. W razie, jeżeli wyniki otrzymane na jednej z próbek nie odpowiadały warunkom wytrzymałości, należy zrobić dwie dodatkowe próby żelaza tej samej produkcji i tego samego walcowania. 4. Gdyby z tych dodatkowych próbek jedna znowu nie odpowiadała warunkom wytrzymałości, należy odrzucić cały badany nabój. 5. Zwierzchnia władza budowlana może, zwłaszcza przy ważniejszych budowlach, zażądać wykonania kontrolnej próby żelaza bądźto na miejscu w hucie przy udziale swego delegata, bądźto w innym zakładzie, do tego rządowo upoważnionym. 6. Świadectwo jakości żelaza (spisanego wedle punktu 1. bieżącego paragrafu) winno zawierać: a) Nazwę i miejscowość zakładu przeprowadzającego próbę, jakoteż datę przeprowadzenia próby; b) nazwiska obecnych przy próbie; c) godło i miejscowość huty, która żelazo wyprodukowała; d) opis żelaza, z którego zostały wycięte próbki, a to po myśli poprzednich paragrafów; e) opis przeprowadzenia próby; f) wyniki próby. Świadectwo ma być podpisane przez kierownika zakładu i dwóch świadków obecnych przy próbie.

§ 6. Przeprowadzenie prób żelaza. 1. Do przeprowadzenia prób żelaza należy wyciąć próbki:

- a) przy kształtownikach (kształtkach) w kierunku walcowania;  
 b) przy blachach i wstęgach, mających w konstrukcji pracować w dwu kierunkach, należy wyciąć jedną próbkę w kierunku walcowania, drugą w kierunku prostopadłym do walcowania.

2. Dalsza obróbka próbek ma ograniczyć się do wyrobienia niezbędnie potrzebnego kształtu bez ogrzewania żelaza, kucia młotem lub podobnych działań, zmniejszających wytrzymałość żelaza. 3. Prostowanie żelaza, przeznaczonego na próbki, ma się odbywać na zimno przy pomocy nacisku odpowiednich maszyn. 4. Probki nieodpowiednio obrobione lub z widocznym błędem w materiale nie mogą służyć do oznaczenia wytrzymałości. 5. Temperatura przy próbach powinna wahać się w granicach między  $+10^{\circ} C$  a  $+30^{\circ} C$ .

§ 7. Badanie wytrzymałości na rozerwanie. 1. Probki przeznaczone na rozerwanie mogą być albo płaskie albo okrągłe. Szersze powierzchnie przekroju mają zostać nieobrobione a szerokość ich należy tak dobrać, ażeby przekrój próbki wynosił  $\geq$  do  $6 cm^2$ . 2. W celu rozerwania końce próbki należy utwierdzić w maszynie próbnej w taki sposób, ażeby kierunek sił ciągnących wpadał w oś próbki. 3. Natężenie

sił rozrywających powinno powoli i równomiernie wzrastać. 4. Wydłużenie jednostkowe należy mierzyć na długości równej drugiemu pierwiastkowi z 80ciokrotnej powierzchni przekroju, pomierzonej w środku próbki (n. p. powierzchnia przekroju w środku próbki wynosi  $f = 4 \cdot 05 \text{ cm}^2$  — zatem długość, na której mierzy się wydłużenie jednostkowe  $l = \sqrt{80 \times f} = \sqrt{324} = 18 \text{ cm}$ ). 5. W razie, jeżeli próbka przerwie się w miejscu, leżącym po za środkową, trzecią częścią swojej długości, to wynik tej próby należy unieważnić i zastąpić inną. 6. Wytrzymałość na rozerwanie winna być równa lub większa niż  $3700 \text{ kg/cm}^2$ , a mniejsza lub co najwyżej równa  $4500 \text{ kg/cm}^2$  ( $4500 \geq \sigma \geq 3700 \text{ kg/cm}^2$ ), przyczem wydłużenie musi być tak wielkie, ażeby iloczyn z wytrzymałości wyrażony w  $t/cm^2$  i wydłużenie w procentach, dla próbek wyciętych w kierunku walcowania wynosił conajmniej 100, zaś dla próbek wyciętych prostopadłe do kierunku walcowania conajmniej 90.

§ 8. Badanie na zginanie. 1. Probki na zginanie należy wyciąć z dźwigara w kształcie paska 30 do 50 mm szerokiego, a 400 mm długiego. Ostrą krawędź w kierunku podłużnym, powstałą przy wycinaniu, należy zrównać pilnikiem. 2. Probki należy zginać zapomocą odpowiedniej prasy lub innego celowego urządzenia w taki sposób, ażeby wygięcie przy próbkach wyciętych w kierunku walcowania zataczało łuk koła o średnicy równej grubości próbki, zaś przy próbkach wyciętych prostopadłe do walcowania, łuk o średnicy dwa razy większej. 3. Kąt odgięcia przy zginaniu na zimno ma osiągać 150 stopni, zaś 180 stopni przy zginaniu na gorąco, przyczem żelazo nie powinno się nigdzie przerwać w warstwie ciągnionej. 4. Próby z nadecięciem należy wykonać w sposób następujący: na całej szerokości próbki nacina się dłutem do głębokości 1 mm. Taka próbka, zginana około pręta o średnicy równej pięciokrotnej grubości próbki, nie powinna okazać żadnych rys, dopóki kąt odgięcia nie wyniesie:

90° dla materiału o wytrzymałości 4500 kg/cm <sup>2</sup>	
120° " " " " "	4000 "
150° " " " " "	3600 "

5. Probki rozżarzone do czerwoności i zgięte wzdłuż ostrej krawędzi a następnie młotem zupełnie sklepane, nie śmiały okazać żadnych rys.

§ 9. Badanie żelaza okrągłego przeznaczonego na nity. 1. Zgodnie z § 7. 2. Probki należy pozostawić z nawalcowanym naskórkim bez żadnego obróbenia. 3. Zgodnie z § 8. 4. Probkę należy nawinąć na walcu o średnicy równej średnicy próbki. Przy drugiej próbie należy wykuć na zimno płaską główkę o średnicy równej półtorakrotnej średnicy próbki ( $d = 1.5 f$ ). Tak przy jednej jak i przy drugiej próbie nie powinny okazać się żadne ślady rozerwania.

## B. Żelazo wzmacniające w zespołach betonowych.

§ 10. Rodzaj żelaza. Żelazo wzmacniające powinno być walcowane z reguły z żelaza zlewne go a w szczególnych wypadkach ze stali zlewnej.

§ 11. Jakość żelaza. Powierzchnie walcowane powinny być gładkie a złom powinien okazywać złożę jednostajne, pełne, bez śladów próżni.

§ 12. Wymiary i kształty żelaza i waga. 1. Żelazo to może mieć przekrój prostokątny, wieloboczny lub kołowy, powierzchnie gładkie lub karbowane, a największe wymiary przekroju w jakimkolwiek kierunku nie powinny przekraczać 50 mm. 2. Żelazo dostarczone według ściśle oznaczonych wymiar może różnić:

co do długości o + 10 mm,
" " przekroju o 2 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> ,
" " wagi o + 5 <sup>0</sup> / <sub>10</sub> lub - 2 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>



§ 13. Próby żelaza i „Świadectwo jakości żelaza“. Jak § 5.

§ 14. Przeprowadzanie prób żelaza. 1. Próbkę należy odciąć z całego kawałka i poddać próbie bez żadnego obrabiania, więc z pozostawieniem naskórka wywalcowanego. 2. Dalsze przepisy jak § 6, ustępy 3, 4 i 5.

§ 15. Badanie wytrzymałości na rozerwanie. 1. Utwierdzenie końców próbki w maszynie powinno być takie, ażeby kierunek działania sił rozrywających wpadł w oś próbki. Napięcie sił ciągnących powinno wzrastać powoli i jednostajnie. 2. Wydłużenie jednostkowe należy mierzyć na długości równej drugiemu pierwiastkowi z 80krotnej powierzchni przekroju poprzecznego próbki. 3. W razie jeżeli próbka przerwie się poza środkową trzecią częścią swojej długości, to wynik tej próby należy unieważnić i przeprowadzić próbę dodatkową. 4. Wytrzymałość na rozerwanie powinna wynosić:

a) jak § 7, ustęp 6.;

b) dla stali zlewnej najmniej  $4500 \text{ kg/cm}^2$ , przy wydłużeniu jednostkowym wynoszącym najmniej 25% długości;

c) granica ciastowatości powinna wynosić:

dla żelaza zlewnej	co najmniej	$2250 \text{ kg/cm}^2$ ,
„ stali zlewnej	„	3000 „

§ 16. Wytrzymałość na zginanie. Próbki żelaza należy nawinać na wałcu o średniej równej dwukrotnemu najmniejszemu wymiarowi próbki, przy czem na stronie ciągniętej nie mogą pokazać się żadne ślady rozerwania żelaza.

## II. Fundamenta.

### 1. Pogląd ogólny.

Najgłębiej w ziemi położony mur, tworzący podstawę murów piwnicznych, względnie parterowych budynku, a wspierający się bezpośrednio, lub za pośrednictwem odpowiedniej konstrukcji budowlanej na gruncie stosownie wytrzymałym, jest fundamentem. Wobec tego fundament jest tą częścią budynku, która przenosi jednostajnie cały ciężar jego na grunt budowlany, tworzy podstawę jego stałości i jest więc najważniejszą częścią budowlaną.

Warunkiem stałości budynku jest równomierna i dostateczna wytrzymałość gruntu i w tym celu należy ciśnienie, idące z ciężaru budynku, tak rozłożyć na powierzchnię gruntu za pomocą stosownej szerokości fundamentu, aby nie przekraczało dopuszczalnych granic wytrzymałości gruntu i spowodowało równomierne osiadanie się, które w takim razie po pewnym czasie dochodzi do równowagi i ustaje wreszcie zupełnie bez szkody.

W regule należy obliczać szerokość podszwy fundamentowej, a szczególnie jest to potrzebne dla silnie obciążonych filarów, słupów, narożników muru, wień itp., oraz dla wszelkiego rodzaju sztucznego fundowania.

Podeszwa fundamentowa murów zewnętrznych powinna leżeć niżej granicy zamarzania ziemi, która to granica w naszych warunkach klimatycznych sięga od 1 do 1·5 m głęboko. Wszakże w razie obawy osłabienia grubości warstwy gruntu dobrego pod budowę dookoła budynku nadsypuje się grunt do potrzebnej wysokości, celem ochrony spodu fundamentowego od mrozu. Pod murami piwnicznymi oraz pod murami środkowymi budynku niepodpiwniczonego fundament wśród dobrych warunków gruntu nie daje się głębszy niż 1 m, a zwykle tylko 0·75 m i mniej, ale nie płytszy niż 0·30 m.

Części murów stanowiące podstawę podpór żelaznych należy wykonywać z ciosów lub z najlepszych cegieł na zaprawie cementowej.

Na złych gruntach nie zakłada się fundamentów, lecz przeprowadza się je aż do warstwy dobrego gruntu; o ileby jednak ta warstwa leżała zbyt głęboko, to dla oszczędzenia nadmiernych kosztów należy się starać o osiągnięcie jej za pośrednictwem drewnianych, żelaznych lub betonowych pali, murowanych filarów, zatapiających studzien, rur lub skrzyń (caissons).

Gdy grunt znacznie podatny, trzeba celem spowodowania równomiernego osiadania obciążyć go jednakiem na całej powierzchni, trwałem, równomiernem ciśnieniem; gdy zaś grunt różnorodny co do jakości i wytrzymałości, należy zapomocą stosownej konstrukcji fundamentowej ciśnienie budynku w ten sposób na powierzchnię gruntu rozłożyć, aby nie mogło nastąpić nierówne osiadanie.

Na gruncie mało wytrzymałym przyjdzie więc rozłożyć ciężar budynku na stosunkowo znaczną powierzchnię, do którego to celu prowadzą następujące sposoby i konstrukcje.

1. Rozszerzenie murów fundamentowych zapomocą odsadek, odwrotnych łuków, sklepionych między murowanymi filarami lub odwrotnych sklepień między głównymi murami.

2. Założenie rusztu leżącego, podwalinowego itp.

3. Ława betonowa, narzut kamienny, lub nasyp piasku.

Jeżeli w skład budowy wchodzi bardzo ciężkie części budowy, jak wieże, kominy fabryczne, fundamenty pod maszyny itp., należy je zakładać oddzielnie i na zupełnie oddzielnych fundamentach własnych dla uniknięcia zarysowań wskutek nierównego osiadania.

Pamiętać też należy o pozostawieniu w fundamentach stosownych otworów dla przeprowadzenia kanałów domowych (instalacji domowej).

Zresztą podszwa fundamentowa powinna mieć zawsze prostopadłe położenie do kierunku działającego na nią ciśnienia; wszakże ze względu na tarcie jest dopuszczalne zbieżenie o kąt 15 do 18°.

Jeżeli  $N$  jest siła składowa całkowitego ciężaru, prostopadła do podszwy fundamentu,  $B$  szerokość podszwy,  $y$  odstęp punktu zaczepienia skład wej  $N$  od środka podszwy,  $A$  bliższa,  $C$  dalsza krawędź podszwy względem składowej  $N$ ,  $K$  wytrzymałość gruntu na ciśnienie w  $kg/cm^2$ ,  $k$  dopuszczalne jego obciążenie cisnące z bezpieczeństwa:  $n = \frac{K}{k} = 10$  w warunkach zwykłych,  $n = 7$  w warunkach tymczasowych,  $n = 8$  dla największego obciążenia działającego czasowo bez wstrząśnień lub uderzeń, to dla podszwy prostokątnej o długości  $h = 1$  będzie, jak wiadomo, największe nałożenie cisnące w krawędzi  $A$

$$\sigma_1 = \frac{N}{Bh} \left( 1 + \frac{6y}{B} \right) = \frac{N}{B} \left( 1 + \frac{6y}{B} \right) \quad 21$$

a najmniejsze ciśnienie w krawędzi  $C$

$$\sigma_2 = \frac{N}{Bh} \left( 1 - \frac{6y}{B} \right) = \frac{N}{B} \left( 1 - \frac{6y}{B} \right) \quad 22$$

Ponieważ według warunków równowagi statycznej musi tu być  $\sigma_1 \leq k$ , oraz  $\sigma_2 > 0$ , więc dla  $\sigma_1 = k$ , oraz  $\sigma_2 = 0$ , musi być według wzoru 22.  $1 = \frac{6y}{B}$ , czyli  $y = \frac{B}{6}$ ; jest to, jak wiadomo, dalekość rdzenia prostokąta, a więc według powyższego założenia i podszwy fundamentowej. Wartości te za  $\sigma_1$  i  $y$  dają z wzoru 21.

$k = \frac{N}{B} \left( 1 + \frac{6}{B} \cdot \frac{B}{6} \right) = \frac{2N}{B}$ , a stąd

$$B = \frac{2N}{k} \quad 23$$

Dla  $y = 0$ , to jest jeśli składowa normalna  $N$  działa centrycznie do podszwy fundamentowej, to z wzorów powyższych wynika

$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{N}{B} = k$ , a stąd szerokość podszwy fundamentowej

$$B = \frac{N}{k} \quad 24$$

Przejście od grubości  $b$  muru przestrzeni użytkowej budynku najniżej położonej do grubości  $B$  muru fundamentowego przeprowadza się zapomocą odsadek, których szerokość  $d = 12$  do  $15$  *cm*, a wysokość  $w_0$  tak wielka, aby wysokość całkowita fundamentu wynosiła:

$$H = \frac{B-b}{2d} \times w_0 < (B-b).$$

## 2. Rodzaje gruntu budowlanego.

Najlepszym, bo pod ciśnieniem budynku nieugniatalnym gruntem budowlanym, jest skała jednolicie zbita, skała uwarstwiona bez powierzchni usuwiskowych, lub kamienny najmniej 4 do 6 m gruby pokład zsuwańców na silnem podłożu.

Bardzo dobry pod budynek zwykły jest grunt mało tylko ugniatalny, o pokładzie 2 do 3 m grubym, a mianowicie: gruby silnie zbity żwir, otoczaki, silny margiel, rozpadlinowa skała, sucha twarda glina zwykła, lub czysta glina i piaszczysta glina.

Dobry jest grunt budowlany nawet więcej ugniatalny, ale jeszcze nieszkodliwie, a mianowicie: sucha twarda glina zwykła, oraz gruby piasek, wolny od przymieszek glinowych i ziemistych.

Zły pod budowę jest grunt łatwo podatny pod byle ciśnieniem i rozsuwalny po części na boki, ale nieplastyczny, a mianowicie: mialki piasek, mokra glina zwykła lub glina, ziemia lub nasypisko.

Bardzo złym gruntem budowlanym jest torf, moczar, piasek lotny, piasek płynny i próchnica; grunta te nadto i pod względem zdrowotnym są niebezpieczne.

Na próchnicy, gruncie nasypowym lub namulonym są jedynie dopuszczalne lekkie budowle drewniane.

Cienka warstwa gruntu dobrego na warstwie złego jest zła pod budowę, natomiast cienka warstwa złego gruntu na warstwie gruntu dobrego jest mniej zła.

## 3. Badanie wytrzymałości gruntu budowlanego.

Z powodu niezmiernej różności rodzajów gruntu niema możności ustalenia reguł ogólnych co do ich wytrzymałości budowlanej. Często są znane pewne daty pod tym względem z budynków już wykonanych a zwłaszcza w zwartych miastach; również i studnie istniejące mogą posłużyć do zorientowania się. Gdzie tego wszystkiego niema, nie pozostaje nic innego, tylko przeprowadzenie zbadania wytrzymałości gruntu w każdym danym razie. Badanie takie zresztą rzadko kiedy sięga na głębokość 10 m, a już co najwyżej na 20 m i przeprowadza się w następujący sposób.

1. Wykopy doświadczalne prowadzą najlepiej do celu, gdyż z wyglądu ich ścian można poznać własności gruntu; są jednak bardzo kosztowne i wymagają wiele zachodu.

Na znaczniejszą głębokość wykopuje się studnie doświadczalne.

2. Sondowanie. Wwierca się lub wbija w ziemię trzon żelazny 2 do 3.5 m długi, 2.5 do 4.5 cm średnicy, zakończony u dołu

ostrzem, u góry główką lub dźwignią i jeżeli trzon wchodzi trudno i wydaje dźwięk czysty, wnioskuje się, że grunt silny, a jeżeli łatwo i wydaje dźwięk głuchy, to grunt miękki; zgrzyt podczas wbijania oraz porysowane i oszlifowane żelazo świadczy o piasku.

3. Wbijanie pali. Zamiast sondowania zaleca się próbne wbijanie pali zwłaszcza, jeżeli fundament ma być na palach.

4. Wiercenie pozwala na bardzo dokładne zbadanie gruntu nawet na wielkie głębokości i przeprowadza się jak wiercenie studni itp.

5. Próbne obciążenie. W stosownej głębokości wyrównuje się ziemię, wykopuje jamę 0.5 m głęboką na 1 m w kwadrat, wymurowuje w niej sześciang o krawędziach 1 m długich z betonu lub ciosów, a po stężeniu obciąża go z wolna naprzykład szynami kolejowymi itp.

Celem stwierdzenia, kiedy pocznie się zagłębianie w ziemię sześciangu, służy instrument niwelacyjny lub lata z podziałką centymetrową w sześciangu pionowo osadzona, która przypiera dołaty poziomej (wskazówki), przymocowanej do ustawionego w tym celu rusztowania zupełnie oddzielnie od sześciangu. Po stwierdzeniu zagłębiania się sześciangu odczytuje się złaty jego wielkość i zapisuje, a obciążanie prowadzi się dalej z wolna; gdy zagłębianie dojdzie do 20 mm lub wcale ustanie, a po 1 do 2 dni stan ten nie zmieni się, wówczas całkowite obciążenie z ciężarem własnym sześciangu, wynoszące łącznie  $Q$  kilogramów będzie wytrzymałością gruntu:

$$Q \text{ kg/m}^2 = \frac{Q}{10000} \text{ kg/cm}^2. \quad 25.$$

Wzgląd jednak na bezpieczeństwo pozwala na wyzyskanie tylko pewnej części tej wytrzymałości.

Ten sposób badania — zwłaszcza gdy grunt jest podatny — nigdy nie jest zupełnie pewny, a wymaga wiele czasu i znacznych kosztów.

Nawiasowo zaznacza się, że ciśnienie stopy ludzkiej na grunt wynosi około 0.5  $\text{kg/cm}^2$ .

#### 4. Szczegółowe sposoby fundowania.

1. Zwykłe fundowanie. W gruncie dobrym wykopuje się rowy fundamentowe do granicy mrozu, a gdy dobry grunt znajduje się dopiero w pewnej, ale nie wielkiej głębokości, to wykop sięga aż do gruntu dobrego. Jeżeli grunt jest bardzo dobrą skałą, to usuwa się jedynie jej najwyższą skruszałą warstwę.

Wodę z rowów fundamentowych pompuje się, ale gdy dopływ silny, a woda sięga ponad 1·5 m, otacza się wykop palisadami 8 cm grubymi, względnie ścianami palowemi.

Na starannie wyrównanej i silnie ubitej podszwie rowu fundamentowego daje się 8 do 10 cm grubą warstwę zaprawy, piasku lub gliny i na niej osadza się duże, silne, warstwowe kamienie łamane, lub cegły zendrówki w warstwach krzyżujących się; poczem muruje się mur fundamentowy dobrymi, silnymi warstwowymi kamieniami łamanymi na zaprawie cementowej.

**2.** Fundowanie zapomocą filarów. Jeżeli grunt dobry leży w znacznej głębokości, to zamiast muru fundamentowego wykonuje się poszczególne filary fundamentowe z dobrych kamieni warstwowym na zaprawie cementowej, z betonu ubijanego lub z żelbetonu, w odstępach wzajemnych co najwyżej 4 m, ale w każdym razie pod parterowymi filarami murów, filarami okien itp., pod narożnikami, końcami, rozgałęzieniami i krzyżowaniami murów i pod szczególnie wielkimi ciężarami odosobnionymi. Górą łączy się filary sklepieniami lub żelaznymi dźwigarami.

Często jednak, gdy zamierzona budowa jest niewielką i nie wysoką, to ława betonowa jest odpowiedniejsza od filarów.

**3.** Odwrotne sklepienie zastosowuje się w tym razie, gdy ciężar budowy zamierzonej trzeba rozłożyć na znaczniejszą powierzchnię gruntu. Sklepienia takie wykonuje się między murami fundamentowymi jak podobnie sklepienia stropów; ale tylko zupełnie odwrotnie.

**4.** Ława betonowa. W regule daje się pod każdy mur i filar ławę betonową stosownie szerszą od grubości muru na niej stojącego. Używana tu mieszanina cementu, piasku i tłuczeńca, względnie żwiru jest w stosunku 1:2:5 lub 1:5:10, a w razie wody w fundamencie 1:3:6; cement powinien być szybko wiążący, zaś beton ubija się w warstwach 15 do 30 cm grubych.

Szerokość  $B$  ławy betonowej należy wyznaczyć tak wielką, by ciśnienie idące z całkowitego ciężaru  $P$  budynku na 1 m = = 100 cm długości ławy rozłożyło się na dostatecznie dużą powierzchnię gruntu i nie przekraczało dopuszczalnego obciążenia  $k/cm^2$  tegoż gruntu. W ciężarze  $P$  mieści się zatem ciężar własny wszystkich odnośnych murów od fundamentu aż do najwyższego szczytu budynku włącznie, ciężar własny i użytkowy wszystkich stropów, wspartych na owych murach, ciężar dachu ze śniegiem i parciem wiatru, wreszcie domniemany ciężar ławy.

Jeżeli ten ciężar  $P$  działa centrycznie na  $1\text{ m} = 100\text{ cm}$  długości podszwy fundamentowej, to wyrażona w centymetrach szerokość  $B$  ławy betonowej musi ze względu na równowagę statyczną czynić zadosyć równaniu

$B \times 100 \times k = P$ , a stąd szerokość ławy

$$B = \frac{P}{100 k} \quad 26$$

Przyjawszy, że stojący bezpośrednio na tej ławie mur główny budynku ma grubość  $d$ , to na każdą z obu odsadek ławy przypadnie szerokość  $\frac{B-d}{2} = l$ . Celem obliczenia grubości, czyli wysokości  $h$  ławy uważamy odsadkę z lewej, bądź z prawej strony ławy jako belkę jednym końcem wmurowaną, drugim wolno wystającym, obciążoną od spodu na rozpiętość  $\frac{B-d}{2} = l$  w całej swej powierzchni  $\frac{B-d}{2} \times 100$  oddziaływaniem, idącym z dopuszczalnego obciążenia  $k$  na  $1\text{ cm}^2$  gruntu; zaczem wypadkowa tego oddziaływania w kilogramach

$$O_1 = \frac{B-d}{2} \times 100 \times k. \quad 27$$

Jak wiadomo, największy moment belki w ten sposób obciążonej wynosi:

$$M = \frac{O_1 l}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{B-d}{2} \times 100 \times k \times \frac{B-d}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{(B-d)^2}{4} \times 100 \times k. \quad 28$$

Gdy zaś rozmiary przekroju prostokątnego takich dźwigarów z betonu ubijanego, jak nasza ława, należy obliczać według wzoru

$$h = \sqrt{\frac{6M}{b s_{bz}}},$$

w którym  $h$  jest wysokością przekroju, szerokością przekroju, a właściwie długością ławy jest tu  $b = 1\text{ m} = 100\text{ cm}$ , zaś  $s_{bz}$  jest największe dopuszczalne napięcie ciągnące wedle przepisów M. R. P., więc po podstawieniu odnośnych, wyżej zestawionych wartości będzie

$$h = \sqrt{\frac{6 (B-d)^2 \times 100 \times k}{2 \times 4 \times 100 \times s_{bz}}} = \frac{B-d}{2} \sqrt{\frac{3 k}{s_{bz}}}. \quad 29$$

Inaczej jednak przedstawia się sprawa, skoro z obliczenia okaże się, że całkowite obciążenie budynku, przypadające na  $1\text{ m} = 100\text{ cm}$  ławy zamierzonej działa ekscentrycznie, czyli że siłowa  $N$  tego

obejścia, prostopadła do podeszwy muru głównego ma swój punkt zaczepienia w pewnym odstepie od środka ciężkości tej podeszwy.

Ponieważ nie znamy szerokości ani wysokości ławy, więc przyjmujemy te jej rozmiary, wyznaczamy na tej podstawie wielkość składowej  $N$  i jej odstęp od środka ciężkości w podeszwie fundamentowej, porównujemy przyjętą szerokość ławy z szerokością wzorem 23. określoną, obliczamy największe natężenia cisnące i ciągnące w ławie betonowej według wzorów 943. i 943 a, a następnie otrzymujemy z wzoru 29. wysokość czyli grubość  $h$  ławy.

Jeżeli te wszystkie obliczenia wypadną nie bez zarzutu co do przyjętych rozmiarów ławy, więc trzeba je stosownie zmienić, przeprowadzić ponownie ten sam tok obliczenia i powtarzać ewentualnie tak długo, aż wynik wypadnie bez zarzutu.

**5. Ruszt leżący.** Ruszt tego rodzaju ma za cel równomierne rozłożenie ciśnienia na większą powierzchnię gruntu i wykonują go z drzewa dębowego, bukowego, modrzewiowego lub sosnowego, który to materiał należy umieścić conajmniej 30, ale bezpieczniej 50 cm pod najniższym stanem wody. Odróżniamy następujące odmiany rusztów leżących.

a) Ruszt leżący dyłowy z dyli 8 do 10 cm grubych, 20 do 30 cm szerokich w odstępach wzajemnych 20 do 30 cm (ale korzystniej, gdy są przystosowane) ułożonych na podeszwie wykopu fundamentowego. Ruszt może być pojedynczy, ale korzystniejszy jest ruszt leżący podwójny z dyli krzyżujących się pod prostym kątem w kierunku prostopadłym i równoległym do długości fundamentu.

Udźwig tego rodzaju rusztu wynosi 1 do 1.5 kg/cm<sup>2</sup>.

b) Ruszt leżący belkowy z belek 12 × 12 do 15 × 15 cm przystosowanych.

c) Ruszt leżący podwalinowy, używany pod ciężkie budowle, składa się z poprzecznych progów 16 × 24 do 24 × 31 cm w odstępach 1 do 2 m osi od osi i z podwalin 18 × 21 do 21 × 33 cm ułożonych w odstępach 0.75 do 1.5 m osi od osi na progach w zacięciach 5 do 7 cm głębokich kołkami przybitych. Puste miejsca wybija się kamieniami łamanymi klinowymi i wyklinowuje, a czasem zapelnia się rumowiskiem, kamykami, żwirem, piaskiem lub betonem. Na podwalinach daje się pokład z dyli 7 do 15 cm grubych



możliwie najszerszych; ale pokład ten jest zbyt ciężki, jeżeli puste miejsca między progami i podwalinami są wypełnione murem lub betonem.

**6. Ruszt palowy czyli pilotowy.** Piloty w regule z kory odarte wbija się aż do gruntu nośnego w odstępach oś do osi 0·7 do 1·3 *m* na szerokość, a 1 do 2 *m* na długość; na palach układa się ruszt leżący podwalinowy z tą różnicą, że podwaliny, będące zarazem kapturami pilotów, znajdują się na dole, a progi poprzeczne leżą na nich; zamiast rusztu jednak dają ławę betonową 0·75 do 1 *m* grubą, w którą głowy pilotów wnikają na 30 *cm*. Zresztą pale i ruszt są z drzewa dębowego, modrzewiowego, bukowego lub sosnowego, które musi leżeć co najmniej 30 do 50 *cm* pod najniższym stanem wody gruntowej.

Głowy pali wystają 50 *cm* ponad podszewę wykopu fundamentowego; odstęp oś od osi pali na długość wynoszą 1·5 do 2 *m*, a na szerokość 0·75 do 1·25 *m*.

Pale mogą być także z betonu ubijanego lub z żelbetonu.

Grubość w centymetrach *d* pali zależnie od ich długości *l* w metrach oblicza się według reguły ciesielskiej wzorem

$$d = 12 + 3l \quad 30$$

Dopuszczalne obciążenie na 1 *cm*<sup>2</sup> przekroju pali

- a) długich w sypkim gruncie wynosi . . . . . 20 *kg/cm*<sup>2</sup>,  
 b) krótkich w twardym gruncie . . . . . 40 *kg/cm*<sup>2</sup>.

Szczegółowe zresztą daty praktyczne, odnoszące się do przyrządzania i wbijania pali, znajdują się w „Tomie drugim“, „Analiza cen“, Roboty ciesielskie.

**7. Studnie zatapiane.** Studnie, wykonywane podobnie, jak studnie domowe, przeprowadza się przez złe warstwy gruntu i osadza na gruncie wytrzymałym pod budowę.

Otrzymują one w świetle 1·5 do 2 *m* i grubość ścian 30 do 60 *cm*, a wzajemny ich odstęp nie powinien przekraczać 4 *m*.

Wnętrze studzien wypełnia się murem z kamienia łamanego na zaprawie cementowej lub betonem, a górą łączy się łukami sklepionymi. Wykonanie tego rodzaju fundowania jest bardzo kosztowne i dlatego zastosowuje się je tylko w razie niezbędnej potrzeby.

**8. Rury zatapiane** wykonują zamiast studzien zatapianych; są one żelazne i po zatopieniu wypełnia się je betonem.

**9.** Narzut kamienny. Pod fundament budowli na wodzie lub na bardzo miękkim gruncie, jak torf, namul itp. stawianych, narzucą się ciężkie kamienie i to największe na spód i na zewnątrz; a gdy nareszcie ustanie osiadanie i rozsuwanie się, stawia się na tym narzucie budynek.

**10.** Nasyp piasku. Do tego celu należy użyć jedynie czystego, krągłego, miłkiego piasku kwareowego, gdyż taki ulega mniej rozsunięciu się, niż ostry i gruby; piasek zaś z domieszkami ziemistymi i gliniastymi rozsuwa się jeszcze łatwiej i więcej.

Nasyp piasku wykonuje się warstwami 15 do 30 cm grubymi zlewaniem wodą i ubijanemi lub walcowanemi.

Dwa metry grubego nasypu taki na niedobrym gruncie można obciążyć 2 do 3  $kg/cm^2$ .

Jeżeli  $d$  jest grubość muru dźwiganego nasypem piasku,  $B$  szerokość podszwy tego nasypu, to wobec tego, że przenoszenie się ciśnienia w piasku odbywa się pod kątem  $45^\circ$ , wynika wysokość czyli grubość nasypu piasku pod fundament z wzoru

$$h = \frac{B-d}{2} = 0.75 \text{ do } 3 \text{ m.} \quad 31$$

Wszakże co do nasypu piasku należy zawsze przestrzegać, by nie uległ bocznemu usunięciu się, i w razie obawy trzeba go ująć wokoło ścianami palisadowemi itp.

## 5. Fundowania zastosowane do jakości gruntu.

Sposoby fundowania w zastosowaniu do rozmaitych rodzajów gruntów, do ich jakości i wytrzymałości oraz do warunków, wśród jakich się znajdują, obejmuje następująca tablica.

Stan wody	Grunt dobry pod budowę znajduje się			Uwaga
	na wierzchu	w pewnej dającej się osiągnąć głębokości	w głębokości nie do osiągnięcia	
Wody nie ma	Murowanie rozpoczyna się bezpośrednio na wierzchu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Wykop aż do gruntu dobrego, i na nim poczyna się murować.</li> <li>Wykop jak wyżej, ale tylko dla filarów które się przesklepia. Użycie pali żelaznych.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Rozszerzenie fundamentu.</li> <li>Szeroka ława betonowa.</li> <li>Narzut kamienia na sucho, zbity.</li> <li>Ława piasku.</li> <li>Odwrócone sklepienie.</li> </ol>	Bez użycia drzewa.

Stan wody	Grunt dobry po budowę znajduje się			Uwaga
	na wierzchu	w pewnej dającej się osiągnąć głębokości	w głębokości nie do osiągnięcia	
Woda występuje jako zaskórna lub stojąca i daje się wyczerpać.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bezpośrednie murowanie.</li> <li>2. Urządzenie filarów przesklepiionych.</li> <li>3. Słaba ława betonowa celem zatamowania źródeł.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Głęboki ruszt pilotowy.</li> <li>2. Piloty wypełnione betonem lub kamieniami i nadmurowane.</li> <li>3. Ława betonowa dla zatamowania źródeł.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ruszt leżący.</li> <li>2. Szeroka ława betonowa.</li> <li>3. Narzut zbity kamienny.</li> <li>4. Fundament piaskowy.</li> <li>5. Odwrócone sklepienie.</li> <li>6. Ruszt pilotowy lub pilotowanie dla zgęszczenia gruntu.</li> </ol>	<p>Użycie drzewa dopuszczalne poniżej stanu wody. Czerpanie wody, ewentualnie grodzie. Dokładna robota jeszcze możliwa.</p>
Woda się znajduje, ale nie daje się wyczerpać.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Narzut kamienia.</li> <li>2. Zatapianie brył kamiennych.</li> <li>3. Beton.</li> <li>4. Skrzynie zatapiane (Caissons).</li> <li>5. Żelazne piloty, betonowe, lub żelbetonowe.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wysoki ruszt pilotowy</li> <li>2. Piloty z betonem lub z kamieniami.</li> <li>3. Żelazne piloty, betonowe, lub żelbetonowe.</li> <li>4. Nasyp kamienny, albo zatapianie kamieni, albo betonowanie po poprzednim wyrównaniu dna.</li> <li>5. Skrzynie zatapiane (Caissons) na pilotach.</li> <li>6. Studnie zatapiane z drzewa, kamienia i żelaza.</li> <li>7. Fundacja pneumatyczna.</li> </ol>	<p>Obciążenie gruntu w około i rozszerzenie grubości muru.</p>	<p>Użycie drzewa dopuszczalne pod wodą. Różnica bez użycia nurków jest nie zupełnie dokładna.</p>

## 6. Zabezpieczenie murów od wilgoci gruntowej.

Podczas fundowania należy wogóle zwracać bacność na stan wody gruntowej, na wielkość ciężaru i przeznaczenie budowli, na pozostający do rozporządzenia czas budowy, oraz na materiały i środki możliwe do uzyskania; a nadto należy pamiętać i o tej głównej zasadzie, że budowla, stanowiąca jednolitą całość, powinna otrzymać we wszystkich swych częściach fundamenta jednego i tego samego rodzaju.

Drzewo użyte do fundamentów należy osadzić co najmniej na 0.3 do 0.5 *m* pod najniższym stanem wody. Źródła wszelkie w obrębie zamierzonej budowy należy ująć i odprowadzić, mokry grunt odwodnić zapomocą drenowania, wtargnięciu wody pod budynek zapobiec szczelnymi ścianami palisadowymi i lawą betonową.

Ze względów zdrowotnych oraz w interesie trwałości budynku należy mury i wnętrze jego zabezpieczyć od wilgoci gruntowej warstwą izolacyjną asfaltową, która z reguły powinna być z asfaltu lanego. Jeżeli posadzka jest z materiału twardego w piwnicy lub z braku piwnicy w parterze, to warstwę izolacyjną należy założyć w wysokości wierzchniego brzegu tej posadzki, a w razie, gdy zamiast posadzki jest podłoga drewniana, to pod podłogą.

Mur fundamentowy z kamienia łamanego należy wyrównać pod warstwę izolacyjną zaprawą cementową, lub warstwą cegieł na cemencie.

Mury zewnętrzne piwniczne — o ile leżą w ziemi — należy zewnątrz wyprawić cementem 2 *cm* grubo dla powstrzymania wsiąkania wody gruntowej i opadowej; jeżeli zaś napór wody jest zbyt silny, należy nadto mury te osłonić pionową warstwą tłustej gliny 50 *cm* grubą, oraz warstwą narzutu żwirowego, a na jego dnie założyć rury drenowe w odstępnie 1 *m* od budynku. Podczas wykonania budowy należy zewnętrzne mury piwnic zabezpieczyć od dostępu wód opadowych zapomocą rur i rynien.

Wzdłuż murów zewnętrznych budynku należy dla trwałej ochrony od wód opadowych ułożyć szczelne brukowanie podokapowe najmniej 1 *m* szerokie.

Od strony terenu sąsiedniego wyżej wzniesionego należy mury w obrębie ziemi wyprawić cementem, zaś mury przypierające do mokrych murów sąsiada wykonać z zendrówek na zaprawie cementowej. W obu tych razach, jako też jeżeli piwnice mają służyć za mieszkania, należy przed murem zewnętrznym, dźwigającym w odstępnie około 5 *cm*, wykonać ściankę dodatkową na pół cegły od wnętrza lokalu, ale wtedy dopiero, gdy mury zewnętrzne już

podeschły; powstałą przestrzeń 5 centymetrową trzeba połączyć stosownymi otworami z wnętrzem lokalu mieszkalnego.

Celem ochrony od wpływów temperatury zewnętrznej muszą ściany zewnętrzne otrzymać stosowną grubość, którą w naszym klimacie przyjmuje się zazwyczaj na grubość 2 cegieł, a mury od sieni najmniej 1½ cegły; na murach bowiem cięszych skrapla się wilgoć, a w czasie silnych mrozów i wiatrów trudno opalić lokal.

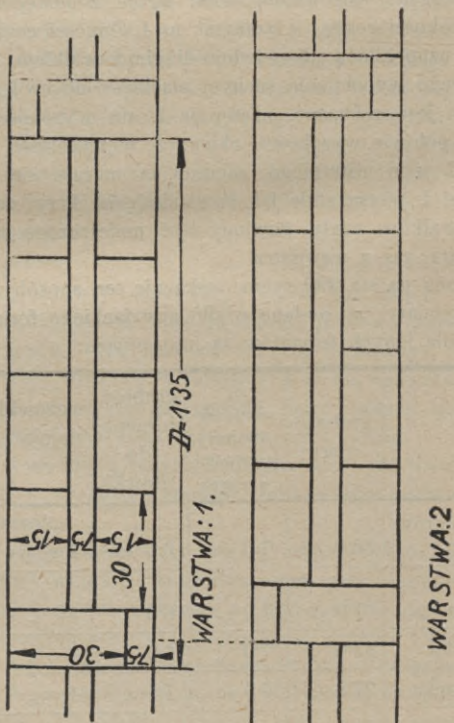
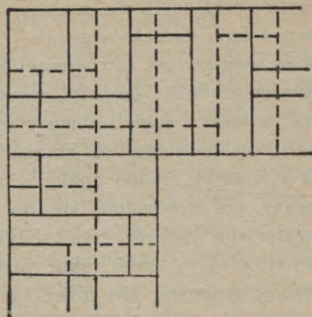
Nie można jednak przeoczyć, że stosowanie się do tej reguły wywołuje marnotrawienie materiału, jako że czas „silnych mrozów“ lub „wiatrów“ trwa u nas najwyżej ¼ część roku; przez ten czas potrzeba, by mury były takiej grubości, zaś przez ¾ roku mury mogłyby być cieńsze.

Dziś, gdy w Polsce odczuwa się szalony głód mieszkaniowy, należy zwrócić uwagę na murowanie tak zwane pomorskie, to jest w dwu szeregach: wozówkami obok siebie, z odstępem równym połowie szerokości cegły, wiązany mi co 4 długości cegły — cegłą poprzeczną, uzupełnioną odpowiednio długim kawałkiem. Zamknięcia otworu, którego wypełnienie suchym piaskiem lub co lepiej żużlem lub popiołem jest wskazane, następuje 1. na wysokości parapetu okna, 2. w połowie wysokości okien, 3. w wysokości łęku okien i drzwi. Od tego ostatniego zamknięcia muruje się do wysokości podłogi I. piętra stale jak te zamknięcia. Przy zamknięciach doczepki kawałków cegły powinny być umieszczone na przemian raz z zewnątrz, raz z wewnątrz.

Zamieszczona na str. 490 rycina wskazuje ten sposób murowania, przyczem wymiary są podane wedle austriackiego formatu cegły.

Wymiary dla innych formatów są następujące:

	grubość muru	luz pomiędzy dwoma warstwami wozówek	grubość doczepki do główki	wozówki daje się co	zatem $D =$
Cegła wymiarów polskich . . .	33·0 cm	7·0 cm	6·0 cm	4 cegły	1·26 m
Dzielnice: była pruska . . .	31·0 "	7·0 "	6·0 "	4 "	1·17 "
była rosyjska . .	33·0 "	7·0 "	6·0 "	4 "	1·26 "
była austriacka .	37·5 "	7·5 "	7·5 "	4 "	1·35 "



Poniżej obliczamy przepuszczenie ciepła takich murów.

Z tablic w tomie II. przez interpolację odczytujemy współczynnik eksmisji ciepła  $K$ :

dla grubości ściany 31 cm, z 5 cm warstwą powietrza,  $K_1 = 1.32$

" " " [34] " " 5 " " "  $K_2 = 1.24$

" " " (36) " " 5 " " "  $K_3 = 1.19$

zaś przy uwzględnieniu:

7 cm warstwy powietrza przy grubości muru 31 cm  $k'_1 = 0.95$

6 " " " " " " [34] "  $k'_2 = 0.89$

8 " " " " " " (36) "  $k'_3 = 0.75$

Zaś współczynnik eksmisji ciepła  $K$  murów pełnych grubych:

39 cm ( $1\frac{1}{2}$  cegły)  $K'_1 = 1.33$

52 " (2 cegły)  $K''_1 = 1.08$

[42] " ( $1\frac{1}{2}$  cegły)  $K'_2 = 1.26$

[56] " (2 cegły)  $K''_2 = 1.01$

(45) " ( $1\frac{1}{2}$  cegły)  $K'_3 = 1.19$

(60) " (2 cegły)  $K''_3 = 0.95$

Z porównania tych współczynników widzimy, że mury budowane sposobem pomorskim mają mniejszy współczynnik eksmisji ciepła (więc są cieplejsze), niż mury grubości na 2 cegły.

Wszystkie zewnętrzne mury cieńsze niż 2 cegieł powinny posiadać parapety okienne tej samej grubości, a zatem bez wykonania szpalet.

Mury piwniczne należy wyprawiać możliwie najpóźniej dla umożliwienia należytego wyschnięcia. Posadzka piwnic powinna leżeć conajmniej 30 cm ponad najwyższym stanem wody gruntowej.

### III. Wytrzymałość murów i sklepień.

#### 1. Praktyczne daty i wzory wytrzymałości murów.

Wytrzymałość murów i sklepień należy obliczać według zasad mechaniki budowniczej. Gdy jednak obliczenia takie są zazwyczaj mozolne, więc dla zwykłych wypadków zestawia się niżej daty i łatwe do obliczenia wzory, oparte na doświadczeniu.

**1.** Wytrzymałość murów z ciosów lub z cegieł przyjmuje się najwyżej na 10%<sub>0</sub>, a kamienia łamanego na 5%<sub>0</sub> wytrzymałości materiału.

**2.** Wśród jednakich warunków obciążenia grubość muru ciosowego tak się ma do grubości muru ceglanego, z kamienia łamanego, z usuwaków, jak 5 lub 6 : 8 : 10 : 12, — to znaczy, że jeżeli grubość muru ceglanego jest  $d$ , to ciosowego będzie  $\frac{5}{8}d$  do  $\frac{6}{8}d$ , muru z kamienia łamanego  $\frac{10}{8}d$ , a z usuwaków  $\frac{12}{8}d$  itp.

**3.** Mur na sucho musi być 1·5 do 2 razy grubszy od muru na zaprawie, w tych samych zresztą warunkach.

**4.** Grubość  $d$  murów osobno stojących na swych końcach nie opartych, z dobrze wypalanej cegły zbudowanych, oblicza się zwyczajnie  $d = \frac{1}{10}h$ , gdy zaś mur ten na całym lieu swym jest narażony na parcie wiatru, oblicza się go wedle wzoru:

$$d = \sqrt{\frac{3h}{38.4 - h}} \quad 32$$

gdzie  $h$  oznacza wysokość wyrażoną w metrach.

Przy murach wyższych niż 6 m daje się co pewien odstęp ( $B$ ) silne filary, których wymiary oblicza się. Filary te łączy się murem wypełniającym o grubości  $g$ , która zależy od wielkości odstepu filarów.

Gdy  $B =$  do 3·0 m,  $g = 1$  długości cegły **33**

$B =$  do 4·5 m,  $g = 1\frac{1}{2}$  długości cegły **34**

$B =$  do 6·0 m,  $g = 2$  długości cegły **35**

**5.** Grubość  $d$  murów obwodowych, na swych końcach opartych, a więc przy murach w budynkach. Ich grubość, przy głębokości lokalu do 6·5 m, wynosi:

Kon- dygnacja	Grubość zewnętrznych murów dźwigających budynku					Grubość wewnętrznych murów dźwigających budynku				
	part.	I p.	II p.	III p.	IV p.	part.	I p.	II p.	III p.	IV p.
	piwnica	2	2	2 $\frac{1}{2}$	3	3	2	2	2	2 $\frac{1}{2}$
parter	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$
I. piętro	.	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2	.	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2	2
II. piętro	.	.	1 $\frac{1}{2}$	2	2	.	.	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2
III. piętro	.	.	.	2	2	.	.	.	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
IV. piętro	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1 $\frac{1}{2}$

Grubość wyrażona w długościach cegły.

Przy stropach zbitych grubość zewnętrznych murów dźwigających powinna być grubszą o  $\frac{1}{2}$  długości cegły w dwu najwyższych wysokościach.



Mury ogniowe i działowe powinny być grube na 1 do  $1\frac{1}{2}$  długości cegły, gdy one są zarazem murami dźwigającymi, muszą mieć grubość  $1\frac{1}{2}$  długości cegły.

Mury klatki schodowej mają mieć grubość:

przy schodach jednostronnie wmurowanych (wolno wiszących) w każdym wypadku  $1\frac{1}{2}$  długości cegły, zaś przy innych schodach: przy budynkach najwyżej dwupiętrowych 1 długość cegły, przy budynkach wyższych  $1\frac{1}{2}$  długości cegły.

### 6. Grubość murów oporowych.

W ściślejszem znaczeniu mury, służące do boczego podparcia ścian ziemnych, a mianowicie: ścian wysokich nasypów, zowią się murami oporowymi, zaś ścian głębokich wykopów, czyli ścian gruntu rodzimego, murami przyporowymi. Oba te rodzaje murów oporowych zaopatruje się czasami ze względów oszczędnościowych filarami, zewężającymi się od dołu ku górze, czyli przyporami, których wzajemny odstęp od osi do osi nie powinien przekraczać  $5\text{--}5\text{ m}$ .

Do obliczenia wytrzymałości, względnie potrzebnych w tym kierunku rozmiarów murów oporowych wogóle, służą w praktyce następujące niżej reguły i wzory na doświadczeniu oparte.

a) Mury oporowe i przyporowe na sucho wykonane otrzymują zewnętrzną skarpe (licz muru) o nachyleniu w stosunku 2:3, a jeżeli wysokość ich  $h > 10\text{ m}$ , to należy tę skarpe załamać i dolną część załomu zeskarpować w stosunku 4:5. Skarpy o nachyleniu 1:2 są dopuszczalne do 6 m wysokości.

Tyłna powierzchnia muru bywa pionowa, lub nachylona w stosunku 1:6 aż do gruntu rodzimego, a odtąd począwszy w dół równoległa do licza muru.

Jeżeli  $h$  jest wysokością widoczną muru, zaś  $h_1$  wysokością nadsypki w metrach, to grubość muru w koronie

$$d = 1 + \frac{h}{10} + \frac{h_1}{12} \quad 37$$

b) Mury oporowe z kamienia łamanego warstwowego na prawie wapiennej, otrzymują zewnętrzną skarpe 1:5 do 1:12, a tylną ścianę pionową, albo słabo zeskarpowaną, albo zaopatrzoną odsadkami 0.3 do 0.5 m szerokiemi.

Niskim murom oporowym daje się conajmniej 0.6 m grubości w koronie.

Grubość w koronie muru oporowego o licu nachylonem 1:6, z tylną ścianą pionową i z zeskarpowaną nadsypką do 1 m wysoką ponad koronę, oblicza się z wzoru

$$d = 0.44 + 0.2 h \quad 38$$

Jeżeli wysokość nadsypki  $H > 1$ , należy grubość powyższą  $d$  zwiększyć o wartość

$$\delta = \frac{1}{30} H \left( 2 - \frac{H}{3h} \right) \quad 39$$

pogrubienie to dla  $H \leq 3h$  ma stałą wartość  $\delta = 0.10 h$ . 39a

c) Mury przyporowe mogą być wogóle cieńsze, gdyż parcie gruntu rodzimego z powodu spoistości jest mniejsze; wyjątek pod tym względem stanowi tylko grunt skłonny do usuwiska. Jeżeli grunt jest suchy, a mur ma zewnętrzne nachylenie 1:6, to do wyznaczenia grubości w koronie można przyjąć wzór

$$d = 0.3 + 0.17 h. \quad 40$$

Mur okładzinowy ścian skały otrzymuje grubość 0.4 do 0.6 m.

d) Grubość w koronie murów oporowych i przyporowych według norm austr. kolei państw.

a) Mur oporowy.

O widocznej wysokości $h$	Z zeskarpowaną ponad koroną nadsypką, dochodzącą do wysokości $H$ metrów								
	1	2	4	6	8	10	15	20	30
$m$	m e t r ó w								
1	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
2	0.65	0.70	0.70	0.75	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
3	0.79	0.86	0.92	0.98	1.04	1.10	1.10	1.10	1.10
4	0.98	1.06	1.14	1.21	1.28	1.35	1.40	1.40	1.40
5	1.17	1.27	1.36	1.44	1.52	1.60	1.69	1.70	1.70
6	1.36	1.47	1.58	1.67	1.77	1.85	1.96	2.05	2.05
7	1.55	1.68	1.80	1.91	2.01	2.10	2.23	2.34	2.38
8	1.74	1.89	2.02	2.13	2.25	2.35	2.50	2.62	2.70
9	1.92	2.09	2.24	2.37	2.49	2.60	2.77	2.91	3.05
10	2.12	2.29	2.46	2.59	2.74	2.85	3.04	3.19	3.40

## β) Mur przyporowy.

O widocznej wysokości <i>h</i>	Z zeskarpowaną ponad koroną nadsypką, dochodzącą do wysokości <i>H</i> metrów								
	1	2	4	6	8	10	15	20	30
<i>m</i>	g r u b o ś ć   w   k o r o n i e								
	m e t r ó w								
1	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
2	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
3	0.65	0.65	0.70	0.70	0.75	0.80	0.80	0.80	0.80
4	0.78	0.79	0.84	0.90	0.95	1.00	1.05	1.05	1.05
5	0.96	0.98	1.03	1.09	1.15	1.20	1.29	1.30	1.30
6	1.15	1.17	1.23	1.29	1.35	1.41	1.50	1.55	1.55
7	1.33	1.36	1.42	1.48	1.54	1.61	1.71	1.78	1.80
8	1.51	1.54	1.61	1.68	1.74	1.81	1.93	2.01	2.05
9	1.70	1.73	1.80	1.88	1.94	2.02	2.14	2.24	2.30
10	1.88	1.92	1.99	2.07	2.14	2.22	2.35	2.46	2.60

## Uwaga do α) i β):

Mury te należy wykonywać z kamienia łamanego na zaprawie wapiennej z licem nachylnem w stosunku 1:5 i z powierzchnią tylną pionową, sięgającą od korony aż do głębokości 0.6 *h*, zaś odtąd złamaną równoległą do lica muru.

## 2. Praktyczne daty wytrzymałości sklepień.

### a) Grubość murów oporowych i sklepień oraz wielkość strzałki.

Liczba bieząca	Sklepienie lub łęk sklepiony o rozpiętości świetlnej $r$	Najmniejsza			
		grubość murów oporowych		grubość sklepienia w kluczu	strzałka sklepienia
		nie obciążonych	obciążonych		
1	Sklepienie kolebkowe pełne . . . . .	$\frac{1}{4} r$	$\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3} r$	$\frac{1}{40} r$	$\frac{1}{2} r$
2	Łęki sklepienie płytkie .	$\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{3} r$	$\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4} r$	$\frac{1}{15} r$	$\frac{1}{10} r$
3	Sklepienie pruskie itp. .	$\frac{1}{3} r$	$\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4} r$	$\frac{1}{30} r$	$\frac{1}{12} r$
4	Sklepienie ostrołukowe .	$\frac{1}{5} r$	$\frac{1}{6}$ do $\frac{1}{7} r$	$\frac{1}{40} r$	$\frac{1}{2} r + x$
5	Sklepienie kopułowe . .	$\frac{1}{7}$ do $\frac{1}{9} r$	$\frac{1}{9}$ do $\frac{1}{12} r$	$\frac{1}{48}$ do $\frac{1}{60} r$	około $\frac{1}{2} r$
6	Sklepienie czeskie z oporami w około . . . .	$\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4} r$	$\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3} r$	$\frac{1}{30} r$	$\frac{1}{12} r$
7	Sklepienie spłaszczone .	$\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{3} r$	$\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4} r$	$\frac{1}{15} r$	—

Sklepienie krzyżowe, gwiazdźiste, w miarę, jak mają postać sklepień pod 1, 3 lub 4, otrzymują także oznaczoną grubość murów oporowych, ale tylko w narożach.

Wieloboczne sklepienie klasztorne tak samo, tylko otrzymują lepsze stosunki, jednak mury oporowe idą w około.

### b) Grubość różnych łęków i sklepień na zwykłe rozpiętości.

W budynkach 3 do 4 piętrowych daje się łękom wogóle i łękom nad otworami w murach dla zwykle używanych rozpiętości, następujące grubości w kluczu:

Rozpiętość świetlna $r$	Grubość sklepionego łęku	
	pełnego w ceglach	płytkiego o strzałce do $\frac{1}{6} r$ w ceglach
do 2 m	1	$1\frac{1}{2}$
od 2 do 3 m	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$ do 2
" 3 " 6 m	2	2 " $2\frac{1}{2}$
" 6 " 8 m	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$ " 3

Sklepienia kolebkowe w budynkach ze zwykłym obciążeniem i o rozpiętości świetlnej do 4 m, otrzymują grubość w kluczu  $\frac{1}{2}$  cegły, a w pasze 1 cegły; albo też w pasze i w kluczu  $\frac{1}{2}$  cegły, a na każde 2 m długości, sklepienia łuk 1 cegły grubo. Nad 4 m rozpiętości grubość sklepienia w kluczu powinna wynosić 1 cegłę.

Sklepienie krzyżowe do 6 m rozpiętości otrzymuje w kluczu  $\frac{1}{2}$  cegły, a żebra 1 cegły grubości.

Sklepienie klasztorne do 3.75 m rozpiętości otrzymuje grubość  $\frac{1}{2}$  cegły, nad 3.75 m zaś 1 cegły w kluczu.

Sklepienie kopułowe do 4 m rozpiętości otrzymuje w kluczu i pasze  $\frac{1}{2}$  cegły, do 7 m rozpiętości 1 cegły w kluczu, a 1 do  $1\frac{1}{2}$  cegły w pasze, do 12.5 m,  $1\frac{1}{2}$  cegły w kluczu, 2 cegły w pasze.

Sklepienie czeskie do 5 m rozpiętości i strzałce do 0.5 m otrzymuje w kluczu  $\frac{1}{2}$  cegły.

Nadmurowanie powinno sięgać do tak zwanej spoiny złamania.

Osiadanie sklepień przyjmuje się na  $\frac{1}{444}$  do  $\frac{1}{100}$  rozpiętości świetlnej.

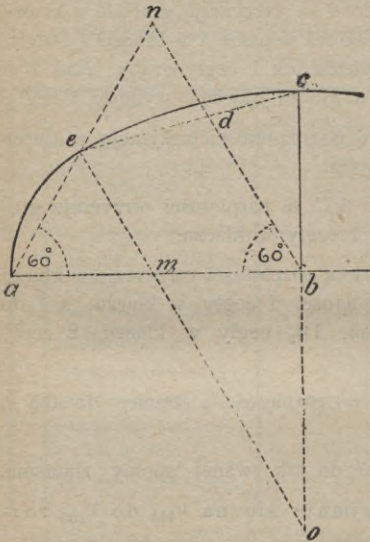
Osiadnięcie rusztowań sklepiennych (krażyn) dla zespołu (konstrukcji) wiszącego wynosi:  $f = 0.019 (r-s)$ , do 0.01 ( $r-s$ ), dla układu stojącego:  $f = 0.005 (r-s)$ , gdzie  $r$  rozpiętość,  $s$  strzałka sklepienia.

### c) Wykreślenie niektórych linii krzywych w odniesieniu do sklepień.

Do sklepień używa się koła, elipsy i paraboli w położeniu stojącym lub leżącym, linii koszowej i łabędziej szyjki. Ponieważ obu ostatnich rodzajów linii krzywej używa się dosyć często do sklepień, a konstrukcja ich jest mniej prosta i znana od reszty poszczególnionych właśnie krzywych, więc w uwidocznionych niżej rysunkach 38 do 42 i opisach przedstawiono sposób ich wykreślenia.

**1.** Linja koszowa jest lepszą dla sklepienia, aniżeli elipsa, gdyż łatwiej dają się w niej wykreślić normalne, potrzebne dla spoin wspornych sklepienia.

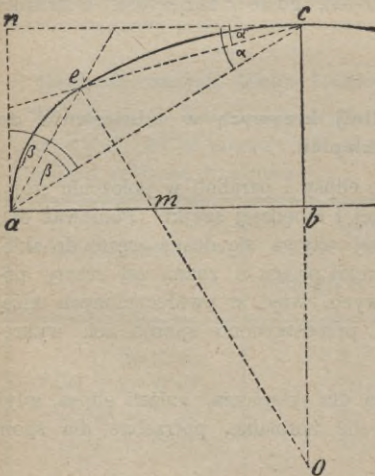
Rysunek 15.



W rys. 15. dana rozpiętość  $r = 2ab$  i strzałka  $s = bc$ .

Wykreśla się trójkąt równoboczny  $abn$ ,  $bd = bc$ ,  $cd$  przedłuża się do przecięcia z bokiem  $an$  w punkcie  $e$ , stąd  $eo \parallel bn$ , i otrzymuje się  $eo$  i  $em$  promienie większego i mniejszego łuku linii koszowej.

Rysunek 16.

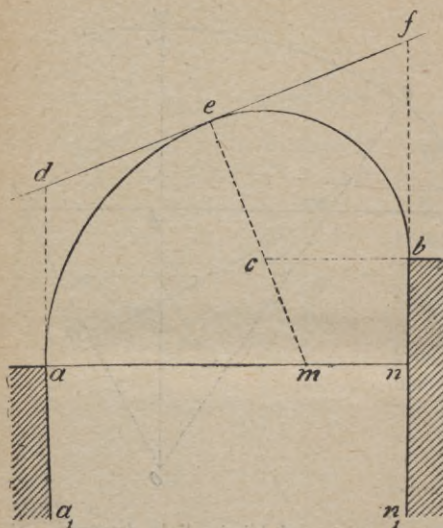


W rys. 16. dane jak wyżej  $2ab = r$ ,  $bc$ .

Wykreśla się  $abcn$  prostokąt, połowi się kąty  $acn$  i  $nac$ , więc  $\alpha = \alpha$ ,  $\beta = \beta$ : z punktu  $e$  przecięcia się linii połowiących, prostopadła  $eo$  do  $ac$ , a stąd  $eo$  i  $em$  promienie jak wyżej.

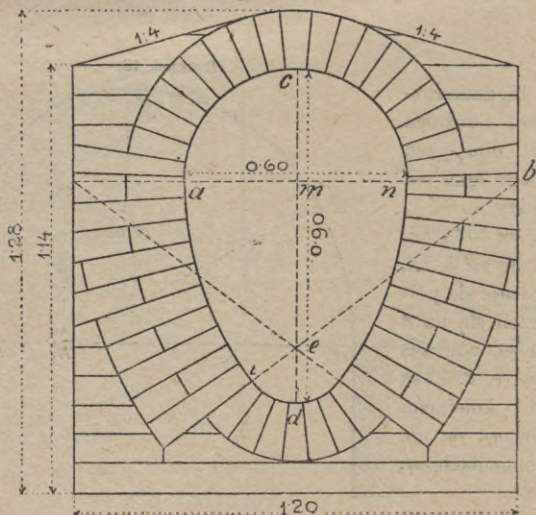


Rysunek 19.



d) Przekrój kanałowy jajowy ceglami sklepiony i kłoała.

Rysunek 20.





W rys. 20. jest przedstawiony przekrój jajowy wnętrza kanału, łącznie z układem cegieł. Przekrój ten wykreśla się w sposób następujący:

Daną rozpiętość kanału w świetle  $an$  dzieli się na  $am = \frac{1}{2} an = mn$ ,  $cd \perp an$ , nadto  $cd = cm + me + ed = \frac{3}{2} an$ , przy czem  $cm = \frac{1}{2} an$ ,  $me = \frac{3}{4} an$ ,  $ed = \frac{1}{4} an$ ,  $ab = cd$ , punkta  $m$ ,  $b$ ,  $e$  są kolejne środki dla łuków o promieniach  $am$ ,  $ab$ ,  $ei$ .

Jeżeli daną jest wysokość w świetle  $cd$ , to odcina się  $cm = \frac{1}{3} cd$ , a ponieważ  $cm = am$ , więc rozpiętość kanału jest już znalezioną, a dalsze wykreślenie jak wyżej.

Kanał przełazowy powinien przynajmniej mieć rozpiętość  $an = 60 \text{ cm}$  w świetle; zaczem wysokość jego jak wyżej  $cd = \frac{3}{2} \times 60 = 90 \text{ cm}$  w świetle. Rysunek 20. przedstawia właśnie w skali 1:20 przekrój kanału przełazowego o rozmiarach jak wyżej, z cegieł na cemencie; układ cegieł jest z rysunku widoczny.

Kanał z wychodków do kloaki powinien mieć spadu najmniej 25  $cm$  na 1  $m$ .

Objętość muru metra bież. kanału według rys. 20. oblicza się:

$$1.00 \times \left( \frac{2 \times 1.14 + 1.28}{3} \times 1.20 - \frac{0.6}{2} \times \frac{0.90}{2} \times 3.14 \right) = \\ = 1.0 \times (1.42 - 0.42) = 1.0 \text{ m}^3.$$

$$\text{Obwód wewnętrzny} \left( \frac{0.6}{2} + \frac{0.9}{2} \right) \times 3.14 = 2.35 \text{ m}.$$

Dół kloaczny najodpowiedniejszy cylindryczny, 2  $m$  głęboki, o średnicy w świetle 2  $m$  i grubości murów  $1\frac{1}{2}$  cegły z posadzką na 1 cegłę grubą; wszystko z cegieł bardzo silnie wypalonych na zaprawie cementowej, z gładką wyprawą cementową wewnątrz.

Nadto w otworze z kloaki do kanału odpływowego należy urządzić kratę żelazną lub ściankę z cegieł na sucho — w każdym razie — z dziurkami najwięcej 1  $cm$  szerokimi, celem wydzielenia nieczystości płynnych.

### 3. Statyczne obliczenie sklepienia kolebkowego.

#### a) Ogólne określenia i zasady.

Zasadniczymi postaciami wszelkich rodzajów sklepień są kolebka i czasza, które zresztą i we własnej postaci mają w budownictwie największe zastosowanie. Stąd też i sposób obliczenia statycznego kolebki, będący przedmiotem niniejszego rozdziału, tworzy podstawę obliczeń statycznych reszty rodzajów sklepień.

Kolebek płytkich o niewielkiej rozpiętości i małej strzałce — wśród zwykłych, budownictwu lądowemu właściwych warunków obciążenia — nie oblicza się statycznie, gdyż do wyznaczenia ich grubości wystarczają reguły na doświadczeniu oparte.

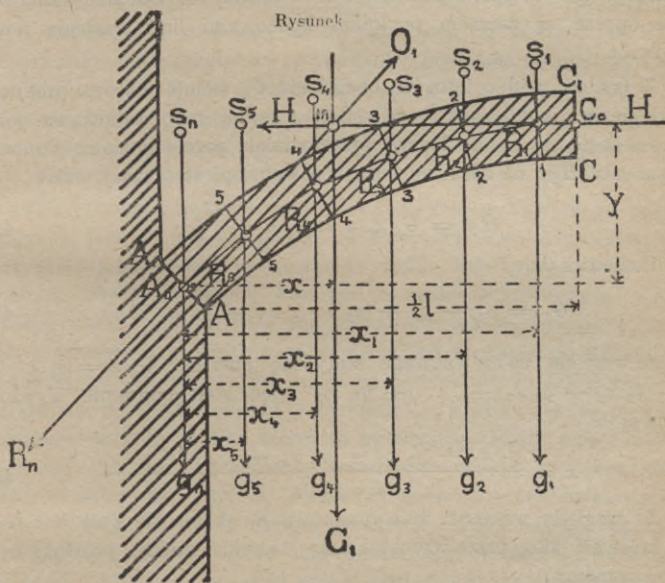
Jedynie zatem oblicza się statycznie kolebki, zakreślone łukiem znaczniejszej rozpiętości i strzałką dużą, albo bardzo silnie, ewentualnie i niekorzystnie obciążone, pod tem założeniem, że kolebkowe sklepienie zachowuje się jak krzywa belka łukowa, ulegająca prawom sprężystości, że przekrój jego poprzeczny, idący linią łukową, jest właściwie przekrojem podłużnym belki, a przekrój podłużny jest poprzecznym 1 *m* szerokim, że obie jego opory leżą w jednakiej wysokości, że sklepienie jest symetrycznie zbudowane i obciążone, i że całkowite obciążenie jest jednostajne.

Ciążar własny i użytkowy sklepienia, — które są zwykle dane, a w każdym razie obliczalne według istniejących norm, — wywołują na każdej oporze oddziaływanie, utrzymujące całość zespołu sił w równowadze statycznej. Mianowicie, oddziaływanie idące z prawej opory, załamuje się kolejno pod działaniem sił zewnętrznych prawej połowy przekroju sklepienia, i występuje ostatecznie w kluczu sklepienia jako parcie poziome *H* (rys. 21), utrzymujące lewą połowę przekroju sklepienia w równowadze, a stąd dalej przenosi się aż do lewej opory; tak samo ale w kierunku wprost przeciwnym objawia się oddziaływanie, wzbudzone na lewej oporze i takie samo spełnia zadanie względem prawej połowy przekroju sklepienia.

Ze względu zresztą na wyrażone wyżej zastrzeżenia wystarcza do szczegółowych badań statycznych jedna tylko połowa przekroju sklepienia z zastąpieniem drugiej połowy siłą parcia poziomego *H* w kluczu, będącą wyrazem oddziaływania tej drugiej połowy przekroju.

W rysunku 21. przedstawia: *A A<sub>1</sub> C<sub>1</sub> C* lewą połowę przekroju sklepienia kolebkowego, *g<sub>1</sub>, g<sub>2</sub>, g<sub>3</sub> . . . g<sub>n</sub>* ciężar własny wraz

z obciążeniem użytkowym pomysłanych pasków pionowych owego przekroju,  $H$  parcie poziome z punktem zaczepienia  $C_0$ , — dowolnym zresztą — w kluczu  $C C_1$ . Parcie  $H$  składa się kolejno z pionowymi siłami  $g_1, g_2, g_3 \dots g_n$  w wypadkowe  $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$  w ten sposób, że każda następna jest wypadkową wszystkich poprzednich ciężarów częściowych i parcia poziomego  $H$  i że ostatnie  $R_n$  na oporze złoży się z  $H$  i ze wszystkich ciężarów częściowych  $g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n = \sum_1^n g = G_1$ . Wszystkie



wypadkowe od  $R_1$  do  $R_n$ , a właściwie ich kierunki łączą się kolejno w linię łamaną  $A_0 C_0$ , zwaną linią wypadkowych lub wielobokiem wypadkowych, zaś punkta przecinania się tej linii ze spoinami wspornymi sklepienia 1—1, 2—2, 3—3, . . . n—n, wyznaczają linię ciśnienia.

Wzbudzone w punkcie  $A_0$  na oporze oddziaływanie  $O_1$ , jako równoważące wypadkową  $R_n$ , musi ze względów statycznych być dokładnie tak samo wielkie jak ta wypadkowa, czyli składowa oddziaływania pozioma musi równać się parciu poziomemu  $H$ , a składowa pionowa obciążeniu  $G_1$  i działać w kierunku wprost prze-

ciwnym. Za tem zaś idzie ta konieczność, że oddziaływanie  $O_1$ , względnie wypadkowa  $R_n$  musi przecinać się z parciem poziomem  $H$  i wypadkową obciążenia  $G_1$  w jednym punkcie  $m$ . A stąd wniosek odwrotny, że mając na oporze dany punkt zaczepienia  $A_0$  ostatniej wypadkowej  $R_n$ , względnie oddziaływania  $O_1$ , znajdziemy kierunek tego oddziaływania, łącząc punkt  $m$  przecięcia się sił  $H$  i  $G_1$  z punktem  $A_0$ .

Wreszcie ze sposobu wykreślenia linii ciśnienia wynika, że punkta zaczepienia:  $C_0$  parcia poziomego  $H$  w kluczu i  $A_0$  oddziaływania  $O_1$  na oporze są zarazem punktami końcowymi linii ciśnienia i na odwrót.

Z rys. 21. widno i to, że obciążenie  $G_1$  usiłuje obrócić połowę sklepienia około punktu  $A_0$  w dół, a miarą tego usiłowania jest moment  $G_1 x$ , czemu jednak przeciwdziałają parcie poziome z mocą momentu  $H y$ ; na zasadzie jednak równowagi statycznej musi

$$Hy = G_1 x, \text{ a stąd } H = \frac{G_1 x}{y} \quad 41$$

Ponieważ dalej

$$G_1 = g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n = \sum_1^n g \quad 42$$

a ze względu na równowagę statyczną musi być  $G_1 x = g_1 x_1 + g_2 x_2 + g_3 x_3 + \dots + g_n x_n$ , więc stąd położenie wypadkowej  $G_1$

$$x = \frac{g_1 x_1 + g_2 x_2 + g_3 x_3 + \dots + g_n x_n}{G_1} \quad 43$$

Ze względu wreszcie, że wypadkowa  $R_n$  składa się z sił  $H$  i  $G_1$ , z którymi jako przeciwprostokątnia zamyka trójkąt prostokątny, otrzymujemy

$$R_n = O_1 = \sqrt{H^2 - G_1^2} \quad 44$$

Nawiasowo wypada tu zaznaczyć, że pod siłami zewnętrznymi każdego zespołu rozumieć należy siły czynne, czyli właściwe siły obciążające, jakoto: ciężar własny, ciężar użytkowy, ciśnienie wiatru, śniegu itp., tudzież siły bierno czyli oddziaływania, wzbudzone siłami zewnętrznymi, a utrzymujące równowagę. Siły zewnętrzne są w każdym poszczególnym przypadku dane lub łatwo obliczalne. Siły wewnętrzne zaś dają się wyznaczyć na podstawie sił zewnętrznych z uwzględnieniem warunków podparcia, jakim mają zadośćuczynić.

Do tego celu służą trzy warunki statycznej równowagi, dające trzy równania, a mianowicie:

a) suma wszystkich składowych sił pionowych musi równać się zeru;

b) suma wszystkich sił składowych poziomych musi równać się zeru;

c) suma wszystkich momentów sił musi równać się zeru.

Jeżeli te warunki wystarczają do wyznaczenia sił wewnętrznych, czyli oddziaływań zapomocą sił zewnętrznych, to dźwigar jest zewnątrznie statycznie wyznaczalny, jeżeli zaś niewystarczają, to dźwigar jest zewnątrznie statycznie niewyznaczalny. W miarę ilości niewyznaczalnych oddziaływań odróżniamy dźwigary zewnątrznie pojedynczo, podwójnie i wielokrotnie niewyznaczalne i w takim razie trzeba zastosować prawidła sprężystości.

Takim zewnątrznie statycznie niewyznaczalnym dźwigarem czyli zespołem jest właśnie sklepienie, gdyż owe trzy warunki równowagi statycznej umożliwiają wyznaczenie tylko trzech niewiadomych, podczas gdy w sklepieniu jest ich aż sześć, a mianowicie: dwa oddziaływania oporowe  $O_1, O_2$ , dwa kąty ich nachylenia  $\alpha_1, \alpha_2$  i dwa odstępki ich punktów zaczepienia od wewnętrznej krawędzi pacy  $c_1, c_2$ . Ta niewyznaczalność pochodzi stąd, że sklepienie — odmiennie od podparcia zwykłej belki — wspiera się na oporze całą powierzchnią pacy, której to powierzchni każdy punkt może stać się punktem zaczepienia oddziaływania. Wobec tego dla każdego sklepienia daje się wykreślić nieskończenie wielką ilość linii ciśnienia, każda z innym punktem zaczepienia na oporze i w kluczu, i każdej będzie odpowiadać inna wielkość i inne nachylenie oddziaływania, oraz parcia poziomego; wynika to zresztą z wzorów 41. do 44. i z rysunku 21. jasno, gdyż punkta zaczepienia  $A_0$  i  $C_0$  przyjęto dowolnie pośrodku grubości sklepienia.

Zadanie zatem niniejsze daje się rozwiązać dopiero z pomocą teorii sprężystości pod założeniem, że podczas zmian wywołanych obciążeniem w materiale sklepienia — zarówno opory, jak i spoczywające na nich końce łuków sklepienia, zatrzymują swe położenie ściśle niezmiennione, co zresztą zgadza się prawie z rzeczywistością.

Z pomocą teorii sprężystości sklepienia wykazał Winkler, że jeśli poprzeczny przekrój sklepienia jest stały, to ze wszystkich

statycznie możliwych linii ciśnienia jest ta rzeczywista, która w przecięciu najwięcej się zbliża do osi łukowej poprzecznego przekroju sklepienia.

Skoro zatem w poprzeczny przekrój danego sklepienia da wskazać się na podstawie całkowitego obciążenia linja ciśnienia, spadająca z osią łukową przekroju, to jest ona rzeczywistą linią ciśnienia i pozostanie nią tak długo, dopóki obciążenie niezmieni się; gdy zaś w budownictwie lądowym obciążenie bywa zwykle stałe, więc wyznaczenie takiej linii ciśnienia jest tu zupełnem rozwiązaniem zadania.

### b) Przyczyny zniszczenia sklepienia.

Zniszczenie sklepienia może się wydarzyć wskutek skrawężenia się czyli przelamania się około wewnętrznej lub zewnętrznej krawędzi spoiny, albo wskutek ześlizgnięcia się pewnej jego części wzdłuż płaszczyzny spoiny, albo wreszcie wskutek zgniecenia materiału sklepienia.

1. Skrawężenie się sklepienia. W rysunku 21. punkta zaczepienia  $C_o$  i  $A_o$  sił  $H$  i  $R_n$ , względnie  $O_1$  przyjęto zupełnie dowolnie pośrodku grubości sklepienia w kluczu i pasze, a temu położeniu odpowiada pewna wielkość tych sił według wzorów 41. do 44., oraz pewna linja ciśnienia. Za każdą dalszą zmianą punktów zaczepienia zmieniają się także i wielkości sił i linja ciśnienia, i spostrzeżemy, że czem więcej punkt zaczepienia  $C_o$  zbliży się do zewnętrznego, a punkt  $A_o$  do wewnętrznego łuku sklepienia, tem mniejsze wypadnie parcie poziome  $H$  i naodwrot, czem więcej zbliży się  $C_o$  do wewnętrznego zaś  $A_o$  do zewnętrznego łuku, tem większe będzie  $H$ . Nadto okaże się, iż w razie najmniejszej wartości  $H$  linja ciśnienia górnym swym końcem dotknie zewnętrznego łuku sklepienia, dolnym zaś zewnętrznego łuku, natomiast w razie największej wartości  $H$ , dotknięcia końcami linii ciśnienia wypadnie wręcz przeciwnie, jak to widno z rys. 22.

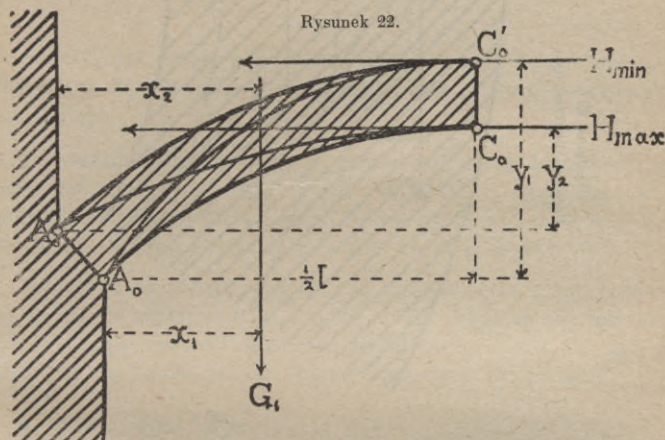
Odnosnie zatem do wzoru 41.

$$H_{min} = \frac{G_1 x_1}{y_1} \quad 45$$

$$H_{max} = \frac{G_1 x_2}{y_2} \quad 46$$

Każda mniejsza wartość niż  $H_{min}$ , lub większa niż  $H_{max}$  musi spowodować wyjście linii ciśnienia na zewnątrz sklepienia i co zatem idzie przelamanie się czyli skrawężenie się sklepienia około krawędzi jednej spoiny.

Warunkiem więc zapobieżenia skrawężeniu jest dobranie rozmiarów sklepienia tak, by dała się wskazać linia ciśnienia, której parcie poziome niewychodziłyby poza granice  $H_{min}$  i  $H_{max}$ , określone wzorami 45. i 46.



2. Zesliznięcie się sklepienia. Jeżeli linia ciśnienia, względnie jej styczna w punkcie zaczepienia  $E$  pada pod kątem prostym do powierzchni spoiny  $C_1 A_1$ , uwidocznionej w rys. 23a, to całą odnośną jej siłę  $R$  w tym punkcie dozna zupełnego zrównoważenia wytrzymałością materiału. Skoro jednak linia ciśnienia niepadnie pod prostym kątem, tylko z prostopadłą do spoiny utworzy kąt  $\gamma$  (rys. 23a), w takim razie jedynie część pewna odnośnej siły wypadkowej  $R$ , a mianowicie składowa jej prostopadła do spoiny

$$N = R \cos \gamma \quad 47$$

zostanie zrównoważona wytrzymałością materiału i objawi się jako opór tarcia:

$$O_t = f N = f \cdot R \cos \gamma \quad 48$$

gdzie  $f$  jest współczynnikiem tarcia i jeżeli  $\varphi$  jest kątem tarcia materiału sklepienia, to

$$f = \operatorname{tg} \varphi \quad 49$$

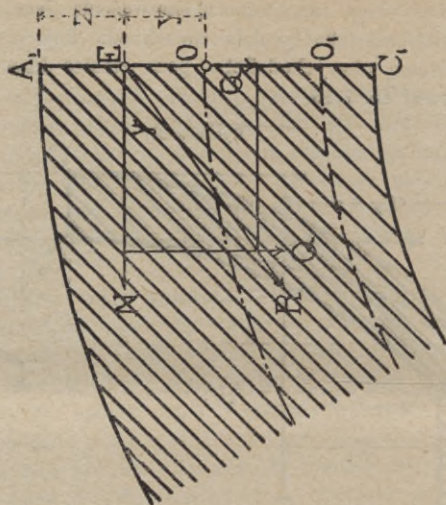
Druga, do spoiny  $C_1 A_1$  równoległa składowa, jest siłą poprzeczną

$$Q = R \sin \gamma \quad 50$$

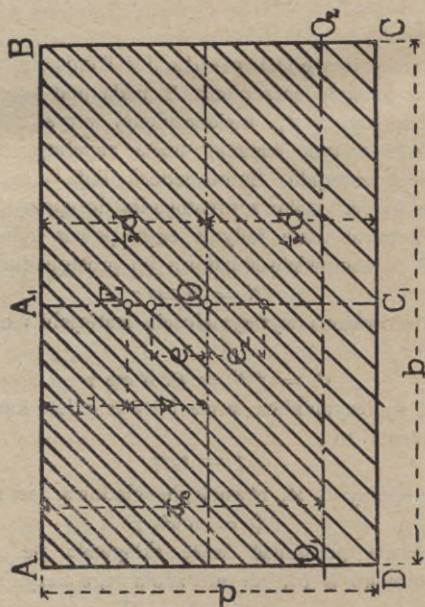
będzie usiłowała przesunąć część sklepienia po prawej stronie spoiny w kierunku  $E C_1$ , ale nie zdoła tego uczynić, jeżeli będzie

$$Q \leq f N = O_t \quad 51$$

Rysunek 23 b.  
Przekrój poprzeczny.



Rysunek 23 a.  
Przekrój podłużny





albo  $R \sin \gamma \leq f R \cos \gamma$ ,  $\sin \gamma \leq f \cos \gamma$ , stąd  $\frac{\sin \gamma}{\cos \gamma} = \operatorname{tg} \gamma \leq f$ ;

gdy zaś  $f = \operatorname{tg} \varphi$ , więc także, jeżeli  $\operatorname{tg} \gamma \leq \operatorname{tg} \varphi$ , a ostatecznie jeżeli

$$\gamma \leq \varphi \quad 52$$

to znaczy, jak długo kąt padania linii ciśnienia będzie mniejszy lub równy kątowi tarcia materiału sklepienia, zeslizgnięcie sklepienia nie nastąpi.

Z doświadczenia wiadomo, że współczynnik tarcia kamienia o kamień lub cegły o cegłę  $f = 0.53$  do  $0.76$ ; a stąd kąt tarcia  $\varphi = 26$  do  $36^\circ$ ; dla muru o beton lub też o mur  $f = 0.76$ ,  $\varphi = 37^\circ$ ; jeżeli zaś zaprawa świeża to  $f = 0.51$ , oraz  $\varphi = 27^\circ$ .

Zaznaczyć tu jednak wypada, że kąt padnięcia  $\gamma$  linii ciśnienia na spoinę w rzeczywistości rzadko kiedy wydarza się tak duży, jak wykazują wartości graniczne wyżej zestawione, i dla tego zeslizgnięcie się bardzo rzadko stanowi kwestję w sklepieniu.

**3. Zgniecenie sklepienia.** Siły wypadkowe  $R_1$  do  $R_n$ , których kierunki tworzą linię ciśnienia, względnie normalne składowe tych sił, wyrażone wzorem 47.  $N = R \cos \gamma$  (rys. 23a) wywołają w poszczególnych przekrojach podłużnych sklepienia albo jednostajne natężenie cisnące, jeżeli ich punkt zaczepienia  $E$  padnie w środek ciężkości przekroju, — albo też niejednostajne natężenie cisnące, jeżeli ów punkt zaczepienia znajdzie się w pewnym odstępnie  $y$  od środka ciężkości przekroju. W tym ostatnim razie okaże się największe natężenie cisnące w najbliższej krawędzi przekroju, prostopadłej do płaszczyzny działania sił, zaś najmniejsze natężenie cisnące, — które może zejść nawet na największe natężenie ciągnące, — w krawędzi wprost przeciwnieległej, a to zależnie od tego, czy odstęp punktu zaczepienia  $E$  od środka ciężkości wypadnie mniejszy lub większy od dalekości rdzenia przekroju.

Tu zatem trzeba liczyć się z dwoma przypadkami.

a) Jeżeli odstęp  $y$  punktu zaczepienia siły  $N$  od środka ciężkości przekroju jest mniejszy od dalekości  $e_1$ , względnie  $e_2$  rdzenia.

W tym przypadku występują w całym przekroju wyłącznie natężenia cisnące; przyjąwszy zaś, że przekrój podłużny sklepienia

ma postać przekroju poprzecznego, to rzeżone natężenia cisnące dają się obliczyć z dostateczną ścisłością wzorami:

$$\sigma_1 = \frac{N}{F} + \frac{M x_1}{J} = \frac{N}{F} + \frac{N y x_1}{J} = \frac{N}{F} \left( 1 + \frac{F y x_1}{J} \right) \quad 53$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{F} - \frac{M x_2}{J} = \frac{N}{F} - \frac{N y x_2}{J} = \frac{N}{F} \left( 1 - \frac{F y x_2}{J} \right) \quad 54$$

gdyż moment  $M = N y$ ; zaś dalekość rdzenia przekroju

$$e_1 = \frac{J}{F x_1} = \frac{i^2}{x_1} \quad 55$$

$$e_2 = \frac{J}{F x_2} = \frac{i^2}{x_2} \quad 56$$

więc otrzymamy ostatecznie

$$\sigma_1 = \frac{N}{F} \left( 1 + \frac{y}{e_1} \right) = \frac{N}{F} \left( 1 + \frac{y x_1}{i^2} \right) \quad 57$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{F} \left( 1 - \frac{y}{e_2} \right) = \frac{N}{F} \left( 1 - \frac{y x_2}{i^2} \right) \quad 58$$

Oznaczenia odmienne we wzorach wyżej zestawionych wynikają z właściwości sklepienia, a mianowicie:  $F$  jest powierzchnią podłużnego przekroju sklepienia,  $N$  składowa prostopadła siły  $R$ ,  $x_1$  i  $x_2$  odstępny krawędzi przekroju najwięcej i najmniej ciśnionej od środka ciężkości,  $J$  moment bezwładności przekroju  $F$ ,  $i$  ramię momentu bezwładności, obliczalne według równania

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} \quad 59$$

Przyjmąwszy zresztą, że przekrój podłużny  $F$  sklepienia jest — jak zwykle — prostokątem o wysokości  $d$  i długości  $b$ , to będzie

$$F = b d, \quad x_1 = x_2 = \frac{d}{2}, \quad J = \frac{b d^3}{12}, \quad e_1 = e_2 = e$$

$$e = \frac{\frac{1}{12} b d}{b d \times \frac{1}{2} d} = \frac{d}{6} \quad 60$$

wyraziwszy wreszcie  $b = 100$  cm, oraz  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $d$ ,  $y$  w centymetrach,  $N$  w kilogramach, i podstawivszy we wzory 57. i 58. otrzymamy największe krawężne naprężenie cisnące na 1 cm<sup>2</sup> w kilogramach

$$\sigma_1 = \frac{N}{100 d} \left( 1 + \frac{6 y}{d} \right) \quad 61$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{100d} \left( 1 - \frac{6y}{d} \right) \quad 62$$

Z wzoru 62. wynika, że  $\sigma_2$  będzie dodatnie czyli cisnące, jeżeli  $\frac{6y}{d} < 1$ , czyli gdy  $y < \frac{d}{6} = e$ ; nadto  $\sigma_2$  stanie się zerem, jeżeli  $1 - \frac{6y}{d} = 0$  a więc gdy  $y = \frac{d}{6} = e$ ; wreszcie  $\sigma_2$  będzie ujemne czyli ciągnące, jeżeli  $\frac{6y}{d} > 1$ , czyli gdy będzie  $y > \frac{d}{6} = e$ .

To są właśnie oznaki rozpoznawcze, które oznajmniają, że w sklepieniu o danym przekroju i obciążeniu wystąpi wyłącznie tylko naprężenie cisnące, jeżeli punkt zaczepienia ekscentrycznej siły  $N$  nie wychodzi poza obręb dalekości rdzenia  $\pm e$  przekroju, czyli gdy wpada w obręb środkowej trzeciej części grubości  $d$  sklepienia w danem miejscu. Skoro zatem w tym razie okaże się po obliczeniu największe krawężne naprężenie cisnące  $\sigma_1$  co najwyżej równe dopuszczalnemu naprężeniu cisnącemu  $k$  w materiale muru, czyli skoro będzie  $\sigma_1 \leq k$ , to zgniecenie muru nie nastąpi. Natomiast, jeżeli ów punkt zaczepienia wyjdzie poza obręb środkowej trzeciej części grubości  $d$  sklepienia, powstanie w jednej części przekroju ciśnienie a w drugiej ciągnięcie z największością naprężeń na obu krawędziach i w tym razie trzeba się uciec do innych sposobów obliczenia niżej wskazanych.

b) Jeżeli  $y > e_1$  względnie  $y > e_2$ , czyli gdy  $x < d$  i w przekroju obok natężeń cisnących wystąpią także natężenia ciągnące.

W niniejszym przypadku — prócz natężeń cisnących w jednej części przekroju — pojawią się w drugiej jego części natężenia ciągnące; gdy zaś mur sklepienia zarówno kamienny, jak ceglany, nie znosi natężeń ciągnących, więc nastąpi w tej drugiej części wprost mniejsze lub większe rozwarcie się spoin, które wytrzymałość sklepienia uczyni nie tylko wątpliwą, ale może nawet spowodować zgniecenie się sklepienia. W tym stanie rzeczy, gdy część ciągniona przekroju nie może przyjąć natężeń ciągnących, zachodzi potrzeba założenia, że istnieje tylko jedna, a to ciśniona część przekroju, na którą całkowite działanie z siły  $N$  idące należy przenieść. Część ta nazywa się skutecznym przekrojem po-

przeznym, a postać i wielkość jego oraz występujące w nim największe natężenie cisnące należy wyznaczyć.

Do tego celu jednak nie nadają się poprzednie wzory 53. do 62., gdyż polegają na tem założeniu, że wszystkie punkta powierzchni przekroju spóldziałają wśród natężeń siłą  $N$  wywołanych, podczas gdy zadaniem naszym jest wyłączenie zupełnie części ciągniętej przekroju, której spóldziałanie jest tu niemożliwe.

Do obliczenia największego natężenia cisnącego w niniejszym przypadku odnośny wzór przybierze postać

$$x_0 - z = \frac{J}{S} \quad 63$$

gdzie odnośnie do rysunku 23b, prostokątny przekrój podłużny  $ABCD$  sklepienia z zakreskowaną częścią ciśnioną  $ABO_1O_2 = F_s = bx$ ,  $x_0$  jest odstępem linii zerowej od najwięcej ciśnionej krawędzi  $AB$  przekroju, która to linja jest prostopadła do płaszczyzny działania siły ekscentrycznej  $N$ , mającej punkt zaczepienia  $E$  w odstępzie  $z$  od krawędzi  $AB$ ,  $J$  moment bezwładności i  $S$  moment statyczny skutecznego przekroju  $F_s$  względem linii zerowej  $O_1O_2$  (rys. 23b).

$$\text{Ponieważ tu moment bezwładności } J = \frac{bx_0^3}{3} \quad 64$$

$$\text{zaś moment statyczny } S = bx_0 \times \frac{x_0}{2} = \frac{1}{2} bx_0^2 \quad 65$$

więc po podstawieniu tych wartości we wzór 63. otrzymamy

$$x_0 - z = \frac{\frac{1}{3} bx_0^3}{\frac{1}{2} bx_0^2} = \frac{2}{3} x_0 \quad 66$$

$$\text{stąd } z = \frac{x_0}{3} \quad 67$$

$$x_0 = 3z \quad 68$$

Z tego widno, że natężenie cisnące rozkłada się na przekrój skuteczny, którego szerokość  $x_0$  jest 3 razy tak wielka jak odstęp  $z$  punktu zaczepienia  $E$  siły  $N$  od krawędzi najwięcej ciśnionej  $AB$ .

Największe wreszcie ciśnienie w krawędzi

$$\sigma_d = \frac{Nx_0}{S} = \frac{N(x_0 - z)x_0}{J} \quad 69$$

a stąd po podstawieniu wartości  $S$ ,  $J$ ,  $x_0 - z$  z wzorów 64., 65., 66. otrzymujemy dla przekroju prostokątnego

$$\sigma_d = \frac{N x_0}{\frac{1}{2} b x_0^2} = \frac{N x_0}{\frac{1}{3} b x_0^3} \cdot \frac{2}{3} x_0, \text{ ostatecznie}$$

$$\sigma_d = \frac{2 N}{b x_0} = \frac{2 N}{3 b z} \quad 70$$

gdzie  $x_0$ ,  $b$ ,  $z$  w centymetrach,  $N$  w kilogramach, zaś  $\sigma_d$  wyniknie także w kilogramach na  $1 \text{ cm}^2$  powierzchni ciśnionej części przekroju.

Gdyby siła  $N$  działała w środku ciężkości ciśnionego skutecznego przekroju  $F_s$ , to natężenie cisnące byłoby jednostajne i na każdy centymetr kwadratowy wyniosłaby

$$\sigma_{cd} = \frac{N}{F_s} = \frac{N}{b x_0} = \frac{N}{3 b z} \quad 71$$

Z porównania wzoru 70. z wzorem 71. okazuje się

$$\sigma_d = 2 \sigma_{cd} \quad 72$$

to znaczy, że rzeczywiste największe natężenie cisnące krawężne przekroju skutecznego jest 2 razy większe od natężenia cisnącego centrycznego, idącego z pomysłanego działania centrycznego siły  $N$ .

Z pomocą wzoru 68. otrzymujemy wielkość powierzchni  $F_s = b x_0 = 3 b z$  skutecznego przekroju, względnie odstęp  $x_0$  linii zerowej  $O_1 O_2$ , jeżeli od krawędzi najwięcej ciśnionej odmierzymy prostopadle trzykrotny odstęp  $z$ .

Jeżeli wreszcie zgodnie z założeniem podstawimy we wzór 70.:  $b = 100 \text{ cm}$ , oraz największe dopuszczalne natężenie cisnące krawężne  $k$  w murze sklepienia, więc będzie  $k = \frac{2 N}{300 z}$

$$k = \frac{2 N}{300 z} \quad 73$$

$$\text{a stąd } z = \frac{2 N}{300 k} \quad 74$$

Warunek wytrzymałości sklepienia przeciw zgnieceniu, wyrażony równaniem 74. wymaga, by odstęp  $z$  linii ciśnienia, od któregokolwiek z obu łuków sklepienia nie był mniejszy lub co najwyżej równy wartości  $\frac{2 N}{300 k}$ .

Wprawdzie ekscentryczna siła cisnąca  $N$  w każdym miejscu poprzecznego przekroju sklepienia ma inną wartość od klucza do pachy idąc, zaczem i odstęp  $z$  powinienby mieć stosownie zmienne wartości. W praktyce jednak oblicza się wielkość  $z$  dla największej siły  $N$ , występującej na oporze i zastosowuje się tę wielkość jako

stałą w całym sklepieniu. W ten sposób można zatem wskreślić w sklepieniu dwie linje łukowe graniczne, poza które linja ciśnienia nie powinna wyjść w kierunku żadnego z obu łuków zewnętrznych sklepienia.

Jeżeli zatem sklepienie otrzyma taki skuteczny przekrój podłużny stały, względnie zmienny, w którym odległość  $x_0$  linji zerowej od krawędzi najwięcej ciśnionej będzie trzykrotnością odstepu  $z$  punktu zaczepienia siły  $N$  od rzeczonyj krawędzi, to jest: w którym  $x_0 = 3z = d_s$ , a sam odstęp  $z$  odpowie warunkowi, wyrażonemu wzorem 74., to w przekroju tym wystąpią wyłącznie tylko natężenia cisnące, a sklepienie takie będzie dostatecznie wytrzymałe na zgniecenie, idące z działania siły  $N$ .

Nakoniec, co do określonego rysunkiem 22. położenia obu granicznych linii ciśnienia, z których jedna odpowiada najmniejszemu parciu poziomemu  $H_{min}$ , a druga największemu  $H_{max}$  według wzoru 45. i 46., wypada podnieść, że dla obu tych linii odstęp  $z = 0$ , a zatem największe krawężne natężenie cisnące według wzoru 70. będzie

$$\sigma_d = \frac{2N}{3bz} = \frac{2N}{0} = \infty, \text{ t. j. nieskończenie wielkie i musiałoby na-}$$

stąpić zgniecenie sklepienia. Zaczem okazuje się, że obie te graniczne linje ciśnienia nie odpowiadają wytrzymałości sklepienia przeciw zgnieceniu, i że muszą znajdować się co najmniej w takim odstepie  $z$  od obu łuków zamykających sklepienie, jaki wynika z warunkoweg wzoru 74. Rozumie się jednak, że skoro dadzą się wykreślić obie graniczne linje ciśnienia w ten sposób, aby odstęp ich od najbliższeg łuku sklepienia w kluczu i w pasze  $z = \frac{d}{3}$ , to będzie oczywiście jeszcze korzystniej.

### c) Parcie poziome różnych sklepień kolebkowych.

**1. Sklepienie półkoliste.** Linja ciśnienia w tem sklepieniu powinaby być także półkolista, co jednak nie jest możliwe, gdyż w takim razie kierunek ostatniej siły wypadkowej  $R_n$ , względnie styczna do linji ciśnienia w punkcie jej zaczepienia na oporze musiałaby być pionową i jako taka nie mogłaby być wypadkową z parcia poziomego  $H$  i obciążenia pionowego  $G$ , tak, jak wszystkie poprzedzające ją wypadkowe  $R_1, R_2, R_3 \dots R_{n-1}$ . Gdy zatem wobec tego linja ciśnienia nie może przedstawiać półkola pełneg,

więc zamiast obustronnych dolnych części kolebki półkolistej wysuwa się poziome warstwy cegieł z muru oporowego po łuku jako tak zwane wysklepki, i na nich dopiero jako na oporach wy-murowuje się w dalszym ciągu półkola sklepienie segmentowe, któremu odpowiada kąt środkowy około  $120^\circ$ . W tak utworzonych warunkach sklepienia obliczenie parcia poziomego  $H$  itd. nie natrafia już na żadne przeszkody.

**2.** Sklepienie płytkie. Parcie poziome  $H$  i wypadkowa  $R_n$ , względnie oddziaływanie oporowe  $O_1$  oblicza się w sposób, wskazany wzorami 41. i 42.

**3.** Sklepienie płaskie czyli płytowe. Parcie poziome  $H$  i wypadkowa  $R_n$  równa oddziaływaniu  $O_1$  oblicza się w sposób wskazany wyżej pod 2., ale z odniesieniem do pomyślanego bardzo płytkiego sklepienia, wrysowanego w przekrój danego sklepienia płytowego w ten sposób, że oba końce dolnego łuku wspierają się na krawędziach opory, zaś wierzchołek górnego łuku dotyka zewnętrznej powierzchni płaskiej sklepienia płytowego.

**4.** Sklepienie kolebkowe niesymetryczne. Jeżeli w przekroju sklepienia niesymetrycznego, dostatecznie wytrzymałego, uwidocznionego w rysunku 24. są dane pośrodku grubości punkta zaczepienia linii ciśnienia  $A_o, B_o, C_o$ , oraz jeżeli wypadkowa całkowitego obciążenia lewej połowy sklepienia jest  $G_1$  w odstępnie  $x_1$  od punktu zaczepienia oporowego  $A_o$ , zaś prawej połowy  $G_2$  w odstępnie  $x_2$  od punktu zaczepienia oporowego  $B_o$ , to obie połowy będą wzajemnie na sobie parły w punkcie zaczepienia  $C_o$  w kluczu z jednaką mocą ze względów równowagi statycznej. Każde z obu tych parć jest wynikiem oddziaływań  $O_1$  i  $O_2$ ; i chociaż kierunek rzeczonych parć jest nieznan, to można pomyśleć, że parcie idące z lewej połowy sklepienia, daje się rozłożyć na parcie poziome  $H_2$  i siłę pionową  $V_2$ , które są tak samo wielkie, jak składowe idące z prawej połowy sklepienia i działające w kierunku wprost przeciwnym.

W stanie równowagi statycznej muszą zatem zachodzić równania momentów sił, odniesione w lewej połowie sklepienia do punktu obrotu  $A_o$ , w prawej do  $B_o$ , a mianowicie:

$$H_2 y_1 + Q_2 a_1 = G_1 x_1, \quad H_1 y_2 - Q_1 a_2 = G_2 x_2, \quad \text{stad}$$

$$Q_2 = \frac{G_1 x_1 - H_2 y_1}{a_1}, \quad - Q_1 = \frac{G_2 x_2 - H_1 y_2}{a_2}, \quad \text{gdy zaś ze względu na}$$

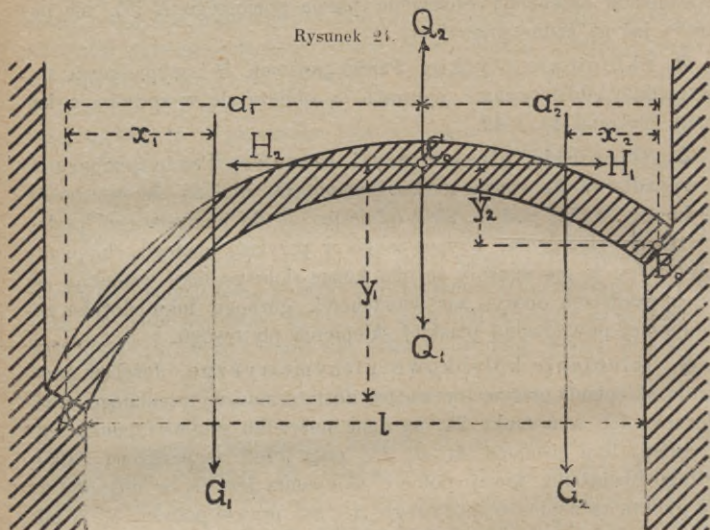
równowagę statyczną musi być  $H_1 = H_2 = H$ , oraz  $Q_2 = Q_1 = Q$ , więc

$$\frac{G_1 x_1 - H_2 y_1}{a_1} = - \frac{G_2 x_2 - H_1 y_2}{a_2}, \quad - H_2 (y_1 a_2 + y_2 a_1) =$$

$$= - G_1 x_1 a_2 - G_2 x_2 a_1 \text{ ostatecznie parcie poziome}$$

$$H = H_1 = H_2 = \frac{G_1 x_1 a_2 + G_2 x_2 a_1}{y_1 a_2 + y_2 a_1} \quad 75$$

Rysunek 24.



#### d) Stałość opór<sup>1</sup> i filarów sklepienia.

Wytrzymałość czyli stałość muru oporowego, względnie filaru sklepieniowego zawisa od ostatniej siły wypadkowej  $R_n$  na oporze, — równej zresztą oddziaływaniu oporowemu  $O_1$  —, złożonej z parcia poziomego  $H$  i całkowitego obciążenia pionowego  $G_1$  lewej połowy sklepienia. Obciążenie  $G_1$  jest dane lub łatwo zresztą obliczalne; natomiast rzeczywistego parcia  $H$  nie znamy, gdyż jest dla każdej możliwej linii ciśnienia inne. Jesteśmy jednak w stanie oznaczyć pewne graniczne jego wartości, to jest  $H_{min}$  i  $H_{max}$ , a tem samem i graniczne wartości wypadkowej  $R_n$ , względnie oddziaływania  $O_1$ , co zresztą zupełnie wystarczy do wyznaczenia stałości muru oporowego, który gdy będzie dostatecznie wytrzymały dla wartości granicznych, to wytrzyma tem samem i wszelkie pośrednie wartości  $H$  i  $R_n$ .

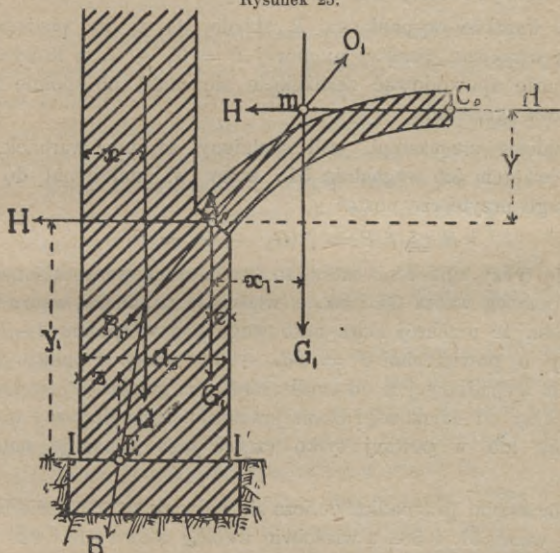
<sup>1</sup> Opora rodz. żeńs., podobnie jak podpora dla odróżnienia od wyrazu opór rodz. męś.



Zwykle wystarcza przyjęcie za podstawę średniej wartości parcia poziomego  $H$ , odpowiadającego średniej linii ciśnienia, o ile wogóle da się wykreślić.

Jeżeli wypadkowa ogólna  $R$  wszystkich sił, działających ponad uwidoczną w rys. 25. spoiną  $I-I'$  muru oporowego w odsadce fundamentowej przecnie tę spoinę w punkcie  $E$ , to jest to zarazem punkt linii ciśnienia muru oporowego.

Rysunek 25.



Na ogólną tę wypadkową  $R$  składają się: siła  $R_n$  z punktem zaczepienia  $A_0$ , względnie jej składowe  $H$  i  $G_1$ , oraz ciężar całkowity  $G$  muru oporowego; stąd ze względu na równowagę statyczną otrzymujemy równanie momentów

$G_1 (d_0 - c - z) + G (x - z) - H y_1 = 0$ , stąd

$$-(G_1 + G) z = -G_1 (d_0 - c) - G x + H y_1$$

wreszcie odstęp punktu zaczepienia  $E$  od zewnętrznej krawędzi  $I$  muru oporowego

$$z = \frac{G_1 (d_0 - c) + G x - H y_1}{G_1 + G}$$

76

Również i sposobem wykreślnym daje się położenie punktu  $E$  wyznaczyć.

Warunkiem wytrzymałości czyli stałości muru oporowego jest, by siły nań działające nie spowodowały ani wywrócenia około krawędzi zewnętrznej  $I$ , ani zgniecenia materiału muru, ani też przesunięcia się wzdłuż spoiny.

Wywrócenie muru musi nastąpić, jeżeli wypadkowa  $R$  przecnie przedłużenie spoiny  $I - P$  na zewnątrz krawędzi  $I$ , czyli gdy  $z$  wypadnie odjemne według wzoru 76.; dodatnie  $z$  zatem będzie oznaką, że wywrócenie nie wydarzy się.

Sama wszakże wypadkowa  $R$  składa się z siły poziomej  $H$  i z ekscentrycznie cisnącej pionowej  $P = G_1 + G$ , z których pozioma może spowodować ześlizgnięcie się muru po spoinie  $I - P$ , a pionowa zgniecenie.

Ześlizgnięcie nie nastąpi, jeśli spełniony zostanie warunek, wyrażony wzorem 52. względnie 51., który w odniesieniu do muru oporowego przybierze postać

$$H \leq f P = f (G_1 + G) = O_t \quad 77$$

Co się tyczy zgniecenia muru, to trzeba przedewszystkiem stwierdzić zapomocą wzoru 55. i 56., a właściwie zapomocą wzoru 60. — z powodu, że przekrój muru oporowego jest w spoinie  $I - P$  prostokątny o powierzchni  $F = b d$ , — czy odstęp  $y$  punktu zaczepienia  $E$  wypadkowej  $R$  od środka ciężkości przekroju jest mniejszy lub większy od dalekości rdzenia przekroju, względnie czy w całym przekroju lub w pewnej tylko części jego zapanuje nateżenie cisnące.

W pierwszym przypadku oblicza się największe nateżenie cisnące według wzoru 57. i 58., a właściwie według wzoru 61. i 62., który w odniesieniu do naszego muru oporowego przybierze postać

$$\sigma_1 = \frac{G_1 + G}{d} \left( 1 + \frac{6 y}{d} \right) = \frac{P}{d} \left( 1 + \frac{6 y}{d} \right) \quad 78$$

$$\sigma_2 = \frac{G_1 + G}{d} \left( 1 - \frac{6 y}{d} \right) = \frac{P}{d} \left( 1 - \frac{6 y}{d} \right) \quad 79$$

i jeżeli się okaże  $\sigma_1$  co najwyżej równe dopuszczalnemu nateżeniu cisnącemu  $k$  w materiale muru, czyli skoro będzie  $\sigma_1 \leq k$ , to zgniecenie muru nie nastąpi.

W drugim przypadku, to jest gdy w jednej części przekroju wystąpi nateżenie cisnące, a w drugiej ciągnące, oblicza się największe krawężne nateżenie cisnące w przekroju skutecznym według wzoru 69., względnie według wzoru 70., który przybierze tu postać

$$\sigma_d = \frac{2 P}{b x} = \frac{2 (G_1 + G)}{3 b z} = \frac{2 (G_1 + G)}{300 z} \quad 80$$

i skoro się okaże  $\sigma_d$  co najwyżej równe dopuszczalnemu nateżeniu cisnącemu  $k$ , t. j. gdy  $\sigma_d \leq k$ , to zgniecenie muru oporowego nie nastąpi.

Filary sklepieniowe oblicza się w podobny sposób jak mur oporowy, czyli opora sklepienia z tą różnicą, że na filarze wspiera się co najmniej dwa sklepienia.

### e) Zestawienie ostatecznych wniosków.

Z przeprowadzonego wyżej pod 1. do 4. wywodu wynikają następujące wnioski.

a) Jeżeli na podstawie danych rozmiarów i obciążenia sklepienia kolebkowego da się wykreślić w poprzecznym jego przekroju linja ciśnienia, która ze wszystkich innych możliwych linii ciśnienia zbliży się w przecięciu najwięcej do osi łukowej przekroju, to będzie to rzeczywista linja ciśnienia. Gdy zaś w budownictwie lądowym i przekrój i obciążenie sklepienia są stałe, więc wyznaczona w ten sposób linja ciśnienia daje tu dostateczną pewność co do wytrzymałości sklepienia.

b) W licznych przypadkach, gdzie wyznaczenie linii ciśnienia jest trudne, wystarczy wyznaczenie — o ile to możliwe — największej i najmniejszej linii ciśnienia w takim wszakże położeniu, by najmniejszy ich odstęp  $z$  od łuków zewnętrznych sklepienia posiadał conajmniej wartość, wynikającą z wzoru 74.

c) Jeżeli największa i najmniejsza linja ciśnienia dadzą wykreślić się w obrębie rdzenia przekroju poprzecznego i spadną w jedną linję, to świadczy to jeszcze korzystniej o wytrzymałości sklepienia.

d) Styczna linii ciśnienia wogóle, a zatem także najmniejszej i największej linii ciśnienia nie powinna w żadnym miejscu przekroju tworzyć z prostą do spoiny większego kąta, niż kąt tarcia materiału sklepienia, aby nie nastąpiło ześlizgnięcie się muru sklepienia wzdłuż spoiny.

### f) Wykreślenie linii ciśnienia.

Na podstawie całego wyżej przedstawionego wywodu statycznego przeprowadza się wyznaczenie linii ciśnienia, potrzebnej grubości w kluczu i pasze, oraz wytrzymałości danego sklepienia w sposób, uwidoczony w następujących dwu przykładach.

## PRZYKŁAD I.

Jak wielką grubość w kluczu i pasze trzeba nadać sklepieniu kolebkowemu z cegieł na zaprawie wapiennej pod posadzką sali gimnastycznej obciążoną  $400 \text{ kg/m}^2$ , jeżeli rozpiętość sklepienia ma wynosić w świetle  $8 \text{ m}$ , strzałka  $2 \text{ m}$ , wierzch  $n_1 n$  (rys. 26.) nadmuruwania sięgać  $40 \text{ cm}$  niżej powierzchni posadzki  $f_1 f_2$ , grubość nasypki w kluczu łącznie z posadzką  $0.20 \text{ m}$ .

## 1. Linja ciśnienia i wytrzymałość sklepienia.

Rysujemy przedewszystkiem wewnętrzny łuk  $A C$  lewej połowy poprzecznego przekroju sklepienia, uwidocznionego w rys. 26., przyjmujemy lub obliczamy na podstawie jednego z wzorów doświadczalnych grubość w kluczu i pasze i wrysowujemy. W niniejszym przypadku przyjmujemy grubość w kluczu  $d_1 = 30 \text{ cm}$ , w pasze  $d_2 = 45 \text{ cm}$ , i otrzymany w ten sposób zarys przekroju dzielimy na pionowe, po  $0.5 \text{ m}$  szerokie paski trapezowe pod założeniem, że mała część łuku sklepienia, tworząca dolny bok pasków, jest linią prostą. Paski te przedewszystkiem sprowadzamy do takiej wysokości, jakąby posiadał mur sklepieniowy tak samo ciężki, jak odnośna część nasypki z podłogą, oraz jak obciążenie użytkowe sklepienia, zapomoć szematycznego wzoru:

$$h = h_m + h_n \cdot \frac{\gamma_n}{\gamma} + \frac{q}{\gamma} = h_m + h'_m + h''_m \quad 81$$

gdzie  $h_m$  jest rzeczywista wysokość muru wpadającego w obręb paska,  $h_n$  rzeczywista wysokość nasypki z podłogą,  $\gamma_n$  jej ciężar właściwy,  $\gamma$  ciężar właściwy muru,  $h'_m = h_n \cdot \frac{\gamma_n}{\gamma}$  wysokość zredukowana nasypki do wysokości muru,  $q$  obciążenie użytkowe na  $1 \text{ m}^2$ ,  $h''_m = \frac{q}{\gamma}$  wysokość zredukowana użytkowego obciążenia sklepienia.

Po dokonaniu tej redukcji wysokości mnożymy paski przez  $1 \text{ m}$  długości sklepienia, mierzonej prostopadłe do płaszczyzny rysunku 49, i obliczamy ich objętość i ciężar.

Podstawiawszy we wzór 81. odnośnie do istniejących norm  $\gamma = 1600 \text{ kg}$ ,  $\gamma_n = 1400 \text{ kg}$ , dane  $q = 400 \text{ kg/m}^2$ ,  $h_n = 0.2 \text{ m}$  otrzymujemy zredukowane długości boków pionowych każdego paska w następującym szeregu:

$$h_0 = 0.3 + 0.2 \times \frac{1400}{1600} + \frac{400}{1600} = 0.3 + 0.875 \times 0.2 + 0.25 = 0.725 \text{ m}$$

$$h_1 = 0.3075 + 0.2175 \times 0.875 + 0.25 = 0.750 \text{ m},$$

$$h_2 = 0.3125 + 0.2875 \times 0.875 + 0.25 = 0.814 \text{ m,}$$

$$h_3 = 0.325 + 0.4 \times 0.875 + 0.25 = 0.925 \text{ m,}$$

$$h_4 = 0.5125 + 0.4 \times 0.875 + 0.25 = 0.5125 + 0.35 + 0.25 = 1.112 \text{ m,}$$

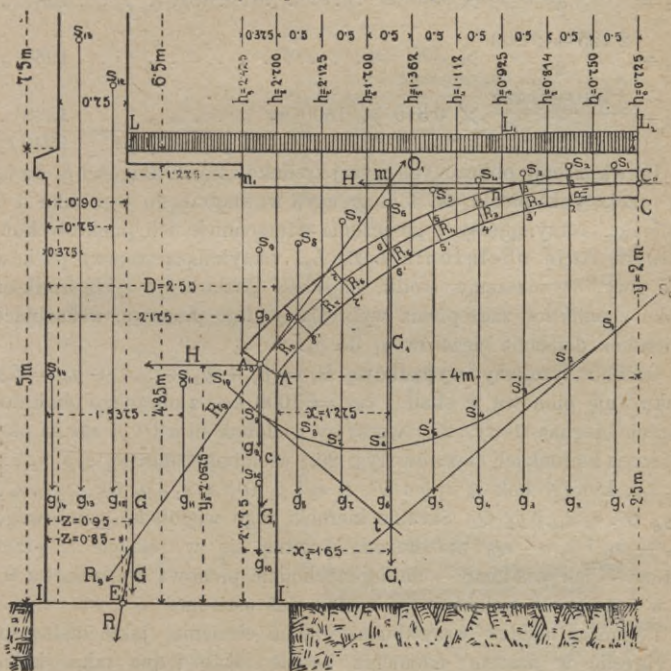
$$h_5 = 0.7625 + 0.60 = 1.362 \text{ m,} \quad h_6 = 1.10 + 0.60 = 1.700 \text{ m,}$$

$$h_7 = 1.525 + 0.60 = 2.125 \text{ m,} \quad h_8 = 2.10 + 0.60 = 2.700 \text{ m,}$$

$$h_9 = 1.825 + 0.60 = 2.425 \text{ m.}$$

Rysunek 26.

Przekrój sklepienia z filarem oporowym.



Stąd ciężar objętości pasków 0.5 do 0.375 m szeroki, wzmnożonych przez 1 m długości sklepienia:

$$g_1 = \frac{h_0 + h_1}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \frac{0.725 + 0.750}{2} \times 800 = . 590 \text{ kg}$$

$$g_2 = \frac{0.750 + 0.814}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = 0.782 \times 800 = . 626 \text{ „}$$

$$g_3 = \frac{0.814 + 0.925}{2} \times 800 = . . . . . 696 \text{ „}$$

Do przeniesienia . . . . . 1912 kg

	Z przeniesienia . . . . .	1912 kg
$g_4 = \frac{0.925 + 1.112}{2}$	$\times 800 =$ . . . . .	815 „
$g_5 = \frac{1.112 + 1.362}{2}$	$\times 800 =$ . . . . .	990 „
$g_6 = \frac{1.362 + 1.700}{2}$	$\times 800 =$ . . . . .	1225 „
$g_7 = \frac{1.700 + 2.125}{2}$	$\times 800 =$ . . . . .	1530 „
$g_8 = \frac{2.125 + 2.700}{2}$	$\times 800 =$ . . . . .	1930 „
$g_9 = \frac{2.700 + 2.425}{2}$	$\times 0.375 \times 1600 =$ . . . . .	1538 „
$\Sigma g = G_1 =$		9940 kg

Po wkreśleniu obliczonych wyżej zredukowanych długości  $h_0$  do  $h_9$  w przekrój sklepienia, od dolnego czyli wewnętrznego jego łuku  $A$   $C$  mierząc, otrzymujemy z połączenia wierzchnich ich punktów końcowych linię obciążenia  $L$   $L_1$   $L_2$ , zamykającą trapezy pasków od góry, wyznaczamy środki ciężkości pasków i z tych środków jako z punktów zaczepienia wykreślamy linie pionowe, wskazujące kierunek działania ciężarów  $g_1$  do  $g_9$ .

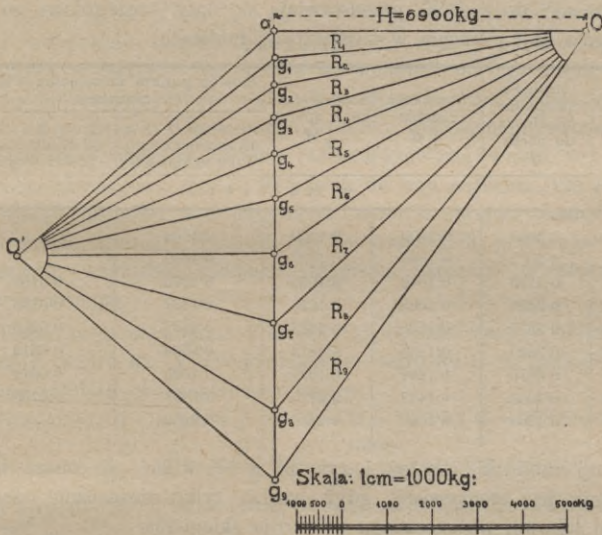
Osobno rysujemy wypadkową  $G_1 = g_1 + g_2 + \dots + g_9 = \Sigma g$  jako linię pionową w skali  $1 \text{ cm} = 1000 \text{ kg}$  i z obranego obok dowolnie bieguna  $O^1$  (rys. 27.) tworzymy wielobok sił  $a$   $O^1$   $g_9$  zaś na pionowych kierunkach ciężarów (rys. 26.) wielobok sznurowy  $s_0$   $s_1$   $s_2$  . . .  $s_9$   $s_{10}$ , którego bok  $s_0$   $s_1 \parallel a$   $O^1$ ,  $s_1$   $s_2 \parallel g_1$   $O^1$ ,  $s_2$   $s_3 \parallel g_2$   $O^1$  . . .  $s_8$   $s_9 \parallel g_8$   $O^1$ ,  $s_9$   $s_{10} \parallel g_9$   $O^1$ . Skrajne kierunki tego wieloboku sznurowego  $s_0 - s_1$  i  $s_9 - s_{10}$  przedłużone przetną się w punkcie  $t$ , przez który — jak wiadomo — musi przechodzić pionowa wypadkowa  $G_1$  i w ten sposób położenie jej zostało już ustalone.

Ponieważ między wszystkimi liniami ciśnienia, jakie dadzą się wykreślić w naszym sklepieniu będzie także jedna taka, która przejdzie przez środki grubości  $C_0$  w kluczu i  $A_0$  w pasze, a rzeczywista linia ciśnienia — jak stwierdzono — powinna właśnie najwięcej zbliżać się do osi łukowej przekroju, więc przyjmujemy  $A_0$  i  $C_0$  jako punkta zaczepienia linii ciśnienia, przedłużamy parcie poziome  $H$  od punktu  $C_0$  do przecięcia się z siłą pionową  $G_1$  w punkcie  $m$ , przez który — jak wiemy — musi ze względów statycznych przechodzić także i oddziaływanie oporowe  $O_1$ , mające punkt zaczepienia  $A_0$  i w ten sposób jest już wyznaczony kierunek  $A_0$   $m$  oddziaływania  $O_1$ , właściwego przyjętym obu punktom

zaczepienia linii ciśnienia. Wykreśliwszy z punktu  $a$  pomocniczego wieloboku sił (rys. 27.) linię poziomą w prawo, z punktu zaś  $g_9$  równoległą do kierunku  $A_0 m$  oddziaływania  $O_1$  aż do przecięcia się z poziomą, otrzymujemy wielkość parcia poziomego  $a O = H$  właściwego linii ciśnienia przyjętej, oraz wielkość oddziaływania  $g_9 O$  jako wypadkową sił składowych  $H$  i  $G_1$ .

Z połączenia wreszcie punktów  $g_1, g_2, g_3 \dots g_9$  z punktem  $O$  powstaje nowy wielobok sił, którego linie  $g_1 O, g_2 O, g_3 O \dots g_9 O$

Rysunek 27.  
Wielobok sił.



są kolejnymi wypadkowymi  $R_1, R_2 \dots R_9$  i jeżeli na tej podstawie wkreślimy w przekrój sklepienia linię łamaną w ten sposób, że będzie  $C_0 - 1 \parallel a O, 1 - 2 \parallel g_1 O, 2 - 3 \parallel g_2 O \dots 8 - A_0 \parallel g_9 O$ , to otrzymamy wielobok sznurowy, złożony z kierunków wszystkich odnośnych sił wypadkowych  $R$ , którego punkta przecięcia z poszczególnymi spoinami sklepienia tworzą właśnie linię ciśnienia. Ta linia mówiąc nawiasem wcale mało różni się od ostatniego wieloboku sznurowego i można uważać obie te linie łamane jedną za drugą zwłaszcza, jeżeli szerokość pasków jest niewielka.

Wielobok sił  $a O b$  wyrysowany w skali  $1 \text{ cm} = 1000 \text{ kg}$  wy-

$H = 6900 \text{ kg}$ ,  $R_1 = 6950$ ,  $R_2 = 7025$ ,  $R_3 = 7175$ ,  $R_4 = 7450$ ,  
 $R_5 = 7875$ ,  $R_6 = 8525$ ,  $R_7 = 9475$ ,  $R_8 = 10875$ ,  $R_9 = 12100 \text{ kg}$ .

Można także obliczyć wielkości tych sił z odnośnych wzorów i w ten sposób sprawdzić dokładność wyniku rysunkowego, a mianowicie:

$H$  z wzoru 41., położenie siły  $G_1$  z wzoru 43., zaś wypadkowe  $R_1$ ,  $R_2 \dots R_9$  według wzoru 44., w którym  $H$  pozostaje stałe, a tylko  $G_1$  będzie zmienne i tak:

$R_1 = \sqrt{H^2 + g_1^2}$ ,  $R_2 = \sqrt{H^2 + (g_1 + g_2)^2}$ ,  $R_3 = \sqrt{H^2 + (g_1 + g_2 + g_3)^2}$ ,  
 itd. w końcu  $R_8 = \sqrt{H^2 + (G_1 - g_9)^2}$ ,  $R_9 = \sqrt{H^2 + G_1^2}$ .

Odnośnie do rys. 26. przedstawiają się daty szczegółowe co do położenia linii ciśnienia w następującej tabliczce:

W spoinie	Grubość sklepienia od klucza do pachy $d$	Szerokość rdzenia $\frac{1}{3} d$	Środek ciężkości spoiny $\frac{1}{2} d$	Odstęp punktu zaczepienia $m$ linii ciśnienia	
				$z$ od zewnętrznego łuku sklepienia	$y$ od środka ciężkości spoiny
w m e t r a c h					
1-1	0.3000	0.1000	0.1500	0.1500	.
2-2	0.3075	0.1025	0.1537	0.1537	.
3-3	0.3125	0.1042	0.1562	0.1375	0.0187
4-4	0.3250	0.1083	0.1625	0.1437	0.0188
5-5	0.3375	0.1125	0.1687	0.1437	0.0250
6-6	0.3625	0.1208	0.1812	0.1500	0.0312
7-7	0.3875	0.1292	0.1937	0.1625	0.0312
8-8	0.4250	0.1417	0.2125	0.1937	0.0188
9-9	0.4500	0.1500	0.2250	0.2250	.

Z tej tabliczki jakoteż i rys. 26. i 27. widać, że nasza linia ciśnienia jest rzeczywistą, gdyż bardzo tylko nieznacznie odstaje od osi łukowej poprzecznego przekroju sklepienia.

Celem zbadania, czy projektowane sklepienie jest dostatecznie wytrzymałe przeciw skrawężeniu się, trzeba przekonać się, czy wyznaczone wyżej parcie  $H = 6900 \text{ kg}$  leży w granicach największego i najmniejszego parcia poziomego, wynikającego z wzorów 45. i 46., po podstawieniu danych, uzyskanych z obliczenia i z rysunku 26. i 27.:  $G_1 = 9940 \text{ kg}$ ,  $x_1 = 1.275 \text{ m}$ ,  $y_1 = 2 + 0.3 = 2.3 \text{ m}$ ,  $x_2 = 1.275 + 0.375 = 1.65 \text{ m}$ ,  $y_2 = 2 \text{ m}$ ; stąd

$$H_{min} = \frac{G_1 x_1}{y_1} = \frac{9940 \times 1.275}{2.3} = \frac{12673.5}{2.3} \cong 5510 \text{ kg},$$

$$H_{max} = \frac{9.40 \times 1.65}{2} = \frac{16401}{2} \cong 8200 \text{ kg}.$$



A zatem okazuje się istotnie  $H_{min} < H < H_{max}$ , wobec czego nie zachodzi niebezpieczeństwo skrawężenia się sklepienia.

Z rys. 26. oraz z tabliczki wyżej umieszczonej łatwo ocenić, że kąty padania  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \dots \gamma_9$ , jakie tworzą wypadkowe  $R_1, R_2, R_3 \dots R_9$ , względnie styczne do linii ciśnienia z prostopadłą do spoin w punktach zaczepienia  $m_1, m_2, m_3 \dots$ , są tak nieznaczne, iż zbliżają się prawie do zera, zaczem  $\cos \gamma \cong 1$ , a stąd przedewszystkiem odnośnie do równania 47.  $N_1 = R_1 \cos \gamma_1 = R_1$ ,  $N_2 = R_2 \cos \gamma_2 = R_2$  itd. i można bez żadnej ujemy zamiast  $N_1, N_2, N_3 \dots$  uwzględnić w obliczeniach  $R_1, R_2, R_3 \dots$  itd. Nadto, gdy  $\gamma_1 \cong \gamma_2 \cong \gamma_3 \cong \dots \gamma_9 \cong 0 < \varphi = 26$  do  $36^\circ$ , czyli gdy kąty utworzone między prostopadłą do spoiny a odnośną wypadkową w punkcie zaczepienia są mniejsze niż kąt tarcia, więc niema niebezpieczeństwa ześlizgnięcia się sklepienia wzdłuż spoiny, a to na podstawie dopełnionego warunku, określonego wzorem 52.

Z ostatniej wreszcie kolumny rzeczonyj tabliczki widno, że punkta zaczepienia  $m_1, m_2, m_3 \dots$  stycznych do linii ciśnienia leżą prawie w środku ciężkości, a w najgorszym razie w obrębie rdzenia spoin odnośnych, z czego wniosek, że we wszystkich przekrojach podłużnych, względnie spoinach sklepienia zapanuje w całości nateżenie cisnące.

Wobec tego największe krawężne naprężenie cisnące oblicza się według wzoru 61. z uwzględnieniem wartości  $y$  z ostatniej kolumny tabliczki w sposób następujący.

W spoinie 1—1, gdzie  $y=0, N=H=6900 \text{ kg}, d_1=0.3 \text{ m}=30 \text{ cm},$

$$\sigma_1 = \frac{H}{100 d} \left( 1 + \frac{6 y}{d} \right) = \frac{6900}{100 \times 30} = 2.3 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 2—2, gdzie  $y=0, N_1=R_1=0950 \text{ kg}, d_2=0.3075 \text{ m}=30.75 \text{ cm},$

$$\sigma_2 = \frac{6950}{100 \times 30.75} = 2.26 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 3—3, gdzie  $y=1.87 \text{ cm}, N_2=R_2=7025 \text{ kg}, d_3=31.25 \text{ cm},$

$$\sigma_3 = \frac{7025}{100 \times 31.25} \left( 1 + \frac{6 \times 1.87}{31.25} \right) = 2.248 \times 1.36 = 3.06 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 4—4, gdzie  $y=1.88 \text{ cm}, N_3=R_3=7175 \text{ kg}, d_4=32.5 \text{ cm}$

$$\sigma_4 = \frac{7175}{100 \times 32.5} \left( 1 + \frac{6 \times 1.88}{32.5} \right) = 2.21 \times 1.35 \cong 3 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 5—5, gdzie  $y=2.5 \text{ cm}, N_4=R_4=7450 \text{ kg}, d_5=33.75 \text{ cm},$

$$\sigma_5 = \frac{7450}{100 \times 33.75} \left( 1 + \frac{6 \times 2.5}{33.75} \right) = 2.2074 \times 1.44 = 3.18 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 6—6, gdzie  $y = 3.12 \text{ cm}$ ,  $N_5 = R_5 = 7875 \text{ kg}$ ,  $d_6 = 36.25 \text{ cm}$ ,

$$\sigma_6 = \frac{7875}{100 \times 36.25} \left( 1 + \frac{6 \times 3.12}{36.25} \right) = 2.17 \times 1.52 = 3.3 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 7—7, gdzie  $y = 3.12 \text{ cm}$ ,  $N_6 = R_6 = 8525 \text{ kg}$ ,  $d_7 = 38.75 \text{ cm}$ ,

$$\sigma_7 = \frac{8525}{100 \times 38.75} \left( 1 + \frac{6 \times 3.12}{38.75} \right) = 2.2 \times 1.484 = 3.27 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 8—8, gdzie  $y = 1.88 \text{ cm}$ ,  $N_7 = R_7 = 9475 \text{ kg}$ ,  $d_8 = 42.5 \text{ cm}$ ,

$$\sigma_8 = \frac{9475}{100 \times 42.5} \left( 1 + \frac{6 \times 1.88}{42.5} \right) = 2.23 \times 1.265 = 2.82 \text{ kg/cm}^2,$$

w spoinie 9—9, gdzie  $y = 0$ ,  $N_8 = R_8 = 10875 \text{ kg}$ ,  $d_9 = 45 \text{ cm}$ ,

$$\sigma_9 = \frac{10875}{100 \times 45} = 2.42 \text{ kg/cm}^2,$$

na oporze, gdzie  $y = 0$ ,  $N_9 = R_9 = 12100 \text{ kg}$ ,  $d_0 = 45 \text{ cm}$ ,

$$\sigma_0 = \frac{12100}{100 \times 45} = 2.69 \text{ kg/cm}^2.$$

Z obliczenia właśnie wyżej przeprowadzonego okazuje się, że w żadnym przekroju sklepienia największe naprężenie ciskające nie dochodzi  $4 \text{ kg/cm}^2$ ; gdy zaś dopuszczalne ciśnienie w murze ceglany na zaprawie wapiennej wynosi dla cegły z pieców kręgowych 7, zaś maszynowej  $8 \text{ kg/cm}^2$ , więc projektowane sklepienie jest aż nadto wytrzymałe na zgniecenie.

Całkowite wyżej przeprowadzone obliczenie statyczne tyczy się także i prawej strony poprzecznego przekroju sklepienia, gdzie są dokładnie te same dane, a zatem i wynik musi wypaść tensam.

## 2. Wytrzymałość oporowego muru sklepienia.

Projektowany mur oporowy sklepienia z cegieł na zaprawie wapiennej jest  $2.55 \text{ m}$  ponad odsadką fundamentową gruby, która to grubość — począwszy od pachy sklepienia aż do odsadki  $1.275 \text{ m}$  szerokiej pod posadzką sali gimnastycznej — jest mniejsza o  $0.375 \text{ m}$ , poczem przechodzi w ścianę  $75 \text{ cm}$  grubą,  $6.5 \text{ m}$  do odsadki strychowej wysoką, a wreszcie w mur strychowy  $45 \text{ cm}$  gruby,  $1 \text{ m}$  wysoki, jak to zresztą w głównym zarysie z rys. 26. widać. Obciążenie odsadki nasypką, posadzką i ciężarem użytkowym wynosi  $0.15 \times 1400 \times 1 \times 1.275 + 1 \times 1.275 \times 400 = 777.75 \text{ kg}$ , zaś całkowite obciążenie ściany strychem  $3034.50 \text{ kg}$  i dachem  $960 \text{ kg}$ .

Odnośnie do tych danych dzielimy cały mur na stosownie do jego rozczłonkowania szerokie paski pionowe i obliczamy ciężar każdego paska, a mianowicie:

$$g_{10} = \frac{2 \cdot 775 + 2 \cdot 5}{2} \times 0 \cdot 375 \times 1 \times 1600 = \dots 1582 \cdot 50 \text{ kg}$$

$$g_{11} = 4 \cdot 85 \times 1 \cdot 275 \times 1 \times 1600 + 777 \cdot 75 \text{ kg (obciążenie posadzki)} = \dots 10671 \cdot 75 \text{ „}$$

$$g_{12} = 11 \cdot 5 \times 0 \cdot 3 \times 1 \times 1600 + 3034 \cdot 5 \text{ kg (ciężar stropu)} = 8554 \cdot 50 \text{ „}$$

$$g_{13} = 12 \cdot 5 \times 0 \cdot 45 \times 1 \times 1600 + 960 \text{ kg (ciężar dachu)} = 9960 \cdot 00 \text{ „}$$

$$g_{14} = 5 \times 0 \cdot 15 \times 1 \times 1600 = \dots 1200 \cdot 00 \text{ „}$$

$$\text{Całkowite obciążenie muru oporowego } G = 31968 \cdot 75 \text{ kg}$$

Odstęp tej siły  $G$  od krawędzi  $I$  w odsadce muru oporowego według wzoru 43.:

$$z_1 = \frac{1582 \cdot 5 \times 2 \cdot 3625 + 10671 \cdot 75 \times 1 \cdot 5375 + 8554 \cdot 5 \times 0 \cdot 75}{31968 \cdot 75} + \frac{9960 \times 0 \cdot 375 + 1200 \times 0 \cdot 075}{31968 \cdot 75} = \frac{30387 \cdot 35}{31968 \cdot 75}, \text{ ostatecznie } z_1 = 0 \cdot 95 \text{ m.}$$

Znając wielkość i położenie całkowitego ciężaru  $G$  muru oporowego oraz siły wypadkowej  $R_0$  na oporze, jesteśmy w stanie złożyć obie te siły w ostateczną wypadkową  $R$  sposobem wykreślnym z równoczesnym wyznaczeniem odstępów jej punktu zaczepienia  $E$  od krawędzi  $I$  w odsadce fundamentowej muru oporowego (rys. 26.) zapomocą wzoru 76., mianowicie:

$$z = \frac{G_1(d-c) + G z_1 - H y_3}{G_1 + G} = \frac{9940 \left( 2 \cdot 55 - \frac{0 \cdot 375}{2} \right) + 31969 \times 0 \cdot 95}{9940 + 31969} - \frac{6900 \times 2 \cdot 6375}{41909} = \frac{23483 \cdot 25 + 30386 \cdot 83 - 18198 \cdot 75}{41909} = \frac{35671 \cdot 33}{41909} = 0 \cdot 8512 \text{ czyli } z = 0 \cdot 85 \text{ m.}$$

Można zresztą wyznaczyć wielkość wypadkowej  $R$  także według wzoru 44., w którym zamiast  $G_1$  należy podstawić  $G_1 + G$  będzie więc

$$R = \sqrt{H^2 + (G_1 + G)^2} \quad 82$$

Ponieważ wypadkowa  $R$  ma punkt zaczepienia  $E$  wewnątrz spoiny  $I-I'$  i to na granicy wewnętrznej trzeciej części grubości muru oporowego, t. j.  $\frac{2 \cdot 55}{3} = 0 \cdot 85 \text{ m}$ , więc skrawczenie tego muru

nie może się wydarzyć; nadto w całej spoinie  $I-I'$  wystąpi tylko naprężenie cisnące, obliczalne według wzoru 61. i 62., w których

$$\text{wartość } y = \frac{2 \cdot 55}{2} - 85 = 42 \cdot 5 \text{ cm, zaś siła normalna } N = G_1 + G = 9940 + 31968 \cdot 75 = 41909 \text{ (zob. str. 519 i 524).}$$

Największe zatem krawężne naprężenie cisnące

$$\sigma_1 = \frac{N}{100 d} \left( 1 + \frac{6 y}{d} \right) = \frac{41909}{100 \times 255} \left( 1 + \frac{6 \times 42.5}{255} \right) = \frac{41909}{25500} (1 + 1) = 1.6435 \times 2 = 3.287$$

$\sigma_1 = 3.29 \text{ kg/cm}^2$ , najmniejsze zaś naprężenie krawężne cisnące  $\sigma_2 = 0$ . Gdy zatem największe krawężne naprężenie cisnące jest mniejsze od dopuszczalnego, wynoszącego 7, względnie  $8 \text{ kg/cm}^2$ , więc projektowany mur oporowy jest zupełnie wytrzymały na zgniecenie.

Parcie nareszeie poziome  $H$ , jako druga składowa wypadkowej  $R$  będzie usiłowała przesunąć mur oporowy po spoinie  $I-I'$ , ale bez skutku, gdyż obie składowe pionowe  $G_1 + G = 41909 \text{ kg}$  będą temu przeciwdziałać według wzoru 51., z oporem, który po podstawieniu  $f = 0.76$ , zaś  $N = G_1 + G = 41909$  wyniesie:

$O_t = 0.76 \times 41909 = 31850.84 \text{ kg}$ , podczas gdy  $H = 6900 \text{ kg}$  tylko.

#### PRZYKŁAD II.

Jeżeli lewą połowę poprzecznego przekroju sklepienia, zaprojektowanego w poprzednim przykładzie I, obciążymy jednostajnie po  $600 \text{ kg/m}^2$  rzutu poziomego, a zatem obciążymy niesymetrycznie, zachodzi pytanie, o ile rozmiary projektowane będą musiały w niniejszym przypadku ulec zmianie, aby sklepienie stało się dostatecznie wytrzymałe.

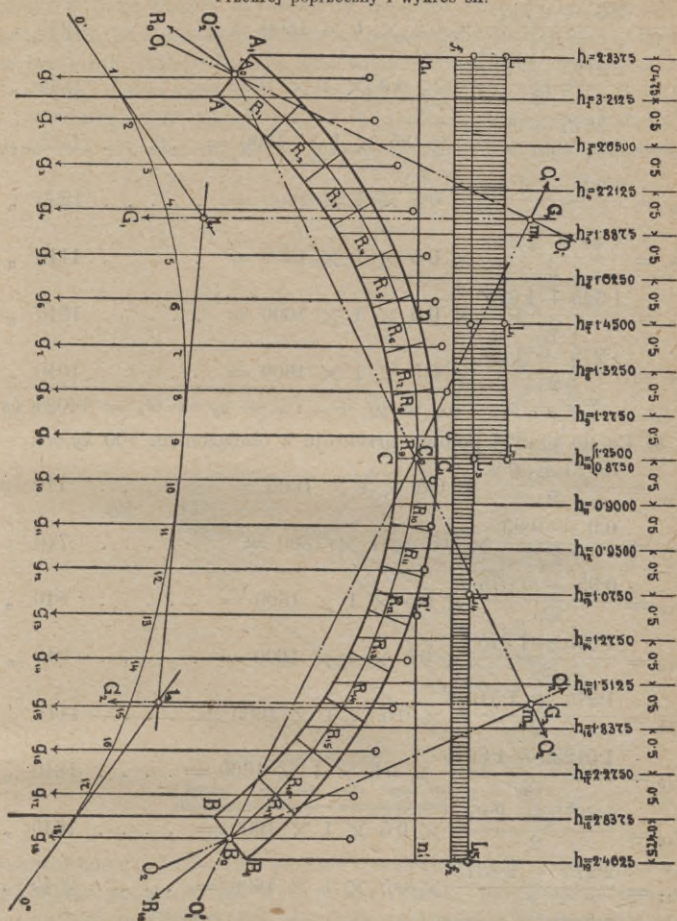
Obliczona poprzednio grubość sklepienia byłaby tu widocznie za słabą, przyjmujemy zatem, że grubość sklepienia w kluczu  $d = 45 \text{ cm}$ , a w pasze  $60 \text{ cm}$ , zaczem idzie potrzeba poddania całego sklepienia statycznemu zbadaniu.

Rysunek 28. przedstawia przekrój poprzeczny  $A A_1 B B_1 C C_1$  całego sklepienia, gdzie  $n_1 n$  oraz  $n_1^1 n^1$  jest wierzchem nadmurowania obu pach sklepienia,  $f_1 f_2$  wierzchem posadzki. Zresztą podział całego przekroju na paski pionowe, zredukowanie długości boków pionowych tych pasków zapomocą przemiany obciążeń wszelkich na obciążenie murem i wykreślenie na tej podstawie linii obciążenia  $L L_1 L_2 L_3 L_4 L_5$ , obliczenie ciężaru poszczególnych pasków  $g_1, g_2, g_3 \dots g_{18}$ , wyznaczenie ich środków ciężkości i położenia wypadkowego obciążenia  $G_1$  w lewej i  $G_2$  w prawej połowie przekroju sklepienia przeprowadza się sposobem w przykładzie I wskazanym i uwidocznionym.

Wobec tego dalej obliczenie ciężaru pasków przedstawia się w następującym szeregu.

Rysunek 28.

Przekrój poprzeczny i wykres sił.



a) Co do lewej połowy przekroju z obciążeniem użytkowem  $1000 \text{ kg/m}^2$ :

$$g_1 = \frac{2.8375 + 3.2125}{2} \times 0.475 \times 1 \times 1600 = \dots 2299 \text{ kg}$$

$$g_2 = \frac{3.2125 + 2.65}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots 2345 \text{ „}$$

Do przeniesienia  $\dots 4644 \text{ kg}$

$$\begin{aligned}
 & \text{Z przeniesienia} \dots \dots \dots 4644 \text{ kg} \\
 g_3 &= \frac{2.65 + 2.2125}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1945 \text{ „} \\
 g_4 &= \frac{2.2125 + 1.8875}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1640 \text{ „} \\
 g_5 &= \frac{1.8875 + 1.625}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1405 \text{ „} \\
 g_6 &= \frac{1.625 + 1.45}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1230 \text{ „} \\
 g_7 &= \frac{1.45 + 1.325}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1110 \text{ „} \\
 g_8 &= \frac{1.325 + 1.275}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1040 \text{ „} \\
 g_9 &= \frac{1.275 + 1.25}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1010 \text{ „} \\
 \Sigma g &= g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_9 = G_1 = 14024 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b) Co do prawej połowy przekroju z obciążeniem  $400 \text{ kg/m}^2$ :

$$\begin{aligned}
 g_{10} &= \frac{0.875 + 0.9}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 710 \text{ kg} \\
 g_{11} &= \frac{0.9 + 0.95}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 740 \text{ „} \\
 g_{12} &= \frac{0.95 + 1.075}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 810 \text{ „} \\
 g_{13} &= \frac{1.075 + 1.275}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 940 \text{ „} \\
 g_{14} &= \frac{1.275 + 1.5125}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1115 \text{ „} \\
 g_{15} &= \frac{1.5125 + 1.8375}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1340 \text{ „} \\
 g_{16} &= \frac{1.8375 + 2.275}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 1645 \text{ „} \\
 g_{17} &= \frac{2.275 + 2.8375}{2} \times 0.5 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 2045 \text{ „} \\
 g_{18} &= \frac{2.8375 + 2.4625}{2} \times 0.475 \times 1 \times 1600 = \dots \dots 2014 \text{ „} \\
 \Sigma g &= g_{10} + g_{11} + g_{12} + \dots + g_{18} = G_2 = 11359 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

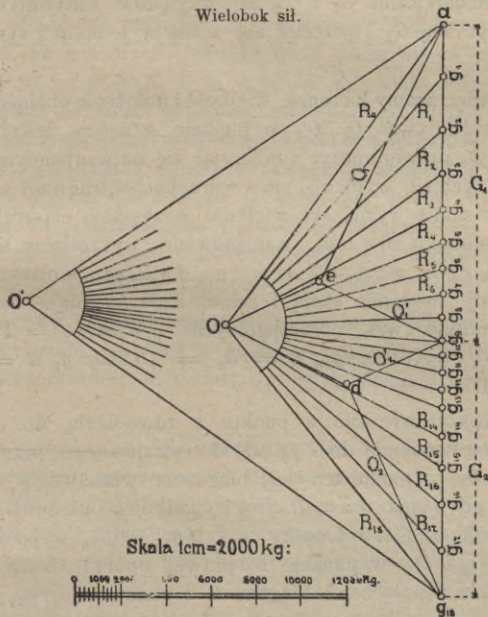
Wypadkowa obciążenia całego sklepienia będzie zatem  $G_1 + G_2 = 14024 + 11359 = 25383 \text{ kg}$ .

Teraz więc na linii pionowej  $a$   $g_{18}$  (rys. 29.) odcinamy wszystkie poszczególne składowe pionowe w skali  $1 \text{ cm} = 2000 \text{ kg}$  w ten

sposób, że  $a g_9 = G_1$ ,  $g_9 g_{18} = G_2$ , poczem obieramy dowolny punkt  $O'$  jako biegun, wykreślamy wielobok sił  $a O' g_{18}$  (rys. 29.), a stąd dalej na kierunkach pionowych poszczególnych ciężarów pasków w przekroju sklepienia (rys. 28.) wielobok sznurowy  $o' - 1 \parallel a O'$ ,  $1-2 \parallel g_1 O'$ ,  $2-3 \parallel g_2 O' \dots 9-10 \parallel g_9 O'$ ,  $10-11 \parallel g_{10} O' \dots \dots 17-18 \parallel g_{17} O'$ ,  $18-o'' \parallel g_{18} O'$ , wyznaczamy położenie sił  $G_1$  i  $G_2$  zapomocą przedłużenia aż do przecięcia się boków tego wieloboku

Rysunek 29.

Wielobok sił.



sznurowego  $o' - 1$  i  $9 - 10$  w punkcie  $t_1$  oraz  $18 - o''$  i  $9 - 10$  w punkcie  $t_2$ . Następnie podobnie, jak w przykładzie I, przyjmujemy i tu że w wszystkich możliwych linii ciśnienia tę właśnie, która przechodzi przez punkta  $A_o$ ,  $B_o$ ,  $C_o$ , leżące pośrodku grubości klucza i pach sklepienia, pod tem założeniem, jakoby obie połowy przekroju sklepienia były belkami łukowymi z jednolitego materiału, podpartemi na oporach w punkcie  $A_o$  i  $B_o$ , a w kluczu w punkcie  $C_o$ . Wobec tego na każdej oporze w punktach podparcia powstaną dwa oddziaływania, a mianowicie: obciążenie  $G_1$  lewej połowy przekroju

wzbudzi oddziaływanie  $O_1$  nie tylko w punkcie  $A_o$  lewej opory lecz także i w punkcie  $B_o$  prawej opory za pośrednictwem nacisku przez punkt  $C_o$  w kierunku  $B_o C_o$  oddziaływanie  $O'_1$ ; oba te oddziaływania  $O_1$  i  $O'_1$  zrównoważą ze względów statycznych siłę  $G_1$  i muszą zatem przeciąć ją w jednym i tym samym punkcie  $m_1$ . Dokładnie w ten sam sposób obciążenie  $G_2$  prawej połowy przekroju wywoła w punkcie  $B_o$  na oporze oddziaływanie  $O_2$ , a w punkcie  $A_o$  lewej opory oddziaływanie  $O'_2$  przez punkt  $C_o$  w kierunku  $C_o A_o$ , które to oba oddziaływania  $O_2$  i  $O'_2$  ze względów statycznych muszą zrównoważyć siłę  $G_2$  i przeciąć się z nią w jednym i tym samym punkcie  $m_2$ .

Obecnie więc znamy kierunek, wielkość i położenie obciążeń  $G_1, G_2$ , kierunki oddziaływań  $O_1, O'_1$  w punkcie  $A_o$  opory lewej,  $O_2, O'_2$  w punkcie  $B_o$  prawej opory, a opierając się na wzajemnym związku wszystkich tych sił, wynikającym z warunków równowagi statycznej, jesteśmy w stanie wyznaczyć wielkość wszystkich czterech oddziaływań z wieloboku sił  $a O g_{18}$ , a mianowicie: wykreślamy linię  $a e \parallel A_o m_1, g_9 e \parallel B_o m_1, g_9 d \parallel A_o m_2, g_{18} d \parallel B_o m_2$ , a otrzymane stąd długości linii, mierzone skalą  $1 \text{ cm} = 2000 \text{ kg}$ , dają następujące wielkości oddziaływań poszczególnych:  $a e = O_1 = 12.700 \text{ kg}$ ,  $e g_9 = O'_1 = 6100$ ,  $g_{18} d = O_2 = 10.250$ ,  $g_9 d = O'_2 = 4650 \text{ kg}$ .

Wykreśliwszy wreszcie z punktu  $e$  równoległą do  $g_9 d$ , zaś z punktu  $d$  równoległą do  $e g_9$  aż do wzajemnego przecięcia się w punkcie  $O$ , to punkt ten jest biegunem właściwego wieloboku sił  $a O g_{18}$ , gdyż linja  $O a = R_o$  jest wypadkową obu oddziaływań  $O_1$  i  $O'_1$  w punkcie  $A_o$  lewej opory, zaś  $O g_{18} = R_{18}$  wypadkową oddziaływań  $O_2$  i  $O'_2$  w punkcie  $B_o$  prawej opory; reszta wreszcie linii, wynika z połączenia bieguna  $O$  z punktami  $g_1, g_2, g_3 \dots g_{17}$  są kolejnymi wypadkowami  $R_1, R_2, R_3 \dots R_{17}$ .

Na podstawie tego nowego wieloboku sił  $a O g_{18}$  wykreślamy następnie linię ciśnienia w znany zresztą sposób z przykładu I., począwszy od punktu  $A_o$ , a jeżeli rysunek dotąd był dokładnie wykonany, to linja ciśnienia musi przejść także i przez punkta  $C_o$  i  $B_o$ .

Teraz na koniec tak samo, jak poprzednio w przykładzie I., przeprowadza się statyczne badanie szczegółowe wytrzymałości sklepienia na skrawienie się, ześlizgnięcie się i zgniecenie, oraz oblicza się statycznie oba mury oporowe sklepienia.



#### 4. Statyczne obliczenie murów.

Obciążenie całkowite  $Q$  murów składa się z ich ciężaru własnego  $G$ , działającego zawsze pionowo w punkcie ciężkości, oraz z ciężaru przypadkowego i użytkowego  $P$ , jaki mają do dźwigania stosownie do swego przeznaczenia, względnie jako część składowa budowli. Ciężar  $P$  może działać również pionowo, ale też i ukośnie; zaczem w pierwszym razie  $Q$  będzie także pionowe i wywoła nateżenia cisnące w murze; w drugim jednak razie siła ukośna  $P$  rozłoży się na składową pionową  $N$  i poziomą  $H$  i otrzymamy trzy siły  $G$ ,  $N$ ,  $H$ , z których pierwsze dwie złożą się w pionową wypadkową  $Q_1 = G + N$ , i ta wywoła nateżenia cisnące, trzecia zaś  $H$  będzie usiłowała przesunąć mur poziomo w podstawie. Do oceny i obliczenia wytrzymałości muru pod tym względem służą wzory 47. do 52. i 77. wraz z odnośnemi uwagami, zawarte w poddziale 3. (poddziały *b*) str. 500 i *d*) str. 510), tyczącym się wytrzymałości sklepienia, za podstawieniem wartości odnoszących się do murów. Wszakże tarcie panujące w murze jest tak wielkie w porównaniu do składowej  $H$ , że niema najmniejszej potrzeby brać jej w rachubę.

Wypadkowa  $Q$  może działać w środku ciężkości podstawy muru, czyli centrycznie, albo też w pewnym odstępnie  $y$  od tego środka, czyli ekscentrycznie; natomiast  $Q_1$  będzie działać zawsze ekscentrycznie.

**1. Mury centrycznie obciążone.** Jeżeli na mur o powierzchni  $F$  stałego przekroju poprzecznego działa centrycznie całkowite obciążenie  $Q$ , to jak wiadomo wywoła ono w całym przekroju poprzecznym jednostajne naprężenie cisnące  $k$  kilogramów na  $1\text{ cm}^2$ ; i jeżeli to naprężenie będzie równe dopuszczalnemu naprężeniu cisnącemu na  $1\text{ cm}^2$  powierzchni przekroju, to według warunków równowagi statycznej musi zachodzić równanie

$$F k = Q \quad 83$$

a stąd wielkość przekroju

$$F = \frac{Q}{k} \quad 84$$

W tych równaniach  $Q$  i  $k$  są prawie zawsze wyznaczalne na podstawie istniejących norm, a więc i  $F$  jest obliczalne.

Jeżeli przekrój poprzeczny muru jest prostokątny, jak to bywa zresztą najczęściej, to  $F = a b$ , gdzie  $a$  jest szerokością,  $b$  długością przekroju; stąd otrzymamy z równania 84.

$$a = \frac{F}{b} = \frac{Q}{bk} \quad 85$$

W obliczeniu ściany murowanej przyjmujemy  $b = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$  stąd będzie

$$a = \frac{F}{100} = \frac{Q}{100k} \quad 86$$

gdzie  $a$ ,  $F$  liczy się w centymetrach, zaś  $Q$ ,  $k$  w kilogramach.

Co do dopuszczalnego naprężenia ciskącego murowanych filarów i ścian należy w ogóle stosować się do norm poprzednio podanych, ze względu na możliwość wyboczenia.

#### PRZYKŁAD.

Filar  $0.9 \text{ m}$  gruby, a  $4.5 \text{ m}$  wysoki z cegieł na zaprawie wapiennej wymurowany ma otrzymać całkowite obciążenie centryczne  $Q = 71300 \text{ kg}$ ; jak wielka powinna być powierzchnia i rozmiary przekroju jego poprzecznego?

Według za cytowanej wyżej normy dopuszczalne w murze ceglanym filaru, przy stosunku mniejszego boku do wysokości  $= 0.5$ , naprężenie ciskące,  $k = 8 \text{ kg/cm}^2$ , gdy zaś bok przekroju poprzecznego dany  $a = 0.9 \text{ m} = 90 \text{ cm}$ , więc według wzoru 85. będzie

$$b = \frac{Q}{ak} = \frac{71300}{90 \times 8} = 99 \text{ cm}.$$

**2.** Mury ekscentrycznie obciążone. Przyjmijmy, że murowany filar ma stały przekrój poprzeczny o powierzchni  $F$  i że całkowite obciążenie jego  $P$  ma swój punkt zaczepienia w odstępnie  $y$  od środka ciężkości  $S$  tego przekroju, to wzory do obliczania krawężnych naprężeń, wywołanych ekscentrycznym obciążeniem, są następujące:

największe naprężenie ciskące w krawędzi  $A$

$$\sigma_1 = \frac{P}{F} + \frac{Mx_1}{J} = \frac{P}{F} + \frac{Pyx_1}{J} = \frac{P}{F} \left( 1 + \frac{Fyx_1}{J} \right) = \frac{P}{F} \left( 1 + \frac{Fy}{W} \right) \quad 87$$

a najmniejsze natężenie ciskące w krawędzi  $CD$

$$\sigma_2 = \frac{P}{F} - \frac{Mx_2}{J} = \frac{P}{F} \left( 1 - \frac{Fyx_2}{J} \right) = \frac{P}{F} \left( 1 + \frac{Fy}{W_2} \right) \quad 88$$

gdzie  $W_1 = \frac{J}{x_1}$  jest momentem oporu lewej części przekroju, odciętej

jego osią ciężkości, prostopadłą do płaszczyzny działania siły, zaś

$$W_2 = \frac{J}{x_2} \text{ jest także momentem prawej części przekroju.}$$

Jak długo będzie  $\sigma_2 \geq 0$ , to w całym przekroju zapanuje naprężenie cisnące; skoro jednak stanie się  $\sigma_2 < 0$ , czyli odjemne, to w krawędzi  $CD$  i w przyległej pewnej części przekroju wystąpią naprężenia ciągnące z największością w tej krawędzi. Wobec tego musimy tu liczyć się osobno z każdym z tych dwu przypadków.

a) Jeżeli  $\sigma_2 \geq 0$ , czyli jeżeli w całym przekroju występuje naprężenie cisnące.

Graniczną swą wartość najmniejszego ciśnienia w krawędzi  $CD$  a mianowicie  $\sigma_2 = 0$  uzyska odnośnie do wzoru 88., gdy będzie

$$\frac{F y x_2}{J} = 1, \text{ czyli gdy } y = \frac{J}{F x_2} = \frac{W_2}{F} = e_2 \quad 89$$

gdyż w części przekroju po prawej stronie jego osi ciężkości

$W_2 = \frac{J}{x_2}$  jest momentem oporu w płaszczyźnie działania siły, zaś wartość  $y$  określona równaniem 89. jest odnośną dalekością rdzenia  $e_2$  przekroju.

Gdyby siła  $P$  działała po przeciwnej stronie środka ciężkości przekroju, ale w tej samej płaszczyźnie byłoby

$$y = \frac{J}{F x_1} = \frac{W_1}{F} = e_1 \quad 90$$

idąc tak w około środka ciężkości przekroju i wykreślając z tegoż środka obliczone wartości  $y$  czyli dalekości rdzenia  $e$ , otrzymamy po połączeniu końcowych punktów figurę zamkniętą, która nazywa się rdzeniem przekroju.

Wzory więc 89. i 90. w swej ogólnej postaci służą do obliczania dalekości rdzenia. W przekrojach prostokątnych i umiaryowych  $x_1 = x_2 = x$ , oraz  $e_1 = e_2 = e$ , stąd otrzymamy

$$e = \frac{J}{F x} = \frac{W}{F} \quad 91$$

gdzie  $x$  jest odległością krawędzi przekroju od jego środka ciężkości, mierzoną w płaszczyźnie działania siły.

Wzory 87. i 88. po podstawieniu wartości z równań 89. i 90. przybiorą także postać

$$\sigma_1 = \frac{P}{F} \left( 1 + \frac{y}{e_1} \right) \quad 92$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{F} \left( 1 - \frac{y}{e_2} \right) \quad 93$$

Z powyższego całego wywodu wysnuwa się wniosek, że jak długo punkt zaczepienia siły ekscentrycznej wpada w obręb dalekości rdzenia, czyli gdy  $y \leq e_1$ , względnie  $y \leq e_2$ , w całym przekroju występują naprężenia cisnące; w razie zaś przeciwnym, tj. gdy  $y > e_1$ , względnie  $y > e_2$ , występują w jednej części naprężenia cisnące, w drugiej ciągnące, i w tym razie wzory 87. i 88., względnie 92. i 93. nie dają się już zastosować do obliczenia naprężeń, gdyż mur filaru nie znosi nateżeń cisnących, o ile one przekraczają granicę dopuszczelną, t. j. 1·5 względnie 3 *kg/cm<sup>2</sup>*.

Z wzoru 87. daje się obliczyć — prócz największego krawężnego naprężenia cisnącego — także naprężenie każdego innego punktu, leżącego między środkiem przekroju i odnośną jego krawędzią, jeżeli — zamiast stałego odstepu  $x$  tej krawędzi od środka ciężkości — podstawimy odnośny zmienny odstep  $x$  dla badanych punktów, byleby te punkta znajdowały się w osi ciężkości przekroju, spadającej z płaszczyzną działania siły. W tym razie wzór 87. zmieni się w następujący sposób:

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{Mx}{J} = \frac{P}{F} \left( 1 + \frac{Fyx}{J} \right) \quad 94$$

Ponieważ w punkcie przekroju leżącym w linii zerowej musi być  $\sigma = 0$ , więc w tym razie  $x$  musi być odległością tego punktu i zarazem linii zerowej od środka ciężkości przekroju, gdyż linia ta jest prostopadłą do płaszczyzny działania siły; odległość tę nazwiemy  $x_0$ .

Dla  $\sigma = 0$  musi być  $1 + \frac{Fyx_0}{J} = 0$ , a stąd odległość linii zerowej od środka ciężkości przekroju

$$x_0 = -\frac{J}{Fy} \quad 95$$

Jest to równanie linii zerowej i prowadzi do następujących wniosków:

a) Ponieważ  $J, F$  są zawsze dodatnie, to znak prawej strony równania pochodzi tylko od  $y$ ;  $x_0$  zatem ma zawsze znak przeciwny jak  $y$ , zaczem linia zerowa nie leży nigdy po tej samej stronie co  $y$ .

β) Dla danego  $y$  jest  $x_0$  wartością stałą; wszystkie zatem punkta, w których  $\sigma = 0$ , są w jednakiej odległości od osi ciężkości przekroju, prostopadłej do płaszczyzny działania siły i leżą na linii prostej i równoległej do tej osi ciężkości.

γ) Wartość  $x_0$  zależy jedynie od  $J$ ,  $F$ ,  $y$ .

δ)  $x_0 = 0$  dla  $y = \infty$ , a więc gdy siły osiowej wcale niema.

Filary murowane mają zwykle przekrój poprzeczny stały i prostokątny o powierzchni  $F = a \cdot b$ ; ponieważ w tym razie

$x_1 = x_2 = \frac{a}{2}$ ,  $e_1 = e_2 = e$ ,  $J = \frac{b a^3}{12}$ , więc z wzoru 89., względnie 90. będzie

$$e = \frac{\frac{1}{12} b a^3}{a \cdot b \cdot \frac{1}{2} a} = \frac{a}{6} \quad 96$$

co podstawione we wzory 92. i 93. daje

$$\sigma_1 = \frac{P}{a b} \left( 1 + \frac{6 y}{a} \right) \quad 97$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{a b} \left( 1 - \frac{6 y}{a} \right) \quad 98$$

Dla ściany murowanej po przyjęciu długości przekroju poprzecznego  $b = 100 \text{ cm}$  otrzymamy

$$\sigma_1 = \frac{P}{100 a} \left( 1 + \frac{6 y}{a} \right) \quad 99$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{100 a} \left( 1 - \frac{6 y}{a} \right) \quad 100$$

gdzie wszelkie rozmiary są w centymetrach,  $P$  w kilogramach, zaś  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  wypadną również w kilogramach na  $1 \text{ cm}^2$  powierzchni przekroju.

Z wzoru 98., względnie 100. wynika, że  $\sigma_2$  będzie dodatnie czyli ciśnące, jeżeli będzie

$$\frac{6 y}{a} \leq 1, \text{ czyli gdy } y \leq \frac{a}{6} = e \quad 101$$

Skoro zatem  $y$  osiągnie którąkolwiek wartość zawarowaną równaniem 101., to w całym przekroju zapanuje naprężenie ciśnące, a równocześnie wzór 95. wykazuje, że dla

$$y = \frac{a}{6} = e, x_0 = \frac{\frac{1}{12} b a^3}{a b \cdot \frac{1}{6} a} = \frac{a}{2} \quad 102$$

czyli linja zerowa spadnie z krawędzią przekroju najmniej ciśnioną, oraz że dla

$$y < \frac{a}{6} = e \text{ musi oczywiście wypaść } x_0 > \frac{a}{2} \quad 103$$

czyli linja zerowa przypadnie na zewnątrz przekroju.

Ponieważ suma dalekości rdzenia z lewej i z prawej strony środka ciężkości przekroju w płaszczyźnie działania siły wynosi

$$2 e = 2 \times \frac{a}{6} = \frac{a}{3} \quad 104$$

więc wypowiedziana wyżej reguła daje się streścić w ten sposób, że jak długo punkt zaczepienia ekscentrycznej siły  $P$  wpada obręb środkowej  $\frac{1}{3}$  części grubości filaru, względnie na granicy tej  $\frac{1}{3}$  części grubości, to w całym przekroju zapanuje naprężenie cisnące, a linia zerowa padnie zewnątrz przekroju, względnie na krawędź jego najmniej ciśnioną.

b) Jeżeli odstęp  $y > e_1$ , względnie  $y > e_2$ , czyli jeżeli w przekroju oprócz naprężeń cisnących powstaną także naprężenia ciągnące.

W tym razie z równania 95. odniesionego do równań 89. i 90. wynika niewątpliwie, że  $x_0 < x_2$ , czyli że linia zerowa padnie wewnątrz przekroju poprzecznego. Równocześnie — prócz naprężeń cisnących w całej części lewej przekroju, odciętej linią zerową — pojawią się w całej drugiej prawej części przekroju naprężenia ciągnące. Gdy zaś mur nie znosi zbyt dużego ciągnięcia, które musiałoby spowodować otwarcie się spoin z narażeniem wytrzymałości, więc nie pozostaje nic innego, tylko przenieść naprężenie, idące z siły  $P$ , pomniejszone o 1.5 względnie 3  $kg/cm^2$  (zależnie od rodzaju zaprawy), wyłącznie tylko na część ciśnioną przekroju. Część tę nazwano skutecznym przekrojem poprzecznym, a zadaniem naszym jest wyznaczenie postaci i wielkości jego, oraz występującego w nim największego naprężenia cisnącego. Nie da to się jednak uskutecznić zapomocą wzoru 87., względnie 94., gdyż polegają one na tem założeniu, iż naprężenia rozkładają się na cały przekrój poprzeczny i wzajemnie na się wpływają, podczas gdy w niniejszym przypadku ma przejść prawie całkowite działanie siły  $P$  tylko na jedną część przekroju. Wszakże wzór 94. może tu posłużyć za podstawę naszego obliczenia, jeżeli — zamiast  $F$  — podstawimy powierzchnię skutecznego przekroju  $F_s$  — zamiast  $M$  — moment  $M_s$  siły  $P$  względem osi ciężkości skutecznego przekroju, prostopadłej do płaszczyzny działania siły, wreszcie — zamiast  $J$  — moment bezwładności  $J_s$  skutecznego przekroju względem tej samej osi. Tak więc zastosowany wzór będzie

$$\sigma = \frac{P}{F_s} + \frac{M_s x}{J_s} = \frac{P}{F_s} \left( 1 + \frac{F_s y x}{J_s} \right) \quad 105$$

Ponieważ układ tego wzoru pozostał w zasadzie ten sam, jak poprzednio, więc i tu  $\sigma$  jest największym krawężnym naprężeniem cisnącym i maleje ku linii zerowej według linii prostej  $A_1 O_1$  w rysunku 30. uwidocznionej. Rysunek ten przedstawia część górną pionowego przekroju  $G G_1 H_1 H$  filaru o dowolnym przekroju poprzecznym  $A D_1 B D$  oraz wykres naprężeń cisnących  $A A_1 O_1$

wywołanych ekscentryczną siłą  $P$ , której punkt zaczepienia  $E$  leży w odstępnie  $z$  od krawędzi  $A$  przekroju największej ciśnionej.

Jeżeli w dowolnym punkcie  $C$  przekroju, odległym o  $x$  od linii zerowej  $00$ , naprężenie ciśnące

$$\sigma = a x \quad 106$$

gdzie  $a$  jest stałym współczynnikiem, to na podstawie warunków równowagi statycznej muszą zachodzić następujące równania między ekscentryczną siłą  $P$  i sumą naprężeń ciśnących przez nią wywołanych w skutecznym przekroju, oraz między momentem tej siły względem linii zerowej a sumą momentów naprężeń ciśnących względem tej samej linii:

$$P = \Sigma \sigma df = \Sigma a x df$$

$$P(x_0 - z) = \Sigma \sigma x df = \Sigma a x^2 df$$

gdzie  $df$  jest drobny element powierzchni przekroju przynależny do odnośnego natężenia w punkcie  $C$ ,  $x_0$  odstęp linii zerowej od najbardziej ciśnionej krawędzi  $A$  przekroju, zaś  $\Sigma$  znak sumowania, odnoszący się do całego przekroju skutecznego. Równania te można napisać w następującej postaci

$$P = a \Sigma (x df) = a S_0 \quad 107$$

$$P(x_0 - z) = a \Sigma (x^2 df) = a J_0 \quad 108$$

gdyż  $S_0 = \Sigma (x df)$  jest momentem statycznym, zaś  $J_0 = \Sigma (x^2 df)$  momentem bezwładności skutecznego przekroju w każdym razie względem linii zerowej. Z podzielenia równania 108. przez 107. otrzymujemy

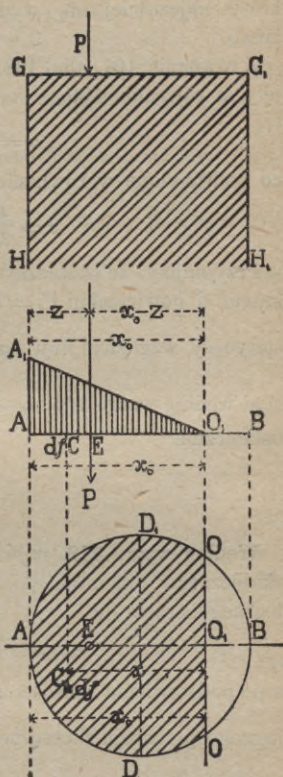
$$x_0 - z = \frac{J_0}{S_0} \quad 109$$

a stąd szerokość skutecznego przekroju

$$x_0 = z + \frac{J_0}{S_0} \quad 110$$

Obliczenie różnicy  $x_0 - z$ , czyli ramienia momentu siły  $P$  z równania 109. jest bardzo zawile i trudne, jeżeli przekrój poprzeczny

Rysunek 30.



ma postać nieregularną; natomiast dla przekroju prostokątnego, który najczęściej się wydarza, sprawa przedstawia się wcale łatwo.

Z równania 107. albo 108. daje się wyznaczyć współczynnik  $a$  przyjęty w równaniu 106.

$$a = \frac{P}{S_0} = \frac{P(x_0 - z)}{J_0} \quad 111$$

co podstawione w równanie 106. daje

$$\sigma = \frac{P}{S_0} x = \frac{P(x_0 - z)}{J_0} x \quad 112$$

Przyjmijmy, że skuteczny przekrój filaru murowanego jest prostokątem o powierzchni  $F_s = b x_0$ , to moment bezwładności i moment statyczny względem linii zerowej  $J_0 = \frac{b x_0^3}{3}$ ,  $S_0 = \frac{b x_0}{2} \cdot x_0 = \frac{b x_0^2}{2}$ ;

stąd według wzoru 109.  $x_0 - z = \frac{\frac{1}{3} b x_0^3}{\frac{1}{2} b x_0^2} = \frac{2}{3} x_0$ ,  $3x_0 - 3z = 2x_0$ , ostatecznie

$$x_0 = 3z \quad 113$$

$$z = \frac{1}{3} x_0 \quad 114$$

Według wzoru 112. największe naprężenie ciskące w krawędzi  $A$  skutecznego przekroju po podstawieniu za  $x$  szerokość  $x_0$  skutecznego przekroju

$$\sigma_{max} = \frac{P x_0}{S_0} = \frac{P(x_0 - z)}{J_0} x_0 \quad 115$$

a po podstawieniu wartości za  $J_0$ ,  $S_0$ ,  $x_0$  (równanie 113.) dla prostokątnego przekroju skutecznego  $\sigma_{max} = \frac{P x_0}{\frac{1}{2} b x_0^2} = \frac{2P}{b x_0}$  ostatecznie

$$\sigma_{max} = \frac{2P}{b x_0} = \frac{2P}{3bz} = 2 \frac{P}{F_s} \quad 116$$

Jeżeli oznaczymy  $\sigma_{cd} = \frac{P}{b x_0} = \frac{P}{F_s}$  jako jednostajne naprężenie ciskące, któreby powstało w całym przekroju skutecznym, gdyby siła  $P$  działała centrycznie, czyli w jego środku ciężkości, to równanie 116. przybierze postać

$$\sigma_{max} = 2 \sigma_{cd} \quad 117$$

Równanie to orzeka, iż największe naprężenie ciskące krawężne  $\sigma_{max}$  w przekroju skutecznym jest dwa razy tak wielkie, jak jednostajne naprężenie ciskące wywołane w tym przekroju siłą  $P$ , gdyby działała centrycznie, t. j. w jego środku ciężkości.



Dla ściany murowanej trzeba przyjąć  $b = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ , stąd największe naprężenie cisnące według wzoru 116.

$$\sigma_{max} = \frac{2 P}{100 x_0} = \frac{2 P}{300 z} \quad 118$$

Wreszcie warunkiem wytrzymałości filaru względnie ściany jest, by

$$\sigma_{max} \leq k \quad 119$$

gdzie  $k$  jest dopuszczalnym naprężeniem cisnącym na  $1 \text{ cm}^2$  odnośnego muru.

Podstawiając we wzór 116., względnie 118.  $\sigma_{max} = k$ , otrzymamy

$$k = \frac{2 P}{b x_0} = \frac{2 P}{3 b z}, \quad 120$$

względnie

$$k = \frac{2 P}{100 x_0} = \frac{2 P}{300 z}, \quad 121$$

a stąd

$$z = \frac{2 P}{3 b k}, \quad 122$$

względnie

$$z = \frac{2 P}{300 k} \quad 123$$

Otóż wyrażony wzorami 122. i 123. warunek wytrzymałości filaru, względnie ściany murowanej wymaga, by odstęp punktu zaczepienia siły  $P$  od krawędzi najwięcej ciśnionej

$$z \leq \frac{2 P}{3 b k} \quad 124$$

względnie

$$z \leq \frac{2 P}{300 k} \quad 125$$

## 5. Wytrzymałość wysokich kominów murowanych.

### a) Obliczenie wymiarów.

Zadaniem komina jest wprowadzenie do paleniska tej ilości powietrza, która jest potrzebną dla spalania opału, jakoteż nadanie należytej prędkości przepływowi gazów spalinowych, tak przez kanały ogniowe jak i wylot komina.

Przykład: Przy kotłowni, składającej się z 12 kotłów, mających po  $120 \text{ m}^2$  powierzchni ogrzewalnej i po  $3.6 \text{ m}^2$  rusztów, spala się w godzinie  $B = 3800 \text{ kg}$  węgla kamiennego, mającego skład:  $C = 78.5\%$ ,  $O = 5.5\%$ ,  $H_2 O = 5\%$ ,  $H = 5.2\%$ ,  $S = 1.25\%$  i popiołu  $4.53\%$ . Ciśnienie w kotłach ma wynosić 11 atmosfer.

Podług Lang'a szybkość wypływu gazów  $c$  z wylotu komina winna wynosić:

przy trzech kotłach  $c = 5$  m/sek

„ siedmiu „  $c = 6$  m/sek

„ dwunastu „  $c = 7$  m/sek

przy  $12 + n$  kotłach  $c = 7 + \frac{n}{20}$  m/sek

zatem w tym wypadku  $c = 7$  m/sek.

Z 1 kg opalu otrzymuje się przy  $0^\circ C$  i 760 mm ciśnienia  $G_1$  m<sup>3</sup> gazów spalinowych, przyczem:

$$G_1 = 0.8 (1 + m A)$$

$A$  (ilość powietrza potrzebna do spalania 1 kg węgla) równa się:

$$A = \frac{1}{23} \left( \frac{8}{3} C + 8 H - O - S \right)$$

$C, H, O, S$  wyrażone w procentach, zatem

$$A = \frac{1}{23} \left( \frac{8}{3} 78.5 + 8 \times 5.2 - 5.5 + 1.25 \right) \text{ kg} = 10.7 \text{ kg}$$

lub na objętość

$$A_1 = \frac{A}{1.29} = 8.3 \text{ m}^3$$

$m$  (spółczynnik nadmiaru powietrza, to jest iloraz rzeczywiście zużywanej przy spalaniu i teoretycznie potrzebnej ilości) wynosi około 2; w nowszych, poprawniej urządzonych kotłowniach wynosi od 1.3 do 1.8.

Tutaj przyjmuję  $m = 1.73$ , zatem

$$G_1 = 0.8 (1 + 1.73 \times 10.7) = 15.6 \text{ m}^3.$$

Ogólna powierzchnia rusztów:

$$R = n \cdot 3.6 = 12 \times 3.6 = 43.2 \text{ m}^2.$$

Temperatura gazów wylotowych ( $T_o$ ) powinna być o  $60^\circ$  do  $80^\circ$ , średnio o  $70^\circ C$  wyższą od temperatury pary nasyconej w kotłach, wynoszącej  $175^\circ$  do  $195^\circ C$  — średnio  $185^\circ C$ . Zatem

$$T_o = 185 + 70 = 225^\circ C.$$

Powierzchnia przekroju komina u wylotu:

$$f_o = \frac{B_1 G_1}{3600 c} (1 + s \cdot T_o)$$

$s$  (spółczynnik rozszerzalności gazów spalinowych pod wpływem ciepła) równa się  $\frac{1}{273}$ , zatem

$$f_o = \frac{3800 \times 15.6}{3600 \times 7} \left( 1 + \frac{1}{273} 225 \right) = 4.28 \text{ m}^2.$$

Przy rozmaitych kształtach wylotu kominu otrzymujemy dla kominu okrągłego:  $(f_o = d_o^2 \frac{\pi}{4})$ :

$$\text{średnicę: } d_o = \sqrt{\frac{4 f_o}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 4.28}{\pi}} \doteq 2.34 \text{ m}$$

dla kominu ośmiobocznego:  $(f_o = 0.8284 d_o^2)$ :

$$\text{średnicę: } d_o = \sqrt{\frac{f_o}{0.8284}} = \sqrt{\frac{4.28}{0.8284}} \doteq 2.28 \text{ m}$$

dla kominu kwadratowego:  $(f_o = a^2)$ :

$$\text{bok: } a_o = \sqrt{f_o} = \sqrt{4.28} \doteq 2.07 \text{ m.}$$

Przyrost średnicy wynosi 40–50 mm na 1 m b.

Użyteczna wysokość kominu:

według Vogt'a:  $H_o = 25 d_o$  do  $30 d_o$  dla  $d_o < 2.5 \text{ m}$

$H_o = 20 d_o$  „  $d_o > 2.5 \text{ m}$

według Strumplera:

$$H_o = 6 \sqrt[3]{F},$$

gdzie  $F$  jest powierzchnią ogrzewalną kotłów w  $m^2$ .

W naszym przykładzie:

Vogt: dla  $d_o = 2.34 \text{ m}$

$$H_o = 25 \times 2.34 \text{ do } 30 \times 2.34 = 58.5 \text{ m do } 70.2 \text{ m}$$

Strumpler, gdy  $F = 12 \times 120 = 1440 \text{ m}^2$

$$H_o = 6 \sqrt[3]{1440} = 6 \times 11.3 = 67.8 \text{ m, co odpo-}$$

wiada wedle Vogta  $H_o = 29 d_o$ .

Wysokość kominu powinna o 3 m przekraczać wysokość szczytów domów, znajdujących się w promieniu 250 m. Najmniejsza wysokość powinna wynosić 16 m, zaś ekonomicznie rzecz biorąc, wysokość nie powinna przekraczać 50 m, inaczej koszt budowy kolosalnie rośnie.

Grubość ścian kominu zależna jest od wysokości odsad. Wedle Bostine'a grubość ścian górnej odsady powinna wynosić przy użyciu promieniówek:

	przy wysokości odsady $h_p$	
	5 m	6 m
przy średnicy $d_o < 1.5 \text{ m}$	0.15 m	0.18 m
„ „ $d_o \geq 1.5 \text{ m}$	0.18 „	0.21 „
„ „ $d_o \geq 2.0 \text{ m}$	0.20 „	0.23 „
„ „ $d_o \geq 3.0 \text{ m}$	0.22 do 0.25 m	0.25 do 0.28 m

Najlepsza 0·20 m przy użyciu cegieł zwyczajnych  $g =$  długości cegły, to jest 25 [27] (30) cm.

Wysokość odsady:

przy użyciu pierścieniówek 3 do 6 m,

„ „ cegieł zwyczajnych do 10 m.

Grubość ścian każdej niższej odsady zwiększa się:

przy cegle promieniówce o  $z = 5$  do 6 cm,

„ „ zwyczajnej: przy  $h_p \leq 6$  m o  $1/4$  cegły,

„ „  $h_p > 6$  „ o  $1/2$  „

Wykładzina, to jest ścianka z cegły ogniotrwalej na glinie, powinna iść od dna komina do wysokości 6 do 8 m. Ma ona za zadanie izolację ciepła gazów, które mogłyby wywołać pęknięcie komina. Wykładzina musi się swobodnie rozszerzać względnie kurczyć (pod wpływem zmian temperatur) i dlatego pomiędzy nią a kominem daje się wolną przestrzeń 5 do 15 cm szeroką. Od góry przestrzeń tę pokrywa się wysadziną muru, dla uniknięcia zapełnienia wolnej przestrzeni popiołem, sadzą itp.

Na zasadzie danych, otrzymanych z tych obliczeń, wykonuje się szkic komina i przeprowadza obliczenie statyczne.

## b) Instrukcja dla wysokich kominów fabrycznych.<sup>1</sup>

### I. Wyposażenie projektu.

Władze przemysłowe mają przede wszystkim przestrzegać, aby — z podaniami o pozwolenie na budowę nowego lub podwyższenie istniejącego już komina murowanego wysokiego — przedkładano obok projektu w skali 1 : 100, także szczegółowe statyczne obliczenie mocy stałości zamierzonej budowli.

Statyczne obliczenie, rachunkowe czy graficzne, powinno się opierać na naukowych podstawach mechaniki budowlanej i uwzględniać następujące niżej wywody. Powinno ono wykazywać dokładnie, jakiemu naprężeniu będą ulegały materiały budowlane tak w poszczególnych spiętrzeniach trzonu komina, jakoteż w najniższej jego spoinie wspornej, w spoinie wspornej podnoża na fundamencie i w podszwie fundamentowej, — wreszcie powinno oznaczyć, jak wielkie będzie obciążenie gruntu pod fundamentem.

<sup>1</sup> Wydana przez b. austr. Min. s. w. 24. marca 1902, 1. 38290 (do L. Nam. lw. 44641, a uzupełniona przepisami M. R. P. z dnia 20. maja 1923).

Jeżeli ściany podnóża (cokołu, postumentu) posiadają tylko grubość niezbędnie potrzebną ze względów statycznych, albo się do tej granicy zbliżają, to należy podnóżę brać w rachubę jako część trzonu.

W rysunkowym przedstawieniu projektu należy wpisać wszystkie rozmiary, a szczególnie rozmiary wysokości i grubości murów każdego spiętrzenia, policzone w rachunku.

## II. Obliczenie ciężaru jednostki materiałów budowlanych.

Przyjęty za podstawę obliczenia ciężar jednostki (ciężar właściwy) materiałów budowlanych, przeznaczonych do użycia, musi odpowiadać rzeczywistości.

Jeżeli wzięty za podstawę statycznego obliczenia ciężar jednostki muru będzie wiadomy władzy z doświadczenia miejscowego [metr sześcienny muru z cegieł zwykłych przeciętnie około 1.600 *kg*, a z prasowanych cegieł maszynowych formowych (promieniówek) 1.700 *kg*], to w regule nie będzie potrzeba domagać się osobnego dowodu co do tego ciężaru.

Skoro jednak statyczne obliczenie będzie się opierało na jednostce większej od owego ciężaru, albo zresztą gdy władza uzna za stosowne sprawdzenie przyjętego ciężaru, to przysłuża jej prawo do stwierdzenia z urzędu rzetelności tegoż ciężaru zapomocą zbadania, które ma przeprowadzić technik państwowy lub autoryzowany, posiadający uprawnienie w tym kierunku, a to nawet wtedy, gdyby strona dostarczyła dowodu co do ciężaru jednostkowego.

Dla oznaczenia wagi jednostki muru z cegieł zwykłych wystarczy stwierdzenie ciężaru właściwego suchej cegły i obliczenie wagi muru według tej doświadczalnej formuły, że do 1 *m*<sup>3</sup> muru potrzeba w przybliżeniu dwu trzecich części cegieł, a jednej trzeciej zaprawy.

Do oznaczenia wszakże ciężaru jednostki muru z prasowanych cegieł maszynowych formowych (promieniówek) należy wykonać okragło 1 *m*<sup>3</sup> takiego muru o spoinach normalnych i zważyć. Wodę użytą do sporządzenia zaprawy i do nawilżenia cegły należy dokładnie zmierzyć i od ciężaru muru próbnego odjąć.

W rachubę należy brać ciężar muru zależnie od rodzaju zaprawy; według norm zatwierdzonych przez M. R. P., a to wapienna 1.700 *kg/m*<sup>3</sup>, wapienno-cementowa 1.900 *kg/m*<sup>3</sup>, cementowa 2.100 *kg/m*<sup>3</sup>.

Jeżeli projektant żąda dopuszczenia jednostki przewyższającej ów ciężar, to należy go zobowiązać do udowodnienia rzetelności swego założenia.

## III. Obliczenie parcia wiatru.

Parcie wiatru należy brać w rachunek tak wielkie, jak przepisuje wyżej wspomniane rozporządzenie przy uwzględnieniu 30% zwiększenia (str. 452).

Uderzenia wiatru i siły ssącej po stronie od wiatru odwróconej nie trzeba brać w rachubę.

Dla obliczenia parcia wiatru należy wstawić w rachunek rzut pionowy części komina na wiatr wystawionej.

Do obrachowania powierzchni ciśnienia wiatru cztero i ośmiociennego komina należy wielkości parcia wiatru pomnożyć przez współczynnik zmniejszający (str. 452).

Ciśnienie wiatru należy przyjąć jako siłę działającą poziomo w punkcie ciężkości tego rzutu.

Tylko takie części komina trzeba uważać jako zasłonięte od wiatru, które znajdują się we wnętrzu mocnego zabudowania, — nie licząc jednak przestrzeni strychowej, — a zatem części komina, które są zakryte murami głównymi, albo same wchodzą w skład rzeczonych murów.

Kominy mniej wystawione na działanie wiatru z powodu innych budowli lub terenu należy uważać jako wolno stojące.

Wyznaczanie mocy stałości przeciw wywróceniu wskutek wiatru należy liczyć co najmniej z podwójną pewnością, bez dopuszczenia ułatwień, jeżeli ustawy budownicze inaczej nie postanawiają.

Do wyznaczenia jednak największego natężenia materiału, należy uwzględniać tylko pojedyncze ciśnienie wiatru, przyjmując dla kominów graniastych, że wieje w kierunku naroża.

IV. Zastosowanie współczynników ( $\varphi$ ) zmniejszających ciśnienie wiatru.

Ciśnienie wiatru należy stosownie do postaci poprzecznego przekroju trzonu kominowego pomnożyć przez czynnik zmniejszający  $\varphi$ . Jako czynnik taki należy brać w rachubę bez względu na kierunek wiatru

dla kominów okrągłych . . . . .	0.75,
dla ośmiobocznych . . . . .	0.89,
dla kwadratowych . . . . .	1.00.

## V. Dopuszczalne natężenie materiału przeznaczonego do użycia z uwzględnieniem ciśnienia wiatru.

Co do kominów można pozwolić na natężenie ciągnące w murze trzonu co najwyżej —  $1.5 + 0.05 (H_0 - 30)$   $kg/cm^2$  ( $H_0$  w metrach).

Jako naprężenie cisnące należy dopuścić najwyżej do jednej dziesiątej części wytrzymałości cegły i zaprawy. Wszakże ciśnienie krawężne w trzonach, wynikające z ciężaru własnego i naporu wiatru, nie powinno w regule przekroczyć — gdy cegły są zwykłe — 7 kg, a gdy są maszynowe, formowe, prasowane (promieniówki) 12 kg na 1 cm<sup>2</sup>, zresztą jak przepisy § 19. (str. 458).

Gdyby przyjęto większe ciśnienie, to należy zażądać dowodu, że przeznaczony do użycia materiał: cegła a zwłaszcza zaprawa, odpowiada temu ciśnieniu.

Dozwolonego natężenia materiału nie wolno przekroczyć w żadnym przekroju.

Obciążenie dna wykopu fundamentowego należy stosować jak str. 466., § 38 i str. 480—486.

#### VI. Rodzaj i własność materiałów budowlanych

Co do rodzaju i własności materiałów do użycia przeznaczonych należy wydawać następujące zastrzeżenia:

Do budowy komina wolno używać tylko doborowego materiału ceglanoego o wypróbowanej wytrzymałości, gęstości i odporności na wpływy atmosferyczne. Źle zatem wypalone lub mocno porowate cegły należy wykluczyć z użycia do budowy wysokich kominów.

a) Trzon (słupiec) komina należy budować wyłącznie z cegieł i to albo ze zwykłych murowych, najlepszej jakości albo z cegieł maszynowych, umyślnie dla budowli kominowych wytworzonych (promieniówek).

Do murowania trzonu należy używać tak zwanej przedłużonej zaprawy cementowej, składającej się z jednej objętości cementu portlandzkiego, z czterech objętości wapna zwykłego i dziesięciu objętości piasku (tylko ostrego albo czystego rzecznoego). Użycie glinowatego piasku lub popiołu jest niedopuszczalne.

W razie użycia wapna hydraulicznego (wapno szare) zamiast zwykłego (wapno białe) wystarcza domieszka cementu po połowie. Zaprawy z cementu romańskiego, oraz szybko wiążącej z cementu naturalnego należy używać tylko wyjątkowo i to wtedy, jeżeli zgodnie z doświadczeniem ma te same własności, co przedłużona zaprawa z cementu portlandzkiego i nawet po długim trwaniu nie pęcznieje. Te zastrzeżenia należy uzasadniać raz tem, że zwykła zaprawa wapienna stawia najwięcej oporu wpływom niepogody i ciepła, a powtóre, że wskutek domieszki cementu portlandzkiego wywołuje się niezbędnie potrzebne szybkie wiązanie zaprawy.

W razie użycia cegieł promieniówek dziurawionych należy przestrzeń pustą zapelnąć zaprawą celem osiągnięcia możliwie wielkiej przyczepności.

Ośmioboczne kominy należy według możności wyłożyć na krawędziach pionowych ceglami podług ośmioboku upostaconemi.

Budowania krągłych kominów ze zwykłych cegieł murowych nie zaleca się, gdyż wiązanie cegieł, które potrzeba obrabiać, nie da się uskutecznić tak dokładnie, jak ceglami promieniówkami; w przypadkach, gdzie użycie zwykłych cegieł nie da się uniknąć, należy szczególnie u kominów ponad 30 m wysokich wpływać na wykonanie ośmiobocznych trzonów kominowych.

b) Podnoże (odziom, cokół, postument) należy wykonać wyłącznie z dobrze wypalonych cegieł na przedłużonej zaprawie cementowej.

c) Mur fundamentowy (posada) należy — stosownie do właściwości gruntu — wykonać z dobrze wypalonych cegieł albo klinkerek na przedłużonej zaprawie cementowej lub na zaprawie hydraulicznej; można także pozwolić na użycie kamieni łamanych, ale najlepszej jakości. Na użycie wapna zwykłego nie można zezwalać z powodu niejednostajnego i powolnego osiadania muru.

Celem jednostajnego rozdzielenia ciśnienia na dno wykopu fundamentowego doradza się przepisanie nawet dla zupełnie wytrzymałego gruntu stosownie grubej ławy betonowej, jako najniższej warstwy fundamentowej. Gdy jednak grunt nie jest całkiem pewny, należy wprost przepisać taką ławę betonową. W miarę potrzeby trzeba będzie jeszcze prócz tego zarządzić sztuczne fundowanie.

#### VII. Sposób wykonania budowy.

W konsensie policyjno przemysłowym na urządzenie zakładu należy odpowiedzialnego kierownika budowy, — którego uprawnienie do tego rodzaju budowli trzeba będzie sprawdzić, — zrobić wyraźnie odpowiedzialnym wobec władzy za to, że wykonanie komina nastąpi istotnie z materiału takiej jakości, jaką ze względu na jego ciężar właściwy, wytrzymałość i dobroć przyjęto za podstawę w statycznym obliczeniu.

Podczas udzielania konsensu należy dalej zważać także na następujące wskazówki:

##### a) Co do fundamentu (posady).

Dla uzyskania dopuszczalnego ciśnienia na grunt należy w każdym razie wykonać rozszerzenie fundamentu, które — gdy będzie w sto-



pniaach założone — powinno otrzymać szerokość odsadki nie większą niż dwie trzecie jej wysokości.

Gdy szerokość odsadki fundamentowej z powodu szczególnie niekorzystnych warunków gruntowych musi być większa od dwu trzecich części jej wysokości, należy fundament wykonać z betonu, wzmocnionego żelazem.

Wysokość fundamentowej ławy betonowej należy wyznaczyć stosownie do wielkości podeszwy fundamentowej (w przybliżeniu jedna ósma szerokości fundamentu); nie powinna ona wynosić mniej niż 60 *cm*.

Dno wykopu fundamentowego, jakoteż w każdym razie użyty do fundamentu mur z kamienia łamanego, należy oddzielić od podeszwy przewodu kominowego, względnie od podeszwy kanału dymowego warstwą muru ceglanego co najmniej 4 cegły grubą. Ten warunek trzeba stawiać w tym celu, aby dno wykopu fundamentowego, względnie mur z kamienia łamanego nie poniosły wskutek gorąca straty na wytrzymałości. Gdyby zarządzono wykonanie ławy betonowej, jako najniższej warstwy fundamentowej, a przewód kominowy sięgał aż do ławy, to należy ją również oddzielić. Tu jednak wystarczy warstwa oddzielająca (izolacyjna) a to jedna warstwa cegieł rębem, a na niej druga płazem.

Jeżeli w podnóżu komina wypadnie założyć otwór dla przenoszenia materiału, to nie należy go urządzać po stronie wylotu kanału dymowego, lecz według możliwości po przeciwnej.

Tak otwór wylotu kanału dymowego w podnóżu, jakoteż otwór do przenoszenia należy zasklepić półkolem, a nie łukiem płaskim.

Sklepienie kanału dymowego u kominów przeznaczonych dla większych palenisk lub do odprowadzania gazów spalania o wyższej temperaturze, nie powinno służyć do dźwigania murów; należy raczej nad sklepieniem kanału dymowego wykonać jeszcze drugie osobne sklepienie, połączone z murem komina.

Szerokość w świetle otworów w podnóżu nie powinna przekroczyć jednej trzeciej szerokości odnośnego boku podnóża.

U kominów, służących do odprowadzania dymu lub gazów spalania o ciepocie, przewyższającej czasowo lub trwale 400° C, należy tak w podnóżu, jakoteż w trzonie komina do pewnej stosownej wysokości albo urządzić niezależny od muru kominowego płaszcz ochronny, wymurowany przynajmniej w obrębie podnóża z cegiełek ogniotrwałych, — albo wyłożyć wewnątrz ceglami ogniotrwałymi.

Gdyby tego rodzaju środek ochronny był wyjątkowo nie do wykonania, to udzielenie konsensu należy połączyć z tem zastrzeżeniem, że ściany muszą otrzymać stosowne pogrubienie, aby mogły się skutecznie oprzeć uszkodzeniu i nadwyżeniu stałości wskutek zbytniego gorąca.

#### b) Co do trzonu.

Należy go wykonywać w odsadkach (bębnach) możliwie jednako wysokich. Najczęściej będzie do zalecenia ograniczenie wysokich odsadek (pierścieni) u kominów krągłych z cegieł promieniówek wymurowanych, do 30 m wysokich, co najwyżej do 5 m, a ponad 30 m wysokich, co najwyżej do 7 m.

Na wszelki wypadek trzeba wymagać, aby grubość ścian w każdym pionowym przekroju trzonu wzrastała od góry ku dołowi w sposób możliwie jednostajny, po 4—5 cm na każdy pierścień, oraz aby linja prosta, łącząca górną krawędź zewnętrzną z krawędzią dolną wewnętrzną, pozostawała w murze; podcinania przekroju muru trzonowego, jakoby w tym celu, aby uzyskać większe natężenie cisańce, a mniejsze ciągnące w spojeniu wspornem, należy zabronić.

Jeżeli tylko na zewnątrz trzonu komina mają się użyć cegły promieniówki, a do wnętrza cegły zwykłe, to należy zezwolić na to pod tym jedynie warunkiem, że grubość cegieł obu gatunków nie będzie się znacznie różnić od siebie, a zatem i wiązanie ich da się przeprowadzić na całą grubość muru.

W ten sposób jednak wykonany mur trzonu należy uważać w obliczaniu stałości, jakoby miał być wykonany wyłącznie ze zwykłych cegieł.

Na wykonanie muru wewnętrznego z betonu nie należy zezwalać w żadnym wypadku.

#### c) Co do szczególnych urządzeń.

Należy przepisać:

Zaprawienie (wytestowanie) spoin ścian wewnątrz przewodu kominowego, wykonanie wjazdu, urządzenie piorunochronów na wysokich kominach, osadzenie szczebli żelaznych wylazowych, które muszą być co 40 cm wzajemnie odległe, a także oporów żelaznych.

Szczeble daje się z żelaza okrągłego o  $\varnothing$  25 mm, przyczem muszą one odstawać od muru o 15 cm, a ramiona ich tkwić w murze przynajmniej na 12 cm. Końce ramion tkwiących w murze odgina się na długość 3 cm, czem tworzy się haki uniemożliwiające wysunięcie się szczebli z muru.

Celem zabezpieczenia ich od rdzy, zanurza się je przed wmurowaniem w mleku cementowem.

Przy wmurowaniu szczebli należy cegły stykające się ze szczeblami odpowiednio naciosać i osadzić na cemencie. Spłaszczanie części szczebli, wchodzących w mur, na grubość spoin (1 cm) jest niewskazane ze względu na niebezpieczeństwo przeżarcia ich przez rdzę.

Szczeble, umieszczone wewnątrz komina, umieszcza się od dna draży, zaś zewnątrz od 4 m wysokości nad terenem (dla uniemożliwienia osobom postronnym włazenia na komin).

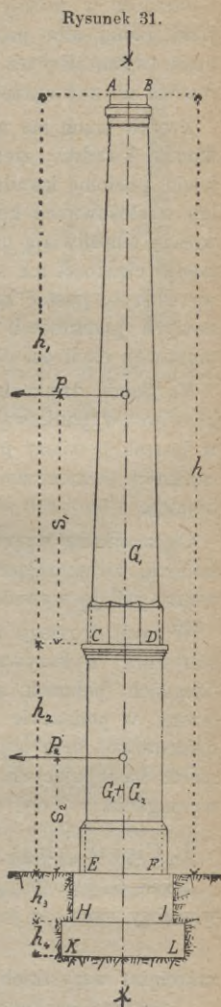
W kominach wyższych niż 40 m wmurowuje się opory żelazne, ułatwiające wypoczywanie. Są one z żelaza okrągłego o  $\varnothing$  25 mm, przy czem wewnętrzna szerokość wynosi 75 cm, zaś długość liczona od zewnętrznej krawędzi szczebli 65 cm; ramiona tkwią w murze na 25 cm, z hakami 3 do 4 cm.

W dolnych pierścieniach umieszcza się je co 5 lub 6 szczebel, zaś w górnych co 3, przy czem są one wmurowane w jednej płaszczyźnie ze szczeblami.

### c) Wzory statyczne wysokich kominów murowanych.

Rysunek 31. przedstawia w całości widok murowanego komina fabrycznego; a więc betonową płytę fundamentową  $HJKL$  o grubości  $h_4$ , mur fundamentowy  $EFHJ$  o wysokości  $h_3$ , postument  $CDEF$  o wysokości  $h_2$  i trzon  $ABCD$  komina o wysokości  $h_1$ .

Trzon jest zawsze stożkiem ściętym lub ściętą piramidą o łagodnem zwężeniu się ku górze, przewód komina zaś w swym zarysie idzie za postacią trzonu, ale z odsadkami, jak podano w instrukcji. Stosownie zatem do tego postanowienia przekrój poziomy trzonu uzyskuje możność jednostajnej zmiany od góry ku dołowi.



Podnóże w głównym swym zarysie jest albo przedłużeniem postaci trzonu, albo prostym graniastostłupem o poziomym przekroju umiarowym, albo też cylindrem, z przewodem kominowym dostosowanym do zewnętrznej postaci podnóża.

Zwykle trzon ma w przekroju poziomym koło, a podnóże i fundament kwadrat; zresztą tak trzon, jak i podnóże otrzymują przekroje poziome kwadratowe, ośmioboczne, albo kołowe jednolicie lub w stosownych kombinacjach. Przekroje poziome swoją umiarkowością umożliwiają ugrupowanie ich ponad sobą w ten sposób, by środki ciężkości ich spadały w jedną linię pionową i tem samem wytworzyły postać kominu w całej wysokości i we wszystkich pionowych przekrojach dokładnie symetryczną względem jego osi pionowej, czyli osi ciężkości.

Na komin działa ciężar własny w osi ciężkości, oraz parcie wiatru, którego wypadkową według wskazówek pod III. (str. 452) w instrukcji należy przyjąć jako siłę poziomą, działającą w środku ciężkości powierzchni rzutu pionowego odnośnej części składowej kominu.

Ciężar własny wywołuje jednostajne natężenie ciśnące w materiale kominu, zwiększające się od góry ku dołowi; natomiast parcie wiatru usiłuje wyrwać komin.

W myśl drugiego ustępu pod I. w instrukcji powinno obliczenie statyczne wykazywać natężenia materiałów w poszczególnych odsadach (bębnach, spiętrzeniach) wewnątrz trzonu, w podstawie trzonu, w podstawie podnóża na fundamencie i w podszwie fundamentowej, oraz obciążenie gruntu pod fundamentem. Zestawienie zatem następujących niżej wzorów odnosi się właśnie do tego wymagania.

### 1. Ciężar własny.

Jeżeli  $O_o$  jest objętością poszczególniej odsady trzonu,  $\gamma$  ciężar właściwy muru, to ciężar własny odsady

$$G_o = \gamma O_o \quad 126$$

zaś ciężar wszystkich odsad czyli całego trzonu

$$G_1 = \gamma \Sigma O_o = \Sigma G_o \quad 127$$

ciężar własny podnóża fundamentu i ławy betonowej

$$G_2 = \gamma_1 O_p \quad 128$$

$$G_3 = \gamma_2 O_f + \gamma_3 O_b \quad 129$$

gdzie  $O_p$ ,  $O_f$ ,  $O_b$  są odnośne objętości,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$  ciężary właściwe.

Ciężar własny można też obliczyć następująco (rys. 32): Przy stałej grubości pierścienia (odsadki), komina  $g$ , jej wysokości  $h$ , średnicy zewnętrznej  $D$ , i wewnętrznej  $d$ , mierzonej w środku odsady a także ciężaru gatunkowego muru  $\gamma$ , ciężar własny komina okrągłego:

$$C = \gamma \frac{\pi h}{4} (D^2 - d^2) = 0.7854 \gamma h (D^2 - d^2)$$

Komina ośmiobocznego:

$$C = 0.8284 \gamma h (D^2 - d^2).$$

Ciśnienia spowodowane przez ciężar

własny komina:  $N_o = \frac{G_1}{f} = \frac{\Sigma G_o}{f}$ , gdzie  $\Sigma G_o = G_1$ , jest ciężarem własnym części komina leżącej powyżej badanego przekroju, zaś  $f$  jest powierzchnią tego przekroju.

## 2. Parcie wiatru.

W rysunku 31. powierzchnia  $ABCD = F_1$  jest pionowym rzutem trzonu postaci trapezu; jeżeli górny bok trapezu  $AB = D_o$ , dolny  $CD = D_1$ ,  $EF = D_2$ ,  $HJ = D_3$ ,  $KL = D_4$ , to

$$F_1 = \frac{D_o + D_1}{2} h_1 \quad 130$$

parcie zaś wiatru na trzon

$$P_1 = \varphi p F_1 = \varphi p \frac{D_o + D_1}{2} h_1 \quad 131$$

gdzie  $\varphi$  jest współczynnikiem zmniejszającym wiatr w myśl dat pod IV., zaś  $p$  ciśnieniem wiatru w kilogramach na  $1 m^2$  powierzchni w myśl wskazówek podanych w instrukcji (str. 452, § 7, p. 6).

Punkt zaczepienia tego parcia wiatru  $P_1$  będzie według instrukcji w środku ciężkości trapezu  $ABCD$  (rys. 31.) na pionowej osi ciężkości komina w wysokości  $s_1$  ponad podstawą  $CD$  trapezu, obliczalnej według znanego wzoru

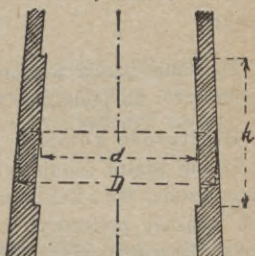
$$s_1 = \frac{h_1}{3} \cdot \frac{2 D_o + D_1}{D_o + D_1} \quad 132$$

Powierzchnia pionowego rzutu podnóża jest prostokątem  $CDEF = F_2 = D_2 h_2$ , stąd własne parcie wiatru na podnóże

$$P_2 = \varphi p F_2 = \varphi p D_2 h_2 \quad 133$$

oprócz tego przenosi się na podnóże także działanie parcia wiatru  $P_1$  z trzonu.

Rysunek 32.



Punkt zaczepienia własnego parcia wiatru  $P_2$  będzie w środku ciężkości pionowego rzutu podnóża  $F_2$  na osi pionowej ponad  $D_2$  w wysokości

$$s_2 = \frac{h_2}{2} \quad 134$$

Działanie parcia wiatru  $P_1$  i  $P_2$  przenosi się dalej na mur fundamentowy i na podszewę fundamentową, co niżej uwzględnimy.

### 3. Stałość komina.

Parcie wiatru usiłuje wywrócić zarówno każdą poszczególną odсадę trzonu, jak i każdą inną część składową komina około krawędzi ich własnej podstawy; tu ograniczymy się wszakże do zbadania działania parcia wiatru tylko na główne części składowe komina, z czego bowiem już łatwo poznać to działanie na wszelkie inne części jego składowe i zastosować wzory wyprowadzone do ich statycznego obliczenia.

Parcie wiatru  $P_1$  dąży do wywrócenia trzonu około krawędzi  $C$  jego podstawy (rys. 31.) a miarą oceny tej dążności jest moment statyczny tej siły  $P_1$  względem rzeczony krawędzi:

$$\begin{aligned} M'_w &= P_1 s_1 = \varphi p F_1 s_1 = \varphi p \frac{D_o + D_1}{2} h_1 \cdot \frac{h_1}{3} \cdot \frac{2 D_o + D_1}{D_o + D_1} = \\ &= \varphi p \frac{h_1^2}{6} (2 D_o + D_1) \end{aligned} \quad 135$$

Temu przeciwdziała moment wypadkowej ciężaru własnego trzonu

$$M'_c = G_1 \frac{D_1}{2} \quad 136$$

i wywrót trzonu nie może nastąpić jak długo będzie

$$M'_w \leq M'_c \quad 137$$

Stałość komina, względnie jego części składowych przeciw wywróceniu wskutek wiatru należy liczyć conajmniej z podwójną pewnością z wykluczeniem wszelkich ułatwień. Idąc za tem postanowieniem instrukcji opieramy się na wynikającym z wzoru warunkowego 137, najniekorzystniejszym, ale zawsze jeszcze w granicach równowagi statycznej dopuszczalnym równaniem

$$M'_w = M'_c \quad 138$$

które po podstawieniu wartości z wzorów 135. i 136. przybierze postać

$$\varphi p \frac{h_1^2}{6} (2 D_o + D_1) = G_1 \cdot \frac{D_1}{2}, \text{ a po podzieleniu przez } \frac{D_1}{2}$$

$$\varphi p \frac{h_1^2}{3} \left( \frac{2 D_o}{D_1} + 1 \right) = G_1, \text{ skąd wreszcie jako oznaka bezpieczeństwa}$$

stałości komina musi być

$$p = \frac{3 G_1}{\varphi h_1^2 \left(1 + \frac{2 D_0}{D_1}\right)} \geq 300 \text{ kg/m}^2 \quad 139$$

Dokładnie tę samą oznakę rozpoznawczą stopnia bezpieczeństwa stałości komina uzyskuje się z ilorazu momentu ciężaru własnego przez moment wiatru, który to iloraz musi czynić zadosyć następującemu równaniu warunkowemu

$$\frac{M'_c}{M'_w} \geq 2 \quad 140$$

Działanie sił  $P_1$  i  $G_1$  trzonu przenosi się także i na podnoże, które nadto pozostaje pod wpływem własnego parcia wiatru (wzór 133.) i ciężaru własnego  $G_2$ ; wypadkowe zatem obu parć wiatru i ciężarów własnych będą tu

$$P_p = P_1 + P_2 = \varphi p (F_1 + F_2) \quad 141$$

$$G_p = G_1 + G_2 \quad 142$$

Wypadkowa  $G_p$  spada z pionową osią ciężkości komina, natomiast punkt zaczepienia wypadkowej wiatru  $P_p$  złożonej z parć wiatru na trzon i podnoże, trzeba wyznaczyć z równania momentów obu tych składowych względem punktu obrotu  $E_1$  w podstawie podnoża, a mianowicie

$$M''_w = P_p s = P_1 (s_1 + h_2) + P_2 \frac{h_2}{2} = P_1 s_1 + \left(P_1 + \frac{P_2}{2}\right) h_2,$$

a na podstawie wzoru 131., 133. i 135.

$$M''_w = M'_w + \left(P_1 + \frac{P_2}{2}\right) h_2 = \varphi p \left[ \frac{h_1^2}{6} (2 D_0 + D_1) + \left(F_1 + \frac{F_2}{2}\right) h_2 \right] = P_p s \quad 143$$

stąd punkt zaczepienia  $s$  wypadkowej wiatru

$$s = \frac{M'_w + \left(P_1 + \frac{1}{2} P\right) h_2}{P_1 + P_2} \quad 144$$

Moment wypadkowej ciężaru własnego

$$M''_c = G_p \cdot \frac{D_2}{2} = (G_1 + G_2) \cdot \frac{D_2}{2} \quad 145$$

Ponieważ i tu obowiązuje warunek wyrażony wzorem 137., więc musi być  $M''_w \leq M''_c$ , zaś dla  $M''_w = M''_c$  w najgorszym razie odnośnie do wzoru 143. i 145. będzie

$\varphi p \left[ \frac{h_1^2}{6} (2 D_o + D_1) + \left( F_1 + \frac{F_2}{2} \right) h_2 \right] = (G_1 + G_2) \frac{D_2}{2}$ , stąd ze względu na bezpieczeństwo stałości podnóza musi być

$$p = \frac{(G_1 + G_2) \frac{D_2}{2}}{\varphi \left[ \frac{h_1^2}{6} (2 D_o + D_1) + \left( F_1 + \frac{F_2}{2} \right) h_2 \right]} \geq 300 \text{ kg/m}^2 \quad 146$$

albo też co na jedno wychodzi

$$\frac{M''_c}{M''_w} \geq 2 \quad 147$$

Działanie zresztą dotychczasowego parcia wiatru i własnego ciężaru objawia się także w podszwie fundamentowej  $KL$  (rys. 31).

I tak moment parcia wiatru  $P_p$  względem krawędzi  $K$  analogicznie do wzoru 143. będzie

$$M'''_w = M''_w + (P_1 + P_2) (h_3 + h_4) = \varphi p \left[ \frac{h_1^2}{6} (2 D_o + D_1) + \left( F_1 + \frac{F_2}{2} \right) h_2 \right] + \varphi p (F_1 + F_2) (h_3 + h_4) \quad 148$$

zaś moment wypadkowej własnego ciężaru  $G_f = G_1 + G_2 + G_3$

$$M'''_c = G_f \cdot \frac{D_4}{2} = (G_1 + G_2 + G_3) \frac{D_4}{2} \quad 149$$

Odnosnie do warunku wyrażonego wzorem 137 musi być i tu  $M'''_w \leq M'''_c$  a w najgorszym razie dla  $M'''_w = M'''_c$  po podstawieniu wartości z wzorów 148. i 149. będzie

$$\varphi p \left\{ \left[ \frac{h_1^2}{6} (2 D_o + D_1) + \left( F_1 + \frac{F_2}{2} \right) h_2 \right] + (F_1 + F_2) (h_3 + h_4) \right\} = (G_1 + G_2 + G_3) \frac{D_4}{2}, \text{ stąd wreszcie jako oznaka bezpieczeństwa}$$

stałości komina musi być

$$p = \frac{(G_1 + G_2 + G_3) D_4}{2 \varphi \left\{ \left[ \frac{h_1^2}{6} (2 D_o + D_1) + \left( F_1 + \frac{F_2}{2} \right) h_2 \right] + (F_1 + F_2) (h_3 + h_4) \right\}} \geq 300 \text{ kg/m}^2 \quad 150$$

czyli co na jedno wychodzi

$$\frac{M'''_c}{M'''_w} \leq 2 \quad 151$$



## d) Wytrzymałość komina na zgniecenie.

Ciężar własny zarówno którejkolwiek części, jak całości komina działa w środku ciężkości odnośnej podstawy i wywiera na całą jej powierzchnię jednostajne natężenie; jeżeli zatem ciężar  $G$  wyrazimy w kilogramach a powierzchnię  $f$  podstawy w centymetrach kwadratowych, to natężenie cisnące na  $1 \text{ cm}^2$

$$k_0 = \frac{G}{f} \quad 152$$

Tak ma się rzecz, jak wiatru niema; skoro wszakże pocnie działać parcie  $P$  wiatru, to siła ta pozioma złoży się z ciężarem własnym  $G$  w wypadkową  $R$  ukośną, która dozna wysunięcia ze środka ciężkości podstawy na odległość  $y$ . W nowym tym punkcie zaczepienia składowa pozioma  $P$  wypadkowej  $R$  będzie usiłowała przesunąć odnośną część komina po powierzchni podstawy, a do oceny tego działania i do obliczenia służą wzory 47. do 52., oraz 77. tyżące się wytrzymałości sklepienia (str. 501 do 503 i 512). Natomiast pionowa składowa  $G$ , jako działająca ekscentrycznie w odstępnie  $y$  od środka ciężkości podstawy, wywoła w niej nierówne natężenia cisnące, malejące według linii prostej od krawędzi najbardziej ciśnionej ku krawędzi najmniej ciśnionej. Do oceny i do obliczenia tych natężeń służą znane wzory 87. i 88. z teorii elastyczności, tyżące się statycznego obliczenia murów (str. 528); wzory te w zastosowaniu do naszego zadania, gdzie  $x_1 = x_2 = x$ ,  $W_1 = W_2 = W$ ,  $P = G$ ,  $M = Gy$ ,  $F = f$ ,  $\sigma_1 = k_1$ ,  $\sigma_2 = k_2$ , przybiorą postać

$$\begin{aligned} k_1 &= \frac{G}{f} + \frac{Mx}{J} = \frac{G}{f} + \frac{Gyx}{J} = \frac{G}{f} \left( 1 + \frac{fyx}{J} \right) = \\ &= \frac{G}{f} \left( 1 + \frac{fy}{W} \right) \end{aligned} \quad 153$$

$$\begin{aligned} k_2 &= \frac{G}{f} - \frac{Mx}{J} = \frac{G}{f} - \frac{Gyx}{J} = \frac{G}{f} \left( 1 - \frac{fyx}{J} \right) = \\ &= \frac{G}{f} \left( 1 - \frac{fy}{W} \right) \end{aligned} \quad 154$$

Tu mamy trzy niewiadome:  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $y$ ; gdy zaś z dwu równań tylko dwie z nich można wyznaczyć, więc musimy postarać się o trzecie równanie

Parcie wiatru  $P$  wielkością swego momentu  $M_w = Ps$  usiłuje wyrzucić komin około krawędzi jego podstawy na zewnątrz, a więc odchylić własny ciężar jego  $G$  ze środka ciężkości na odległość  $y$ , czemu przeciwdziała moment tego ciężaru  $M_c = Gy$ . Oczywiście to odchylenie będzie się odbywać tak długo, czyli na tak wielką odległość  $y$ , dopokąd nie nastąpi równowaga statyczna co do obu przeciwnych działań, czyli zrównanie się obu momentów

$$Ps = Gy \quad 155$$

a stąd dalej

$$y = \frac{Ps}{G} = \frac{M_w}{G} \quad 156$$

Wzory 153. i 154. odniesione do muru trzonu, a ewentualnie i podnóża komina mają większy zakres zastosowania, gdyż instrukcja dopuszcza tu natężenia ciągnące do  $-1.5 + 0.05 (H - 30) \text{ kg/cm}^2$  dla trzonu do 30 m wysokiego, zaś na każdy metr większej wysokości ustanawia zmniejszenie tego natężenia ciągnącego o  $0.05 \text{ kg/cm}^2$ . W materiale innych części składowych, to podobnie jak w ogóle w murach zwykłych natężenia ciągnące są niedopuszczalne. Według tego postanowienia zatem gdy trzon sam, a ewentualnie łącznie z podnóżem będzie ponad 60 m wysoki, to natężenia ciągnące są zupełnie wykluczone.

Po wprowadzeniu zresztą we wzory 153. i 154. wartości z wzorów 91., 152. i 156. otrzymamy

$$k_1 = \frac{G}{f} \left( 1 + \frac{M_w}{G} \cdot \frac{f}{W} \right) = k_0 \left( 1 + \frac{y}{e} \right) \quad 157$$

$$k_2 = \frac{G}{f} \left( 1 - \frac{M_w}{G} \cdot \frac{f}{W} \right) = k_0 \left( 1 - \frac{y}{e} \right) \quad 158$$

gdzie moment oporu

$$W = \frac{J}{\frac{D}{2}} = \frac{2J}{D} \quad 159$$

Zresztą w tych częściach składowych komina, w których natężenie ciągnące jest, lub stało się niedopuszczalne, należy stosować wzory 157. i 158. w miarę określić i oznak, wyrażonych wzorami 87. do 104., oraz wywodami i uwagami bezpośrednio do nich odniesionymi.

A gdy okaże się wreszcie, że  $y > e$ , czyli że w przekroju poprzecznym oprócz nateżeń cisnących występują w pewnej jego części nateżenia ciągnące, wówczas należy zastosować i dostosować wzory 105. do 125. z uwzględnieniem odnośnych bezpośrednich wywodów, określeń i uwag.

Przedstawione wyżej wzory 126. do 159. są zasadnicze i mniej lub więcej ogólne; w dalszym toku niżej zestawia się na tej podstawie wzory szczegółowe dla kominów o najczęściej używanym przekroju poprzecznym kołowym i ośmiobocznym umiarowym.

### e) Momenta bezwładności i oporu w odniesieniu do postaci poprzecznego przekroju kominów.

Jeżeli poprzeczny przekrój kominu jest kwadratem lub wielobokiem umiarowym, a płaszczyzna działania siły zmienia swe położenie, to moment bezwładności  $J$  pozostaje niezmienny; natomiast moment oporu  $W$  stanie się największy, gdy płaszczyzna działania siły przybierze położenie równoległe do jednego z boków, a najmniejszy, gdy płaszczyzna ta spadnie razem z przekątnią przekroju; w pierwszym razie bowiem odległość  $x$  najskrajniejszego, w płaszczyznę działania siły wpadającego punktu przekroju od jego środka ciężkości będzie najmniejszą, a w drugim razie największą, co wynika zresztą wprost z równania momentu oporu  $W = \frac{J}{x}$ .

W przekroju kołowym moment oporu nie zmienia się, gdyż każdy najskrajniejszy punkt przekroju leży na obwodzie koła, a zatem jego odległość  $x$  od środka ciężkości przekroju jest jednaka.

Skoro zatem na komin kwadratowy lub ośmioboczny pocnie wiatr dąć w kierunku przekątnej przekroju czyli w kierunku naroża, moment oporu stanie się najmniejszy, a powstałe w najskrajniejszym punkcie przekroju, czyli w narożu nateżenie  $k = \frac{M_{ic}}{W}$  wypadnie największe; będzie to zatem najniekorzystniejszy kierunek parcia wiatru.

W następującej tabelicy zestawia się do tego celu momenta oporu dla pierścieniowych przekrojów poprzecznych, używanych w budownictwie kominowem, wyprowadzone na podstawie wzorów zasadniczych.

Liczba bieżąca	Postać przekroju	Moment bezwładności $J$	Moment oporu względem osi ciężkości przekroju	
			przekątnej <sup>1</sup> $W_p$	normalnej $W_n$
1	Koło . . . . .	$0.0491 D^4 = \frac{\pi D^4}{64}$	$0.0982 D^3$	$0.0982 D^3$
2	Ośmiobok . . . . .	$0.0547 D^4$	$0.1011 D^3$	$0.1095 D^3$
3	Kwadrat . . . . .	$0.0833 D^4 = \frac{D^4}{12}$	$0.1179 D^3$	$0.1667 D^3$
4	Pierścień kołowy z wnętrzem kołowym	$0.0491 (D^4 - d^4)$	$0.0982 \left( D^3 - \frac{d^3}{D} \right)$	$0.0982 \left( D^3 - \frac{d^3}{D} \right)$
5	Pierścień ośmioboczny z wnętrzem ośmiobocznym . . . . .	$0.0547 (D^4 - d^4)$	$0.1011 \left( D^3 - \frac{d^3}{D} \right)$	$0.1095 \left( D^3 - \frac{d^3}{D} \right)$
6	Pierścień ośmioboczny z wnętrzem kołowym . . . . .	$0.0547 D^4 - 0.0491 d^4$	$0.1011 D^3 - 0.0907 \frac{d^3}{D}$	$0.1095 D^3 - 0.0982 \frac{d^3}{D}$
7	Pierścień kwadratowy z wnętrzem kwadratowym . . . . .	$0.0833 (D^4 - d^4)$	$0.1179 \left( D^3 - \frac{d^3}{D} \right)$	$0.1667 \left( D^3 - \frac{d^3}{D} \right)$
8	Pierścień kwadratowy z wnętrzem ośmiobocznym . . . . .	$0.0833 D^4 - 0.0547 d^4$	$0.1179 D^3 - 0.0774 \frac{d^3}{D}$	$0.1667 D^3 - 0.1095 \frac{d^3}{D}$
9	Pierścień kwadratowy z wnętrzem kołowym . . . . .	$0.0833 D^4 - 0.0491 d^4$	$0.1179 D^3 - 0.0694 \frac{d^3}{D}$	$0.1667 D^3 - 0.0982 \frac{d^3}{D}$

<sup>1</sup> W ośmioboku połowa przekątnej, czyli promień koła opisanego  $R = 0.5412 D$ , a w kwadracie  $R = 0.7071 D$ , gdzie  $D$  jest średnicą koła wpisanego.

## f) Obliczenie statyczne komina okrągłego

fabrycznego 25 m wysokiego (rys. 33), zmniejszającego się o 48 mm na 1 m b. komina.

Dane szczegółowe:

Mur z promieniówek, o ciężarze  $\gamma = v = 1650 \text{ kg/m}^3$ ,

beton  $2200 \text{ kg/m}^3$ ,

parcie wiatru  $p = 120 \text{ kg/m}^2$ ,

spółczynnik zmniejszający  $e = 0.75$ .

Największe naprężenie na rozciąganie:

$$\sigma_2 = -1.5 + 0.05(H - 30) = -1.5 + 0.05(25 - 30) = -1.75 \text{ kg/cm}^2.$$

Największe naprężenie na ciśnienie:

$$\sigma_1 = 12 \text{ kg/cm}^2$$

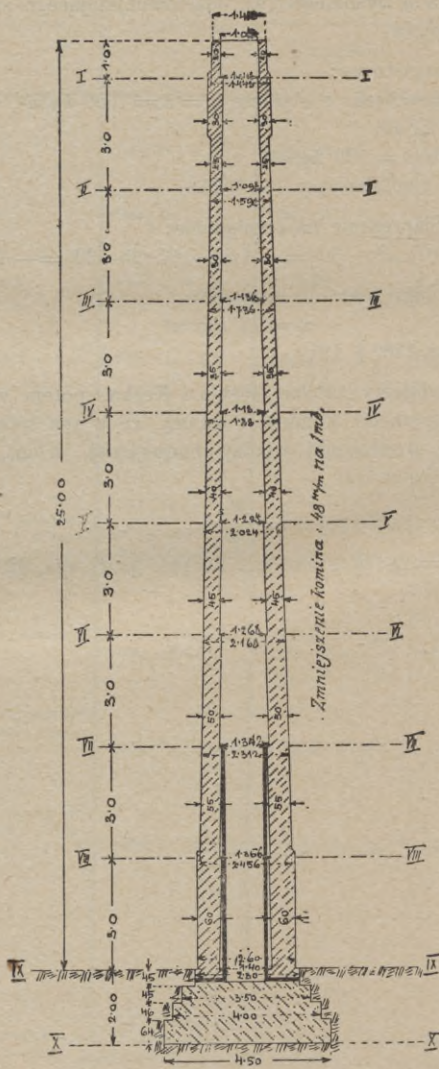
(patrz instr. str. 458, § 19).

Najpierw podajemy tablice Goebbla i Keeka, potem zestawienie obliczenia statycznego komina z uwagą, że w ten sposób należy je przedkładać przelożonej władzy budowlanej, celem uzyskania zatwierdzenia (konsensu).

$$\text{Odechylenie wypadkowej } a = \frac{M_w}{g} = \frac{P \cdot S}{g}.$$

$d = d_x$  i  $D = D_x$  są średnicami komina (patrz rys. 32.).

Rysunek 33.





## Statyczne obliczenia okrągłego

L. p.		Rodzaj miary wymiaru	Prze- krój
			I—I
1	Średni promień $R$ . . . . .	$m$	0.724
2	Średni promień $r$ . . . . .	$m$	0.524
3	Średnia powierzchnia przekroju $f^s_p = (R^2 - r^2) \pi$ .	$m^2$	0.782
4	Wysokość odsady $h_p$ . . . . .	$m$	1.0
5	Objętość odsady $O = f^s_p \times h_p$ . . . . .	$m^3$	0.782
6	Ciężar gatunkowy muru $v$ . . . . .	$t/m^3$	1.65
7	Grubość ściany . . . . .	$m$	0.20
8	Ciężar odsady $G = O \times v$ . . . . .	$t$	1.29
9	Ciężar komina nad badanym przekrojem $\Sigma G$ . . .	$t$	1.29
10	Średnica podstaw odsady $D_x = 2 R$ . . . . .	$m$	1.448
11	Średnica podstaw odsady $d_x = 2 r$ . . . . .	$m$	1.048
12	Powierzchnia podstawy odsady $f_n = \frac{\pi}{4} (D_x^2 - d_x^2)$	$m^2$	0.778
13	Moment ciężaru własnego $M_g = \Sigma G \times R$ . . . . .	$tm$	0.933
14	Wysokość komina nad danym przekrojem $h_x$ . . .	$m$	1
15	Powierzchnia rzutu pionowego komina nad danym przekrojem $F = \frac{D_o + D_x}{2} h_x = \frac{1.40x + D_x}{2} h_x$ .	$m^2$	1.424
16	Całkowite parcie wiatru nad przekrojem $P = \mu \cdot p \cdot F = 0.75 : 120 \cdot F$ . . . . .	$kg/m^2$	128.2
17	Częściowe parcie wiatru na każdą odsadę z osobna $P_{cz} = \mu \cdot p \cdot f_n \cdot h_p = 0.75 \cdot 120 \cdot f_n \cdot h_p$ . . . .	$kg/m^2$	70



## komina wysokiego.

## P r z e k r ó j

II—II	III—III	IV—IV	V—V	VI—VI	VII—VII	VIII—VIII	IX—IX	X—X
0.796	0.868	0.940	1.012	1.084	1.156	1.228	1.300	$\frac{4.5}{2} = 2.25$
0.546	0.568	0.590	0.612	0.634	0.656	0.678	0.700	.
1.052	1.350	1.68	2.04	2.42	2.83	3.28	3.74	.
3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0
3.15	4.05	5.04	6.12	7.25	8.47	9.83	11.22	25.32 bet. 2.15 muru <i>m</i> <sup>3</sup>
1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	2.20
0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	.
5.20	6.67	8.31	10.10	11.98	14.00	16.21	18.52	50.25
6.49	13.16	21.47	31.57	43.55	57.55	73.76	92.28	151.53
1.592	1.736	1.880	2.024	2.168	2.312	2.456	2.600	.
1.092	1.136	1.180	1.224	1.268	1.313	1.356	1.400	.
1.129	1.287	1.845	1.973	2.415	2.825	3.290	3.750	20.25
5.16	14.00	20.20	32.00	47.17	66.32	91.50	120.00	341.00
4	7	10	13	16	19	22	25	27
5.97	10.98	16.40	22.27	28.56	35.23	42.40	50.00	.
536.5	989.5	1475	2005	2570	3170	3810	4500	.
305	348	497	533	651	762	887	1012	.

L. p.		Rodzaj miary wymiaru	Prze- krój  I—I
18	Odległość środka ciężkości od danego przekroju $S = \frac{h_x}{3} \cdot \frac{D_x + 2 D_o}{D_x + D_o} \dots \dots \dots$	m	0.497
19	Moment parcia wiatru $M_w = P \cdot S \dots \dots \dots$	tm	0.067
20	Pewność przeciwko wywróceniu $\frac{M_g}{M_w} \dots \dots \dots$		13.95
21	Odechylenie wypadkowej $a = \frac{M_w}{\Sigma G} \dots \dots \dots$	m	0.052
22	Najmniejszy promień rdzenny $K_m = \frac{D_x}{8} \left( 1 + \frac{d_x^2}{D_x^2} \right)$	m	0.275
23	Współczynnik $\frac{a}{D_x} \dots \dots \dots$	.	0.03
24	Współczynnik $\frac{d_x}{D_x} \dots \dots \dots$	.	0.708
25	Wielkości odczytane z tablic $\left. \begin{array}{l} A \dots \dots \dots \\ B \dots \dots \dots \end{array} \right\}$	m	1.20
26	Goebła i Kecka $\dots \dots \dots$	m	.
27	Ciśnienie spowodowane ciężarem własnym komina $N_o = \frac{\Sigma G}{f_n} \dots \dots \dots$	kg/cm <sup>2</sup>	0.17
28	Największe ciśnienie skrajne przy $a > K_m$ , $N_3 = N_o \cdot A$	kg/cm <sup>2</sup>	.
29	Toż samo — obliczone wedle wzoru Langa $N_3 = N_1 - N_2$	kg/cm <sup>2</sup>	0.06
30	Naprężenie skrajne na stronie podwietrznej $N_2 = N_o \left( 1 - \frac{a}{K_m} \right) \dots \dots \dots$	kg/cm <sup>2</sup>	0.14
31	Naprężenie skrajne na stronie zawietrznej $N_1 = N_o \left( 1 + \frac{a}{K_m} \right) \dots \dots \dots$	kg/cm <sup>2</sup>	0.20

## P r z e k r ó j

II—II	III—III	IV—IV	V—V	VI—VI	VII—VII	VIII—VIII	IX—IX	X—X
1·965	3·38	4·76	6·09	7·43	8·73	10·02	11·25	.
1·055	3·34	7·02	12·21	19·10	27·62	38·20	50·60	50·60
4·9	4·18	2·88	2·62	2·48	2·40	2·40	2·37	6·74
0·163	0·254	0·327	0·387	0·437	0·481	0·518	0·545	0·335
0·292	0·309	0·328	0·344	0·365	0·382	0·400	0·418	.
0·10	0·147	0·174	0·189	0·202	0·208	0·215	0·210	.
0·686	0·654	0·627	0·605	0·583	0·567	0·553	0·538	.
1·55	1·85	2·01	2·10	2·22	2·31	2·35	2·35	.
.	.	0·99	0·85	0·84	0·82	0·75	0·70	.
0·58	1·02	1·17	1·60	1·81	2·04	2·25	2·47	0·75
.	.	.	3·36	4·02	4·71	5·27	5·70	.
0·65	1·67	2·27	.	.	.	.	.	.
0·26	0·19	0·06	-0·192	-0·342	-0·53	-0·675	-0·76	.
0·91	1·86	2·33	.	.	.	.	.	.

L. p.		Rodzaj miary wymiaru	Prze- krój
			I—I
32	Odległość osi obojętnej od środka przekroju $b = \frac{D_x}{2} B$	$m$	
33	Odległość przyłożenia wypadkowej parcia wiatru ( $P$ ) i ciężaru własnego, według Langa $a' = \frac{1}{4} \left( D_x + \frac{d_x}{2} \right)$	$m$	0·49
34	Stosunek $a : a'$ . . . . .		
35	Moment wytrzymałości przekroju $W = 0.0982 \frac{D_x^4 - d_x^4}{D_x}$	$m^4$	0·21

Uwagi <sup>1</sup> poz. 22:

$$\text{dla kominów ośmiobocznych } K_m = 1.22 \left( 1 + \frac{d_x^2}{D_x^2} \right)$$

$$\text{dla kominów kwadratowych } K_m = 0.118 \left( 1 + \frac{d_x^2}{D_x^2} \right)$$

gdzie  $D_x$  i  $d_x$  są średnicami kół, wpisanych w ośmio- względnie czworobok.

## P r z e k r ó j

II—II	III—III	IV—IV	V—V	VI—VI	VII—VII	VIII—VIII	IX—IX	X—X
.	.	0.93	0.86	0.91	0.95	0.92	0.91	.
0.53	0.58	0.62	0.66	0.72	0.74	0.78	0.83	.
<i>a'</i> jest wszędzie większe od <i>a</i>								.
0.31	0.42	0.55	0.70	0.89	1.08	1.32	1.57	.

Widzimy, że największe naprężenia nie przekraczają naprężeń dopuszczalnych, gdyż

$$N_3 = 5.70 \text{ kg/cm}^2, \text{ gdy dopuszczalne } \sigma_1 = 12 \text{ kg/cm}^2$$

$$N = -0.76 \text{ kg/cm}^2, \text{ gdy dopuszczalne } \sigma_2 = -1.75 \text{ kg/cm}^2.$$

## g) Obliczenie statyczne ośmiobocznego komina

fabrycznego 45 m wysokiego (rys. 34 a i 34 b).

## 1. Dane szczegółowe.

Trzon komina 35 m wysoki ośmioboczny z takimże podnóżem 10 m wysokim, o przewodzie kominowym ośmiobocznym ze zwykłych cegieł dobrze wypalonych na zaprawie przedłużonej w stosunku objętości cementu portlandzkiego do wapna i piasku, jak 1 : 4 : 10.

Mur fundamentowy takiż sam na ławie betonowej.

Obustronne odchylenie zewnętrzznego lica ścian komina wynosi 5.4 % wysokości komina, według którego to odchylenia obliczono średnice poszczególnych odsad komina.

Ciężar 1 m<sup>3</sup> muru ceglanego na zaprawie przedłużonej  $\gamma = 1600 \text{ kg}$   
 „ 1 m<sup>3</sup> betonu . . . . .  $\gamma_1 = 2200 \text{ „}$   
 „ 1 m<sup>3</sup> płaszcza ochronnego (wykładziny) . . .  $\gamma_2 = 1600 \text{ „}$   
 Parcie wiatru na 1 m<sup>2</sup>  $p = 130 + 30 \%$  . . . . . = 199 „  
 Współczynnik parcia wiatru na trzon i podnóże . . .  $\varphi = 0.89$

Dopuszczalne ciśnienie na 1 cm<sup>2</sup> muru  $\frac{10 + 7}{2} = 8.5 \text{ kg}$

Dopuszczalne napięcie ciągnące

$$-1.50 + (45 - 30) \times 0.05 = -0.75 \text{ kg/cm}^2$$

Parcie wiatru na trzon:

$$P_1 = 0.89 \times 199 \times \frac{1.80 + 3.69}{2} \times 35 = 16985.84 \text{ kg} = 16986 \text{ kg}$$

Parcie wiatru na podnóże nad cokolem:

$$P_2 = 0.89 \times 199 \times \frac{3.99 + 4.37}{2} \times 7 = 5250 \text{ kg}$$

Parcie wiatru na podnóże w cokole:

$$P_3 = 0.89 \times 199 \times \frac{4.67 + 4.83}{2} \times 3 = 2520 \text{ kg}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = 24756 \text{ kg.}$$

Wysokość środka ciężkości rzutu pionowego (trapezu) części podnóża nad cokolem, czyli punktu zaczepienia parcia wiatru  $P_2$ :

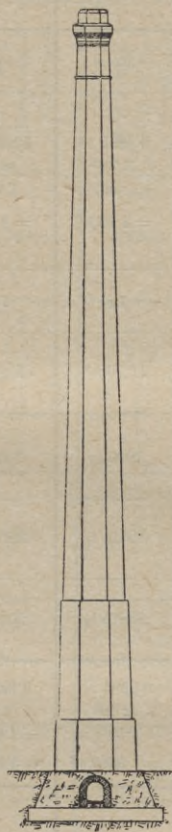
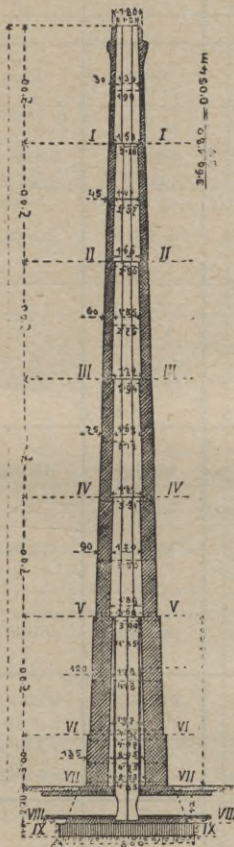
$$s_2 = \frac{7}{3} \times \frac{2 \times 3.99 + 4.37}{3.99 + 4.37} = \frac{12.35}{8.36} \times 3.50 = 5.17 \text{ m.}$$

Wysokość takiegoż punktu zaczepienia w cokole podnóża:

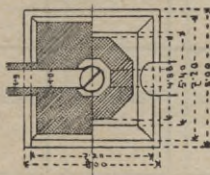
$$s_3 = \frac{3}{3} \times \frac{2 \times 4.67 + 4.83}{4.67 + 4.83} = \frac{14.17}{9.50} = 1.49 \text{ m.}$$

Rysunek 34a.

Rysunek 34b.



VIII - VII



## 2. Obliczenie trzonu 35 m wysokiego.

Przekrój poziomy	I	II	III	IV	V
Grubość ścian	30 cm	45 cm	60 cm	75 cm	90 cm
Powierzchnia średniego przekroju poziomego $f_s = 0.8284 \times (D_s^2 - d_s^2)$ odsady trzonu	$0.8284 \times (1.99^2 - 1.39^2) = 1.68 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (2.37^2 - 1.47^2) = 2.86 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (2.75^2 - 1.55^2) = 4.27 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (3.12^2 - 1.62^2) = 5.89 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (3.50^2 - 1.70^2) = 7.75^2$
Wysokość $h$	7 m	7 m	7 m	7 m	7 m
Objętość $O = f_s h$	11.76 m <sup>3</sup>	20.02 m <sup>3</sup>	29.89 m <sup>3</sup>	41.23 m <sup>3</sup>	54.25 m <sup>3</sup>
Ciężar właściwy $\gamma$	1600 kg	1600 kg	1600 kg	1600 kg	1600 kg
Ciężar obliczony $G = \gamma O$	18816 kg	32032 kg	47824 kg	65968 kg	86800 kg
Ciężar razem $\Sigma G$	18816 kg	50848 kg	98672 kg	164640 kg	251440 kg
Powierzchnia podstawy odsady $f_n = 0.8284 (D_n^2 - d_n^2)$	$0.8284 \times (2.18^2 - 1.58^2) = 1.8689 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (2.56^2 - 1.66^2) = 3.1463 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (2.94^2 - 1.74^2) = 4.6523 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (3.31^2 - 1.81^2) = 6.3621 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (3.69^2 - 1.89^2) = 8.3204 \text{ m}^2$
Cisnienie własne na 1 cm <sup>2</sup> podstawy $k_0 = \frac{\Sigma G}{f_n \cdot 10^4}$	1.007 kg/cm <sup>2</sup>	1.616 kg/cm <sup>2</sup>	2.121 kg/cm <sup>2</sup>	2.588 kg/cm <sup>2</sup>	3.022 kg/cm <sup>2</sup>
Moment ciężaru własnego $M_s = \Sigma G \frac{D_n}{2}$	20509.44 kg/m	65085.44 kg/m	145047.84 kg/m	272479.20 kg/m	463906.80 kg/m



Przekrój poziomy	I	II	III	IV	V
Moment wiatru $M_w = 0.89 \times 199 \times$ $\times \frac{h^2}{6} (2D_0 + D_n) =$ $= 29.52 \times h^2 \times$ $\times (2D_0 + D_n)$	$29.52 \times 7^2 \times$ $\times (2 \times 1.80 +$ $+ 2.18) =$ $= 84.00 \text{ kg/m}$	$29.52 \times 14^2 \times$ $\times (3.60 + 2.56) =$ $= 35.600 \text{ kg/m}$	$29.52 \times 21^2 \times$ $\times (3.60 + 2.94) =$ $= 85.100 \text{ kg/m}$	$29.52 \times 28^2 \times$ $\times (3.60 + 3.31) =$ $= 159.800 \text{ kg/m}$	$29.52 \times 35^2 \times$ $\times (3.60 + 3.69) =$ $= 263.900 \text{ kg/m}$
Odchylenie wypadkowej $R$ $y = \frac{M_w}{\Sigma G}$	0.447 m	0.703 m	0.863 m	0.972 m	1.050 m
Moment oporu względem osi przekątnej $W = 0.1011 \times$ $\times \left( D_n^3 - \frac{d_n^4}{D_n} \right)$	$0.1011 \times$ $\times \left( \frac{1.58^4}{2.18^3} - \frac{1.58^4}{2.18} \right) =$ $= 0.759 \text{ m}^3$	$0.1011 \times$ $\times \left( \frac{1.66^4}{2.56^3} - \frac{1.66^4}{2.56} \right) =$ $= 1.398 \text{ m}^3$	$0.1011 \times$ $\times \left( \frac{1.74^4}{2.94^3} - \frac{1.74^4}{2.94} \right) =$ $= 2.256 \text{ m}^3$	$0.1011 \times$ $\times \left( \frac{1.81^4}{3.31^3} - \frac{1.81^4}{3.31} \right) =$ $= 3.342 \text{ m}^3$	$0.1011 \times$ $\times \left( \frac{1.89^4}{3.69^3} - \frac{1.89^4}{3.69} \right) =$ $= 4.735 \text{ m}^3$
Dalekość rdzenia podstawy $e = \frac{W}{f_n}$	0.406 m	0.444 m	0.485 m	0.525 m	0.569 m
Pewność przeciw wywróceniu $\frac{M_c}{M_w}$	2.46 razy	1.86 razy	1.71 razy	1.71 razy	1.75 razy
Naprężenie krańcowe w murze na $1 \text{ cm}^2$ cisnące $k_1 = k_0 \left( 1 + \frac{y}{e} \right)$	2.10 $\text{kg/cm}^2$	4.08 $\text{kg/cm}^2$	5.90 $\text{kg/cm}^2$	7.39 $\text{kg/cm}^2$	8.61 $\text{kg/cm}^2$
Naprężenie krańcowe w murze na $1 \text{ cm}^2$ ciągnące $k_2 = k_0 \left( 1 - \frac{y}{e} \right)$	- 0.10 $\text{kg/cm}^2$	- 0.95 $\text{kg/cm}^2$	- 1.65 $\text{kg/cm}^2$	- 2.20 $\text{kg/cm}^2$	- 2.57 $\text{kg/cm}^2$

## 3. Obliczenie podnóża 10 m wysokiego.

Przekrój poziomy	VI	VII
Powierzchnia przekroju poziomego dolnego $f_n = 0.8284 (D_n^2 - d_n^2)$	$0.8284 \times (4.37^2 - 1.97^2) = 12.6049 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (4.83^2 - 2.13^2) = 15.5673 \text{ m}^2$
Powierzchnia przekroju poziomego średniego $f_s = 0.8284 (D_s^2 - d_s^2)$	$0.8284 \times (4.18^2 - 1.78^2) = 11.85 \text{ m}^2$	$0.8284 \times (4.75^2 - 2.05^2) = 15.21 \text{ m}^2$
Wysokość $h$	7 m	3 m
Objętość $O = f_s h$	82.95 m <sup>3</sup>	45.63 m <sup>3</sup>
Ciężar właściwy $\gamma$	1600 kg	1600 kg
Ciężar obliczony $G_n = \gamma O$	132720 kg	73008 kg
Ciężar wszystkich części poprzednich $\Sigma G$	251440 kg	
Ciężar razem $\Sigma G_n$	384160 kg	384160 kg
Cisnienie własne na 1 cm <sup>2</sup> przekroju $k_0 = \frac{\Sigma G_n}{f_n \cdot 10^4}$	3.048 kg/cm <sup>2</sup>	2.937 kg/cm <sup>2</sup>
Moment ciężaru własnego $M_c = \Sigma G_n \frac{D_n}{2}$	839389.60 kg/m	1104060.72 kg/m
Moment wiatru wszystkich części poprzednich $M$	263.900 kg/m	410.050 kg/m
Moment wiatru całkowity $\Sigma M_w$	263.900 + + $P_1 \times 7 + P_2 \cdot s_2 =$ = 410.050 kg/m	410.050 + + $(P_1 + P_2) \times 3 + P_3 \cdot s_1 =$ = 479.520 kg/m

Przekrój poziomy	VI	VII
Odchylenie wypadkowej $R$ $y = \frac{\sum M_{iw}}{\sum G_n}$	1·065 m	1·045 m
Moment oporu względem osi przekątnej $W_p = 0·1011 \left( D^3 - \frac{d^3}{D} \right)$	$0·1011 \times \left( 4·37^3 - \frac{1·97^3}{4·37} \right) = 8\ 096\ m^3$	$0·1011 \times \left( 4·83^3 - \frac{2·13^3}{4·83} \right) = 10\ 972\ m^3$
Dalekość rdzenia przekroju $e = \frac{W_p}{f_n}$	0·642 m	0·705 m
Pewność przeciw wywróceniu $\frac{M_c}{\sum M_{iw}}$	2·04 razy	2·29 razy
Naprężenie krawężne w murze na 1 cm <sup>2</sup> cisnące $k_1 = k_0 \left( 1 + \frac{y}{e} \right)$	8·05 kg/cm <sup>2</sup>	7·26 kg/cm <sup>2</sup>
Naprężenie krawężne w murze na 1 cm <sup>2</sup> ciągnące $k_2 = k_0 \left( 1 - \frac{y}{e} \right)$	- 2·04 kg/cm <sup>2</sup>	- 1·41 kg/cm <sup>2</sup>

Z powyższego widzimy, że naprężenia ciągnące przekraczają dopuszczalną granicę, t. z. przekrój kominu musi być odpowiednio dobrany i przeliczony.

4. Obliczenie fundamentu na zasadzie pierwotnego założenia: Przekrój poziomy VIII.

Objętość muru fundamentowego, tworzącego ściętą piramidę ponad przekrojem VIII.

$$(7·20^2 + \sqrt{7·20^2 \times 5·40^2} + 5·40) \times \frac{2·20}{3} = \frac{119·88}{3} \times 2·20 = 39·96 \times 2·20 = 87·91\ m^3$$

od tego odjąć: przewód kominowy

$$1·35^2 \times \frac{3·14}{4} \times 2·0 = 2·86\ m^3$$

szyję kominową

$$\left( \frac{5·40 + 7·20}{2} - 1·35 \right) \left( 0·6 \times 1·0 + \frac{0·5^2 \times 3·14}{2} \right) = 4·90\ m^3$$

$$\frac{\text{razem odjąć . . . } 7·76\ m^3}{\text{zostaje . . . } 80·15\ m^3}$$

Ciężar zatem muru fundamentowego:

$$80 \cdot 15 \times 1600 = G_8 = 128.240 \text{ kg}$$

Do tego ciężar wszystkich poprzednich części

$$\text{komina} \dots \dots \dots \Sigma G_7 = 457.168 \text{ „}$$

oraz ciężar płaszcza ochronnego wewnętrznego:

$$[(1 \cdot 65^2 - 1 \cdot 35^2) \frac{\pi}{4} \times 7 \cdot 0 + (1 \cdot 55^2 - 1 \cdot 35^2) \frac{\pi}{4} \times \\ \times 3 + 1 \cdot 35 \times 0 \cdot 15 (7 + 3 + 2)] \times 1600 = (4 \cdot 95 + \\ + 1 \cdot 37 + 2 \cdot 43) \times 1600 = 8 \cdot 75 \times 1600 = \dots \dots \dots 14.000 \text{ „}$$

$$\text{Razem ciężar ogólny } \Sigma G_8 = 599.408 \text{ kg}$$

Powierzchnia przekroju VIII.  $f = 7 \cdot 20^2 = 51 \cdot 84 \text{ m}^2$

$$k_0 = \frac{\Sigma G_8}{f \cdot 10^4} = \frac{599.408}{518.400} = 1 \cdot 156 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Sigma M_w = 479.520 + (P_1 + P_2 + P_3) \times 2 \cdot 20 = 533.983 \text{ kg/m}$$

$$y = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma G_8} = \frac{533983}{599408} = 0 \cdot 892 \text{ m}$$

$$W_p = 0 \cdot 1179 D^3 - 0 \cdot 0694 \frac{d^4}{D} = 0 \cdot 1179 \times 7 \cdot 20^3 - \\ - 0 \cdot 0694 \frac{1 \cdot 35^4}{7 \cdot 20} = 43 \cdot 955$$

$$e_1 = e_2 = e = \frac{W_p}{f} = \frac{43 \cdot 955}{51 \cdot 840} = 0 \cdot 848 \text{ m}$$

$$k_1 = k_0 \left( 1 + \frac{y}{e_1} \right) = 1 \cdot 156 \left( 1 + \frac{0 \cdot 892}{0 \cdot 848} \right) = 1 \cdot 156 (1 + 1 \cdot 05) = \\ = 2 \cdot 39 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_2 = 1 \cdot 156 (1 - 1 \cdot 05) = 0 \cdot 05 \text{ kg/cm}^2$$

Podeszwa fundamentowa IX.

Ciężar ławy betonowej

$$G_9 = 8 \cdot 0^2 \times 0 \cdot 80 \times 2200 = \dots \dots \dots 112640 \text{ kg}$$

$$\text{Ciężar wszystkich części poprzednich} \dots \dots \dots \Sigma G_8 = 599408 \text{ „}$$

$$\text{razem} \dots \dots \dots \Sigma G_9 = 712048 \text{ kg}$$

Powierzchnia podeszwy IX.  $f = 8^2 = 64 \cdot 00 \text{ m}^2$

$$k_0 = \frac{712.048}{64 \times 10000} = 1 \cdot 11 \text{ kg/cm}^2$$

Moment wiatru

$$\Sigma M_w = 533983 + (P_1 + P_2 + P_3) \times 0 \cdot 8$$

$$\Sigma M_w = 553.788 \text{ kg/m}$$

$$y = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma G_0} = \frac{553.788}{712.048} = 0.777 \text{ m}$$

$$W_p = 0.1179 D^3 = 0.1179 \times 8^3 = 0.1179 \times 512 = 60.365$$

$$e = \frac{W_p}{f} = \frac{60.365}{64.000} = 0.943 \text{ m}$$

$$k_1 = k_0 \left( 1 + \frac{y}{e_1} \right) = 1.11 \left( 1 + \frac{0.777}{0.943} \right) = 1.11 (1 + 0.823) = 2.02 \text{ kg/cm}^2$$

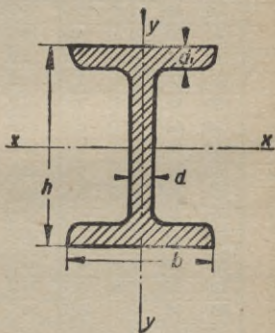
$$k_2 = 1.11 (1 - 0.823) = 1.110 \times 0.177 = + 0.196 \text{ kg/cm}^2.$$

Co do granicy wysokości kominów murowanych należy tu podnieść, że na ostatniej wystawie paryskiej w r. 1900 stały kominy po 8 m wysokie; huta w Halsbrück pod Fryburgiem w Saksonji ma komin 140 m, fabryka ołowiu w Enskirchen (prowincja nadreńska) 134 m, a zakłady hutnicze w Nowym Jorku 107 m wysoki. Tutaj jednak zaznaczam, że kominy wyższe niż 60 m są bardzo drogie a więc nie-ekonomiczne.

#### Dźwigary żelazne

t. zw. iówki, których przekrój przedstawia rys. 35 — zaś wymiary są podane na str. 578. względnie 579., zaś uwkę przedstawia rys. 35a a wymiary są podane na str. 580. względnie 581.

Rysunek 35.



## IV. Wytrzymałość na zginanie.

1. Kształtówki  $J$  przekroju pruskiego.

Tablica Ia (ryc. 35).

L. p.	Wymiary w milimetrach				Przekrój $F$ $cm^2$	Ciężar $g$ $kg/m$	Ze względu na oś $x x$			Ze względu na oś $y y$		
	$h$	$b$	$d$	$d_1$			$J_x$	$W_x$	$a$	$J_y$	$W_y$	$a$
							$cm^4$	$cm^3$	$cm$	$cm^4$	$cm^3$	$cm$
8	80	42	3.9	5.9	7.58	5.95	77.8	19.5	3.21	6.29	3.00	0.91
9	90	46	4.2	6.3	8.99	7.07	117	26.0	3.61	8.78	3.82	0.99
10	100	50	4.5	6.8	10.60	8.32	171	34.2	4.02	12.2	4.88	1.07
11	110	54	4.8	7.2	12.3	9.66	230	43.5	4.32	16.2	6.00	1.15
12	120	58	5.1	7.7	14.2	11.15	328	54.7	4.81	21.5	7.41	1.23
13	130	62	5.4	8.1	16.1	12.64	436	67.1	5.20	27.5	8.87	1.31
14	140	66	5.7	8.6	18.2	14.37	573	81.9	5.61	35.2	10.7	1.39
15	150	70	6.0	9.0	20.4	16.01	735	98.0	6.00	43.9	12.5	1.47
16	160	74	6.3	9.5	22.8	17.90	935	117.0	6.40	54.7	14.8	1.54
17	170	78	6.6	9.9	25.2	19.78	1166	137	6.80	66.6	17.1	1.62
18	180	82	6.9	10.4	27.9	21.80	1446	161	7.20	81.3	19.8	1.71
19	190	86	7.2	10.8	30.5	24.02	1763	186	7.60	97.4	22.7	1.79
20	200	90	7.5	11.3	33.4	26.30	2142	214	8.01	117	26.0	1.87
21	210	94	7.8	11.7	36.3	28.57	2563	244	8.40	138	29.4	1.95
22	220	98	8.1	12.2	39.5	31.09	3060	278	8.80	162	33.1	2.02
23	230	102	8.4	12.6	42.6	33.52	3607	314	9.20	189	37.1	2.12
24	240	106	8.7	13.1	46.1	36.10	4246	354	9.60	221	41.7	2.19
25	250	110	9.0	13.6	49.7	39.01	4966	397	10.00	256	46.5	2.27
26	260	113	9.4	14.1	53.3	41.92	5744	442	10.3	288	51.0	2.32
27	270	116	9.7	14.7	57.1	44.90	6626	491	10.77	326	56.2	2.39
28	280	119	10.1	15.2	61.0	47.96	7587	542	11.15	364	61.2	2.44
29	290	122	10.4	15.7	64.8	50.95	8636	596	11.54	406	66.6	2.50
30	300	125	10.8	16.2	69.0	54.24	9800	693	11.90	451	72.2	2.56
32	320	131	11.5	17.3	77.7	61.07	12510	782	12.69	555	84.7	2.67
34	340	137	12.2	18.3	86.7	68.14	15695	923	13.45	674	98.4	2.79
36	360	143	13.0	19.5	97.0	76.22	19605	1089	14.22	818	114	2.91
38	380	149	13.7	20.5	107	84.00	24012	1264	14.98	975	131	2.99
40	400	155	14.4	21.6	118	92.63	29213	1461	15.73	1158	149	3.13
42 $\frac{1}{2}$	425	163	15.3	23.0	132	103.62	36973	1760	16.73	1437	176	3.29
45	450	170	16.2	24.3	147	115.40	45852	2037	17.66	1725	203	3.43
47 $\frac{1}{2}$	475	178	17.1	25.6	163	127.96	56481	2378	18.61	2088	235	3.58
50	500	185	18.0	27.0	179	141.30	68738	2750	19.59	2478	268	3.72
55	550	200	19.0	30.0	213	167.21	99184	3607	21.42	3488	349	4.02
60	600	215	21.6	32.4	254	199.40	138957	4622	23.40	4668	434	4.30

## 2. Belki żelazne wałkowane o przekroju I (trawersy) według norm Stow. austr. inżynierów i architektów.

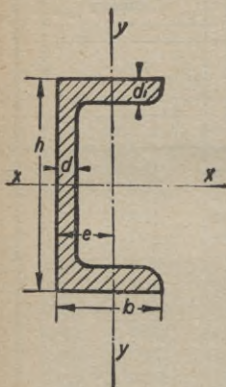
Tablica I b (ryc. 35).

L. p.	Przekroju I					waga 1 m belki	Moment			
	wysokość $h$	szerokość $b$	grubość $d_1$	grubość ścianki $d$	powierzchnia $f$		bezwładności		oporu	
							w pasie		$J_x = \frac{2 J_x}{h}$	$J_y = \frac{2 J_y}{b}$
	mm						cm <sup>2</sup>	kg	cm <sup>4</sup>	
6	60	44	5.5	4.0	6.80	5.34	40.0	7.8	13.3	3.56
8	80	52	6.0	4.0	9.08	7.13	97.1	12.7	24.3	4.90
10	100	60	7.0	4.5	12.42	9.75	207.9	22.8	41.6	7.59
12	120	68	8.0	5.0	16.28	12.78	392.7	37.8	65.4	11.1
13	130	72	8.5	5.5	18.68	14.66	524.0	47.6	80.6	13.2
14	140	76	8.5	6.0	20.55	16.13	659.5	55.6	94.2	14.6
15	150	80	9.0	6.0	22.58	17.73	840.3	68.5	112.0	17.1
16	160	84	9.5	6.5	25.43	19.96	1068.0	83.6	133.5	19.9
18	180	90	11.0	7.0	31.21	24.50	1663.0	119.7	184.7	26.6
18a	180	135	11.0	7.0	41.11	32.27	2364.0	380.7	262.6	56.4
20	200	96	12.0	8.0	37.58	29.50	2429.0	158.3	242.9	33.0
21	210	99	12.5	8.5	40.99	32.18	2899.0	180.8	276.1	36.5
22	220	102	13.0	9.0	44.55	34.79	3434.0	205.5	312.2	40.3
22a	220	135	13.0	9.0	53.13	41.71	4346.0	457.8	395.1	67.8
23	230	105	14.0	9.0	48.17	37.81	4099.0	242.1	356.4	46.1
24	240	108	14.5	9.5	52.00	40.82	4785.0	272.9	398.8	50.5
24a	240	135	14.5	9.5	59.83	46.97	5774.0	517.0	481.2	76.6
25	250	111	15.0	10.0	56.00	43.96	5556.0	306.1	444.5	55.2
26	260	114	15.5	10.5	60.15	47.22	6417.0	342.6	493.6	60.1
28	280	120	17.0	11.0	68.70	53.93	8527.0	439.0	609.1	73.2
28a	280	150	17.0	11.0	78.90	61.94	10279.0	831.2	734.2	110.8
30	300	126	18.0	12.0	78.02	61.25	11002.0	537.2	733.5	85.3
32	320	132	19.0	13.0	86.96	69.05	13982.0	650.9	873.9	98.6
35	350	141	21.0	14.0	103.64	81.36	19693.0	876.8	1125.3	124.4
40	400	156	24.0	16.0	132.86	104.30	32709.0	1354.0	1635.5	173.6
45	450	171	27.0	18.0	165.67	130.05	51284.0	2001.0	2279.3	234.0
50	500	186	30.0	20.0	199.60	155.70	75912.0	3248.0	3036.5	349.2

Uwaga. Zawarte w niniejszej tablicy powierzchnie i wartości statyczne w porównaniu do odnośnych wartości tabelarnych z r. 1892 zostały — w uwzględnieniu zaokrągleń i nachyleń zarysu przekroju — poprawione przez Związek austr. inżynierów i architektów i ogłoszone 27. lutego 1915.

W przedstawionych tablicach Ia i Ib  $J_x$  jest momentem bezwładności względem osi ciężkości  $x$  przekroju, równoległej do szerokości pasu, właściwym w tym razie, jeżeli obciążenie belki działa w płaszczyźnie prostopadłej do osi  $x$ , —  $J_y$  zaś jest momentem bezwładności względem osi ciężkości  $y$  przekroju, prostopadłej do osi  $x$ ,

Rysunek 35 a.



właściwym w tym wypadku, gdy obciążenie belki działa prostopadle do ścianki przekroju;  $W_x$  i  $W_y$  są odnośnymi momentami oporu względem rzeczonych osi  $x$  i  $y$ , odpowiadającymi tym samym wypadkom obciążenia belki.

Jeżeli belka ma służyć do połączenia jednym lub oboma końcami z kotwiami, to należy jeden, względnie każdy z obu końców zaopatrzyć dwoma wywierciami na śruby kotwienne w odstępach 16 i 32 cm od czola kształtówki.

Belek niniejszych o wysokich przekrojach należy unikać według możliwości, gdyż często miewają błędy walcowania.

### 3. Kształtówki U norm. przekroju pruskiego.

Tablica IIa (ryc. 35 a).

L. p.	Wymiary w m/m				$F$ cm <sup>2</sup>	$G$ kg/m	$e$ m/m	Ze względu na oś $xx$			Ze względu na oś $yy$		
	$h$	$b$	$d$	$d_1$				$J_x$ cm <sup>4</sup>	$W_x$ cm <sup>3</sup>	$A$ cm	$J_y$ cm <sup>4</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$A_1$ cm
3	30	33	5	7	5.44	4.27	13.1	6.39	4.26	1.08	5.33	2.68	0.99
4	40	35	5	7	6.21	4.87	13.3	14.1	7.05	1.50	6.68	3.08	1.04
5	50	38	5	7	7.12	5.59	13.7	26.4	10.6	1.92	9.12	3.75	1.13
6 1/2	65	42	5 1/2	7 1/2	9.03	7.09	14.2	57.5	17.7	2.52	14.1	5.07	1.25
8	80	45	6	8	11.0	8.64	14.5	106.0	26.5	3.10	19.4	6.36	1.33
10	100	50	6	8 1/2	13.5	10.60	15.5	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47
12	120	55	7	9	17.0	13.35	16.0	364	60.7	4.62	43.2	11.10	1.59
14	140	60	7	10	20.4	16.01	17.5	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75
16	160	65	7 1/2	10 1/2	24.0	18.84	18.4	925	116.0	6.21	85.3	18.8	1.88
18	180	70	8	11	28.0	21.98	19.2	1354	150	6.95	114.0	22.4	2.02
20	200	75	8 1/2	11 1/2	32.2	25.28	20.1	1911	191	7.70	148	27.0	2.14
22	220	80	9	12 1/2	37.4	29.36	21.4	2690	245	8.48	197	33.6	2.26
24	240	85	9 1/2	13	42.3	33.21	22.3	3598	300	9.22	248	39.6	2.42
26	260	90	10	14	48.3	37.92	23.6	4823	371	9.98	317	47.7	2.56
28	280	95	10	15	53.3	41.84	25.3	6.76	448	10.85	399	57.2	2.74
30	300	100	10	16	58.8	46.16	27.0	8026	535	11.69	495	67.8	2.90



#### 4. Belki żelazne wałkowane o przekroju $\square$ według norm Stow. austr. inżynierów i architektów.

Tablica II b (rys. 35 a).

Przekroju $\square$							waga 1 m belki kg	Moment				
Numer (Nr.)	wysokość $h$	szerokość $b$ w ramieniu	grubość $d_1$	grubość $d$ w ścianie	odstęp $e$ środka ciężkości	powierzchnia $f$		bezwładności			oporu	
								$J_x$	$J_y$	względem zewnętrznej krawędzi ścianki przekroju	$W_x = \frac{2J_x}{h}$	$W_y = \frac{J_y}{b-e}$
6	60	40	8·0	5·5	1·44	9·01	7·07	48·05	12·97	31·53	16·02	5·06
8	80	45	9·0	6·0	1·54	12·06	9·47	116·09	21·92	50·47	29·02	7·40
10	100	50	9·5	6·5	1·62	15·03	11·80	227·06	33·27	72·63	45·41	9·84
12	120	55	10·5	7·0	1·74	18·81	14·77	409·68	50·09	106·73	68·28	13·31
13	130	60	10·5	7·0	1·87	20·56	16·14	533·41	65·30	136·81	82·06	15·79
14	140	60	11·0	7·5	1·82	22·40	17·58	662·21	69·94	144·31	94·60	16·74
16	160	65	12·0	8·0	1·95	26·90	21·12	1038·42	98·15	199·90	129·80	21·55
18	180	70	12·5	8·5	2·03	31·13	24·44	1513·87	129·81	258·60	168·21	26·14
20	200	75	13·5	9·0	2·16	36·35	28·54	2182·21	173·50	343·04	218·22	32·49
22	220	80	14·0	9·5	2·25	41·21	32·35	2979·50	220·78	429·35	270·86	38·40
24	240	85	15·0	10·0	2·38	47·15	37·01	4057·95	284·63	551·00	338·16	46·48
26	260	90	15·5	10·5	2·47	52·63	41·32	5293·54	351·80	672·22	407·20	53·85
28	280	95	16·5	11·0	2·60	59·30	46·55	6919·98	441·03	840·40	494·28	63·87
30	300	100	17·0	11·5	2·69	65·41	51·35	8727·45	532·79	1004·56	581·83	72·84

Belek żelaznych objętych tablicami II a i II b używa się naogół w budownictwie lądowym znacznie mniej, niż kształtówek, których przekrój poprzeczny — mówiąc nawiasem — najwięcej odpowiada celowi; często zastosowują belki tablic II a i II b zamiast trawersów tam, gdzie szerokość jej pasów byłaby z jednej strony niepożądana w danym zespole.

Uwagi zresztą wypowiedziane wyżej w odniesieniu do tablic I a i I b co do momentów bezwładności  $J_x$ ,  $J_y$ , co do momentów oporu  $W_x$ ,  $W_y$ , oraz co do odstępów wywierców kotwicznych od końców belki stosują się w całości i do niniejszej tablicy.

Wartości odstępów  $e$  środka ciężkości przekroju, poszczególnione w kolumnie szóstej tablic II a i II b, mierzy się od zewnętrznej krawędzi ścianki przekroju.

## 5. Obliczenie statyczne belek żelaznych wałkowanych z pomocą tablicy I. i II.

W budownictwie lądowym uważa się wszelkie belki wmurowane za wolno podparte i pod tem założeniem liczy się ich wytrzymałość. Wmurowanie bowiem belek rzadko tylko może być tak silne, jak tego wymagają wzory na wytrzymałość belek silnie naprzężonych.

Stosownie zatem do tego obliczamy z pomocą tablicy I wytrzymałość trawersów, jako belek żelaznych wolno na obu końcach podpartych na podstawie zasadniczego równania momentów

$$M = kW = k \frac{2J}{h} \quad 176$$

orzekającego, że moment sił zewnętrznych  $M$  równa się momentowi sił wewnętrznych  $kW$ , gdzie  $k$  jest dopuszczalne natężenie,  $W$  główny moment oporu,  $J$  moment bezwładności,  $h$  wysokość przekroju trawersy.

Z wzoru 176. wynika wreszcie statyczna wartość momentu oporu

$$W = \frac{M}{k} = \frac{2J}{h} \quad 177$$

W odniesieniu do trawersu na obu końcach wolno podpartego, jednostajnie obciążonego w kierunku równoległym do osi ciężkości  $y$  przekroju, największy moment zgięcia

$M = \frac{1}{8} Pl$ ,  $W = W_x = \frac{2J_x}{h}$ , względnie  $W = W_y = \frac{2J_y}{h}$ , a stąd równanie 176. przybierze postać

$$M = \frac{1}{8} Pl = kW_x = k \cdot \frac{2J_x}{h} \quad 178$$

$$\text{względnie } \frac{1}{8} Pl = kW_y = k \cdot \frac{2J_y}{h} \quad 179$$

gdzie  $P$  jest całkowite obciążenie jednostajne,  $l = 1.05 l$ , rozpiętość belki, wreszcie dopuszczalne natężenie  $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$  przekroju.

Mając więc dane  $P$  i  $l$ , oraz sposób obciążenia belki, wyznaczamy z wzoru 178., względnie 179. odnośny moment oporu

$$\frac{Pl}{8k} = W_x = \frac{2J_x}{h} \quad 180$$

$$\text{względnie } \frac{Pl}{8k} = W_y = \frac{2J_y}{h} \quad 181$$

i szukamy w odnośnej kolumnie tablicy I. momentu oporu równego lub większego, niż obliczony, a przynależny numer przekroju w kolumnie pierwszej oznaczy nam trawersę dostatecznie wytrzymałą.

Moment oporu  $W_t$  z tablicy wolno uznać jako równy obliczonemu momentowi oporu  $W$ , choćby  $W - W_t = 1 \text{ cm}^3$ , ale nie więcej.

Należy tu pamiętać, że jeżeli  $P$  liczy się w kilogramach, to i  $k$  musi być w kilogramach, a wartość  $J$ ,  $l$ ,  $h$ , w centymetrach.

### PRZYKŁAD.

Strop izby 5 m rozpiętości obciążony całkowicie 900 kg/m<sup>2</sup> należy przesklepić na trawersach żelaznych wałkowanych, co 3 m od środka do środka wzajemnie odległych

$$P = 900 \times 5 \times 3 = 13.500 \text{ kg}, \quad l_1 = 500 \text{ cm}, \quad \text{zatem } l = 1.05 \times 500 = 525 \text{ cm}, \quad k = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

po podstawieniu tych wartości we wzór 180. wypadnie

$$W_x = \frac{Pl}{8k} = \frac{13500 \times 525}{8 \times 1200} = 739 \text{ cm}^3.$$

Tej wartości naszego  $W_x$  jest w tabelcy Ia najbliższem  $W_x = 782 \text{ cm}^3$ , właściwem trawersie l. p. 32, która jest aż nadto wytrzymała dla naszego stropu.

W podobny sposób oblicza się wytrzymałość belek żelaznych przekroju  $\square$  z pomocą tabelcy II. (str. 580).

## 6. Belki żelazne nitowane o przekroju trawersy.

### a) Pogląd ogólny.

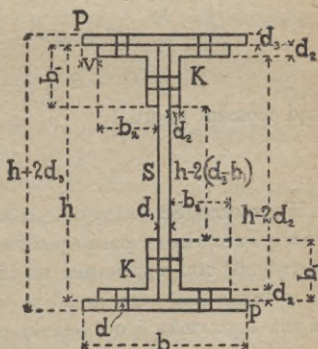
Przedstawiony w rysunku 36. poprzeczny przekrój belki żelaznej nitowanej składa się z zasadniczego przekroju obejmującego ściankę  $S$  z czterema kątownikami  $K$ , oraz z pojedynczego lub kilkakrotnego pasu górnego i dolnego  $P$ , nanitowanych na zasadniczy przekrój, o ile tego wzmocnienia wymaga wielkość momentu zgięcia.

Grubość ścianki  $d_1 = 7$  do 13 mm, a wysokość  $h = \frac{1}{12}$  do  $\frac{1}{15}$  rozpiętości  $l$ .

Kątowniki (kątownki) w regule są równoramienne, przyczem oznacza się je następująco:

$$\frac{b_1 \times b_1}{d_2}, \text{ a wymiary ich są: } \frac{60 \times 60}{6} \text{ do } \frac{140 \times 140}{15} \text{ mm, albo}$$

Rysunek 36.



$$b_1 \times b_1 \times d_2 = 60 \times 60 \times 6 \text{ do } 140 \times 140 \times 15 \text{ mm, oraz}$$

$$b_1 \times b_2 \times d_2 = 65 \times 100 \times 6 \text{ do } 80 \times 120 \times 15 \text{ mm.}$$

Nierównoramienne kątowniki nituje się tak, aby ramię dłuższe było poziome celem uzyskania momentu oporu dalej w szersz przekroju sięgającego.

Długość normalna ścianek, kątowników i pasów wynosi 4 do 8 m, ale można otrzymać je nawet do 14 m długości.

Średnica nitów  $d = 2 d_2$ ; odstęp nitów wogóle  $e \geq 4 d$ , a w szczególności na oporach  $e = 5 d$ , w środku długości belki  $e = 6 d$ , u żeber usztywniających  $e = 6$  do  $8 d$ .

Najodpowiedniejsza grubość pasów  $d_3 = d_2$ .

Wysok szerokości pasów poza krawędź kątownika powinien być  $v \leq 3 d_3$ .

Ścianki otrzymują żebra poprzeczne usztywniające przeciw wyboczeniu: na oporach, pod ciężarami odosobnionymi, a w razie gdy  $h > 0.5$ , to we wzajemnych odstępach 1.25 do 1.5 m wzdłuż całej belki; żebro stanowi jeden lub para kątowników z ramionami 50 do 75 mm, lub o przekroju  $\perp$  nanitowanych po obu stronach ścianki w jednym i tym samym jej przekroju i sięgających od pasu do pasu.

Dopuszczalne napięcie cisnące i ciągnące pasów, ścianki i kątowników  $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$ , zaś nitów na ścinanie  $k_s = 900 \text{ kg/cm}^2$ .

Moment bezwładności poprzecznego przekroju belki, uwidocznionego w rysunku 57., względem własnej osi ciężkości  $xx$

$$J = \frac{1}{12} [b(h + d_3)^3 - 2v h^3 - 2b_1(h - 2d_2)^3 - 2d_2(h - 2d_2 - 2b_2)^3] \quad 182$$

stąd moment oporu

$$W = \frac{2J}{h + 2d_3} \quad 183$$

We wzorze 182., względnie 183. należy brać w rachubę jedynie użytą szerokość pasu i poziomego ramienia kątownika, a zatem po potrąceniu obu wywierców na nity; gdyby zaś pasu nie było weale, to w takim razie trzeba odjąć wywierty nitowe od pionowego ramienia kątownika i od ścianki przekroju belki.

Często zamiast przekroju zasadniczego, złożonego ze ścianki i kątowników używają wałkowanej belki o przekroju  $\perp$  (trawersy),

której moment bezwładności, względnie moment oporu jest znany, a na której celem wzmocnienia ma być nanitowany pas górny i dolny o grubości  $d_3$ .

W tym razie moment bezwładności obu pasów będzie

$$J_p = 2 \left[ J_c + F \left( \frac{h + d_3}{2} \right)^2 - 2 f \left( \frac{h}{2} \right)^2 \right] = 2 J_c + 2 F \left( \frac{h + d_3}{2} \right)^2 - 4 f \left( \frac{h}{2} \right)^2 \quad 184$$

gdzie  $J_c$  jest momentem bezwładności jednego pasu względem własnej osi ciężkości,  $F$  powierzchnią pasu,  $f$  powierzchnią wywiertu na nit,  $h$  wysokością trawersy,  $\frac{h + d_3}{2}$  odstępem własnej osi

ciężkości pasu od osi ciężkości  $xx$  przekroju belki; zresztą we wzorze tym nie uwzględniono momentu bezwładności wywiertu nitów względem własnej osi ciężkości z powodu zbyt drobnej jego wartości.

W regule jednak dla uproszczenia rachunku opuszcza się momenta bezwładności pasów i wywiertów nitowych względem własnej osi ciężkości, jako znikająco małe w porównaniu do innych wielkości,

a zamiast odstępu  $\frac{h + d_3}{2}$  bierze się w rachubę jedynie  $\frac{h}{2}$  bez ujemny dla wyniku obliczenia.

Moment oporu obu pasów na trawersu nanitowany z uwzględnieniem uproszczeń wyżej właśnie określonych będzie  $W_p = \frac{2 J_p}{h}$ , gdy zaś moment oporu trawersu  $W_t = \frac{2 J_t}{h}$ , więc całkowity moment oporu trawersu z oboma pasami

$$W = W_t + W_p. \quad 185$$

Belek żelaznych wałkowanych o przekroju **I** używa się bardzo często jako zasadniczego przekroju do belek nitowanych zwykłych, zaś o przekroju **C** do belek nitowanych skrzynkowych; belki bowiem w ten sposób znitowane dają się wykonać prędzej, łatwiej i taniej a jako złożone z mniej kawałków są trwalsze.

Zamiast wzoru pełnego 182., względnie 183. używa się dla uproszczenia rachunku wzorów częściowych, służących do obliczenia momentów bezwładności, względnie momentów oporu poszczególnych części składowych przekroju belki nitowanej, uwidocznionego w rysunku 57., a mianowicie:

Moment bezwładności ścianki wraz z 4 kątownikami czyli moment bezwładności przekroju zasadniczego względem osi ciężkości  $xx$

$$J_o = J_s + 4 J_k \quad 186$$

gdzie moment bezwładności ścianki względem tej samej osi ciężkości  $xx$

$$J_s = \frac{d_1 h^3}{12} \quad 187$$

zaś moment bezwładności czterech kątowników względem tej samej osi  $xx$

$$4 J_k = 4 \left[ J_c + F_k \left( \frac{h}{2} - e \right)^2 \right] = 4 J_c + F_k (h - 2e)^2 \quad 188$$

We wzorze tym jest  $J_c$  moment bezwładności jednego kątownika względem własnej osi ciężkości,  $F_k$  powierzchnia kątownika,  $e$  odstęp środka ciężkości kątownika od zewnętrznej krawędzi jego przekroju.

Po podstawieniu wartości z wzorów 187. i 188. we wzór 186. otrzymujemy

$$J_o = \frac{d_1 h^3}{12} + 4 J_c + F_k (h - 2e)^2 \quad 189$$

a stąd wreszcie moment oporu zasadniczego przekroju belki

$$W_o = \frac{2 J_o}{h} = \frac{d_1 h^2}{6} + \frac{2}{h} [4 J_c + F_k (h - 2e)^2] \quad 190$$

Moment bezwładności obu pasów względem osi ciężkości  $xx$  poprzecznego przekroju belki

$$J_p = 2 \left[ J_c + F \left( \frac{h + d_3}{2} \right)^2 \right] \quad 191$$

gdzie  $J_c = \frac{b' d_3^3}{12}$  jest moment bezwładności jednego pasu wzglę-

dem własnej osi ciężkości,  $b'$  jest użytkowa szerokość pasu po potrąceniu obu wywierców na nity, t. j.  $b' = b - 2d$ ,  $F = b' d_3$

powierzchnia przekroju pasu,  $\frac{h + d_3}{2}$  odstęp własnej osi ciężkości przekroju pasu od osi ciężkości  $xx$  przekroju belki.

Po opuszczeniu  $J_c$  i  $d_3$  jako stosunkowo zbyt drobnych wartości nie mających właściwie wpływu na rzetelność wyniku obliczenia otrzymujemy ostatecznie moment bezwładności obu pasów

$$J_p = 2 F \frac{h^2}{4} = \frac{1}{2} F h^2 \quad 192$$

Stąd moment oporu względem tej samej osi ciężkości  $xx$  przekroju belki

$$W_1 = \frac{2 J_p}{h} = Fh = b' d_3 h \quad 193$$

Wreszcie całkowity moment oporu przekroju poprzecznego belki przedstawionego w rysunku 57.

$$W = W_0 + W_1 \quad 194$$

w odniesieniu do wzorów 190. i 193.

### b) Tablice do obliczania nitowanych belek.

Tablica Ia.

Zasadniczy przekrój poprzeczny belek nitowanych.

Zasadniczego przekroju poprzecznego				Zasadniczego przekroju poprzecznego			
Numer (Nr.)	rozmiary			Numer (Nr.)	rozmiary		
	grubość $d_1$ ścianki	szerokość $b_1, b_2$ i grubość $d_2$ ramion kątownika	średnica $d$ nitów		grubość $d_1$ ścianki	szerokość $b_1, b_2$ i grubość $d_2$ ramion kątownika	średnica $d$ nitów
	mm				mm		
1	7	60×60×6	16	13	11	90×90×13	24
2	8	60×60×8	16	14	10	100×100×10	22
3	8	65×65×7	16	15	11	100×100×12	22
4	9	65×65×9	18	16	12	100×100×14	24
5	8	70×70×7	16	17	10	110×110×10	22
6	9	70×70×9	18	18	11	110×110×12	24
7	10	70×70×11	20	19	12	110×100×14	26
8	9	80×80×8	18	20	11	120×120×11	22
9	10	80×80×10	20	21	12	120×120×13	24
10	11	80×80×12	22	22	13	120×120×15	26
11	9	90×90×9	20	23	12	140×140×13	24
12	10	90×90×11	22	24	13	140×140×15	26

Tablica Ib.

Moment oporu  $W_o$  i ciężar  $g$  jednego metra belki nitowanej o zasadniczym przekroju złożonym ze ścianki i kątowników.

Zasadniczego przekroju								
wysokość $h$	numer w odniesieniu do rozmiarów w tablicy Ia							
	1		2		3		4	
	$W_o = \frac{2J}{h}$	$g$	$W_o$	$g$	$W_o$	$g$	$W_o$	$g$
mm	cm <sup>3</sup>	kg/m	cm <sup>3</sup>	kg/m	cm <sup>3</sup>	kg/m	cm <sup>3</sup>	kg/m
150	134	29.7	167	37.5	163	36.5	192	44.8
200	207	32.5	259	40.7	252	39.6	300	48.3
250	289	35.2	362	43.8	352	42.7	419	51.9
300	378	38.0	472	47.0	460	45.9	549	55.4
350	473	40.7	590	50.1	576	49.0	687	58.9
400	574	43.5	715	53.2	699	52.2	834	62.5
450	681	46.2	847	56.4	829	55.3	988	66.0
500	795	49.0	986	59.5	966	58.4	1151	69.5
550	914	51.7	1132	62.7	1110	61.6	1321	73.1
600	1040	54.5	1285	65.8	1261	64.7	1499	76.6
650	.	.	1444	68.9	1418	67.9	1685	80.1
700	.	.	1611	72.1	1583	71.0	1878	83.7
750	.	.	.	.	.	.	2079	87.2
800	.	.	.	.	.	.	2287	90.7
$h$	5		6		7		8	
mm	$W_o$	$g$	$W_o$	$g$	$W_o$	$g$	$W_o$	$g$
200	267	41.8	318	51.2	363	60.3	325	52.3
250	372	44.9	445	54.7	510	64.2	455	55.9
300	486	48.1	583	58.2	669	68.1	596	59.4
350	609	51.2	729	61.8	838	72.0	747	62.9
400	738	54.4	884	65.3	1017	76.0	906	66.5
450	875	57.5	1047	68.8	1205	79.9	1074	70.0
500	1019	60.6	1218	72.4	1402	83.8	1250	73.5
550	1170	63.8	1397	75.9	1607	87.7	1434	77.1
600	1327	66.9	1584	79.4	1821	91.7	1626	80.6
650	1492	70.1	1778	83.0	2044	95.6	1826	84.1
700	1663	73.2	1980	86.5	2275	99.5	2033	87.7
750	.	.	2190	90.0	2515	103.4	2248	91.2
800	.	.	2407	93.6	2763	107.4	2470	94.7
850	.	.	.	.	3020	111.3	2700	98.3
900	.	.	.	.	3285	115.2	2938	101.8



<i>h</i>	9		10		11		12	
	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>
200	380	62·8	427	73·0	.	.	.	.
250	533	66·7	603	77·4	532	66·0	615	78·0
300	700	70·7	794	81·7	698	69·5	808	81·9
350	878	74·6	997	86·0	874	73·1	1014	85·9
400	1065	78·5	1211	90·3	1060	76·6	1230	89·8
450	1262	82·4	1435	94·6	1255	80·1	1457	93·7
500	1468	86·4	1670	98·9	1458	83·7	1693	97·6
550	1683	90·3	1914	103·2	1699	87·2	1933	101·5
600	1907	94·2	2168	107·6	1889	90·7	2192	105·4
650	2139	98·1	2432	111·9	2116	94·2	2455	109·4
700	2380	102·1	2705	116·2	2351	97·8	2727	113·3
750	2630	106·0	2988	120·5	2594	101·3	3008	117·2
800	2888	109·9	3280	124·8	2845	104·8	3297	121·2
850	3154	113·8	3581	129·2	3103	108·4	3594	125·1
900	3429	117·8	3891	133·5	3369	111·9	3901	129·0
950	.	.	4211	137·8	3643	115·4	4215	132·9
1000	.	.	4540	142·1	3924	119·0	4538	136·9

<i>h</i>	13		14		15		16	
	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>
250	689	89·8	624	79·3	722	92·4	802	105·3
300	909	94·1	820	83·2	950	96·8	1058	110·0
350	1142	98·4	1030	87·1	1193	101·1	1332	114·7
400	1387	102·7	1251	91·1	1450	105·4	1620	119·4
450	1644	107·0	1482	95·0	1718	109·7	1922	124·2
500	1911	111·3	1723	98·9	1997	114·0	2235	128·9
550	2189	115·7	1974	102·8	2287	118·3	2560	133·6
600	2476	120·0	2234	106·8	2586	122·7	2896	138·3
650	2774	124·3	2502	110·7	2896	127·0	3243	143·0
700	3080	128·6	2780	114·6	3215	131·3	3601	147·7
750	3397	132·9	3066	118·5	3544	135·6	3969	152·4
800	3723	137·3	3361	122·5	3883	139·9	4347	157·1
850	4058	141·6	3665	126·4	4231	144·2	4736	161·8
900	4403	145·9	3977	130·3	4588	148·6	5136	166·5
950	4757	150·2	4297	134·2	4955	152·9	5545	171·3
1000	5120	154·5	4626	138·2	5332	157·2	5965	176·0
1050	5492	158·8	4964	142·1	5717	161·5	6395	180·7
1100	5874	163·2	5310	146·0	6112	165·8	6835	185·4
1150	.	.	.	.	.	.	7286	190·1

<i>h</i> <i>mm</i>	17		18		19		20	
	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>
300	882	89.5	1009	104.3	1127	118.8	1025	105.0
350	1107	93.4	1269	108.6	1420	123.5	1288	109.3
400	1345	97.3	1544	112.9	1729	128.2	1567	113.6
450	1594	101.3	1830	117.2	2052	133.0	1858	118.0
500	1853	105.2	2129	121.6	2388	137.7	2162	122.3
550	2122	109.1	2438	125.9	2736	142.4	2476	126.6
600	2400	113.0	2758	130.2	3095	147.1	2802	130.9
650	2688	117.0	3088	134.5	3466	151.8	3137	135.2
700	2984	120.9	3427	138.8	3847	156.5	3483	139.6
750	3290	124.8	3777	143.1	4239	161.2	3839	143.9
800	3604	128.7	4136	147.5	4642	165.9	4205	148.2
850	3927	132.7	4505	151.8	5056	170.6	4580	152.5
900	4258	136.6	4884	156.1	5479	175.3	4965	156.8
950	4599	140.5	5272	160.4	5913	180.1	5359	161.1
1000	4947	144.4	5669	164.7	6358	184.8	5763	165.5
1050	.	.	6067	169.0	6812	189.5	6176	169.8
1100	.	.	6492	173.4	7277	194.2	6608	174.1
1150	.	.	.	.	7752	198.9	.	.
1200	.	.	.	.	8237	203.6	.	.

<i>h</i> <i>mm</i>	21		22		23		24	
	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>	<i>W<sub>o</sub></i>	<i>g</i>
300	1160	120.9	1284	136.0	1306	137.3	1400	155.4
350	1460	125.6	1619	141.7	1641	142.0	1826	160.5
400	1777	130.3	1974	146.8	1998	146.7	2226	165.6
450	2109	135.1	2345	151.9	2372	151.4	2646	170.7
500	2455	139.8	2731	157.0	2762	156.1	3083	175.9
550	2813	144.5	3131	162.1	3165	160.8	3535	181.0
600	3183	149.2	3543	167.2	3582	165.5	4001	186.1
650	3564	153.9	3968	172.3	4011	170.2	4481	191.2
700	3956	158.6	4405	177.4	4451	174.9	4974	196.3
750	4359	163.3	4854	182.5	4902	179.6	5479	201.4
800	4773	168.0	5315	187.6	5365	184.4	5996	206.5
850	5197	172.7	5787	192.7	5839	189.1	6525	211.6
900	5632	177.4	6270	197.8	6324	193.8	7066	216.7
950	6078	182.2	6765	202.9	6819	198.5	7618	221.8
1000	6533	186.9	7271	208.0	7325	203.2	8182	226.9
1050	7000	191.6	7789	213.1	7841	207.9	8757	232.0
1100	7476	196.3	8317	218.2	8368	212.6	9344	237.1
1150	.	.	8857	223.3	8905	217.3	9942	242.2
1200	.	.	9407	228.4	9453	222.0	10551	247.3

Tablica II.

Moment oporu  $W_1$  pasu górnego i dolnego nanitowanych na zasadniczy przekrój belki z tablicy Ia, względnie Ib.

Wysokość $h$ zasadniczego przekroju	Przekroju pasu											
	grubość $d_3$	użytkowa szerokość $b' = b - 2d$ w milimetrach										
		1	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
		moment oporu $W_1 = F' h = b' d_3 h$										
mm	mm	$cm^3$										
150	7	1.05	116	126	137	147	158	168	.	.	.	.
	8	1.20	132	144	156	168	180	192	.	.	.	.
	9	1.35	149	162	176	189	203	216	.	.	.	.
	10	1.50	165	180	195	210	225	240	.	.	.	.
	11	1.65	182	198	215	231	248	264	.	.	.	.
200	8	1.60	176	192	208	224	240	256	272	288	304	320
	9	1.80	198	216	234	252	270	288	306	324	342	360
	10	2.00	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
	11	2.20	242	264	286	308	330	352	374	396	418	440
	12	2.40	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480
	13	2.60	286	312	338	364	390	416	442	468	494	520
	14	2.80	308	336	364	392	420	448	476	504	532	560
	15	3.00	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600
250		1	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
	8	2.00	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
	9	2.25	338	360	383	405	428	450	473	495	518	540
	10	2.50	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600
	11	2.75	413	440	468	495	523	550	578	605	633	660
	12	3.00	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720
	13	3.25	488	520	553	585	618	650	683	715	748	780
	14	3.50	525	560	595	630	665	700	735	770	805	840
	15	3.75	563	600	638	675	713	750	788	825	863	900
	300		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280
8		2.40	480	504	528	552	576	600	624	648	672	696
9		2.70	540	567	594	621	648	675	702	729	756	783
10		3.00	600	630	660	690	720	750	780	810	840	870
11		3.30	660	693	726	759	792	825	858	891	924	957
12		3.60	720	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044
13		3.90	780	819	858	897	936	975	1014	1053	1092	1131
14		4.20	840	882	924	966	1008	1050	1092	1134	1176	1218
15		4.50	900	945	990	1035	1080	1125	1170	1215	1260	1305

h mm	d <sub>3</sub> mm	Użytkowa szerokość $b' = b - 2d$ w milimetrach										
		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
350	8	2·80	560	588	616	644	672	700	728	756	784	812
	9	3·15	630	662	693	725	756	788	819	851	882	914
	10	3·50	700	735	770	805	840	875	910	945	980	1015
	11	3·85	770	809	847	886	924	963	1001	1040	1078	1117
	12	4·20	840	882	924	966	1008	1050	1092	1134	1176	1218
	13	4·55	910	956	1001	1047	1092	1138	1183	1229	1274	1320
	14	4·90	980	1029	1078	1127	1176	1225	1274	1323	1372	1421
	15	5·25	1050	1103	1155	1208	1260	1313	1365	1418	1470	1523
400	8	3·20	640	672	704	736	768	800	832	864	896	928
	9	3·60	720	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044
	10	4·00	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160
	11	4·40	880	924	968	1012	1056	1100	1144	1188	1232	1276
	12	4·80	960	1008	1056	1104	1152	1200	1248	1296	1344	1392
	13	5·20	1040	1092	1144	1196	1248	1300	1352	1404	1456	1508
	14	5·60	1120	1176	1232	1288	1344	1400	1456	1512	1568	1624
	15	6·00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740
450	8	3·60	720	756	792	828	864	900	936	972	1008	1044
	9	4·05	810	851	891	932	972	1013	1053	1094	1134	1175
	10	4·50	900	945	990	1035	1080	1125	1170	1215	1260	1305
	11	4·95	990	1040	1089	1139	1188	1238	1287	1337	1386	1436
	12	5·40	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566
	13	5·85	1170	1229	1287	1346	1404	1463	1521	1580	1638	1697
	14	6·30	1260	1323	1386	1449	1512	1575	1638	1701	1764	1827
	15	6·75	1350	1418	1485	1553	1620	1688	1755	1823	1890	1958
500	8	4·00	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160
	9	4·50	900	945	990	1035	1080	1125	1170	1215	1260	1305
	10	5·00	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450
	11	5·50	1100	1155	1210	1265	1320	1375	1430	1485	1540	1595
	12	6·00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740
	13	6·50	1300	1365	1430	1495	1560	1625	1690	1755	1820	1885
	14	7·00	1400	1470	1540	1610	1680	1750	1820	1890	1960	2030
	15	7·50	1500	1575	1650	1725	1800	1875	1950	2025	2100	2175
550	8	4·40	880	924	968	1012	1056	1100	1144	1188	1232	1276
	9	4·95	990	1040	1089	1139	1188	1238	1287	1337	1386	1436
	10	5·50	1100	1155	1210	1265	1320	1375	1430	1485	1540	1595
	11	6·05	1210	1271	1331	1392	1452	1513	1573	1634	1694	1755
	12	6·60	1320	1386	1452	1518	1584	1650	1716	1782	1848	1914
	13	7·15	1430	1502	1573	1645	1716	1788	1859	1931	2002	2074
	14	7·70	1540	1617	1694	1771	1848	1925	2002	2079	2156	2233
	15	8·25	1650	1733	1815	1898	1980	2063	2145	2228	2310	2393

h mm	d <sub>3</sub> mm	Użytkowa szerokość $b' = b - 2d$ w milimetrach										
		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
600	8	4 80	960	1008	1056	1104	1152	1200	1248	1296	1344	1392
	9	5 40	1080	1134	1188	1242	1296	1350	1404	1458	1512	1566
	10	6 00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740
	11	6 60	1320	1386	1452	1518	1584	1650	1716	1782	1848	1914
	12	7 20	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088
	13	7 80	1560	1638	1716	1794	1872	1950	2028	2106	2184	2262
	14	8 40	1680	1764	1848	1932	2016	2100	2184	2268	2352	2436
	15	9 00	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610
650	8	5 20	1040	1092	1144	1196	1248	1300	1352	1404	1456	1508
	9	5 85	1170	1229	1287	1346	1404	1463	1521	1580	1638	1697
	10	6 50	1300	1365	1430	1495	1560	1625	1690	1755	1820	1885
	11	7 15	1430	1502	1573	1645	1716	1788	1859	1931	2002	2074
	12	7 80	1560	1638	1716	1794	1872	1950	2028	2106	2184	2262
	13	8 45	1690	1775	1859	1944	2028	2113	2197	2282	2366	2451
	14	9 10	1820	1911	2002	2093	2184	2275	2366	2457	2548	2639
	15	9 75	1950	2048	2145	2243	2340	2438	2535	2633	2730	2828
700	8	5 60	1120	1176	1232	1288	1344	1400	1456	1512	1568	1624
	9	6 30	1260	1323	1386	1449	1512	1575	1638	1701	1764	1827
	10	7 00	1400	1470	1540	1610	1680	1750	1820	1890	1960	2030
	11	7 70	1540	1617	1694	1771	1848	1925	2002	2079	2156	2233
	12	8 40	1680	1764	1848	1932	2016	2100	2184	2268	2352	2436
	13	9 10	1820	1911	2002	2093	2184	2275	2366	2457	2548	2639
	14	9 80	1960	2058	2156	2254	2352	2450	2548	2646	2744	2842
	15	10 50	2100	2205	2310	2415	2520	2625	2730	2835	2940	3045
750	8	6 00	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740
	9	6 75	1350	1418	1485	1553	1620	1688	1755	1823	1890	1958
	10	7 50	1500	1575	1650	1725	1800	1875	1950	2025	2100	2175
	11	8 25	1650	1733	1815	1898	1980	2063	2145	2228	2310	2393
	12	9 00	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610
	13	9 75	1950	2048	2145	2243	2340	2438	2535	2633	2730	2828
	14	10 50	2100	2205	2310	2415	2520	2625	2730	2835	2940	3045
	15	11 25	2250	2363	2475	2588	2700	2813	2925	3038	3150	3263
800	8	6 40	1280	1344	1408	1472	1536	1600	1664	1728	1792	1856
	9	7 20	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088
	10	8 00	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080	2160	2240	2320
	11	8 80	1760	1848	1936	2024	2112	2200	2288	2376	2464	2552
	12	9 60	1920	2016	2112	2208	2304	2400	2496	2592	2688	2784
	13	10 40	2080	2184	2288	2392	2496	2600	2704	2808	2912	3016
	14	11 20	2240	2352	2464	2576	2688	2800	2912	3024	3136	3248
	15	12 00	2400	2520	2640	2760	2880	3000	3120	3240	3360	3480

$h$ mm	$d_3$ mm	Użytkowa szerokość $b' = b - 2d$ w milimetrach										
		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
850	8	6-80	1360	1428	1496	1564	1632	1700	1768	1836	1904	1972
	9	7-65	1530	1607	1683	1760	1836	1913	1989	2066	2142	2219
	10	8-50	1700	1785	1870	1955	2040	2125	2210	2295	2380	2465
	11	9-35	1870	1964	2057	2151	2244	2338	2431	2525	2618	2712
	12	10-20	2040	2142	2244	2346	2448	2550	2652	2754	2856	2958
	13	11-05	2210	2321	2431	2542	2652	2763	2873	2984	3094	3205
	14	11-90	2380	2499	2618	2737	2856	2975	3094	3213	3332	3451
	15	12-75	2550	2678	2805	2933	3060	3188	3315	3443	3570	3698
900	8	7-20	1440	1512	1584	1656	1728	1800	1872	1944	2016	2088
	9	8-10	1620	1701	1782	1863	1944	2025	2106	2187	2268	2349
	10	9-00	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610
	11	9-90	1980	2079	2178	2277	2376	2475	2574	2673	2772	2871
	12	10-80	2160	2268	2376	2484	2592	2700	2808	2916	3024	3132
	13	11-70	2340	2457	2574	2691	2808	2925	3042	3159	3276	3393
	14	12-60	2520	2646	2772	2898	3024	3150	3276	3402	3528	3654
	15	13-50	2700	2835	2970	3105	3240	3375	3510	3645	3780	3915
950	8	7-60	1520	1596	1672	1748	1824	1900	1976	2052	2128	2204
	9	8-55	1710	1796	1881	1967	2052	2138	2223	2309	2394	2480
	10	9-50	1900	1995	2090	2185	2280	2375	2470	2565	2660	2755
	11	10-45	2090	2195	2299	2404	2508	2613	2717	2822	2926	3031
	12	11-40	2280	2394	2508	2622	2736	2850	2964	3078	3192	3306
	13	12-35	2470	2594	2717	2841	2964	3088	3211	3335	3458	3582
	14	13-30	2660	2793	2926	3059	3192	3325	3458	3591	3724	3857
	15	14-25	2850	2993	3135	3278	3420	3563	3705	3848	3990	4133
1000	8	8-00	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080	2160	2240	2320
	9	9-00	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340	2430	2520	2610
	10	10-00	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
	11	11-00	2200	2310	2420	2530	2640	2750	2860	2970	3080	3190
	12	12-00	2400	2520	2640	2760	2880	3000	3120	3240	3360	3480
	13	13-00	2600	2730	2860	2990	3120	3250	3380	3510	3640	3770
	14	14-00	2800	2940	3080	3220	3360	3500	3640	3780	3920	4060
	15	15-00	3000	3150	3300	3450	3600	3750	3900	4050	4200	4350
1050	8	8-40	1680	1764	1848	1932	2016	2100	2184	2268	2352	2439
	9	9-45	1890	1985	2079	2174	2268	2363	2457	2552	2646	2741
	10	10-50	2100	2205	2310	2415	2520	2625	2730	2835	2940	3045
	11	11-55	2310	2426	2541	2657	2772	2888	3003	3119	3234	3350
	12	12-60	2520	2646	2772	2898	3024	3150	3276	3402	3528	3654
	13	13-65	2730	2867	3003	3140	3276	3413	3549	3686	3822	3959
	14	14-70	2940	3087	3234	3381	3528	3675	3822	3969	4116	4263
	15	15-75	3150	3308	3465	3623	3780	3938	4095	4253	4410	4568

$h$ mm	$d_3$ mm	Użytkowa szerokość $b' = b - 2d$ w milimetrach										
		1	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
1100	8	8-80	1760	1848	1936	2024	2112	2200	2288	2376	2464	2552
	9	9-90	1980	2079	2178	2277	2376	2475	2574	2673	2772	2871
	10	11-00	2200	2310	2420	2530	2640	2750	2860	2970	3080	3190
	11	12-10	2420	2541	2662	2783	2904	3025	3146	3267	3388	3509
	12	13-20	2640	2772	2904	3036	3168	3300	3432	3564	3696	3828
	13	14-30	2860	3003	3146	3289	3432	3575	3718	3861	4004	4147
	14	15-40	3080	3234	3388	3542	3696	3850	4004	4158	4312	4466
	15	16-50	3300	3465	3630	3795	3960	4125	4290	4455	4620	4785
1150	8	9-20	1840	1932	2024	2116	2208	2300	2392	2484	2576	2668
	9	10-35	2070	2174	2277	2381	2484	2588	2691	2795	2898	3002
	10	11-50	2300	2415	2530	2645	2760	2875	2990	3105	3220	3335
	11	12-65	2530	2657	2783	2910	3036	3163	3289	3416	3542	3669
	12	13-80	2760	2898	3036	3174	3312	3450	3588	3726	3864	4002
	13	14-95	2990	3140	3289	3439	3588	3738	3887	4037	4186	4336
	14	16-10	3220	3381	3542	3703	3864	4025	4186	4347	4508	4669
	15	17-25	3450	3623	3795	3968	4140	4313	4485	4658	4830	5003
1200	8	9-60	1920	2016	2112	2208	2304	2400	2496	2592	2688	2784
	9	10-80	2160	2268	2376	2484	2592	2700	2808	2916	3024	3012
	10	12-00	2400	2520	2640	2760	2880	3000	3120	3240	3360	3480
	11	13-20	2640	2772	2904	3036	3168	3300	3432	3564	3696	3828
	12	14-40	2880	3024	3168	3312	3456	3600	3744	3888	4032	4176
	13	15-60	3120	3276	3432	3588	3748	3900	4056	4212	4368	4524
	14	16-80	3360	3528	3696	3864	4032	4200	4368	4536	4704	4872
	15	18-00	3600	3780	3960	4140	4320	4500	4680	4860	5040	5220

Tablica III.

Moment oporu  $w_0$  ścianki blaszanej jeden milimetr grubej.

Wysokość $h$ w milimetrach zasadniczego przekroju	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Moment oporu $w_0$ w $cm^3$	3-8	6-7	10-4	15-0	20-4	26-7	33-8	41-7	50-4	60-0	70-4
Wysokość $h$ w milimetrach zasadniczego przekroju	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
Moment oporu $w_0$ w $cm^3$	81-7	93-8	106-7	120-4	135-0	150-4	166-7	183-8	201-7	220-4	240-0

Tablica IV.

Spółczynnik redukcyjny  $C$  do wyznaczenia momentu oporu  $W_o$ , jeżeli pas górny i dolny przekroju ma grubość  $d_3$ .

Pasy żelazne blaszane											
o grubości $d_3$ w milimetrach	na zasadniczym przekroju belki, wysokim $h$ milimetrów										
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
	wymagają wyznaczenia momentu oporu $W_o$ z tablicy Ib współczynnikiem zmniejszającym $C$										
8	0.893	0.920	0.934	0.947	0.954	0.960	0.965	0.963	0.971	0.973	0.975
10	0.867	0.900	0.920	0.933	0.942	0.950	0.956	0.960	0.964	0.967	0.969
12	0.840	0.850	0.904	0.920	0.932	0.940	0.947	0.952	0.956	0.960	0.963
14	0.813	0.860	0.888	0.907	0.920	0.930	0.933	0.944	0.949	0.953	0.957
16	0.787	0.840	0.872	0.893	0.909	0.920	0.929	0.936	0.942	0.947	0.951
18	0.760	0.880	0.876	0.880	0.897	0.910	0.920	0.928	0.935	0.940	0.945
20	0.733	0.800	0.840	0.867	0.886	0.900	0.911	0.920	0.927	0.933	0.938
22	0.707	0.780	0.824	0.853	0.874	0.890	0.902	0.912	0.920	0.927	0.932
24	0.680	0.760	0.808	0.840	0.863	0.880	0.893	0.904	0.913	0.920	0.926
26		0.740	0.792	0.827	0.851	0.870	0.884	0.896	0.905	0.913	0.920
28		0.720	0.776	0.813	0.840	0.860	0.876	0.888	0.898	0.907	0.914
30		0.700	0.760	0.800	0.829	0.850	0.867	0.880	0.891	0.900	0.908
32			0.744	0.787	0.817	0.840	0.858	0.872	0.884	0.893	0.902
34			0.728	0.773	0.806	0.830	0.849	0.864	0.876	0.887	0.895
36			0.712	0.760	0.794	0.820	0.840	0.856	0.869	0.880	0.888
38			0.696	0.747	0.783	0.810	0.831	0.848	0.862	0.873	0.883
40			0.680	0.733	0.771	0.800	0.822	0.840	0.855	0.867	0.877
	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
8	0.977	0.978	0.980	0.981	0.982	0.983	0.984	0.985	0.985	0.986	0.986
10	0.971	0.973	0.975	0.976	0.978	0.979	0.980	0.981	0.982	0.983	0.983
12	0.966	0.968	0.970	0.972	0.973	0.975	0.976	0.977	0.978	0.979	0.980
14	0.960	0.963	0.965	0.967	0.969	0.971	0.972	0.973	0.975	0.976	0.977
16	0.954	0.957	0.960	0.962	0.965	0.967	0.968	0.970	0.971	0.972	0.973
18	0.949	0.952	0.955	0.958	0.960	0.962	0.964	0.966	0.967	0.969	0.970
20	0.942	0.947	0.950	0.953	0.956	0.958	0.960	0.962	0.964	0.966	0.967
22	0.937	0.941	0.945	0.948	0.951	0.954	0.956	0.958	0.960	0.962	0.963
24	0.932	0.936	0.940	0.944	0.947	0.950	0.952	0.954	0.956	0.958	0.960
26	0.926	0.931	0.935	0.939	0.942	0.945	0.948	0.950	0.953	0.955	0.957
28	0.920	0.925	0.930	0.934	0.938	0.941	0.944	0.946	0.949	0.951	0.953
30	0.914	0.920	0.925	0.929	0.933	0.937	0.940	0.942	0.945	0.948	0.950
32	0.909	0.915	0.920	0.925	0.929	0.933	0.936	0.939	0.942	0.945	0.947
34	0.903	0.909	0.915	0.920	0.924	0.928	0.932	0.935	0.938	0.941	0.943
36	0.897	0.904	0.910	0.915	0.920	0.924	0.928	0.931	0.935	0.938	0.940
38	0.891	0.899	0.905	0.911	0.916	0.920	0.924	0.928	0.931	0.934	0.937
40	0.886	0.893	0.900	0.906	0.911	0.916	0.920	0.924	0.927	0.930	0.933



## c) Zastosowanie tablic poprzednich.

Z pomocą tablic Ia. do IV. włącznie daje się wyznaczyć przekrój poprzeczny belki nitowanej w sposób prosty bez rozwlekłego obliczania, który to przekrój — o zarysie uwidocznionym w rysunku 57. i rozmiarach w praktyce powszechnie przyjętych i wytwarzanych — odpowiada danemu obciążeniu i podparciu zamierzonej belki nitowanej.

Tablica Ia. obejmuje 24 numerów zasadniczego przekroju poprzecznego belki nitowanej, uszeregowanych według rozmiarów poszczególnych części składowych.

Tablica Ib. wykazuje odnoszące się do tych numerów przekroju zasadniczego momenta oporu  $W_0$  w centymetrach ( $cm^3$ ) z potrąceniem wywierćów na nity w poziomych ramionach kątowników.

Tablica II. zawiera momenta oporu  $W_1$  pasów w odniesieniu do numerów, względnie do wysokości  $h$  zasadniczego przekroju z tablicy Ib.

W tablicy III. momenta oporu  $w_0$ , odnoszące się do przekroju ścianki jeden milimetr grubej, umożliwiają przeprowadzenie z łatwością korektury momentu oporu  $W_0$  z tablicy Ib. dla nieobjętych tą tablicą grubości  $d_1$  ścianki. Tak np. odnoszący się do zasadniczego przekroju Nr. 7 o wysokości  $h = 200 mm$  moment oporu  $W_0 = 363 cm^3$ ; gdyby jednak ścianka tego przekroju zamiast  $10 mm$  była  $13 mm$  grubą, t. j. o  $3 mm$  grubszą, to ponieważ według tablicy III. odnośny jednostkowy moment oporu  $w_0 = 6.7 cm^3$ , więc należałoby o tę zwiększoną grubość ścianki moment oporu  $W_0$  poprawić; wypadłoby zatem

$$W'_0 = W_0 + 3 w_0 = 363 + 3 \times 6.7 \cong 383 cm^3.$$

W tablicy II. momenta oporu  $W_1$  odnoszą się do użytkowej szerokości pasów  $b' = b - 2d$ , wynikłej po potrąceniu wywierćów na nity. Gdy zaś nadto tablica ta zawiera także i wielkość  $W_1$  pasu  $1 mm$  szerokiego, więc można i tu łatwo przeprowadzić korekturę momentów oporu dla pasów o szerokości nie wykazanej w tej tablicy.

Moment oporu całkowitego przekroju poprzecznego belki nitowanej będzie w przybliżeniu

$$W_c = W_0 + W_1 \quad 195$$

albo dokładniej, jeżeli pas górny i dolny ma grubość  $d_3$ , więc

$$W_c = W_0 \left(1 - \frac{2d_3}{h}\right) + W_1 = CW_0 + W_1. \quad 196$$

Poszczególne wartości współczynnika redukcyjnego  $C$  zawiera tablica IV.

Mając zatem dane: wielkość i jakość obciążenia oraz sposób podparcia belki, obliczamy jej największy moment zgięcia  $M$ , a stąd według wzoru 177. moment oporu  $W$ . Następnie po przyjęciu z tablicy Ia jednego z numerów zasadniczego przekroju o stosownej wysokości  $h$  i dobraniu odnośnego momentu oporu  $W_0$ , tak, aby było  $W_0 < W$ , to różnica  $W - W_0$ , a dokładniej  $W - CW_0$  wskaże nam granicę momentu oporu  $W_1$ , obu pasów, względem której jednak musi być

$$W_1 \geq W - CW_0. \quad 197$$

#### PRZYKŁAD.

Wyznaczyć z pomocą przedstawionych wyżej tablic Ia do IV rozmiary poprzecznego przekroju belek żelaznych nitowanych, przeznaczonych do zasklepienia ceglami stropu pod podłogę pracowni rękodzielniczej 8 m rozpiętości, osadzonych we wzajemnych odstępach oś od osi co 3 m.

Według przyjętych norm całkowite obciążenie  $q$ , złożone z ciężaru własnego  $g$  i użytkowego  $p$  takiego stropu wynosi  $q = 550 + 400 = 950 \text{ kg/m}^2$ ; stąd obciążenie całej belki  $P = 950 \times 8 \times 3 = 22800 \text{ kg}$ ,  $l = 1.05 \times 8 = 8.4 \text{ m}$ .

Największy moment zgięcia belki tej uważanej za wolno podpartą na obu końcach będzie

$$M = \frac{1}{8} Pl \times 100 = 12.5 \times 22800 \times 8.4 = 2390.000 \text{ kgcm};$$

stąd po przyjęciu dopuszczalnego natężenia  $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$  będzie według wzoru 177. moment oporu

$$W = \frac{M}{k} = \frac{2390000}{1200} = 1995 \text{ cm}^3.$$

Przyjmujemy z tablicy Ia zasadniczy przekrój Nr. 11 o wysokości  $h = 400 \text{ mm}$ , i wybieramy z tablicy Ib moment oporu  $W_0 < W = 1995$ , na przykład  $W_0 = 1387 \text{ cm}^3$ ; stąd wynika jako moment oporu pasów

$$W'_1 = W - W_0 = 1995 - 1060 = 935 \text{ cm}^3.$$

Najbliższy tej reszcie większy moment oporu z tablicy II. jest  $968 \text{ cm}^3$  dla  $d_3 = 11 \text{ mm}$ ,  $b' = 220 \text{ mm}$ ; a dokładniej z zastosowaniem współczynnika redukcyjnego  $C = 0.94$  według tablicy IV. dla  $h = 400 \text{ mm}$  i  $d_3 = 12 \text{ mm}$  będzie ostatecznie moment oporu pasów odnośnie do wzoru 197.

$$W_1 = W - CW_0 = 1995 - 0.94 \times 1060 \cong 1000 \text{ cm}^3.$$

Całkowity zatem według wzoru 195. moment oporu przekroju naszej belki nitowanej wynosi

$$W_c = W_0 + W_1 = 1060 + 1000 = 2060 \text{ cm}^3$$

i czyni zadość warunkowemu równaniu 197., gdyż

$$W_c = 2060 > W = 1995 \text{ cm}^3.$$

Wobec tego belka nasza nitowana — o poprzecznym przekroju, złożonym z zasadniczego przekroju Nr. 11 (według tablicy Ia), którego wysokość  $h = 400 \text{ mm}$ , i z nanitowanych na nim dwu pasów, z których każdy ma grubość  $d_3 = 11 \text{ mm}$  i szerokość  $b = b' + 2d = = 220 + 2 \times 24 = 268 \text{ mm}$  — jest dostatecznie wytrzymała do zamierzonego celu.

## 7. Wzory statyczne różnie podpartych i obciążonych belek. <sup>1</sup>

W zestawionych niżej rysunkach i równaniach oznacza:  $l$  rozpiętość belki,  $a, b, c$  poszczególne części tej rozpiętości,  $h$  wysokość poprzecznego przekroju belki,  $x, y$  spólrzędne z początkiem na lewym podparciu,  $f$  strzałka linii ugięcia,  $f_m$  największa strzałka ugięcia i wszelki zresztą rozmiar długości w  $\text{cm}$ , —  $P, Q$  obciążenie belki,  $A$  oddziaływanie na lewym,  $B$  na prawym podparciu w  $\text{kg}$ , —  $k_b$  dopuszczalne natężenie zginające w  $\text{kg/cm}^2$ , —  $E$  współczynnik sprężystości w  $\text{kg/cm}^2$ , —  $J$  moment bezwładności względem osi ciężkości poprzecznego przekroju, prostopadłej do płaszczyzny działania sił, w  $\text{cm}^4$ , —  $W$  odnośny moment oporu w  $\text{cm}^3$  względem tej samej osi, —  $M$  moment zgięcia, —  $M_m$  największy moment zgięcia, —  $C$  położenie danego przekroju poprzecznego.

1. Belka wmurowana jednym końcem a na drugim wolnosterczącym obciążona odosobnioną siłą  $P$ .

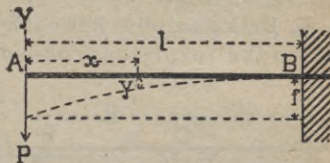
Rysunek 37.

$$B = P$$

$$M = P x, \quad M_m = P l = k_b W,$$

$$P = \frac{k_b W}{l} = \frac{M_m}{l},$$

$$W = \frac{P l}{k_b} = \frac{M_m}{k_b} = \frac{2 J}{h}.$$



Równanie linii sprężystości czyli linii ugięcia:

$$y = \frac{P l^3}{2 E J} \left( \frac{x}{l} - \frac{x^3}{3 l^3} \right),$$

<sup>1</sup> „Hütte“ Des Ingenieurs Taschenbuch ex 1911 (tom I).

strzałka

$$f = \frac{P}{EJ} \cdot \frac{l^3}{3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{k_b l^2}{Eh}$$

Niebezpieczny przekrój jest na podparciu B.

**2.** Belka jednym końcem wmurowana (naprężona), drugim wolnostercząca, jednostajnie siłą  $P$  obciążona.

Rysunek 38.



$$B = P, \quad M = \frac{P x^2}{2 l},$$

$$M_m = \frac{P l}{2} = k_b W,$$

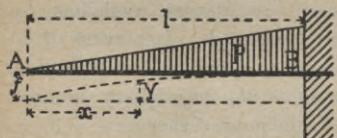
$$P = \frac{2 M_m}{l} = \frac{2 k_b W}{l}, \quad W = \frac{P l}{2 k_b} = \frac{M_m}{k_b} = \frac{2 J}{h},$$

$$y = \frac{P l^3}{6 E J} \left( \frac{x}{l} - \frac{x^4}{4 l^4} \right), \quad f = \frac{P l^3}{8 E J} = \frac{k_b l^2}{2 E h}$$

Niebezpieczny przekrój na podparciu B.

**3.** Belka jednym końcem naprężona (wmurowana), drugim wolnostercząca (konzola, sterczyna) z obciążeniem malejącym jednostajnie po linii prostej w zarysie trójkąta.

Rysunek 39.



$$B = P, \quad M = \frac{P x^3}{3 l^2},$$

$$M_m = \frac{P l}{3} = k_b W, \quad P = \frac{3 k_b W}{l},$$

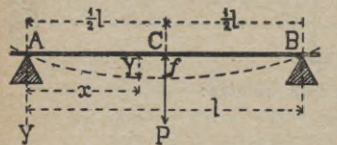
$$W = \frac{P l}{3 k_b} = \frac{2 J}{h} = \frac{M_m}{3 k_b},$$

$$y = \frac{P l^3}{12 E J} \left( \frac{x}{l} - \frac{x^5}{5 l^5} \right), \quad f = \frac{P l^3}{15 E J} = \frac{2 k_b l^2}{5 E h}$$

Niebezpieczny przekrój na podparciu B.

**4.** Belka na obu końcach wolno podparta, obciążona w środku rozpiętości odosobnioną siłą  $P$ .

Rysunek 40.



$$A = B = \frac{P}{2}, \quad M = \frac{P x}{2},$$

$$M_m = \frac{P l}{4} = k_b W,$$

$$P = \frac{4 M_m}{l} = \frac{4 k_b W}{l},$$

$$W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{P l}{4 k_b}$$

$$y = \frac{Pl^3}{16 EJ} \left( \frac{x}{l} - \frac{4x^3}{3l^3} \right), \quad f = \frac{Pl^3}{48 EJ} = \frac{1}{6} \cdot \frac{k_b l^3}{Eh}$$

Niebezpieczny przekrój w środku rozpiętości.

**5.** Belka wolno poparta na obu końcach, obciążona odosobnionym ciężarem  $P$  w odstępnie  $c$  od podparcia  $A$ , większym od  $\frac{l}{2}$ .

$$A = \frac{Pc_1}{l}, \quad B = \frac{Pc}{l},$$

$$\text{w obrębie } AC: M = \frac{Pc_1 x}{l},$$

$$\text{w obrębie } BC: M = \frac{Pc x_1}{l},$$

$$M_m = \frac{Pc c_1}{l} = k_b W, \quad P = k_b \cdot W \cdot \frac{l}{c c_1} = M_m \cdot \frac{l}{c c_1}$$

$$W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{Pc c_1}{k_b l}$$

$$y = \frac{P}{EJ} \cdot \frac{c^2 c_1^2}{6l} \left( \frac{2x}{c} + \frac{x}{c_1} - \frac{x^3}{c^2 c_1} \right), \quad f = \frac{Pl^3}{3 EJ} \cdot \frac{c^2}{l^3} \cdot \frac{c_1^2}{l^2}$$

$$y_1 = \frac{P}{EJ} \cdot \frac{c_1^2 c^2}{6l} \left( \frac{2x_1}{c_1} + \frac{x_1}{c} - \frac{x_1^3}{c_1^2 c} \right)$$

Jeżeli  $c > c_1$  to  $f_m$  jest dla  $x = c \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2c_1}{3c}}$ ,

Jeżeli  $c < c_1$  to  $f_m$  jest dla  $x_1 = c_1 \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2c}{3c_1}}$ .

Niebezpieczny przekrój w punkcie  $C$  zaczepienia siły  $P$ .

**6.** Belka jednym końcem naprężona (wmurowana), drugim wolno wsparta, obciążona odosobnioną siłą  $P$  w połowie rozpiętości  $l$ .

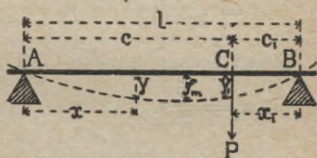
$$A = \frac{5}{16} P, \quad B = \frac{11}{16} P,$$

$$\text{W obrębie } AC: M = \frac{5}{16} P x;$$

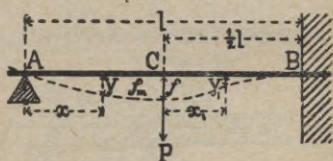
$$\text{w przekroju } C: M_c = \frac{5}{32} P l;$$

$$\text{w obrębie } BC: M = P l \left( \frac{5}{32} - \frac{11}{16} \cdot \frac{x_1}{l} \right)$$

Rysunek 41.



Rysunek 42.



$$M_m = \frac{3}{16} Pl = k_b W, \quad P = \frac{16 k_b W}{3 l} = \frac{16 M_m}{3 l}.$$

$$W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{3}{16} \frac{Pl}{k_b}, \quad y = \frac{Pl^3}{32 EJ} \left( \frac{x}{l} - \frac{5x^3}{3l^3} \right).$$

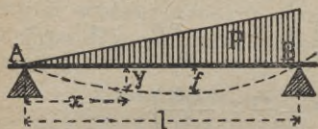
$$y_1 = \frac{Pl^3}{32 EJ} \left( \frac{x_1}{4l} + \frac{5x_1^3}{2l^3} - \frac{11}{3} \cdot \frac{x_1^3}{l^3} \right)$$

$$f = \frac{7Pl^3}{768 EJ}; \quad f_m = \frac{Pl^3}{48 EJ} \cdot \sqrt{\frac{1}{5}} \quad \text{dla } x = l \sqrt{\frac{1}{5}}.$$

Niebezpieczny przekrój na podparciu B; punkt zwrotny w odstępnie  $x_1 = \frac{5}{22} l$ .

**7.** Belka oboma końcami wolno wsparta z obciążeniem malejącem jednostajnie od podparcia B do A po linii prostej w zarysie trójkąta.

Rysunek 43



$$A = \frac{1}{3} P, \quad B = \frac{2}{3} P;$$

$$M = \frac{Px}{3} \left( 1 - \frac{x^2}{l^2} \right);$$

$$M_m = \frac{2}{9 \sqrt{3}} Pl = 0.128 Pl = k_b W;$$

$$P = \frac{M_m}{0.128 l} = \frac{9 \sqrt{3}}{2} \cdot \frac{k_b W}{l}, \quad \text{gdzie } \frac{9 \sqrt{3}}{2} = 7.794;$$

$$W = \frac{M_m}{k_b} = 0.128 \frac{Pl}{k_b} = \frac{Pl}{7.794 k_b}.$$

$$y = \frac{Pl^3}{180 EJ} \left( \frac{7x}{l} - \frac{10x^3}{l^3} + \frac{3x^5}{l^5} \right);$$

największe ugięcie w odstępnie  $x = l \sqrt{1 - \sqrt{\frac{8}{15}}} = 0.5193 l$ :

$$f_m = \frac{Pl^3 \left( 2 + 5 \sqrt{\frac{8}{15}} \right)}{225 EJ} \sqrt{1 - \sqrt{\frac{8}{15}}} = 0.01304 \frac{Pl^3}{EJ}.$$

Niebezpieczny przekrój w odstępnie  $x = \frac{l}{\sqrt{3}} = 0.5774 l$ .

**8.** Belka oboma końcami wolno wsparta z obciążeniem o zarysie trójkąta, którego wierzchołek leży nad środkiem rozpiętości  $l$ .

$$A = B = \frac{P}{2}; \quad M = Px \left( \frac{1}{2} - \frac{2x^2}{3l^2} \right).$$

$$M_m = \frac{Pl}{6} = k_b W;$$

$$P = \frac{6 M_m}{l} = \frac{6 k_b W}{l};$$

$$W = \frac{Pl}{6 k_b} = \frac{M_m}{k_b}.$$

$$y = \frac{Pl^3}{12 EJ} \left( \frac{5x}{8l} - \frac{x^3}{l^3} + \frac{2x^5}{5l^5} \right);$$

$$f = \frac{Pl^3}{60 EJ} = \frac{1}{5} \cdot \frac{k_b l^2}{Eh}.$$

Rysunek 44.



Niebezpieczny przekrój w środku rozpiętości  $l$ .

Jeżeli zarys obciążenia jest — zamiast trójkąta — parabolą, to

$$M_m = \frac{5 Pl}{32} = \frac{Pl}{6.4} = k_b W; \quad P = \frac{6.4 k_b W}{l} = \frac{6.4 M_m}{l};$$

$$W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{5 Pl}{32 k_b}.$$

**9.** Belka oboma końcami wolno wsparta, obciążona jednostajnie siłą  $P$ .

$$A = B = \frac{P}{2}; \quad M = \frac{Px}{2} \left( 1 - \frac{x}{l} \right);$$

$$M_m = \frac{Pl}{8} = k_b W;$$

$$P = \frac{8 M_m}{l} = \frac{8 k_b W}{l};$$

$$W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{Pl}{8 k_b}.$$

$$y = \frac{Pl^3}{24 EJ} \left( \frac{x}{l} - \frac{2x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right); \quad f = \frac{5 Pl^3}{384 EJ} = \frac{5}{24} \frac{k_b l^2}{Eh}.$$

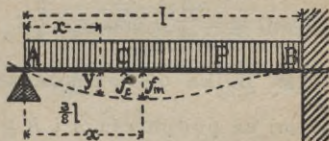
Niebezpieczny przekrój w środku rozpiętości  $l$ .

**10.** Belka jednym końcem naprężona (wmurowana) drugim wolno wsparta, obciążona jednostajnie siłą  $P$ .

Rysunek 46.

$$A = \frac{3}{8} P; \quad B = \frac{5}{8} P;$$

$$M = \frac{Px}{2} \left( \frac{3}{4} - \frac{x}{l} \right);$$



bezwzględne maximum:  $M_m = \frac{Pl}{8} = k_b W$ ;

względne maximum:  $M_c = \frac{9}{128} Pl$  dla  $x = \frac{3}{8} l$ .

$$P = \frac{8 M_m}{l} = \frac{8 k_b W}{l}; \quad W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{Pl}{8 k_b}.$$

$$y = \frac{Pl^3}{48 EJ} \left( \frac{x}{l} - \frac{3x^3}{l^3} + \frac{2x^4}{l^4} \right); \quad f_m = \frac{Pl^3}{185 EJ}, \text{ gdzie } \frac{1}{185} =$$

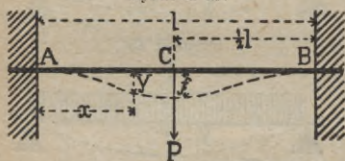
$$= \frac{78 + 110 \sqrt{33}}{2 \times 16^4}; \quad f_c = \frac{175}{8^5} \cdot \frac{Pl^3}{EJ} = \frac{Pl^3}{187 EJ}.$$

Niebezpieczny przekrój na podparciu B.

$f_m$  w odstępnie  $x_1 = \frac{1}{16} l (1 + \sqrt{33}) = 0.4215 l$ ; punkt  
zwrrotny w odstępnie  $x = \frac{3}{4} l$ ;  $M_c$  w odstępnie  $x = \frac{3}{8} l$ .

**11.** Belka naprężona na obu końcach, obciążona odosobnioną siłą  $P$  w środku rozpiętości  $l$ .

Rysunek 47.



$$A = B = \frac{P}{2};$$

$$\text{w obrębie } AC: M = \frac{1}{2} Pl \times$$

$$\times \left( \frac{x}{l} = \frac{1}{4} \right); \text{ w obrębie } BC:$$

$$M = \frac{1}{2} Pl \left( \frac{x}{l} - \frac{3}{4} \right); \quad M_m = \frac{1}{8} Pl = k_b W; \quad P = \frac{8 M_m}{l} = \frac{8 k_b W}{l};$$

$$W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{Pl}{8 k_b}.$$

$$y = \frac{Pl^3}{16 EJ} \left( \frac{x^2}{l^2} - \frac{4x^3}{3l^3} \right); \quad f = \frac{Pl^3}{192 EJ} = \frac{k_b l^2}{12 E h}.$$


Niebezpieczne przekroje w A, B i C; punkta zwrtnie w odstępach  $x = \frac{1}{4} l$ , oraz  $x = \frac{3}{4} l$ .

**12.** Belka oboma końcami wolno wsparta z obciążeniami na podparciu A i B po  $\frac{P}{2}$ , malejącymi jednostajnie



ku środkowi rozpiętości  $l$  po linii prostej od  $\frac{P}{2}$  do zera w zarysie trójkątów.

Rysunek 48.

$$A = B = \frac{P}{2}; \quad M = Px \left( \frac{1}{2} - \frac{x}{l} + \frac{2x^2}{3l^2} \right); \quad M_m = \frac{Pl}{12} = k_b W;$$


$$P = \frac{12 M_m}{l} = \frac{12 k_b W}{l}; \quad y = \frac{Pl^3}{12 EJ} \left( \frac{3x}{8l} - \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} - \frac{2x^5}{5l^5} \right);$$


$$f = \frac{3Pl^3}{320 EJ} = \frac{9}{40} \cdot \frac{k_b l^2}{Eh}.$$

Niebezpieczny przekrój w środku rozpiętości.

**13.** Belka na obu końcach naprężona (wmurowana) z jednostajnym obciążeniem  $P$ .

Rysunek 49.

$$A = B = \frac{Pl}{2};$$

$$M = \frac{1}{2} Pl \left( \frac{1}{6} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2} \right);$$


absolutnie największy  $M_m = \frac{1}{12} Pl = k_b W;$

względnie największy  $M_c = \frac{1}{24} Pl = k_b W;$

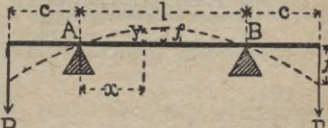
$$P = \frac{12 M_m}{l} = \frac{12 k_b W}{l}; \quad W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{Pl}{12 k_b}.$$

$$y = \frac{Pl^3}{24 EJ} \left( \frac{x^2}{l^2} - \frac{2x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right); \quad f = \frac{Pl^3}{384 EJ} = \frac{k_b l^2}{16 Eh}.$$

Niebezpieczny przekrój na podparciu  $A$  i  $B$ ; punkta zwrotne w odstępach  $x = \frac{1}{2} l \left( 1 \pm \sqrt{\frac{1}{3}} \right)$ , a więc  $x_1 = 0.7887 l$  i  $x_2 = 0.2113 l$ .

**14.** Belka wolno podparta w  $A$  i  $B$  z końcami wolno sterzającymi poza oba te podparcia na długość  $c$ , obciążonymi każdy jedną odosobnioną siłą  $P$ .

Rysunek 50.

$$A = B = P; \quad \text{w obrębie } AB \text{ moment jest stały: } M = Pc = k_b W;$$


$$P = \frac{M}{c} = \frac{k_b W}{c}; \quad W = \frac{M}{k_b} = \frac{Pc}{k_b}.$$

$$y = f_1 - \left[ \rho - \sqrt{\rho^2 - \left( \frac{l}{2} - x \right)^2} \right] \text{ gdzie } \rho = \frac{EJ}{Pc};$$

$$\text{środkowe } f_1 = \frac{Pl^3}{8EJ} \cdot \frac{c}{l} = \frac{k_b l^2}{4Eh} = \frac{l^2}{8\rho}; \quad f_2 = \frac{Pc^2}{3EJ} \left( c + \frac{3l}{2} \right).$$

Linia ugięcia między  $A$  i  $B$  jest łukiem koła o promieniu  $\rho$ ; niebezpiecznym jest każdy przekrój w obrębie  $AB$ .

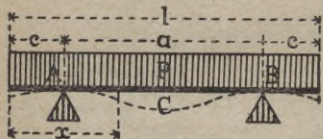
Jeżeli poza podparciem  $A$  długość  $c = 0$ , to  $f_m = 0.064 \cdot \frac{Pl^2c}{EJ}$

w odstępnie  $x = 0.578 l$  od  $A$ , zaś  $f_2 = \frac{Pc^2}{3EJ} (c + l)$  w punkcie zaczepienia siły  $P$ .

Te same wszystkie wzory mają także swoje znaczenie, jeżeli w miejscu odosobnionych sił  $P$  i  $P$  będą podparcia, zaś w miejscu podparć  $A$  i  $B$  odosobnione siły  $P$  i  $P$ .

**15.** Belka wolno podparta, jak poprzednia z oboma końcami poza podparcia  $A$  i  $B$  sterującymi na długość  $c$ , ale obciążona jednostajnie siłą  $P$ .

Rysunek 51



$$A = B = \frac{P}{2}; \quad \text{w obrębie } AB:$$

$$M = \frac{Px}{2} \left( 1 - \frac{c}{x} - \frac{x}{l} \right);$$

dla  $x \ll c$ :  $M = -\frac{Px^2}{2l}$ ; największy moment bezwzględny:

$$M_a = M_b = \frac{Pc^2}{2l} = k_b W;$$

w środku rozpiętości  $l$ :  $M_c = \frac{P}{2} \left( \frac{l}{4} - c \right)$  dla  $c = \left( \sqrt{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} \right) l = 0.207 l$ :  $M_a = M_c = M_b = 0.021447 Pl = k_b W$ ; stąd

$$P = \frac{M_a}{0.021447 l} = 47 \frac{k_b W}{l}; \quad W = \frac{Pl}{47 k_b}.$$

Niebezpieczny przekrój w  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ; punkta zwrotne w odstępach

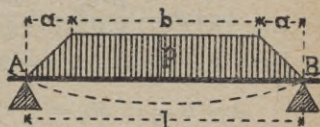
$$x = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\frac{l^2}{4} - cl}.$$

**16.** Belka oboma końcami wolno wsparta z jednostajnym obciążeniem  $P$  o zarysie trapezu.

Rysunek 52.

$$A = B = \frac{P}{2};$$

$$M_m = P \cdot \frac{8a^2 + 3b(4a + b)}{24(a + b)} =$$



$$= kb W; \quad P = \frac{24(a + b)}{8a^2 + 3b(4a + b)} \cdot kb W;$$

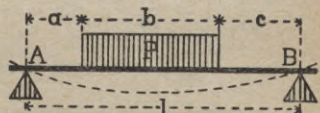
$$W = P \cdot \frac{8a^2 + 3b(4a + b)}{24(a + b)kb} = \frac{M_m}{kb}.$$

**17.** Belka oboma końcami wolno wsparta z jednostajnym częściowym obciążeniem  $P$  w obrębie podparć  $A$  i  $B$ .

Rysunek 53.

$$A = \frac{P(2c + b)}{2l};$$

$$B = \frac{(2a + b)}{2l} P;$$



$$M_m = A \left( a + \frac{bA}{2P} \right) = kb W.$$

Dla  $a = c$  będzie:  $A = B = \frac{P}{2}$ ; zaś

$$M_m = \frac{P}{2} \left( \frac{l}{2} - \frac{b}{4} \right) = kb W;$$

$$P = \frac{2M_m}{l - \frac{b}{2}} = \frac{2kb W}{2 - \frac{b}{4}}; \quad W = \frac{M_m}{kb} = \frac{P}{2kb} \left( \frac{l}{2} - \frac{b}{4} \right).$$

**18.** Belka oboma końcami wolno wsparta z dwoma jednostajnymi częściowymi obciążeniami  $P$  i  $P_1$  poznaczającymi się od podparć  $A$  i  $B$  ku środkowi rozpiętości.

Rysunek 54.

$$A = \frac{P(2l - a) + P_1 a_1}{2l};$$

$$B = \frac{P_1(2l - a_1) + Pa}{2l}.$$



Dla  $A < P$ :  $M_m = \frac{A^2 a}{2P} = kb W$ ; stąd  $P = \frac{A \cdot a}{2M_m} = \frac{A^2 a}{2kb W}$ ;

$$W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{A^2 a}{2 k_b P}; \text{ dla } B < P_1: M_m = \frac{B^2 a_1}{2 P_1} = k_b W,$$

$$\text{stąd } P_1 = \frac{B^2 a_1}{2 M_m} = \frac{B^2 a_1}{2 k_b W}, \quad W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{B^2 a_1}{2 k_b P_1}.$$

Jeżeli  $P = P_1$ ,  $a = a_1$ ,  $l - 2a = b$ , to będzie

$$A = B = P: M_m = \frac{1}{2} P a = \frac{1}{4} P(l - b) = k_b W; \text{ stąd}$$

$$P = \frac{2 M_m}{a} = \frac{4 M_m}{l - b} = \frac{2 k_b W}{a}; \quad W = \frac{M_m}{k_b} = \frac{P a}{2 k_b} = \frac{P(l - b)}{4 k_b}.$$

Dla  $P_1 = 0$  będzie  $a_1 = 0$ ; stąd  $A = P \left(1 - \frac{a}{2l}\right)$ ,  $B = \frac{P a}{2l}$ ;

$$M_m = \frac{P^2 \left(1 - \frac{a}{2l}\right)^2 a}{2 P} = \frac{P a}{2} \left(1 - \frac{a}{2l}\right)^2 = \mu P l = k_b W, \text{ gdzie}$$

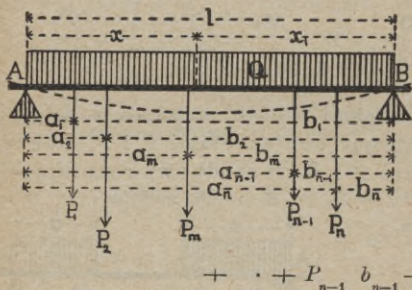
$\mu = \frac{a}{2l} \left(1 - \frac{a}{2l}\right)^2$ . dla  $a = \frac{2}{3} l$  będzie  $\mu$  największe, a miano-

wicie  $\mu = \frac{4}{27}$ , w którym to razie będzie  $x = \frac{4}{9} l$ . Wogóle zresztą

największy moment zgięcia  $M_m$  wypada dla  $x = a \left(1 - \frac{a}{2l}\right)$ , a zatem dla  $x < a$ .

**19.** Belka oboma końcami wolno wsparta, obciążona jednostajnie ciężarem  $Q$ , oraz ilością  $m$  odosobnionych sił  $P$ .

Rysunek 55.



$$A = \frac{\Sigma P b}{l} + \frac{Q}{2};$$

$$B = \frac{\Sigma P a}{l} + \frac{Q}{2};$$

$$\text{gdzie } \Sigma P a = P_1 a_1 + P_2 a_2 + \dots + P_m a_m + \dots + P_{n-1} a_{n-1} + P_n a_n, \quad \Sigma P b = P_1 b_1 + P_2 b_2 + \dots + P_m b_m + \dots + P_{n-1} b_{n-1} + P_n b_n.$$

Jeżeli  $\sum_1^{m-1} P + \frac{Q}{l} a_{m-1} < A$ , a równocześnie  $\sum_1^{m-1} P + \frac{Q}{l} a_m > A$ , —

gdzie  $\sum_1^{m-1} P = P_1 + P_2 + \dots + P_{m-2} + P_{m-1}$ , — to przekrój niebez-

pieczny leży między siłami  $P_{m-1}$  a  $P_m$  w odstępnie od podparcia  $A$ :

$$x = \left( A - \sum_1^{m-1} P \right) \frac{l}{Q}$$

$$\text{zaś } M_m = \sum_1^{m-1} P a + \frac{Q}{2l} x^2 = kb W.$$

Natomiast jeżeli  $\sum_1^{m-1} P + \frac{Q}{l} a_m < A < \sum_1^m P + \frac{Q}{l} a_m$ , to niebezpieczny przekrój leży w  $P_m$ , to jest w odstępnie  $x = a_m$ , zaś największy moment zgięcia

$$M_m = \sum_1^{m-1} P a + P'_m a_m + \frac{Q}{l} a_m^2 = kb W,$$

$$\text{gdzie } P'_m = A - \left[ \sum_1^{m-1} P + \frac{Q}{l} a_m \right].$$

Dla  $Q = 0$  będzie niebezpieczny przekrój leżał w punkcie zaczepienia siły  $P_m$ , jeżeli

$$\sum_1^{m-1} P < \frac{\Sigma P b}{l} < \sum_1^m P$$

zaś największy moment w tym razie będzie

$$M_m = \sum_1^{m-1} P a + P'_m a_m + kb W, \text{ gdzie } P'_m = \Sigma \left( \frac{P b}{l} \right) - \sum_1^{m-1} P.$$

**20.** Belka oboma końcami wolno wsparta, obciążona jednostajnie ciężarem  $Q$  i odosobnioną siłą  $P$  w odstępnie  $a$  od podparcia  $A$ .

Rysunek 56.

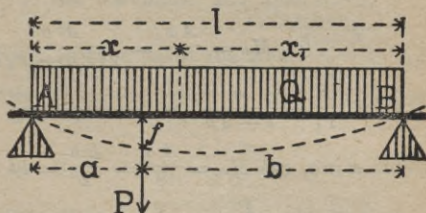
Jeżeli  $a < b$ , to

$$A = \frac{P b}{l} + \frac{Q}{2},$$

$$B = \frac{P a}{l} + \frac{Q}{2}.$$

Nadto jeżeli

$$\frac{P}{Q} < \frac{b-a}{2a}$$



to niebezpieczny przekrój znajduje się względem podparcia  $B$

w odstępnie  $x_1 = \frac{B l}{Q} = \frac{P a}{Q} + \frac{l}{2}$  i w tym razie

$$M_m = \frac{B x_1}{2} = \frac{B^2 l}{2 Q} = kb W$$

natomiast jeżeli  $\frac{P}{Q} > \frac{b-a}{2a}$ , to  $x_1 = b$ , zaś

$$M_m = \left( P + \frac{Q}{2} \right) \frac{ab}{l} = k_b W.$$

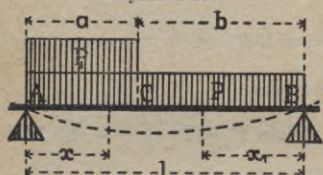
Strzałka linii ugięcia w punkcie zaczepienia siły  $P$

$$f = \left( P + \frac{l^2 + ab}{8ab} \cdot Q \right) \frac{a^2 b^2}{3EJl}.$$

Dla  $a = b = \frac{l}{2}$ , będzie  $A = B = \frac{1}{2}(P + Q)$ ;  $M_m = \frac{1}{8}(2P + Q)l = k_b W$ ,  $x_1 = \frac{l}{2}$ ,  $f_m = \frac{(P + \frac{5}{8}Q)l^3}{48EJ}$ .

**21.** Belka oboma końcami wolno wsparta z obciążeniem jednostajnym  $P$  na całej rozpiętości, oraz z częściowym jednostajnym obciążeniem  $P_1$  na długość  $a$  mierząc od podparcia  $A$ .

Rysunek 57.



$$A = \frac{P}{2} + P_1 \left( 1 - \frac{a}{2l} \right),$$

$$B = \frac{P}{2} + P_1 \frac{a}{2l} = P + P_1 - A.$$

Jeżeli  $\frac{P}{P_1} < \frac{a}{l-2a}$ , to odstęp

niebezpiecznego przekroju od podparcia  $A$  będzie

$$x = \frac{A}{\frac{P}{l} + \frac{P_1}{l}}, \text{ zaś}$$

$$M_m = \frac{Ax}{2} = \frac{A^2 a l}{2(Pa + P_1 l)} = k_b W.$$

Jeżeli  $\frac{P}{P_1} = \frac{a}{l-2a}$ , to niebezpieczny przekrój jest w  $C$  w odstępnie  $x = a$ , zaś  $M_m = \frac{Aa}{2} = \frac{Bb}{2} = k_b W$ .

Wreszcie gdy  $\frac{P}{P_1} > \frac{a}{l-2a}$ , to niebezpieczny przekrój znajduje się od podparcia  $B$  w odstępnie  $x_1 = \frac{Bl}{P} = \frac{l}{2} + \frac{P_1}{P} \cdot \frac{a}{2}$ , zaś

$$M_m = \frac{Bx_1}{2} = \frac{B^2 l}{2P} = k_b W.$$

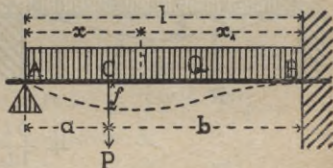
Dla  $a = b = \frac{l}{2}$ , oraz  $P_1 = \frac{P}{2}$ , będzie  $A = \frac{7}{8} P$ ,  $B = \frac{5}{8} P$ ,  
 $x = \frac{7}{16} l$ ,  $M_m = \frac{Ax}{2} = \frac{49}{256} Pl = k_b W$ .

**22.** Belka jednym końcem naprężona (wmurowana), drugim wolno wsparta, obciążona jednostajnie siłą  $Q$  na całą rozpiętość, oraz siłą odosobnioną  $P$  w odstępnie  $a$  od podparcia  $A$ .

Rysunek 58.

$$A = P \cdot \frac{b^2(3a+2b)}{2l^3} + \frac{3}{8} Q,$$

$$B = P \cdot \frac{(2a^2+6ab+3b^2)a}{2l^3} + \frac{5}{8} Q;$$



moment zgięcia na podporze  $B$

$$M_B = P \cdot \frac{ab(2a+b)}{2l^2} + Q \cdot \frac{l}{8},$$

w przekroju  $C$  zaś  $M_C = P \cdot \frac{ab^2(3a+2b)}{2l^3} + Q \cdot \frac{(3b-a)a}{8l}$ .

Dla  $x = \frac{Al}{Q}$  wynika moment największy; gdy jednak ta wartość jest mniejsza od  $a$ , wtedy

$$M_{am} = \frac{A^2}{2Q} l = k_b W.$$

Wyraz  $\frac{P}{Q} < \frac{l^2(5a-3b)}{4b^2(3a+b)}$  jest warunkiem aby było  $x < a$ .

Największy moment zgięcia wypada także dla  $x = \frac{A-P}{Q} l$ , jeżeli ta wartość jest większą od  $a$ , względnie  $x_1 < b$ , i wtemczas jest mianowicie

$$M_{bm} = \frac{B^2}{2Q} l - M_B = Pa + \frac{(A-P)^2}{2Q} l.$$

Warunkiem dla  $x < a$ , względnie dla  $x_1 < b$  jest, aby było

$$\frac{P}{Q} < \frac{l^2(3b-5a)}{4a(2a^2+6ab+3b^2)}.$$

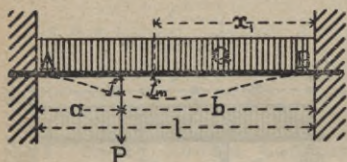
Do obliczenia przekroju belki służy ten z pomiędzy zestawionych wyżej trzech momentów  $M_B$ ,  $M_C$ ,  $M_{am}$ , względnie  $M_{bm}$ , który okaże się bezwzględnie największy.

Strzałka linii ugięcia w punkcie zaczepienia siły  $P$ :

$$f = \frac{P}{EJ} \cdot \frac{a^2 b^3 (4a + 3b)}{12 l^3} + \frac{Q}{EJ} \cdot \frac{a b^2 (3a + b)}{48 l}.$$

**23.** Belka oboma końcami naprężona (wmurowana), z jednostajnym obciążeniem  $Q$ , oraz z odosobnioną siłą  $P$ , zaczepioną od podparcia  $A$  w odstępzie  $a < b$ .

Rysunek 59.



$$A = P \cdot \frac{(3a + b)b^2}{l^3} + \frac{Q}{2},$$

$$B + P \cdot \frac{(a + 3b)a^3}{l^3} + \frac{Q}{2};$$

$$M_m = M_a = P \cdot \frac{a b^2}{l^2} +$$

$$+ \frac{Q l}{12} = k_b W.$$

Niebezpieczny przekrój na podparciu  $A$ .

Strzałka w punkcie zaczepienia siły  $P$

$$f = \frac{1}{EJ} \left( P \cdot \frac{a^3 b^3}{3 l^3} + Q \cdot \frac{a^2 b^2}{24 l} \right).$$

Dla  $Q = 0$  największa strzałka ugięcia  $f_m = \frac{P}{EJ} \times \frac{2 a^2 b^3}{3(a + 3b)^2}$

będzie w odstępzie od podparcia  $B$ :  $\xi = \frac{2b}{a + 3b} l$ ; natomiast strzałka w punkcie zaczepienia siły  $P$  będzie tylko

$$f = \frac{P}{EJ} \cdot \frac{a^3 b^3}{3 l^3}.$$

U reszty wzorów odpadną te wyrazy, których wartość stanie się zerem z powodu, iż  $Q = 0$ .

**24.** Belka cała jednostajnie obciążona siłą  $P = pl$ , jednym końcem  $A$  naprężona i w dowolnym miejscu  $B$  swej długości  $l$  w ten sposób wolno podparta, że drugi jej koniec  $D$  znacznie jeszcze sterczy poza tę podpórę.<sup>1</sup>

Oddziaływanie na podparciu naprężonym  $A$ :

$$R = \frac{pl}{8} \left[ \frac{5m}{l} - \frac{6n^2}{lm} \right], = \frac{P}{8l} \left( 5m - \frac{6n^2}{m} \right)$$

<sup>1</sup> Zob. pracę autora „Wysokie kominy fabryczne“, część druga, odbitka z „Czasopisma technicznego“ Nr. 18 do 22 z r. 1907. i Nr. 1, 3 do 6 z r. 1908. włącznie.



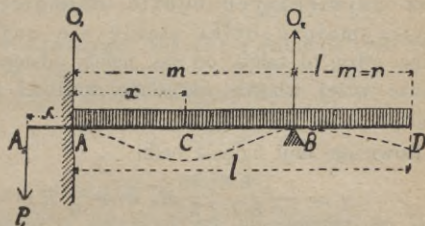
zaś na podparciu B:

$$O_2 = \frac{P}{8l} \left( 3m + 8n + \frac{6n^2}{m} \right) = P - R$$

Rysunek 60.

gdzie  $p$  jest obciążeniem w kilogramach na 1 m długości belki.

Równanie momentu ogólne



$$M = \frac{16}{128} \frac{P}{l} \left[ 2n^2 - m^2 + \left( 5m - \frac{6n^2}{m} \right) x - 4x^2 \right],$$

stąd dla  $x=0$ , moment zgięcia na podparciu A:

$$M_a = \frac{16}{128} P \cdot \frac{2n^2 - m^2}{l} = \frac{32}{128} P \cdot \left( \frac{n^2}{l} - \frac{m^2}{2l} \right) = k_b W,$$

dla  $x=m$ , moment zgięcia na podparciu B:

$$M_b = -\frac{64}{128} \cdot P \cdot \frac{n^2}{l} = k_b W,$$

wreszcie największy moment dodatni między A i B będzie dla

$$x = \frac{1}{8} \left( 5m - \frac{6n^2}{m} \right), \text{ a mianowicie:}$$

$M_c = \frac{1}{128} \cdot \frac{P}{l} \cdot \left( 9m^2 - 28n^2 + \frac{36n^4}{m^2} \right) = k_b W$ , albo co na jedno wychodzi:

$$M_c = -\frac{28}{128} \cdot P \cdot \left( \frac{n^2}{l} - \frac{9m^2}{28l} - \frac{9n^4}{7lm^2} \right).$$

Z porównania tych trzech momentów  $M_a$ ,  $M_b$ ,  $M_c$  wśród równych zresztą warunków obciążenia i tych samych rozmiarów długości  $l$ ,  $m$ ,  $n$  wynika, że dla  $\frac{n^2}{l} \geq \frac{9m^2}{28l} - \frac{9n^4}{7lm^2}$  będzie moment zgięcia  $M_b$  na wolnym podparciu B co do bezwzględnej swej wartości największy.

W każdym razie wszakże należy wszystkie te trzy momenta zgięcia obliczyć i według bezwzględnie największego z nich wyznaczyć rozmiary przekroju belki.

Jeżeli długość  $l$  belki i obciążenie jednostajne  $P$  są stałe, a odstęp  $m$ , wolnego podparcia B oraz odstęp  $n$  będzie się zmieniać, to oczywiście dla każdej zmiany wielkości  $m$  wypadnie jeden lub dwa

z tych trzech momentów  $M_a$ ,  $M_b$ ,  $M_c$  jako największy. W ten sposób dla  $m = 0.7101 l$ , oraz dla  $n = 0.2899 l$  otrzymamy największy moment  $M_a = M_b = 2 M_c$ , który w porównaniu do wszystkich poprzednich i następnych momentów największych będzie najmniejszym, wobec czego wytrzymałość belki stanie się najkorzystniejsza. Tam więc, gdzie to zależy od nas, należy odstąpić  $m$  oraz odstąpić  $n$  nadać wyżej właśnie określone wartości lub w najgorszym razie zbliżyć je do tej granicy.

Równanie linii ugięcia belki

$$y = -\frac{1}{EJ} \left[ \frac{1}{2} M_a x^2 + \frac{1}{6} R x^3 - \frac{1}{24} \cdot \frac{P x^4}{l} \right].$$

Po podstawieniu w to równanie wartości za  $x$ , wynikających z równania

$$x = \frac{l}{2P} \left[ 3R \pm \sqrt{9R^2 + \frac{24M_a P}{l}} \right]$$

otrzymamy największą strzałkę ugięcia  $f_m$  w obrębie podparcia  $A$  i  $B$ , oraz strzałkę na wolno sterczącym końcu  $D$  belki.

**25.** Szczegółowe momenta bezwładności i momenta oporu, tyczące się przekrojów najprostszej i najwyższej postaci.

Zestawione niżej momenta bezwładności  $J$ , oraz momenta oporu  $W$  odnoszą się do osi przekroju przez jego środek ciężkości przechodzącej.

a) Dla przekroju prostokątnego wyłącznie tylko dwu na trawersę nasadzonych pasów o jednakiej szerokości  $b$  i grubości  $d = \frac{H-h}{2}$  (a zatem z pominięciem danych już momentów bezwładności i oporu przekroju samej trawersy), gdzie  $h$  jest wysokością przekroju trawersy, zaś  $H$  wysokością zespolonej całości przekroju:

$$J = \frac{b}{12} (H^3 - h^3); \quad W = \frac{b(H^3 - h^3)}{6H}.$$

b) Dla przekroju trójkątnego  $F = \frac{1}{2} b h$ , którego środek ciężkości leży ponad podstawą  $b$  w wysokości  $e_1 = \frac{1}{3} h$ , zaś poniżej wierzchołka w odstępnie  $e_2 = \frac{2}{3} h$ :

$$J = \frac{b h^3}{36};$$

$$W_1 = \frac{J}{e_1} = \frac{b h^3}{36} \cdot \frac{3}{h} = \frac{b h^2}{12}; \quad W_2 = \frac{J}{e_2} = \frac{b h^3}{36} \cdot \frac{3}{2h} = \frac{b h^2}{24}.$$

c) Dla przekroju sześciobocznego umiarowego o długości boku  $a = R = \frac{D}{2} = 1.1547 r = 1.1547 \frac{d}{2}$ , gdzie  $R$  jest promień koła opisanego,  $r$  wpisanego, zaś  $D$  i  $d$  średnice tych kół:

$$J = \frac{5\sqrt{3}}{16} R^4 = 0.54125 R^4;$$

moment oporu względem przekątnej osi ciężkości

$$W_1 = \frac{J}{r} = \frac{J}{0.8660 R} = 0.625 R^3;$$

zaś moment oporu względem osi ciężkości prostopadłej do dwu przeciwległych boków

$$W_2 = \frac{J}{R} = 0.54125 R^3.$$

d) Dla przekroju półkołowego, którego środek ciężkości leży ponad podstawą  $d = 2r$  w odstępnie  $e_1 = 0.4244 r$ , poniżej zaś wierzchołka półkoła w odstępnie  $e_2 = r - e_1 = r(1 - 0.4244) = 0.5756 r$ :

$$J = r^4 \left( \frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) = 0.1098 r^4; \quad W_1 = \frac{J}{e_1} = \frac{0.1098 r^4}{0.4244 r} = \\ = 0.2587 r^3; \quad W_2 = \frac{J}{e_2} = \frac{0.1098 r^4}{0.5756 r} = 0.1908 r^3.$$

e) Dla przekroju półpłaszczyzny kołowej, którego zewnętrzna średnica  $D = 2R$ , wewnętrzna  $d = 2r$ , grubość  $\delta = R - r$ , środek ciężkości leży ponad podstawą  $D = 2R$  w odstępnie  $e_1 = \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{R^2 + Rr + r^2}{R+r} = \frac{2}{3\pi} \cdot \frac{D^2 + Dd + d^2}{D+d}$ , poniżej zaś wierzchołka półpłaszczyzny w odstępnie  $e_2 = R - e_1$ :

$$J = 0.1098 (R^4 - r^4) - \frac{0.283 R^2 r^2 (R - r)}{R + r} = \frac{0.1098}{16} (D^4 - d^4) - \\ - \frac{0.283}{16} \cdot \frac{D^2 d^2 (D - d)}{D + d}. \quad W_1 = \frac{J}{e_1}; \quad W_2 = \frac{J}{e_2}.$$

Jeżeli  $\frac{2(R-r)}{R+r}$  jest bardzo małe, to przybliżony moment bezwładności  $J \cong 0.3 (R-r) \frac{(R+r)^3}{8} = 0.0375 (R-r) (R+r)^3 = \\ = \frac{0.3}{128} (D-d) (D+d)^3.$

f) Dla przekroju eliptycznego stojącego o osi większej  $2a$ , mniejszej  $2b$ , którego moment bezwładności względem mniejszej osi ciężkości  $2b$ :

$$J = \frac{\pi a^3 b}{4} = 0.7854 a^3 b; \quad W = \frac{J}{a} = \frac{\pi a^2 b}{4} = 0.7854 a^2 b.$$

Celem obliczenia wytrzymałości belki, względnie jej potrzebnego przekroju zapomocą zestawionych wyżej wzorów, potrzeba jeszcze znać związek pomiędzy tym przekrojem, a siłą działającą na belkę. Związek ten wypływa z relacji:

$$W = \frac{J}{e}$$

to znaczy, że moment oporu  $W$  równa się momentowi bezwładności  $J$ , podzielonemu przez odległość  $e$  warstwy objętej przekroju od jego krawędzi najbardziej ciśnionej.

Moment bezwładności  $J$  zawisł więc od wielkości i postaci przekroju belki i mianowicie, gdy przekrój belki jest

$$a) \text{ prostokątny } J = \frac{b h^3}{12}, \quad e = \frac{h}{2},$$

$$b) \text{ kwadratowy } J = \frac{h^4}{12}, \quad e = \frac{h}{2},$$

$$c) \text{ kołowy } J = \frac{\pi d^4}{64}, \quad e = \frac{d}{2},$$

co podstawione we wzór  $W = \frac{J}{e}$  daje kolejne momenta oporu

$$W_a = \frac{b h^2}{6}, \quad W_b = \frac{h^3}{6}, \quad W_c = \frac{\pi d^3}{32},$$

gdzie  $b$  szerokość,  $h$  wysokość,  $d$  średnica przekroju.

Podstawiając wreszcie te wartości w zestawione wyżej wzory obok rysunków 37. do 60., otrzymujemy bezpośredni związek między siłami działającymi a przekrojem belki. Np. dla belki podpartej i obciążonej w sposób uwidoczony w rys. 45. a o przekroju prostokątnym będzie  $P = 8 k_b \frac{b h^2}{6 l}$ .

$$P = 8 k_b \frac{b h^2}{6 l}.$$

Wzór ten jest najwięcej w budownictwie lądowym używany, a mianowicie do obliczania wytrzymałości belek stropowych, gdzie  $P$  jest obciążeniem w  $kg$ ,  $k_b$  dopuszczalne natężenie zginające materiału belki w kilogramach na  $1 \text{ cm}^2$  przekroju,  $b$  szerokość,  $h$  wysokość przekroju,  $l$  rozpiętość belki, wszystko w centymetrach.

Na podstawie zestawionych wyżej odnośnych wzorów obliczono wytrzymałość szyn kolejowych w następującej tabelicy:

Tablica I.

S z y n y			Moment bezwładności względem osi ciężkości przekroju (w $cm^4$ )		Moment oporu względem poziomej osi przekroju	Udźwig $P$ szyn wolno podpartej na 1 m rozpiętości w $kg$
wysokość przekroju w $cm$	przekrój w $cm^2$	ciężar 1 m w $kg$	poziomej $J_x$	pionowej $J_y$		
13·08	42·75	32·66	919·00	149·73	140·40	11·232
11·80	39·00	29·80	691·59	140·38	117·50	9·400
10·46	34·20	26·10	470·26	121·66	90·00	7·200

Uwaga. Z ostatniej kolumny oblicza się udźwig  $P$  szyn wolno podpartych na rozpiętość 2, 3, 4 m itd., dzieląc wykazaną tam ilość kilogramów przez 2, 3, 4 itd.; np. wolno podparta szyna kolejowa przekroju największego wytrzymałe na 6 m rozpiętości obciążenie

$$P = \frac{11.232}{6} = 1872 \text{ kg itd.}$$

W równaniu na wytrzymałość belki wolno podpartej, jednostajnie obciążonej o przekroju prostokątnym

$$\frac{1}{8} Pl = kb \frac{b h^2}{6}, \text{ czyli } P = 8 kb \frac{b h^2}{6l}$$

jest 5 niewiadomych; musi więc być danych najmniej cztery z nich. aby można obliczyć piątą. Tym sposobem powstają następujące zagadnienia:

1. dane  $P, l, kb, b$ , to  $h = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 Pl}{kb b}}$
2. dane  $P, l, kb, h$ , to  $b = \frac{3}{4} \frac{Pl}{h^2 kb}$
3. dane  $b, h, kb, l$ , to  $P = \frac{4}{3} \frac{kb b h^2}{l}$
4. dane  $P, b, h, kb$  to  $l = \frac{3}{4} \frac{kb b h^2}{P}$
5. dane  $P, b, h, l$ , to  $kb = \frac{3}{4} \frac{Pl}{b h^2}$ .

## PRZYKŁAD.

Do 1.  $P = 11.232 \text{ kg}$ ,  $l = 100 \text{ cm}$ ,  $kb = 100 \text{ kg}$ ,  $b = 18 \text{ cm}$ ,

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 Pl}{kb b}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \times 11232 \times 100}{100 \times 18}} = 21.5$$

$$h = 21.5, \text{ czyli okrągło } h = 22 \text{ cm.}$$

Ponieważ tu  $P$  jest udźwigiem wykazanej wyżej w tabelicy szyny kolejowej o wysokości przekroju 13·08 *cm*, więc stąd widać, że belka z drzewa miękkiego o przekroju prostokątnym  $\frac{2}{3} \frac{b}{h}$  *cm*, odpowiada co do wytrzymałości tejże szynie kolejowej.

Do 2.  $P = 11.232 \text{ kg}$ ,  $l = 100 \text{ cm}$ ,  $k_b = 100 \text{ kg}$ ,  $h = 22 \text{ cm}$ ,

$$b = \frac{3}{4} \cdot \frac{Pl}{h^2 k_b} = \frac{3 \times 11232 \times 100}{4 \times 22 \times 22 \times 100} = 17.35 \text{ cm} \text{ czyli okrągło}$$

$$b = 18 \text{ cm.}$$

Do 3.  $b = 18 \text{ cm}$ ,  $h = 22 \text{ cm}$ ,  $k_b = 100 \text{ kg}$ ,  $l = 100 \text{ cm}$ ,

$$P = \frac{4}{3} \cdot \frac{k_b b h^2}{l} = \frac{4 \times 100 \times 18 \times 22 \times 22}{3 \times 100} = 11660 \text{ kg.}$$

Do 4.  $P = 11232 \text{ kg}$ ,  $b = 18 \text{ cm}$ ,  $h = 22 \text{ cm}$ ,  $k_b = 100 \text{ kg}$ ,

$$l = \frac{4}{3} \cdot \frac{k_b b h^2}{P} = \frac{4 \times 100 \times 18 \times 22 \times 22}{3 \times 11232} = 103.40 \text{ cm.}$$

Do 5.  $P = 11232 \text{ kg}$ ,  $b = 18 \text{ cm}$ ,  $h = 22 \text{ cm}$ ,  $l = 100 \text{ cm}$ ,

$$k_b = \frac{3}{4} \cdot \frac{Pl}{b h^2} = \frac{3 \times 11232 \times 100}{4 \times 18 \times 22 \times 22} = 96.5 \text{ kg.}$$

Uwaga. Co do prostokątnego przekroju poprzecznego belek, to najkorzystniejszym jest ze względu na wytrzymałość stosunek boków  $b : h = 5 : 7$ , czyli  $b = \frac{5}{7} h$ .

### Tablica II.

rozmiarów poprzecznego przekroju drewnianych belek stropowych dla zwykłych rozpiętości i wzajemnej odległości belek od osi do osi 0·8 w magazynach, a 0·8 do 1·20 *m* w mieszkaniach,  $p = 590 \text{ kg/m}^2$ .

1.	Dla rozpiętości	3·50 <i>m</i>	potrzebu	przekrój	belki	14 × 18 <i>cm</i>
2.	"	"	"	"	"	16 × 20 "
3.	"	"	"	"	"	16 × 22 "
4.	"	"	"	"	"	16 × 24 "
5.	"	"	"	"	"	18 × 25 "
6.	"	"	"	"	"	18 × 26 "
7.	"	"	"	"	"	19 × 26 "
8.	"	"	"	"	"	18 × 28 "
9.	"	"	"	"	"	20 × 28 "
10.	"	"	"	"	"	22 × 28 "
11.	"	"	"	"	"	24 × 30 "
12.	"	"	"	"	"	26 × 30 "

### Tablica III.

co do układu krokwi w wiązaniach dachowych itp.

1. Odległość krokwi od osi do osi

a) dla dachu słomą lub trzcina krytego . . . . . 1·60 do 2·50 *m*

b) " " gontami krytego . . . . . 1·25 " 1·90 "

- c) dla dachu dachówką krytego . . . . . 1·00 do 1·25 m  
 d) " " łupkiem krytego . . . . . 1·25 " "  
 e) " " tekturą asfaltową krytego . . . . . 1·00 do 1·40 " "  
 f) " " asfaltowego lub cementowego . . . . . 1·25 "

2. Odległość pełnych wiązań, a względnie układ jętek od środka do środka najdalej co 4 m.

3. Żadna belka dachowa — wyjąwszy jętki — nie powinna być bez podpory na większą długość, jak 4 m.

4. Szczególnie co do konstrukcji wiszących należy przestrzegać, aby belki nie były na większą rozpiętość niż co 4 m zawieszane końce, którymi opiera się belka zawieszona, powinny być 40 cm długie, słup wiszący powinien otrzymać głowę, równającą się co najmniej wysokości jego przekroju.

## 8. Obliczenie dachów.

a) Tablica nachylenia dachów (rys. 61).

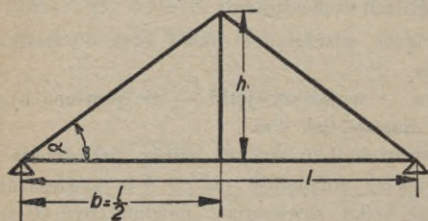
Rodzaj pokrycia	$tg \alpha = h : b$	Nachylenie $\alpha^{\circ}$
Blachą białą lub czarną.....	1 : 3 do 1 : 5	18 $\frac{1}{2}$ do 11 $\frac{1}{4}$
" miedzianą .....	1 : 12 $\frac{1}{2}$ do 1 : 10	4 $\frac{1}{2}$ do 5 $\frac{2}{3}$
" ocynkowaną .....	1 : 17 $\frac{1}{2}$ do 1 : 5	7 $\frac{1}{2}$ do 11 $\frac{1}{4}$
" falistą.....	1 : 11 $\frac{1}{2}$ do 1 : 3	33 $\frac{2}{3}$ do 18 $\frac{1}{2}$
Cementem drzewnym.....	1 : 30 do 1 : 10	18 $\frac{1}{9}$ do 5 $\frac{2}{3}$
Dachówką: karpiówką.....	1 : 21 $\frac{1}{2}$ do 1 : 11 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{3}{4}$ do 33 $\frac{2}{3}$
" żłobkowaną .....	1 : 3 do 1 : 11 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$ do 33 $\frac{2}{3}$
Łupkiem .....	1 : 2 do 1 : 11 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$ do 33 $\frac{2}{3}$
Papą .....	1 : 10 do 1 : 5	5 $\frac{2}{3}$ do 11 $\frac{1}{4}$
Deskami .....	1 : 1 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{2}{3}$
Gontami .....	1 : 1·50 do 1 : 1	33 $\frac{2}{3}$ do 45
Szkłem .....	1 : 3 $\frac{1}{2}$ do 1 : 1	16 do 45
Trzcina, słomą.....	1 : 1·15 do 1 : 1	40 do 45

b) Obciążenie dachów.

Obciążenie dachu składa się: 1. z ciężaru własnego konstrukcji, 2. z ciężaru śniegu i parcia wiatru, 3. z ciężaru ruchomego, to jest człowieka na przykład: naprawiającego dach. Czasami obciążenie dachu obejmuje także obciążenie specjalne przedmiotów, umo-

cowanych na konstrukcji dachu, na przykład transmisje, żóraw stropowy itp., względnie obciążenie tłumem ludzi dachów płaskich.

Rysunek 61.



Ciężar własny składa się z ciężaru: *a*) pokrycia z odeskowaniem i krokwi (patrz instrukcja str 450, § 4, punkt 1; *b*) ciężaru płatwi i teźników; *c*) ciężaru wiązarów (patrz instrukcja str. 450, § 4, punkt 2).

Ciężar śniegu należy przyjmować wedle instrukcji str. 452., § 6; ciężar ten należy zredukować wedle punktu 2, § 6, tej instrukcji.

Parcie wiatru wedle § 7 instrukcji.

Ciężar człowieka przyjmuje się jako siła skupiona 100 *kg*.

Przykład 1: Obliczyć więźbę dachu siodłowego pustego, jak poz. 409., na budynku 6 *m* szerokim, przy uwzględnieniu podwójnego krycia dachówką i nachylenia 1:1.5 ( $\alpha = 33\frac{2}{3}^\circ$ ); długość belki  $l = 3.65$  *m*, odstęp wiązarów od siebie  $b = 4.5$  *m*, odstęp krokwi od siebie  $a = 0.90$  *m*. Budynek leży na terenie województwa lwowskiego.

$$\sin \alpha = 0.55, \cos \alpha = 0.83, \operatorname{tg} 2\alpha = 2.35, \operatorname{tg} \alpha = 0.66.$$

Obciążenie pionowe, ze względu na:

ciężar własny z olaczeniem i krokwi	$3.65 \text{ m} \times 120$	$\text{kg} = 438$	$\text{kg}$
" " wiązarów (§ 4, pkt. 2, instr.)	$3.00 \text{ m} \times 25$	$\text{kg} = 75$	$\text{kg}$
" śniegu $80 \times 0.91$ (§ 6, pkt. 2, instr.)	$3.00 \text{ m} \times 64.8$	$\text{kg} = 194.4$	$\text{kg}$
		<b>Razem <math>p' = 707.4</math></b>	<b><math>\text{kg}</math></b>

$$\text{Obciążenie na 1 m b belki } p' = \frac{p' a}{l} = \frac{707.4 \times 0.9}{3.65} = 174.70.$$

Składowa prostopadła do połaci dachu tego obciążenia

$$p = p' \cos \alpha = 174.7 \times 0.83 = 145 \text{ kg}.$$

Parcie wiatru:  $w_0 = 100 \text{ kg/m}^2$ .

Składowa prostopadła do połaci dachu parcia na całą długość belki:

$$N = w_0 \sin \alpha \cdot l \cdot a = 100 \times 0.55 \times 3.65 \times 0.90 = 180.68 \text{ kg}.$$

Obciążenie na 1 m b belki

$$n = \frac{N}{l} = 49.5 \text{ kg}.$$



Największy moment zgięcia belki

$$M_1 = \frac{n l + p l}{8} l = \frac{49.5 \times 3.65 + 145 \times 3.65}{8} \times 3.65 = \\ = 322.40 \text{ kgm} = 32240 \text{ kgcm.}$$

Składowa równoległa do połaci dachu:

$$S_1 = \frac{l}{2} \left( \frac{p'}{\sin \alpha} + \frac{n}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \right) = \frac{3.65}{2} \left( \frac{174.70}{0.55} + \frac{49.5}{2.35} \right) = 620 \text{ kg.}$$

Największe naprężenia wynoszą:

$$\sigma = \frac{S_1}{F'} \pm \frac{M_1}{W},$$

przyjmąwszy przekrój belki 11/15 cm, której  $W_x = \frac{b h^2}{6} = 413 \text{ cm}^3$

$$\sigma = \frac{620}{11 \times 15} \pm \frac{32.240}{413} = 3.76 \pm 78.24 = \begin{matrix} 82 \text{ kg/cm}^2 \text{ na ciśnienie,} \\ 74.48 \text{ kg/cm}^2 \text{ na ciągnięcie,} \end{matrix}$$

gdzie  $\sigma_{\text{dop}} = 100 \text{ kg/cm}^2$  na ciśnienie, a  $110 \text{ kg/cm}^2$  na ciągnięcie.

Z powyższego widać, że naprężenia z powodu działania sił równoległych do połaci dachu są bardzo małe (wynoszące tylko 4.80%), i dla uproszczenia rachunku można liczyć belkę jako w dwu punktach podpartą, a nie uwzględniać sił równoległych do połaci dachu.

Przy przyjęciu tylko obciążenia pionowego, możemy wyznaczyć oddziaływanie na podporach; obciążenie prostopadłe do połaci dachu, jako składowe parcie wiatru, powoduje statyczną niewyznaczalność ciężaru. (Böhm. Holzkonstruktionen, str. 688). Dlatego przemienimy poziome parcie wiatru na składowe pionowe (rozkładając  $w_0$ )

$$n' = w_0 \operatorname{tg} \alpha \ a = 100 \times 0.66 \times 0.9 = 59.4 \text{ kg,}$$

zaś składowa równoległa do połaci dachu

$$S_n = \frac{w_0}{\cos \alpha} \ a = \frac{100}{0.83} \ 0.9 = 108.5 \text{ kg,}$$

rozkładając  $n$ , otrzymamy także:

$$n'' = \frac{n}{\cos \alpha} = \frac{49.5}{0.83} = 59.4 \text{ kg.}$$

Oddziaływania obliczamy na podstawie wzorów ze statyki Thulliego, wyd. IV, str. 382.

Oddziaływanie w miejscu styku krokwi (grzbiet dachu):

$$O_1 = O_2 = \frac{(n' + p) l \times \alpha}{4 \sin \Sigma_2 \operatorname{tg} \alpha} \text{ gdzie } \Sigma_2 = 180 - \Sigma_1,$$

$$\text{zaś } \operatorname{tg} \Sigma_1 = \frac{(n' + p) l a}{a (p - n') l \operatorname{tg} \alpha} = \Sigma_2$$

zatem

$$\operatorname{tg} \Sigma_1 = \frac{(59.4 + 145) 3.65}{(145 - 59.4) 3.65 \times 0.66} = 3.64$$

$$\text{zaś } \sin \Sigma_2 = \cos 15^\circ 23' = 0.9636$$

$$\Sigma_1 = 74^\circ 37', \text{ zaś } \Sigma_2 = 180 - \Sigma_1 = 105^\circ 23'$$

$$O_1 = O_2 = \frac{(59.4 + 145) 3.65 \times 0.9}{4 \times 0.9636 \times 0.66} = 264 \text{ kg.}$$

Oddziaływania na podpory (także skośne), rozkładamy na pionowe  $V_1$  i  $V_2$  jak i poziome  $H_1$  i  $H_2$ :

$$H_1 = H_2 = \frac{(n' + p) l a}{4 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{745 \times 0.9}{4 \times 0.66} = 254 \text{ kg}$$

$$V_1 = \frac{3 n' l a + p l a}{4} = \frac{3 \times 59.4 \times 3.65 \times 0.9 + 145 \times 3.65 \times 0.9}{4} = 268.0 \text{ kg}$$

$$V_2 = \frac{a \times n' l + 3 p l a}{4} = \frac{59.4 \times 3.65 \times 0.9 + 3 \times 145 \times 3.65 \times 0.9}{4} = 408.00 \text{ kg.}$$

Przekrój krokwi przeliczamy wedle wzoru

$$\sigma = \frac{\frac{a n' l + p l a}{4 \sin \alpha} + \frac{p l a}{l} \sin \alpha}{b \times h} + \frac{3}{4} \frac{a p l^2 \cos \alpha}{b h^2} =$$

$$a \times \frac{n' l + p l}{4 \sin \alpha} = 0.9 \cdot \frac{(59.4 + 145) 3.65}{4 \times 0.55} = 306 \text{ kg}$$

$$\frac{a p l}{l} \sin \alpha = 145 \times 0.55 = 71.60 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{306 + 71.6}{11 \times 15} + \frac{3}{4} \times \frac{529.25 \times 0.9 \times 365 \times 0.83}{11 \times 15^2} = 2.28 + 13.7$$

$$\sigma = 45.98 \text{ kg/cm}^2$$

zatem przekrój aż nadto wystarczający.

Z powyższego widzimy, że dla celów praktycznych wystarczy obliczenie, jakie przeprowadziliśmy na początku przykładu.

Obliczenie przekroju murłaty (namurnicy):  $V_{max} = V_1 + V_2 = 295 + 450 \text{ kg} = 745 \text{ kg}$ ,

$$\text{zatem } F = \frac{V_{max}}{\tau} = \frac{745}{70} = 10.65 \text{ cm}^2,$$

ze względu jednak na możliwość butwienia, przyjmujemy przekrój  $12.14 \text{ cm}$  o przekroju  $F = 12 \times 12 = 144 \text{ cm}^2$ .

Składowa pozioma  $H_1$  oddziaływania, działająca w belce łączącej od dołu wiązar (w jętcie), wynosi

$$H_{max} = H_1 = 283 \text{ kg}$$

$$\text{przekrój potrzebny } F = \frac{H}{\tau} = \frac{283}{100} = 2.83 \text{ cm}^2,$$

ze względów konstrukcyjnych dajemy jednak przekrój 11/15 cm.

Obliczenie czopa krokwi, głębokiego na  $g = 2 \text{ cm}$ .

Siła działająca równoległe do połaci dachu:  $S_{max} = S_1 = 620 \text{ kg}$ .

Siłę tę rozkładamy na równoległą do powierzchni nachylenia czopa  $N_1$  i prostopadłą do tej płaszczyzny  $N_2$ , których wielkość jest następująca:

$$N_1 = S \cos \alpha = 620 \times 0.83 = 515 \text{ kg},$$

$$N_2 = S \sin \alpha = 620 \times 0.55 = 341 \text{ kg}.$$

Szerokość czopa równa się szerokości belki, to jest 11 cm.

Ściśle licząc, to  $N_1 = S \cos \beta$ ,  $N_2 = S \sin \beta$ , gdzie  $\beta$  jest kątem nachylenia dolnej płaszczyzny czopa do kierunku nachylenia połaci dachu.

Jak wiemy,  $\alpha = 33^\circ 40'$ , zaś  $\text{tg}(\alpha - \beta) = \frac{g}{l} = \frac{2}{18} = 0.111$ , stąd  $\alpha - \beta = 6^\circ 20'$ , zatem  $\beta = \alpha - 6^\circ 20' = 33^\circ 20' - 6^\circ 20' = 27^\circ 20'$ , więc  $\sin \beta = 0.4591$ , zaś  $\cos \beta = 0.9213$ , zatem

$$N_1 = 620 \times 0.9213 = 571 \text{ kg},$$

$$N_2 = 620 \times 0.4591 = 284 \text{ kg}.$$

Część siły  $N_1$  jest pokonywana tarciem  $R = N_2 f$ , gdzie  $f$  współczynnik tarcia drzewa po drzewie wynosi 0.5 (Dr. Gesteschi, „Hölzerne Dachkonstruktionen“, str. 34).

Zatem  $R = N_2 f = 284 \times 0.5 = 142 \text{ kg}$ , a na głębokość czopa ( $g = 2 \text{ cm}$ ) prze siła

$$T = N_1 - R = 571 - 142 = 429 \text{ kg}.$$

Napór czopa swem czołem o powierzchni  $f = 2 \times 11 = 22 \text{ cm}^2$  wynosi

$$\sigma_1 = \frac{T}{f} = \frac{429}{22} = 19.5 \text{ kg/cm}^2,$$

zaś czopa swą podstawą:

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{b \times l}$$

$l = \frac{h}{\cos \alpha} = \frac{15}{0.92} = 16.4 \text{ cm}$ , zatem  $\sigma_2 = \frac{284}{11 \times 16.4} = 1.57 \text{ kg/cm}^2$ ,  
 $b = 11$ , gdyż wymiar belki wynosi 11/15 cm.

Długość końca belki od miejsca wycięcia na czop ( $l_1$ ), obliczamy z wzoru

$\tau = \frac{T}{l_1 \times b}$ , gdy naprężenie ścinające, równoległe do włókien

$\tau = 15 \text{ kg/cm}^2$ , zatem  $l_1 = \frac{T}{\tau b} = \frac{429}{15 \times 11} = 2.6 \text{ cm}$ , dajemy więcej, na przykład  $6 \text{ cm}$ , wtedy  $\tau = \frac{429}{6 \times 11} = 6.5 \text{ kg/cm}^2$ .

Przykład 2.

Wieżka jętkowa z bantem, dachu siodłowego jak pozycja 410, na  $6 \text{ m}$  szerokim budynku, pokryta i obciążona jak w przykładzie 1.

Bant jest założony w środku długości krokwi,  $3.65 \text{ m}$  długiej; bant jest  $3.05 \text{ m}$  długi.

Obciążenie z powodu ciężaru własnego i śniegu wynosi jak poprzednio

$$p' = 174.70 \text{ kg/mb.}$$

Składowa tego obciążenia prostopadła do połaci dachu

$$p = p' \cos \alpha = 145 \text{ kg/m.}$$

Składowa prostopadła do połaci dachu z powodu parcia wiatru:

$$n = 49.5 \text{ kg/m.}$$

Ciężar  $V'$ , działający pionowo a zaczepiony w środku krokwi, wynosi:

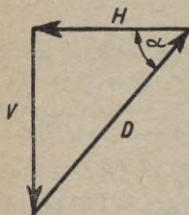
$$V' = p \times 3.65 \times a + n \times 3.65 \times a =$$

$$V' = 145 \times 3.65 \times 0.9 + 49.5 \times 3.65 \times 0.9 = 460 \text{ kg.}$$

Ze względu na podparcie belki bantem, tworzy się belka ciągła, a punkt zaczepienia siły  $V'$  jest obciążony  $\frac{5}{8} V'$  (o ileby belkę tę można uważać jako prostą podpartą w 3 punktach na równej wysokości),

$$\text{zatem } V = \frac{5}{8} 460 = 400 \text{ kg.}$$

Rysunek 61a.



Siłę  $V$  rozkładamy na  $D$ , działającą wzdłuż połaci dachu, i poziomą  $H$ , działającą w bancie.

$$V = 400 = H \operatorname{tg} \alpha = H \cdot 0.66, \text{ stąd } H =$$

$$\frac{400}{0.66} = 607 \text{ kg,}$$

$$\text{zaś } H = D \cos \alpha = 607 = D \cdot 0.83, \text{ stąd } D =$$

$$\frac{607}{0.83} = 732 \text{ kg.}$$

Po przyjęciu wymiarów bantu  $\frac{10}{10} \text{ cm}$ , obliczamy, jaką siłę wybaczącą on znieśie przy 10-krotnej pewności; z wzoru  $1200 P l^2 = b h^3$

$$P = \frac{10 \times 10^3}{1200 \times 3.65^2} = 0.625 \text{ t, czyli } 625 \text{ kg; zatem wymiary są dobre.}$$

Wiemy jednak, że z powodu elastyczności drewna punkta podporu nie leżą w tej samej wysokości i w punkcie połączeń nastąpi ugięcie o

$$q = p + n = 145 + 49.5 = 194.5 \text{ kg/m}$$

$q_1 = 145 \text{ kg/m}$ , długość  $l = \frac{3.65}{2} = 1.825 \text{ m}$ ,  $E$  dla drewna  $110.000 \text{ kg/cm}^2$ ,

przyjawszy wymiary krokwi  $10/10 \text{ cm}$ , których  $J = \frac{b h^3}{12} = 834 \text{ cm}^3$ , ugięcie

$$y = \frac{5 (q - q_1) l^4}{48 E J \cdot 100} = \frac{5}{48} \frac{49.5 \times 182.5^4}{100 \times 110.000 \times 834} = 0.623 \text{ cm}$$

$$M_F = \frac{q_1 l^2}{8} + \frac{3 E J \cdot y}{l^2} = \frac{145}{100} \times \frac{182.5^2}{8} + \frac{3 \times 110.000 \times 834 \times 0.623}{182.5^2} = 6030 + 5120 = 11.150 \text{ kgcm}$$

$$M_D = \frac{q l^2}{8} - \frac{3 E J \cdot y}{l^2} = \frac{194.5}{100} \times \frac{182.5^2}{8} - \frac{3 \times 110.000 \times 834 \times 0.623}{182.5^2} = 8070 - 5120 = 2850 \text{ kgcm}$$

Oddziaływania w punktach styku z bantem:

$$D = \frac{q}{100} l + \frac{2 M_D}{l} = \frac{194.5}{100} 182.5 + \frac{2850}{182.5} = 369.8 \text{ kg}$$

$$F = \frac{q_1}{100} l + \frac{2 M_F}{l} = \frac{145}{100} 182.5 + \frac{2 \times 11.150}{182.5} = 386.2 \text{ kg}$$

Krokiew musi znieść największy moment, t. j.  $M_F = 11.150 \text{ kgcm}$ , zatem

$$\sigma = \frac{M \cdot 6}{b \cdot h^2} = \frac{11.150 \times 6}{10 \times 10^2} = 66.90 \text{ kg cm}^2,$$

dużo niższy od  $\sigma$  dop.

Oddziaływanie na podporze wiązara

$$A = \frac{q + q_1}{100} \times l \times \frac{1}{2} + \frac{M_D}{l} = \frac{194.5 + 145}{100} \times 182.5 \times \frac{1}{2} + \frac{2850}{182.5} = 324.6 \text{ kg},$$

przy przyjęciu namurnicy o wymiarach  $12 \times 13 \text{ cm}$

$$\tau = \frac{A}{F} = \frac{324.6}{12 \times 13} = 2.07 \text{ kg/cm}^2.$$

Przykład 3.

Obliczyć płatew, prostopadłą do połaci dachu, jak w poz. 422., przyczem odstęp dźwigarów, a więc rozpiętość płatew wynosi

$l = 3$  m. Płatwy są w odstępach od siebie  $a = 1.50$  m,  $\alpha = 33^\circ 40'$ ,  
 $\sin \alpha = 0.55$ ,  $\cos \alpha = 0.83$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = 0.66$ .

Obciążenie na  $1$  m<sup>2</sup> połaci dachu:

ciężar własny pokrycia z ołaczeniem i krokwiąmi  $120$  kg/m<sup>2</sup>

„ platew  $20 \times \cos \alpha = \dots \dots \dots 16.6$  „

„ śniegu  $80 \times 0.81 \times \cos \alpha = \dots \dots \dots 54.4$  „

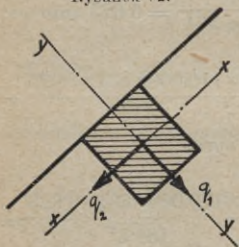
razem  $191.0$  kg/m<sup>2</sup>

$$q = 191 \times a = 191 \times 1.5 = 286 \text{ kg/m},$$

$$q_1 = q \cos \alpha = 286 \times 0.83 = 237 \text{ kg/m},$$

$$q_2 = q \sin \alpha = 286 \times 0.55 = 157 \text{ kg/m}.$$

Rysunek 62.



Parcie wiatru

$$w = w_0 \sin \alpha \cdot a = 100 \times 0.55 \times 1.5 = 82.5 \text{ kg/m},$$

$$q_x = w + q_1 = 82.5 + 237 = 319.5 \text{ kg/m},$$

$$q_y = q_2 = 157 \text{ kg/m},$$

$$M_x = \frac{q_x \cdot l^2}{8} = \frac{319.5 \times 9}{8} = 359.4 = 35.940 \text{ kgcm},$$

$$M_y = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{157 \times 9}{8} = 177 = 17.700 \text{ kgcm}.$$

$$W_x = \frac{M_x + \frac{7}{5} M_y}{\tau} = \frac{35940 + 1.4 \times 17.700}{100} = 606.40 \text{ cm}^3.$$

przyjawszy wymiary płatwy

$$15/16 \text{ cm},$$

której

$$W'_x = 640 \text{ cm}^3,$$

$$W'_y = 600 \text{ cm}^3,$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W'_x} + \frac{M_y}{W'_y} = \frac{35.940}{640} + \frac{17.700}{600} = 56.3 + 29.5 = 84.8 \text{ kg/cm}^2.$$

Gdyby platew stała pionowo, to obciążenie należy przeliczyć ze względu na rzut poziomy:

$$a = 1.5 \cos \alpha = 1.5 \times 0.83 = 1.245 \text{ m}.$$

Obciążenie:

$$\text{ciężar własny pokrycia itp.} = \frac{120}{\cos \alpha} = \dots \dots \dots 144.5 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{„ platew} \dots \dots \dots 20 \text{ „}$$

$$\text{„ śniegu } 80 \times 0.81 = \dots \dots \dots 64.8 \text{ „}$$

$$\text{razem } 229.3 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 229.3 \times 1.245 = 285 \text{ kg/m}.$$

Składowa pozioma parcia wiatru, ze względu na rzut poziomy

$$W_h = w_0 \sin \alpha \times a \times \operatorname{tg} \alpha = 100 \times 0.55 \times 1.245 \times 0.66 = 45.1 \text{ kg/m},$$

$$M_x = \frac{q l^2}{8} = \frac{285 \cdot 3^2}{8} = 321 = 32.100 \text{ kgcm},$$

$$M_y = \frac{W_h l^2}{8} = \frac{45.1 \cdot 3^2}{8} = 50.6 = 5060 \text{ kgcm},$$

szukane

$$W_x = \frac{M_x + \frac{7}{5} M_y}{\tau} = \frac{32.100 + 1.4 \times 5060}{100} = 391.84 \text{ cm}^3,$$

przyjawszy wymiar  $11/16 \text{ cm}$ , którego  $W'_x = 469$   $W'_y = 320$ ,  
naprężenie

$$\sigma = \frac{M_x}{W'_x} + \frac{M_y}{W'_y} = \frac{32.100}{469} + \frac{5060}{323} = 68.4 + 15.7 = 84.1 \text{ kg/cm}^2.$$

Widzimy więc, że przy tych samych warunkach płatwy prostopadłe do połaci dachu wymagają większych wymiarów, niż płatwy pionowe.

Dla uniknięcia znacznych wymiarów platew daje się krzyże (zwykle nachylone pod kątem  $45^\circ$ ), które zmniejszają teoretyczną rozpiętość platew.

Przeliczmy ten sam przykład, przy przyjęciu krzyży  $0.8 \text{ m}$  wysokich, zatem rozpiętość  $l = 3.0 - 2 \times 0.8 = 1.4 \text{ m}$ ,

$$q = 285 \text{ kg/m},$$

$$W_h = 45.1 \text{ kg/m},$$

$$M_x = \frac{q l^2}{8} = \frac{285 \times 1.4^2}{8} = 69.6 \text{ kgm} = 6960 \text{ kgcm},$$

$$M_y = \frac{W_h l^2}{8} = \frac{45.1 \cdot 1.4^2}{8} = 11.02 \text{ kgm} = 1102 \text{ kgcm},$$

$$W_x = \frac{M_x + 1.4 M_y}{\tau} = \frac{6960 + 1.4 \times 1102}{100} = 85.02 \text{ cm}^3$$

Krzyże są obciążone siłą  $P = q \times \left( \frac{3}{2} - \frac{0.8}{2} \right) = 285 \times 1.1 = 313.5 \text{ kg}$ .

Siła działająca w krzyżu (jako siła ściskająca)

$$S = \frac{P}{\sin 45^\circ} = \frac{313.5}{0.707} = 443 \text{ kg} = 0.440 \text{ ton},$$

długość krzyża wynosi  $l = \frac{0.8}{\sin \alpha} = \frac{0.8}{0.707} = 1.13 \text{ m}$ ,

przeto

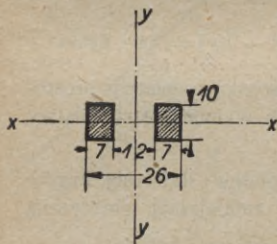
$J_e = \tau_{cisn.} \cdot S_{ton} \cdot l_m^2 = 70 \times 0.443 \times 1.13^2 = 39.5 \text{ cm}^4$   
 przyjmujemy wymiar  $7/7 \text{ cm}$ , którego  $J_x = J_y = 200.0 \text{ cm}^4$ .

Przy 10ciokrotnej pewności, krzyż ten znieśie następującą siłę wybozczającą:

$$b h^3 = 1200 P l^2, \text{ stąd } P = \frac{b \times h^3}{1200 \cdot l^2} = \frac{7 \times 7^3}{1200 \times 1.13^2} = 1.57 \text{ t} = 1570 \text{ kg},$$

gdy nasze  $S = 443 \text{ kg}$ , zatem krzyż pod wpływem siły  $S$  nie zostanie wybozczony.

Rysunek 63.



c) Obliczenie kleszczy.

Przypuścimy, że kleszcze są narażone na ciągnienie  $O = -2.5 \text{ ton}$ ,  $l = 2.20 \text{ m}$ . Obliczamy przekrój  $2 \times 7/10 \text{ cm}$ , przyczem kleszcze obejmują słup  $12/12 \text{ cm}$ .

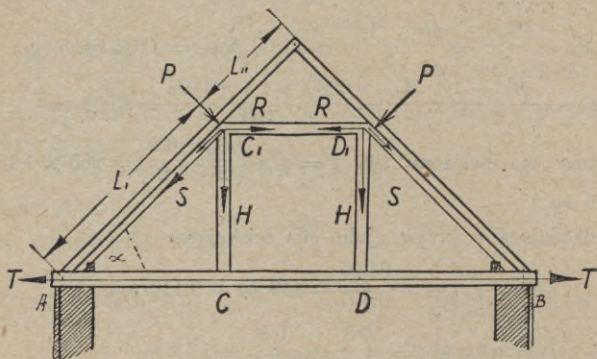
$$J_x \text{ kleszczy} = 2 \times 583 = 1166 \text{ cm}^4,$$

$$J_y \text{ kleszczy} = \frac{1}{12} 10 \left( 26^3 - 12^3 \right) = 10.700 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Napężenie } \tau = \frac{2500}{2 \times 7 \times 10} = 17.8 \text{ kg/cm}^2.$$

Na zakończenie podaję jeszcze trzy typy więzarów i wzory do ich statycznego obliczenia.

Rysunek 63 a.





$l_1 \leq 4.5 m$ , — ciśnienie,  $Q$  obciążenie jednostajnie rozłożone.

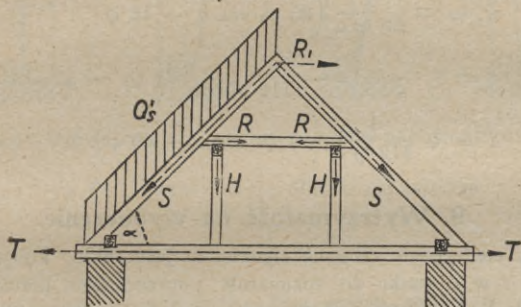
$l_2 \sim 0.5 l_1$ , + ciągnienie,  $P$  ciężar skupiony.

$$H = + \frac{11}{30} Q$$

$$S = - \frac{1}{\sin \alpha} \left( \frac{11}{30} Q + P \cdot \cos \alpha \right); \quad T = + \frac{1}{\sin \alpha} \left( \frac{11}{30} Q \cos \alpha + P \right)$$

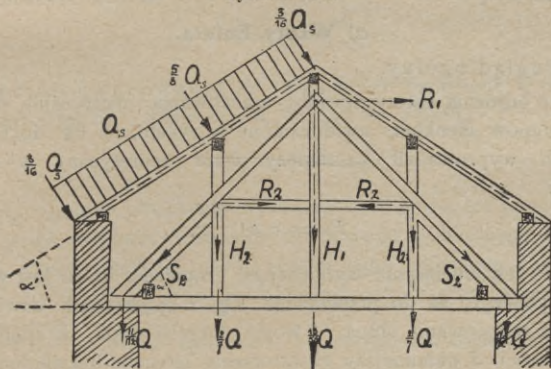
$$R = - \frac{1}{\sin \alpha} \left( \frac{11}{30} Q \cos \alpha + P \right)$$

Rysunek 63 b.



$$\begin{array}{l|l} R_1 = - \frac{3}{16} Q'_s \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} & S = - \frac{1}{16 \sin \alpha} \left( 3 + 10 \sin^2 \alpha \right) \\ R = - \frac{5}{16} Q'_s \cdot \sin 2 \alpha & T = + \frac{1}{16 \operatorname{tg} \alpha} \left( 3 + 10 \sin^2 \alpha \right) \\ H = \frac{5}{8} Q'_s \cos^2 \alpha & \end{array}$$

Rysunek 63 c.



$$H_1 = + \frac{13}{56} Q \quad Q = \text{obciążenie jednostajnie rozłożone na belki główne.}$$

$$H_2 = \frac{2}{7} Q$$

$$S_1 = - \frac{1}{112 \sin \alpha} (21 Q_s \cos \alpha' + 13 Q)$$

$$S_2 = - \frac{1}{56 \sin \alpha} (35 Q_s \cos \alpha' + 16 Q)$$

$$R_2 = - \frac{1}{56 \operatorname{tg} \alpha} (35 Q_s \cos \alpha' + 16 Q)$$

$$S = S_1 + S_2 = - \frac{1}{112 \sin \alpha} (91 Q_s \cos \alpha' + 45 Q)$$

$$T = + \frac{1}{112 \operatorname{tg} \alpha} (91 Q_s \cos \alpha' + 45 Q).$$

## 9. Wytrzymałość na wyboczenie.

Słupy centrycznie ciśnione cienkie, to jest takie, których wolna długość  $l$  w stosunku do rozmiarów poprzecznego przekroju jest za wielką, mogą ulec wyboczeniu, chociaż nateżenie ciśnące nie przekracza dopuszczalnej miary ich materiału; gdyż ani ciśnienie na słup nie może być nigdy dokładnie centryczne, ani oś podłużna jego dokładnie prostolinijna, ani wreszcie materiał zupełnie jednolity.

Obliczenie cienkich słupów na wyboczenie przeprowadza się według niżej zestawionych wzorów ściśle teoretycznych, oraz wzorów doświadczalnych.

### a) Wzory Eulera.

#### 1. Pogląd ogólny.

Euler odróżnia cztery sposoby umocowania centrycznie obciążonych słupów cienkich, uwidocznione w rysunkach 64. do 67., dla których wyprowadził zasadniczy wzór teoretyczny w ogólnej postaci

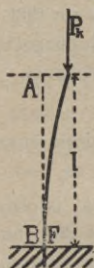
$$P_k = c \pi^2 \frac{E J}{l^2},$$

198

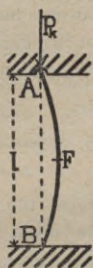
gdzie  $P_k$  jest obciążenie wyboczające graniczne, które jest w stanie słup wyboczyć, aż do przelamania się,  $c$  współczynnik zawisły od sposobu umocowania słupa,  $l$  wolna długość słupa,  $E$  współczynnik sprężystości,  $J$  najmniejszy ekwatorialny moment bezwładności nie-

bezpiecznego poprzecznego przekroju  $F$  słupa; wreszcie można przyjąć z dostateczną ścisłością  $\pi^2 = 10$ .

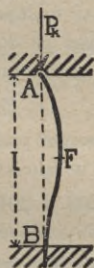
Rysunek 64.



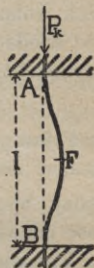
Rysunek 65.



Rysunek 66.



Rysunek 67.



Sposób umocowania I.: Jeden koniec naprężony, drugi wolno sterczący (rys. 64.), gdzie  $c = \frac{1}{4}$ , oblicza się wzorem

$$P_k = \frac{1}{4} \pi^2 \frac{EJ}{l^2}. \quad 199$$

Sposób umocowania II.: Oba końce wolne w pierwotnej osi  $AB$  przytrzymane (rys. 65.), gdzie  $c = 1$ , oblicza się wzorem

$$P_k = \pi^2 \cdot \frac{EJ}{l^2}. \quad 200$$

Sposób umocowania III.: Jeden koniec naprężony, drugi wolny, przytrzymany w pierwotnej osi  $AB$  (rys. 66.), gdzie  $c = 2$ , z odnośnym wzorem

$$P_k = 2 \pi^2 \frac{EJ}{l^2}. \quad 201$$

Sposób umocowania IV.: Oba końce naprężone w pierwotnej osi  $AB$  (rys. 67.), gdzie  $c = 4$ , oblicza się wzorem

$$P_k = 4 \pi^2 \frac{EJ}{l^2}. \quad 202$$

Dopuszczalne obciążenie wybożające  $P$  słupa nie powinno nigdy osiągnąć wielkości obciążenia granicznego wybożającego  $P_k$ , lecz musi wynosić jedynie pewną część jego, określoną tak zwanym współczynnikiem bezpieczeństwa  $n^1$ , a mianowicie musi być

<sup>1</sup> Szczegółowe wartości współczynnika bezpieczeństwa  $n$  znajdują się niżej w najbliższej tabelicy.

$$P = \frac{P_k}{n} = \frac{c \pi^2 E J}{n l^2} = \frac{c \pi^2 E F i^2}{n l^2}, \quad 203$$

gdzy  $J = F i^2$ , gdzie  $i$  jest ramieniem momentu bezwładności.

Jeżeli wolna długość  $l$  słupa jest bardzo mała, to wzór 203. daje bardzo wielkie wartości na  $P$ , to jest większe od dopuszczalnego zwykłego obciążenia ciskącego  $P_o$ , zawarowanego równaniem

$$P_o = F k_d, \quad 204$$

gdzie  $F$  jest poprzecznym przekrojem słupa, zaś  $k_d$  dopuszczalnem natężeniem ciskącym w  $kg/cm^2$ .

Między wzorami 203. i 204. zachodzi ten związek istotny, że wartość udźwigu wyboczającego  $P$ , wynikła z wzoru 203. nie powinna być większą od wartości udźwigu ciskącego  $P_o$  wzorem 204. obliczalnej, gdyż w przeciwnym razie mogłoby nastąpić zgniecenie materiału słupa. O ileby zatem dopuszczalne obciążenie ciskące  $P_o = F k_d$  wypadło mniejsze od obciążenia  $P$ , to w takim razie dopuszczalnem obciążeniem wyboczającym musi być  $P_o$ .

Zresztą wzór 203. dla wielkich długości  $l$ , a wzór 204. dla małych dają mniejsze wartości na  $P$ ; ze zrównania zatem wzajemnego obu tych wzorów wynika ta graniczna długość  $l_o$ , dla której oba te równania dadzą tę samą wartość udźwigu słupa, to jest  $P = P_o$ , czyli natężenie wyboczające  $\sigma_k$ , równe natężeniu ciskącemu  $k_d$ , a mianowicie:

$$F k_d = \frac{c \pi^2 E J}{n l_o^2}, \quad \text{stąd } l_o = \pi \sqrt{\frac{c E J}{n k_d F}} \quad 205$$

niebezpieczeństwo zatem wyboczenia wystąpi wtedy, gdy długość  $l$  słupa będzie większą od jego granicznej długości  $l_o$ , to jest gdy będzie  $l > l_o$ .

Podstawiwszy we wzór 205. znaną wartość momentu bezwładności  $J = F i^2$ , jako graniczną wytrzymałość na ciśnienie materiału słupa, otrzymamy

$$l_o = \pi \sqrt{\frac{c E F i^2}{n k_d F}} = \pi i \sqrt{\frac{c E}{n k_d}}, \quad \text{a stąd wreszcie stosunek granicznej}$$

długości słupa do ramienia momentu bezwładności jego poprzecznego przekroju dla jednakiej zdolności udźwigu tak na ciśnienie jak na wyboczenie

$$\frac{l_o}{i} = \pi \sqrt{\frac{c E}{n k_d}}, \quad 206$$

a dla jednakiego bezpieczeństwa przeciw ciśnieniu i wyboczeniu

$$\frac{l_0}{i} = \pi \sqrt{\frac{c E}{K_d}}, \quad 207$$

gdzie  $K_d$  jest graniczną wytrzymałością na ciśnienie.

Podczas wyznaczania przekroju na podstawie wzorów Eulera należy zawsze stwierdzić, czy dopuszczalne natężenie ciskające  $k_d$  w przyjętym poprzecznym przekroju nie zostało przekroczone, gdyż musi tu być zawsze

$$\frac{P}{F} \leq k_d. \quad 208$$

Wogóle w zastosowaniu wzorów Eulera do słupów, zastrzałów itp. należy przedewszystkiem stwierdzić, z którym sposobem umocowania trzeba się liczyć. Pamiętać tu jednak należy, iż zupełne nadrażenie końca słupów, zastrzałów itp. tylko rzadko kiedy zdarza się faktycznie, a zwłaszcza w budownictwie lądowym i dlatego też w obliczeniach przyjmuje się najczęściej sposób umocowania II. (rys. 65.).

Podnieść także wypada, że przyjęta w tym sposobie ruchliwość końców byłaby tylko w tym razie faktyczną, gdyby każdy z nich był zaopatrzony ostrzem lub kulą; tymczasem często końce te są zwykle płaskie, wskutek czego powstaje pewien stopień częściowego naprężenia. W praktyce — a zwłaszcza gdy końce słupów i zastrzałów są płaskie — liczą się z tem w ten sposób, iż uwzględniają w obliczeniach nieco zmniejszoną wolną długość  $l$ , ale nie dalej, niż na  $l' = 0.8$  do  $0.7 l$ .

W regule obliczenie statyczne słupów cienkich ciśnionych centrycznie, przeprowadza się według wzorów Eulera w ten sposób, że oblicza się poprzeczny przekrój  $F$  najpierw na zwykłe ciśnienie według wzoru 201. i wyznacza się odnośny najmniejszy moment bezwładności  $J$ . Jeżeli moment ten okaże się większym od momentu bezwładności obliczonego według wzoru 203., a mianowicie większym od

$$J = \frac{n}{c \pi^2 E} \cdot P l^2 = \frac{P l^2}{m}, \quad 209$$

gdzie  $m = \frac{c \pi^2 E}{n}$ , to przekrój odpowiada zamierzonej wytrzymałości słupa; w przeciwnym jednak razie przekrój należy zwiększyć

i rachunek powtórzyć ewentualnie kilka razy nawet aż do pożądanego skutku.

Jeżeli obciążenie jest ekscentryczne i dany jest odstęp  $y$  punktu zaczepienia obciążenia od środka ciężkości przekroju, to należy obliczać słup na wytrzymałość złożoną według zestawionych wyżej na str. 534. do 541. dla ekscentrycznego obciążenia odnośnych wzorów 87. do 125. Gdy jednak rzeczony odstęp  $y$  nie jest dany, ale spodziewany, należy z tego tytułu zwiększyć obciążenie projektowane stosownym dodatkiem (50%).

## 2. Szczegółowe daty i wzory.

Przyjmujemy wogóle:

$P$  dopuszczalne obciążenie czyli udźwig słupa w  $kg$ ,

$l$  wolna długość słupa w  $cm$  (liczona w razie szerokiej podstawy od jej górnej krawędzi),

$F$  powierzchnia przekroju poprzecznego w  $cm^2$ ,

$J$  najmniejszy moment bezwładności w  $kgcm^4$ , o ile w tym kierunku słup nie jest zabezpieczony od wyboczenia,  $J_1$  ten sam moment bezwładności, wyrażony w  $tm^4$ ,

$i = \sqrt{\frac{J}{F}}$  ramię najmniejszego momentu bezwładności w  $cm$ ,

$k_d$  dopuszczalne natężenie cisnące w  $kg/cm^2$ ,

$k_k$  dopuszczalne natężenie wyboczające w  $kg/cm^2$ ,

$E$  współczynnik sprężystości materiału w  $kg/cm^2$ .

Według doświadczeń Tetmajera wzory Eulera stosują się tylko do słupów:

z żelaza lanego, których  $\frac{l}{i} \geq 80$ ,

z żelaza spawalnego, których  $\frac{l}{i} \geq 112$ ,

z żelaza zlewego, których  $\frac{l}{i} \geq 105$ ,

ze stali zlewnej, których  $\frac{l}{i} \geq 90$ ,

z drzewa, których  $\frac{l}{i} \geq 100$ .

Gdy zatem  $\frac{l}{i}$  nie osiąga tych wartości, należy stosować wzory niżej pod  $b$ ) (str. 634.) przedstawione.

Z ogólnego wzoru 209. otrzymujemy w szczególności:

Dla przekroju kwadratowego o boku  $F = a^2$ :

$$J = \frac{a^4}{12} = \frac{Pl^2}{m}, \quad a^4 = 4 \times 3 \frac{Pl^2}{m}, \quad \text{wreszcie } a^2 = 2l \sqrt{\frac{3P}{m}} \quad 210$$

dla przekroju prostokątnego  $F = bh$ , gdzie  $h > b$ , oraz  $h = \alpha b$ :

$$J = \frac{hb^3}{12} = \alpha \cdot \frac{b^4}{3 \times 4} = \frac{Pl^2}{m}, \quad b^2 = 2l \sqrt{\frac{3P}{\alpha m}} \quad 211$$

dla przekroju kołowego  $F = \frac{\pi d^2}{4}$ :

$$J = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{Pl^2}{m}, \quad d^2 = 8l \sqrt{\frac{P}{\pi m}} \quad 212$$

dla przekroju pierścieniowego kołowego  $F = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)$ :

$$J = \frac{\pi}{64} (d^4 - d_1^4) = \frac{Pl^2}{m}, \quad d^4 - d_1^4 = \frac{64 Pl^2}{\pi m}. \quad 213$$

W następującej niżej tabelicy I. zestawiono dla najważniejszych materiałów budowlanych przyjęte w budownictwie lądowym przez austriackich inżynierów i architektów wartości współczynnika bezpieczeństwa  $n$  przeciw wyboczeniu i inne potrzebne dane, oraz obliczono odnośne wzory szczegółowe na podstawie ogólnych wzorów 209., 203. i 206. w zmienionej nieco postaci:

$$J = \frac{Pl^2}{m} = \frac{P \times 10000 l_1^2}{m} = \frac{1000 P_1 \times 10000 l_1^2}{m} \quad 214$$

$$P = 1000 P_1 = m \frac{J}{l^2} = m \frac{J}{10000 l_1^2} \quad 215$$

$$P_1 = \frac{m}{10000000} \cdot \frac{J}{l_1^2} \quad 216$$

$$\text{a według wzoru 209. } m = \frac{c \pi^2 E}{n}. \quad 217$$

We wzorach tych  $P$  jest dopuszczalne obciążenie słupa w  $kg$ ,  $P_1$  to samo obciążenie wyrażone w tonnach ( $t$ ),  $E$  współczynnik sprężystości w  $kg/cm^2$ ,  $J$  najmniejszy równikowy moment bezwładności w  $kgcm^4$  niebezpiecznego przekroju poprzecznego,  $J_1$  ten sam moment bezwładności wyrażony w  $tc m^4$ ,  $l$  wolna długość w  $cm$ ,  $l_1$  ta sama długość w metrach,  $b$  mniejszy bok przekroju prostokątnego i  $d$  średnica przekroju kołowego w  $cm$ .

Tablica I.

Okreslenie	Żelazo			Stal zlewna	Drzewo (sosnowe)
	lane	spawalne	zlewnie		
Wytrzymałość graniczna ciśnienia $K_d$ w $kg/cm^2$	7500	3500	3800	6250	280
Dopuszczalne nateżenie ciśnące $k_d$ w $kg/cm^2$	600	1000	1000	1200	60
Spółczynnik sprężystości $E$ w $kg/cm^2$ . . . . .	1000000	2000000	2150000	2200000	100000
Spółczynnik bezpieczeństwa przeciw wybocze- niu . . . . .	101	5	5	5	8 do 10 <sup>2</sup>
Sposób I. umocowania $\left(c = \frac{1}{4}\right)$ (str. 1161) $J =$	$\frac{Pl_1^2}{25}$	$\frac{Pl_1^2}{100}$	$\frac{Pl_1^2}{107.5}$	$\frac{Pl_1^2}{110}$	$\frac{Pl_1^2}{3.125} - \frac{Pl_1^2}{2.5}$
$(tcm^4)$ . . . . . $J_1 =$	$40 P_1 l_1^2$	$10 P_1 l_1^2$	$9.3 P_1 l_1^2$	$9.09 P_1 l_1^2$	$320 P_1 l_1^2 - 400 P_1 l_1^2$
$(kg)$ . . . . . $P =$	$25 \frac{J}{l_1^2}$	$100 \frac{J}{l_1^2}$	$107.5 \frac{J}{l_1^2}$	$110 \frac{J}{l_1^2}$	$3.125 \frac{J}{l_1^2} - 2.5 \frac{J}{l_1^2}$
$(t)$ . . . . . $P_1 =$	$0.025 \frac{J}{l_1^2}$	$0.10 \frac{J}{l_1^2}$	$0.1075 \frac{J}{l_1^2}$	$0.11 \frac{J}{l_1^2}$	$3.125 J - 2.5 J$
Sposób II. umocowania $(c = 1)$ . . . . . $J =$	$\frac{Pl_1^2}{100}$	$\frac{Pl_1^2}{400}$	$\frac{Pl_1^2}{430}$	$\frac{Pl_1^2}{440}$	$\frac{Pl_1^2}{12.5} - \frac{Pl_1^2}{10}$
$(tcm^4)$ . . . . . $J_1 =$	$10 P_1 l_1^2$	$2.5 P_1 l_1^2$	$2.33 P_1 l_1^2$	$2.27 P_1 l_1^2$	$80 P_1 l_1^2 - 100 P_1 l_1^2$
$(kg)$ . . . . . $P =$	$100 \frac{J}{l_1^2}$	$400 \frac{J}{l_1^2}$	$430 \frac{J}{l_1^2}$	$440 \frac{J}{l_1^2}$	$12.5 \frac{J}{l_1^2} - 10 \frac{J}{l_1^2}$
$(t)$ . . . . . $P_1 =$	$0.10 \frac{J}{l_1^2}$	$0.40 \frac{J}{l_1^2}$	$0.43 \frac{J}{l_1^2}$	$0.44 \frac{J}{l_1^2}$	$0.0125 \frac{J}{l_1^2} - 0.01 \frac{J}{l_1^2}$



Sposób III. umocowania ( $c = 2$ ) (str. 1161) $J =$		$\frac{P l_1^2}{200}$	$\frac{P l_1^2}{800}$	$\frac{P l_1^2}{850}$	$\frac{P l_1^2}{880}$	$\frac{P l_1^2}{25}$	$\frac{P l_1^2}{20}$
$(\text{cm}^4)$ . . . . . $J_1 =$		$5 P_1 l_1^2$	$1.25 P_1 l_1^2$	$1.16 P_1 l_1^2$	$1.136 P_1 l_1^2$	$40 P_1 l_1^2$	$50 P_1 l_1^2$
$(\text{kg})$ . . . . . $P =$		$200 \frac{J}{l_1^2}$	$800 \frac{J}{l_1^2}$	$860 \frac{J}{l_1^2}$	$880 \frac{J}{l_1^2}$	$25 \frac{J}{l_1^2}$	$20 \frac{J}{l_1^2}$
$(t)$ . . . . . $P_1 =$		$0.20 \frac{J}{l_1^2}$	$0.80 \frac{J}{l_1^2}$	$0.86 \frac{J}{l_1^2}$	$0.88 \frac{J}{l_1^2}$	$0.025 \frac{J}{l_1^2}$	$0.02 \frac{J}{l_1^2}$
Sposób IV. umocowania ( $c = 4$ ) . . . . . $J =$		$\frac{P l_1^2}{400}$	$\frac{P l_1^2}{1600}$	$\frac{P l_1^2}{1720}$	$\frac{P l_1^2}{1760}$	$\frac{P l_1^2}{50}$	$\frac{P l_1^2}{40}$
$(\text{cm}^4)$ . . . . . $J_1 =$		$2.5 P_1 l_1^2$	$0.625 P_1 l_1^2$	$0.58 P_1 l_1^2$	$0.568 P_1 l_1^2$	$20 P_1 l_1^2$	$25 P_1 l_1^2$
$(\text{kg})$ . . . . . $P =$		$400 \frac{J}{l_1^2}$	$1600 \frac{J}{l_1^2}$	$1720 \frac{J}{l_1^2}$	$1760 \frac{J}{l_1^2}$	$50 \frac{J}{l_1^2}$	$40 \frac{J}{l_1^2}$
$(t)$ . . . . . $P_1 =$		$0.40 \frac{J}{l_1^2}$	$1.60 \frac{J}{l_1^2}$	$1.72 \frac{J}{l_1^2}$	$1.76 \frac{J}{l_1^2}$	$0.05 \frac{J}{l_1^2}$	$0.04 \frac{J}{l_1^2}$
W ogólności . . . . . $\frac{l_0}{i} = \pi \sqrt{\frac{c E}{n k a}}$		$40.56$	$62.83$	$65.14$	$60.15$	$45.34$	$40.56$
dla prostokąta $\left( i = b \sqrt{\frac{1}{12}} \right) \frac{l_0}{b} = \pi \sqrt{\frac{c E}{n k a}} \sqrt{\frac{1}{12}}$		$11.71$	$18.14$	$18.80$	$17.36$	$13.09$	$11.71$
dla koła ( $i = 0.25 d$ ) $\frac{l_0}{d} = 0.25 \pi \sqrt{\frac{c E}{n k a}}$		$10.14$	$15.71$	$16.28$	$15.04$	$11.33$	$10.14$

<sup>1</sup> albo  $n = 8$  dla centrycznego, zaś 12 dla ekscentrycznego obciążenia.

<sup>2</sup> albo  $n = 40$  dla centrycznego, zaś 15 dla ekscentrycznego obciążenia.

## b) Wzory Tetmajera.

Do obliczania wytrzymałości na wyboeczenie słupów, — których wartość stosunkowa  $x = \frac{l}{i}$  jest mniejszą od wykazanych wyżej pod 2. (str. 634.) granic, tworzących zakres zastosowania wzorów Eulera — służy za podstawę ogólny wzór doświadczalny Tetmajera, według którego graniczna wytrzymałość na wyboeczenie

$$K_k = \frac{P_k}{F} = K (1 - ax - bx^2), \quad 218$$

gdzie  $K_k$ ,  $P_k$ ,  $F$ ,  $x = \frac{l}{i}$  mają znaczenie poprzednio określone, zaś  $K$ ,  $a$ ,  $b$  są wielkościami stałymi, zależnymi od materiału słupów, a mianowicie:

dla żelaza lanego  $K = 7760$ ,  $a = 0.01546$ ,  $b = 0.0007$ , dla  $x = \frac{l}{i} = 5$  do 80;

dla żelaza spawalnego  $K = 3030$ ,  $a = 0.00426$ ,  $b = 0$ , dla  $x = \frac{l}{i} = 10$  do 112;

dla żelaza zlewego  $K = 3100$ ,  $a = 0.00368$ ,  $b = 0$ , dla  $x = \frac{l}{i} = 10$  do 105;

dla stali zlewnej  $K = 3350$ ,  $a = 0.00185$ ,  $b = 0$ , dla  $x = \frac{l}{i} = 1$  do 90;

dla drzewa  $K = 293$ ,  $a = 0.00662$ ,  $b = 0$ , dla  $x = \frac{l}{i} = 1.8$  do 100.

Po podstawieniu tych szczegółowych wartości we wzór 218. otrzymujemy szczegółową graniczną wytrzymałość na wyboeczenie  $K_k$  słupów, których  $\frac{l}{i}$  jest mniejsze od dopuszczalnych granic zastosowania wzorów Eulera.

Następująca niżej tablica II. zawiera właśnie — obok tych wartości  $K_k$  — także i szczegółowe wartości  $K_k$  tych słupów, których  $\frac{l}{i}$  leży w granicach zastosowania wzorów Eulera.

Tablica II.

Słupów, zastrzałów itp. o dowolnym przekroju			
materiał	stosunkowa wartość wolnej długości $\frac{l}{i}$	graniczna wytrzymałość na wyboczenie $K_k$ w $t/cm^2$	dopuszczalne natężenie ciskające $k_d$ w $kg/cm^2$
Drewno	$\frac{l}{i} < 1.8$ do 100 $\frac{l}{i} > 100$	$0.293 - 0.00194 \frac{l}{i}$ $987 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	70
Żeliwo (żelazo lane)	$\frac{l}{i} < 5$ do 80 $\frac{l}{i} > 80$	$7.76 - 0.12 \frac{l}{i} + 0.00053 \left(\frac{l}{i}\right)^2$ $9870 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	500
Żelazo zlewne z wytrzymałością na ciągnięcie $K_s < 4000 \text{ kg/cm}^2$	$\frac{l}{i} < 10$ do 105 $\frac{l}{i} > 105$	$3.1 - 0.0144 \frac{l}{i}$ $21220 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	1200
Żelazo zlewne z wytrzymałością na ciągnięcie $K_s > 4000 \text{ kg/cm}^2$	$\frac{l}{i} < 10$ do 105 $\frac{l}{i} > 105$	$3.21 - 0.0116 \frac{l}{i}$ $22200 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	
Żelazo spawane (nieużywane)	$\frac{l}{i} < 10$ do 112 $\frac{l}{i} > 112$	$3.03 - 0.0129 \frac{l}{i}$ $19740 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	1080

Uwaga. Jeżeli można przyjąć, że końce słupa są częściowo naprężone — na przykład gdy końce przytrzymane w pierwotnym położeniu osi słupa są płaskie —, to można przyjąć zamiast wolnej długości  $l$  tylko  $0.7 l$ .

Na podstawie zestawionych w tablicy II. doświadczalnych wartości szczegółowych  $K_k$  oblicza się dopuszczalny udźwig słupa wzorem

$$P = F \frac{K_k}{n},$$

219

gdzie  $n$  jest współczynnikiem bezpieczeństwa przeciw wyboczeniu, a zależne od materiału słupa jego wartości są zestawione w tablicy I. na str. 636.

Jeżeli obciążenie  $P_1$  słupa jest dane, to przyjmuje się powierzchnia  $F$ , a ewentualnie i postać przekroju słupa, oblicza na tej podstawie ramię  $i$  najmniejszego momentu bezwładności  $J = F i^2$ , oraz według tablicy II. odnośne  $K_k$ , a wreszcie udźwig  $P$  z wzoru 219. Skoro się okaże obliczony udźwig  $P \geq P_1$ , to przyjęty przekrój  $F$  odpowiada zamierzonej wytrzymałości słupa; w przeciwnym jednak razie trzeba przekrój  $F$  zwiększyć, rachunek ponowić i ewentualnie powtórzyć aż do skutku.

Z wzoru 219. otrzymujemy zresztą:

$$F = \frac{n P}{K_k} = \frac{P_k}{K_k} \quad 220$$

$$n = \frac{F K_k}{P} = \frac{K_k}{\frac{P}{F}} = \frac{K_k}{k_d} \quad 221$$

Jednakże bezpieczeństwo co do wytrzymałości słupów na wyboczenie jakoteż i na czyste ciśnienie wyznacza się z następującego wzoru, według którego dopuszczalne natężenie wyboczające

$$k_k = \frac{P}{F} = \frac{K_k}{K_d} \cdot k_d = \eta k_d, \quad 222$$

a stąd dopuszczalny udźwig na wyboczenie

$$P = \frac{K_k}{K_d} \cdot F k_d = \eta F k_d. \quad 223$$

Wartości zawartej w tych wzorach wytrzymałości na wyboczenie  $K_k$  znajdują się w trzeciej kolumnie tablicy II., a wartości wytrzymałości graniczne na czyste ciśnienie są następujące:

$K_d = 0.28 \text{ t/cm}^2$  dla drewna,

$K_d = 8 \text{ t/cm}^2$  dla żeliwa,

$K_d = 3.8 \text{ t/cm}^2$  dla żelaza zlewneego,

$K_d = 3.5 \text{ t/cm}^2$  dla żelaza spawanego.

W szczególności dla zastrzałów drewnianych lub słupów o przekroju kołowym wyznacza się współczynnik zmniejszający  $\eta$  na podstawie danych poprzednio, oraz tablicy II. i wzorów 218., 222. i 223. w sposób następujący:

Dla przekroju kołowego o średnicy  $d$  ramię najmniejszego momentu bezwładności

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{d^2}{16}} = \frac{d}{4}, \text{ gdyż } J = \frac{\pi d^4}{64}, \text{ zaś } F = \frac{\pi d^2}{4}.$$

W drugiej kolumnie tablicy II. jest niższa granica stosunkowej wartości  $\frac{l}{i} < 100$ , stąd musi być  $\frac{l}{d} < 100$ , czyli  $\frac{l}{d} < 25$ , jako niższa granica projektowanego zastrzału krągłego, zaś współczynnik zmniejszający dla tej granicy według wzoru 218. i 223.

$$\eta = \frac{K_k}{K_d} = \frac{0.293 - 0.00194 \times \frac{l}{0.25d}}{0.28} = 1.0464 - 0.0277 \frac{l}{d}.$$

Dla wyższej granicy wartości stosunkowej  $\frac{l}{i} > 100$ , czyli  $\frac{l}{0.25d} > 100$  albo  $\frac{l}{d} > 25$  będzie współczynnik zmniejszający

$$\eta = 987 \left(\frac{i}{l}\right)^2 \times \frac{1}{0.28} = \frac{987}{0.28} \left(\frac{0.25d}{l}\right)^2 = 220.31 \left(\frac{d}{l}\right)^2.$$

W ten sposób daje się obliczyć współczynnik zmniejszający  $\eta$  dla słupów, zastrzałów itp. o przekroju kwadratowym, prostokątnym, pierścieniowym kołowym itd. z materiałów wyżej poszczególnionych, jak to wykazują następujące niżej tablice.

Tablica III. Drewno.

Słupów, zastrzałów itp. drewnianych							
poprzeczny przekrój							
kołowy o średnicy $d$				prostokątny z mniejszym bokiem $a$			
dla $\frac{l}{d} < 25$		dla $\frac{l}{d} > 25$		dla $\frac{l}{a} < 29$		dla $\frac{l}{a} > 29$	
$\frac{l}{d}$	współczynnik zmniejszający $\eta$			$\frac{l}{a}$	współczynnik zmniejszający $\eta$		
	$1.0464 - 0.0277 \frac{l}{d}$	$\frac{l}{d}$	$220.31 \left(\frac{d}{l}\right)^2$		$1.0464 - 0.0240 \frac{l}{a}$	$\frac{l}{a}$	$293.7 \left(\frac{a}{l}\right)^2$
5	0.908	30	0.245	5	0.926	30	0.326
10	0.769	35	0.180	10	0.806	35	0.239
15	0.631	40	0.138	15	0.686	40	0.184
20	0.492	45	0.108	20	0.566	45	0.145
25	0.353	50	0.088	25	0.446	50	0.117

Tablica IV. Żeliwo.

Słupów, zastrzałów itp. z żeliwa							
przekrój poprzeczny							
dowolny				piersceniowy kołowy o średnicy $d^1$			
dla $\frac{l}{i} < 80$		dla $\frac{l}{i} > 80$		dla $\frac{l}{d} < 26$		dla $\frac{l}{d} > 26$	
spółczynnik zmniejszający $\eta$				spółczynnik zmniejszający $\eta$			
$\frac{l}{i}$	$0.97 - 0.015 \frac{l}{i} +$ $+ 0.000066 \left(\frac{l}{i}\right)^2$	$\frac{l}{i}$	$1234 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	$\frac{l}{d}$	$0.97 - 0.047 \frac{l}{d} +$ $+ 0.00064 \left(\frac{l}{d}\right)^2$	$\frac{l}{d}$	$127 \left(\frac{d}{l}\right)^2$
10	0.827	90	0.152	10	0.504	30	0.141
20	0.696	100	0.123	15	0.409	35	0.104
30	0.580	110	0.101	20	0.286	40	0.080
40	0.476	120	0.086	25	0.195	45	0.062
50	0.385	130	0.073			50	0.051
60	0.308	140	0.063			55	0.042
70	0.244	150	0.055			60	0.035
80	0.193	160	0.048			65	0.030
		170	0.043				
		180	0.038				

<sup>1</sup> Pod założeniem, że grubość ścian  $\delta = \frac{1}{10} d$ .

Tablica V. Żelazo zlewne.

Słupów, zastrzałów itp. z żelaza zlewego							
przekrój poprzeczny dowolny							
dla $\frac{l}{i} < 105$				dla $\frac{l}{i} > 105$			
$\frac{l}{i}$	$\eta = 0.816 -$ $- 0.0038 \frac{l}{i}$	$\frac{l}{i}$	$\eta = 0.816 -$ $- 0.0038 \frac{l}{i}$	$\frac{l}{i}$	$\eta = 5584 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	$\frac{l}{i}$	$\eta = 5584 \left(\frac{i}{l}\right)^2$
10	0.786	70	0.606	110	0.462	170	0.193
15	0.771	75	0.591	115	0.422	175	0.182
20	0.756	80	0.576	120	0.388	180	0.172
25	0.741	85	0.561	125	0.357	185	0.163
30	0.726	90	0.546	130	0.330	190	0.155
35	0.711	95	0.531	135	0.306	195	0.147
40	0.696	100	0.516	140	0.285	200	0.140
45	0.681	105	0.501	145	0.266	205	0.133
50	0.666			150	0.248	210	0.127
55	0.651			155	0.232	215	0.121
60	0.636			160	0.218	220	0.115
65	0.621			165	0.205	225	0.110

Tablica VI. Żelazo spawane.

Słupów, zastrzałów itp. z żelaza spawanego							
przekrój poprzeczny dowolny							
dla $\frac{l}{i} < 112$				dla $\frac{l}{i} > 112$			
$\frac{l}{i}$	$\eta = 0.866 - 0.0037 \frac{l}{i}$	$\frac{l}{i}$	$\eta = 0.866 - 0.0037 \frac{l}{i}$	$\frac{l}{i}$	$\eta = 5640 \left(\frac{i}{l}\right)^2$	$\frac{l}{i}$	$\eta = 5640 \left(\frac{i}{l}\right)^2$
10	0.829	70	0.607	115	0.426	175	0.184
15	0.811	75	0.589	120	0.392	180	0.174
20	0.792	80	0.570	125	0.361	185	0.165
25	0.774	85	0.552	130	0.334	190	0.156
30	0.755	90	0.533	135	0.309	195	0.148
35	0.738	95	0.515	140	0.288	200	0.141
40	0.718	100	0.496	145	0.268	205	0.134
45	0.700	105	0.478	150	0.251	210	0.128
50	0.681	110	0.459	155	0.235	215	0.122
55	0.663			160	0.220	220	0.117
60	0.644			165	0.207	225	0.111
65	0.626			170	0.195		

Uwaga. U słupów nitowanych powinny być wzajemne odstępstwa nitów mniejsze, lub co najwyżej równe siedmiokrotnej grubości żelaza, osłabienie zaś przekroju poprzecznego wywierciami nitów powinno wynosić nie więcej niż 12<sup>o</sup>/o.

## c) Wzór Naviera.

Wzór Naviera, znany także jako wzór Schwarza, albo wzór Rankinea służy do wyznaczenia powierzchni i postaci poprzecznego przekroju słupa, zastrzału itp. centrycznie ciśnionego, wystawionego na niebezpieczeństwo wyboczenia, a mianowicie:

$$F = \frac{P}{k_d} \left( 1 + \frac{k_d n}{c \pi^2 E} \cdot \frac{F l^2}{J} \right) = F_0 \left( 1 + \alpha \frac{F l^2}{J} \right) = \frac{P}{k_k} \quad 224$$

We wzorze tym znaczenia wszystkich liter zostały już poprzednio określone z wyjątkiem współczynnika

$$\alpha = \frac{k_d n}{c \pi^2 E}, \quad 225$$

który zależy od materiału i od sposobu umocowania końców słupa, zastrzału itp.; wyraz  $\frac{P}{k_d} = F_0$  jest powierzchnią, jakąby powinien mieć przekrój, gdyby słup nie był narażony na wyboczenie, tylko

na zwykle ciśnienie centryczne, idące z danego, względnie projektowanego obciążenia  $P$ .

Po podstawieniu wartości  $J = F i^2$  otrzymamy z wzoru 224.

$$F = F_0 \left[ 1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2 \right] = \frac{P}{k_k}. \quad 226$$

Z powyższych wzorów wynika

$$P = \frac{F k_d}{1 + \alpha \frac{F l^2}{J}} = \frac{F k_d}{1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2}. \quad 227$$

Stąd ze względu na wyboczające działanie siły  $P$  musi być dopuszczalne natężenie wyboczająco cisnące na  $1 \text{ cm}^2$  przekroju

$$k_k = \frac{P}{F} = \frac{k_d}{1 + \alpha \frac{F l^2}{J}} = \frac{k_d}{1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2} \quad 228$$

to jest musi wynosić tylko część dopuszczalnego właściwego natężenia cisnącego  $k_d$ , wynikającą z podzielenia tegoż  $k_d$  przez czynnik wyboczający  $1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2$ , względnie  $1 + \alpha \frac{F l^2}{J}$ .

Gdy jednak natężenie wyboczające, które nazwiemy  $\sigma_k$ , objawia się nie tylko działaniem cisnącem, ale także i zginającym, więc nie można go mierzyć jedynie wielkością  $k_k = \frac{P}{F}$ , lecz iloczynem tej wielkości pomnożonej przez czynnik wyboczający.

Będzie zatem dopuszczalne właściwe natężenie wyboczające

$$\sigma_k = k_k \left[ 1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2 \right] = \frac{P}{F} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2 \right] = k_d. \quad 229$$

Warunek zatem dopuszczalności natężenia wyboczająco cisnącego wogóle wymaga, że musi być

$$k_k = \frac{P}{F} \leq \frac{k_d}{1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2} \quad 230$$

czyli że musi być właściwe natężenie wyboczające

$$\sigma_k = k_k \left[ 1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2 \right] = \frac{P}{F} \left[ 1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2 \right] \leq k_d. \quad 231$$

W zastosowaniu wzorów Naviera przyjmuje się zwykle, że oba końce słupa, zastrzału itp. są wolne i w pierwotnej osi przytrzymane, oraz że dopuszczalne natężenie cisnące ( $k_d$ ) dla żelaza kutego wogóle  $k_d = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.0001$ ; dla żeliwa  $k_d = 500 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.0003$ .



Bauschinger zaleca dla słupów żelaznych leżaco odlewanych z powodu nierówności ścian:  $k_d = 700 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.0006$ .

Möller na podstawie swoich doświadczeń przyjmuje dla słupów z żeliwa i kutego wystawionych na niebezpieczeństwo ognia  $k_d = 1000$  do  $1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.0004$ .

Profesor H. Daub w dziele swoim „Hochbaukunde“, II. część z roku 1909 wykazuje między innymi:

dla żelaza spawalnego  $k_d = 750 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.000435$ ,

dla żelaza zlewego  $k_d = 875 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.000769$ ,

dla konstrukcji z żelaza kutego średnio  $k_d = 800 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.00016$ ,

dla drewna  $k_d = 60 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\alpha = 0.0015$ .

Jeżeli słupy mają płaskie oba końce wolne i w pierwotnej osi przytrzymane, to w rachunku należy uwzględnić tylko dwie trzecie części ich długości  $l$ , to jest  $l_1 = \frac{2}{3} l$  jako długość wolną.

W razie niekorzystnej wolnej długości żelaznych słupów lanych, jeżeli okaże się czynnik  $1 + \alpha \frac{F l^2}{J} > 4$ , względnie  $1 + \alpha \left(\frac{l}{i}\right)^2 > 4$ , to wobec tego, iż dla żelaza lanego przyjmuje się dopuszczalne natężenie ciągnące  $k_2 = \frac{k_d}{2}$ , należy — zamiast tego czynnika — wstawić we wzory powyższe  $2 \alpha \frac{F l^2}{J} - 2$ , względnie  $2 \alpha \left(\frac{l}{i}\right)^2 - 2$ .

Por. rozp. Min. R. P. z dnia 20. maja 1923, Nr. VIII—436 (str. 446.).

„Allgemeine Hochbaukunde des Handbuches der Architektur“, część pierwsza, 1. tom, zeszyt 2.: (Die Statik der Hochbaukonstruktionen) von Dr. Ing. Theodor Landsberg z roku 1909. zawiera na str. 149. następującą niżej tablicę VII. współczynnika  $\alpha =$

$$= \frac{n k_d}{c \pi^2 E}.$$

Przebieg wyznaczenia potrzebnej postaci i wielkości poprzecznego przekroju słupa, zastrzału itp. na podstawie wyżej zestawionych wzorów Naviera jest następujący.

Cisnąca na słup centrycznie siła  $P$  jest zwykle dana, a zresztą łatwo obliczalna, tem samem jest już dana także odnośnie do wzoru 204. wartość

$F_0 = \frac{P}{k_d}$ , zawarta we wzorach 224. i 226. Gdy zaś jak widno

Tablica VII. Spółczynnik  $\alpha$ .

Słupów, zastrzałów itp.						
Materiał	ogólna wartość współczynnika $\alpha = \frac{n k_d}{E \pi^2 c}$		sposób umocowania			
			I. $c = \frac{1}{4}$	II. $c = 1$	III. $c = 2$	IV. $c = 4$
	wartość współczynnika $\alpha$					
Żelazo spawane	$\frac{5 \times 700}{200000 \times 10 c} = \frac{0.00175}{10 c}$		0.00072	0.00018	0.00009	0.000045
	$\frac{5 \times 700}{215000 \times 10 c} = \frac{0.00163}{10 c}$		0.000652	0.000163	0.00008	0.00004
Żelazo zlewne	$\frac{8 \times 500}{100000 \times 10 c} = \frac{0.004}{10 c}$		0.0016	0.0004	0.0002	0.0001
	$\frac{10 \times 65}{12000 \times 10 c} = \frac{0.0054}{10 c}$		0.0022	0.00054	0.0026	0.00013

z obu tych wzorów powierzchnia szukanego przekroju  $F > F_0$ , więc przyjmujemy według możności stosowną postać i powierzchnię  $F_1$  przekroju i wyznaczamy najmniejszy moment bezwładności  $J$ , oraz jego ramię  $i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ . W ten sposób są już znane wielkości  $F_0$ ,  $J$ ,  $i$ ,  $\alpha$ ,  $l$ , na podstawie których uzyskujemy z wzoru 226. wielkość i postać powierzchni  $F$ . Jeżeli wypadnie to  $F > F_1$ , to zwiększamy odpowiednio  $F_1$ , obliczamy  $J$ , oraz  $i$ , poczem po podstawieniu we wzór 226. otrzymujemy nowe więcej do rzeczywistości zbliżone  $F$ ; ten przebieg powtarza się tak długo, aż otrzymamy dostateczną zgodność między ostatecznie przyjętym  $F_1$ , a z obliczenia wynikiem  $F$ . Równocześnie należy także stwierdzić, czy wynikające na podstawie wyznaczonego  $F$  natężenie wybieczające  $\sigma_k$  odpowiada warunkowemu wzorowi 230. względnie 231.

## PRZYKŁAD.

Słup drewniany o przekroju prostokątnym i wolnej długości  $l = 4 m = 400 cm$ , z oboma końcami wolnymi, przytrzymanymi w pierwotnej osi (sposób umocowania II. na str. 631.), ma być obciążony centrycznie działającą siłą  $P = 10400 kg$ ; wyznaczyć potrzebną wielkość powierzchni poprzecznego przekroju słupa.

Na podstawie tych danych, oraz z uwzględnieniem dat tablicy VII. otrzymujemy przedewszystkiem

$$F_0 = \frac{P}{k_d} = \frac{10400}{70} = 149 cm^2.$$

Przyjmujemy poprzeczny przekrój  $F_1 = 18 \times 25 \text{ cm} = 450 \text{ cm}^2$ , którego najmniejszy moment bezwładności  $J = \frac{25 \times 18^3}{12} = \frac{14580}{12} = 12150 \text{ cm}^4$ , a kwadrat jego ramienia

$$i^2 = \frac{J}{F_1} = \frac{12150}{450} = 27, \text{ stąd } \frac{l^2}{i^2} = \frac{400^2}{27} = \frac{160000}{27} = 5925.92592$$

podstawivszy te wszystkie obliczone dane, oraz zawarty w tabelicy VII. spólczynnik  $\alpha = 0.00054$  we wzór 226. otrzymujemy

$$F = F_0 \left[ 1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2 \right] = 149 \left[ 1 + 0.00054 \times \frac{400^2}{27} \right] = 149 [1 + 0.00054 \times 5925.92592] = F = 149 \times [1 + 3.2] = 622 \text{ cm}^2.$$

Ponieważ to  $F = 622 > F_1 = 450 \text{ cm}^2$ , więc powiększamy przyjęte poprzednio  $F_1$  na  $F_2 = 20 \times 29 \text{ cm} = 580 \text{ cm}^2$ , stąd

$$J = \frac{29 \times 20^3}{12} = \frac{232000}{12} = 19333.33, \quad i^2 = \frac{J}{F_2} = \frac{19333.33}{580} = 33.33$$

$$\frac{l^2}{i^2} = \frac{400^2}{33.33} = \frac{160000}{33.33} = 4800, \text{ wreszcie według wzoru 226. } F = 149 \times [1 + 0.00054 \times 4800] = 149 [1 + 2.592] = 535 \text{ cm}^2.$$

Przyjęty przekrój  $F_2 = 580 \text{ cm}^2$  jest odpowiedni ze względu na wytrzymałość projektowanego słupa.

Stwierdzają to zresztą także i obliczone właśnie wyżej wartości w odniesieniu do przekroju  $F_2$ , gdyż wstawione we wzór 230. wykazują, że

$$k_k = \frac{P}{F} = \frac{10400}{580} = 17.93 \text{ kg/cm}^2 < \frac{k_d}{1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2} = \frac{70}{1 + 2.59} = 19.50 \text{ kg/cm}^2,$$

a we wzór 231., że

$$\sigma_k = k_k \left[ 1 + \alpha \left( \frac{l}{i} \right)^2 \right] = 17.93 \times (1 + 2.59) = 64.37 \text{ kg/cm}^2 < k_d = 70 \text{ kg/cm}^2.$$

Gdy zatem nateżenie wybozczająco cislące  $k_k$ , ani nateżenie właściwe wybozczające  $\sigma_k$  nie przekraczają dopuszczalnej miary, zawarowanej równaniami 230. i 231., więc słuł nasz o wyznaczonym przekroju  $F_2 = 580 \text{ cm}^2$  będzie dostatecznie wytrzymały na wybozczenie.

## d) Tablice wytrzymałości słupów żelaznych.

Tablica VIII. Wytrzymałość słupów z rur stalowych bez szwu Mannesmana.

Słupa z rur stalowych Mannesmana bez szwu																
średnica zewnętrzna $d$	grubość ścianki $d - d_1 = \delta$	powierzchnia przekroju $F$	moment bezwładności $J$	ramię momentu bezwładności $i$	udźwig											
					w tonach ( $t$ ) z 4 do 5 krotną pewnością przeciw wyboczeniu, względnie z największym ciśnieniem 13 $kg/mm^2$ i z wolną długością $l$ w metrach ( $m$ )											
mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	2·8	3·2	3·6	4·0	4·4	4·8	5·2	5·6	6·0	6·5			
89	4	10·68	96·7	3·00	6·78	5·20	4·10	3·32	2·75	2·30	1·97					
	5	13·20	116·8	2·98	8·17	6·25	4·95	4·00	3·30	2·78	2·37					
	6	15·65	135·4	2·94	9·55	7·30	5·78	4·68	3·87	3·25	2·95	2·40				
108	4	13·06	177·0	3·68	12·10	9·28	7·33	5·93	4·90	4·12	3·50	3·03				
	5·5	16·17	215·0	3·49	14·89	11·39	9·00	7·29	6·00	5·07	4·32	3·72	3·24			
	6	19·22	251·0	3·62	17·30	13·25	10·47	8·48	7·00	5·90	5·02	4·33	3·77	3·03		
121	5	18·23	307	4·11	20·98	16·06	12·69	10·28	8·50	7·14	6·08	5·25	4·57	3·90		
	5·5	19·96	334	4·11	22·85	17·50	13·82	11·20	9·25	7·77	6·63	5·70	4·98	4·24		
	6	21·68	359	3·98	24·90	19·08	15·08	12·20	10·10	8·48	7·23	6·23	5·43	4·63		
133	5	20·10	412	4·53	25·00	21·70	17·10	13·90	11·50	9·66	8·23	7·10	6·18	5·27		
	5·5	22·03	448	4·50	27·00	23·60	18·60	15·00	12·40	10·40	8·90	7·70	6·70	5·72		
	6	23·93	484	4·51	29·00	25·40	20·10	16·30	13·40	11·30	9·60	8·30	6·27	6·61		
152	5	23·09	624	5·20	31·30	30·50	25·90	21·00	17·30	14·60	12·40	10·70	9·30	7·90		
	5·5	25·31	670	5·16	35·50	35·50	28·00	22·70	18·70	15·70	13·40	11·60	10·10	8·60		
	6·5	29·71	734	4·98	38·00	37·00	32·60	26·40	21·80	18·30	15·60	13·50	11·60	10·00		
165	5	25·13	805	5·66	34·20	33·80	26·80	21·70	17·94	15·07	12·84	11·07	9·65	8·22		
	5·5	27·56	878	5·66	37·00	36·80	29·15	23·60	19·50	16·39	13·97	12·06	10·49	8·94		
	6	29·97	950	5·67	41·00	39·80	31·50	25·51	21·08	17·71	15·10	13·00	11·33	9·66		
178	6	32·43	1202	6·10	42·50	41·80	40·20	32·57	26·90	22·60	19·27	16·60	14·40	12·33		
	7	37·61	1380	6·07	50·00	49·00	46·40	37·45	30·95	26·00	22·10	19·10	16·64	14·18		
	8	42·73	1548	6·03	59·60	59·00	51·96	42·07	34·76	29·20	24·89	21·46	18·69	15·93		
203	6	37·13	1800	6·97	50·60	50·40	50·00	48·85	40·37	33·92	28·90	24·90	21·70	18·50		
	7	43·10	2075	6·94	59·20	58·50	57·50	56·20	46·43	39·00	33·24	28·66	24·97	21·27		
	8	49·00	2340	6·92	67·00	66·00	65·00	63·20	52·26	43·48	37·42	32·26	28·16	23·94		

Słupa z rur stalowych Mannesmana bez szwu

średnica zewnętrzna $d$	grubość ścianki $d - d_1 = \delta$	powierzchnia przekroju $F$	moment bezwładności $J$	ramię momentu bezwładności $i$	udźwig											
					w tonach ( $t$ ) z 4 do 5 krotną pewnością przeciw wyboczeniu, względnie z największym ciśnieniem $13 \text{ kg/mm}^2$ i z wolną długością $l$ w metrach ( $m$ )											
mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	2·8	3·2	3·6	4·0	4·4	4·8	5·2	5·6	6·0	6·5			
229	6	42·03	2614	7·89	57·30	57·00	56·00	55·00	54·00	48·90	41·76	36·00	31·36	26·72		
	7	48·82	3010	7·86	66·90	66·80	66·70	66·70	66·62	55·98	47·70	41·12	35·82	30·52		
	8	55·54	3386	7·80	75·50	75·00	74·50	74·00	72·00	64·08	54·60	47·08	41·00			
254	6	46·75	3595	8·78	63·70	63·50	63·50	63·40	63·30	63·20	58·30	50·26	43·79	37·30		
	7	54·32	4145	8·75	73·70	73·30	72·90	72·50	72·00	71·70	66·00	56·91	49·58			
	7·5	58·08	4680	8·98	78·80	78·40	78·00	77·60	77·20	76·80	70·60	60·93				
279	6	51·46	4795	9·64	70·00	69·00	68·00	67·00	66·00	65·00	64·60	64·30	57·90	49·33		
	8	68·11	6260	9·58	93·50	93·40	93·30	93·30	93·20	93·10						
	9·5	80·43	7311	9·54	110·40	110·30	110·20	110·10								
305	7	65·54	6470	9·83	89·20	88·80	88·40	88·00	87·60	87·20						
	8	74·65	8248	10·54	101·80	101·40	101·00	100·60	100·00							
	9	83·70	9184	10·48	114·00	114·00	113·00	113·00								

**Tabli-**

udźwigu słupów z żeliwa o pierścieniowym prze-

WZORU

Średnica zewnątrzna	Grubość ścianki	Moment bez- władności w $cm^4$	Przekrój w $cm^2$	Wysokość słupa w metrach						
				2-00	2-20	2-40	2-60	2-80	3-00	3-20
				udźwieg $P$ } każdego słupa w $kg$ waga						
80	10	137	22-00	3425 50	2831 54	2378 57	2027 61	1747 64	1522 68	1338 71
	12	153	25-64	3825 56	3161 60	2656 64	2263 68	1952 72	1700 77	1494 81
	15	170	30-63	4250 64	3512 68	2951 73	2515 78	2168 83	1889 88	1660 93
100	12	327	33-18	8175 71	6756 76	5677 82	4837 87	4171 92	3633 98	3193 103
	15	373	40-06	9325 82	7707 88	6476 95	5518 101	4758 108	4144 114	3643 120
	20	427	50-27	10675 98	8822 106	7413 114	6317 122	5446 130	4744 138	4170 146
120	12	601	40-72	.	.	10434 102	8891 108	7666 114	6678 121	5869 128
	15	696	49-48	.	.	12083 118	10296 126	8878 134	7733 142	6797 150
	20	817	62-83	.	.	14184 142	12086 152	10421 162	9078 172	7979 182
140	15	1167	58-91	.	.	20260 142	17243 151	14885 161	12967 170	11396 179
	20	1395	75-40	.	.	24219 173	20636 185	17793 197	15500 209	13623 221
	25	1564	90-32	.	.	27153 202	23136 216	19949 231	17378 245	15273 259
160	15	1815	68-33	.	.	31510 172	26849 182	23150 193	20167 204	17725 215
	20	2199	87-96	.	.	38177 210	32530 224	28048 238	24433 252	21475 266
	25	2498	106-03	.	.	43368 243	36953 260	31862 277	27756 294	24395 311
180	15	2668	77-76	.	.	46319 205	39467 217	34031 230	29644 242	26055 254
	20	3267	100-53	.	.	56719 248	48328 264	41671 280	36300 296	31904 312
	25	3751	121-74	.	.	65121 289	55488 308	47844 328	41678 347	36631 366

## ca IX.

kroju kołowym z 10krotną pewnością według

$$\text{Eulera } P = \frac{\pi^2 EJ}{10 l^2}.$$

Wysokość słupa w metrach										
3-40	3-60	3-80	4-00	4-20	4-40	4-60	4-80	5-00	5-20	5-40
udźwig $P$ waga						} każdego słupa w $kg$				
1185	1057	949	856	777	708					
75	78	82	85	89	92					
1324	1181	1060	956	867	790					
85	89	93	97	101	105					
1471	1312	1177	1063	964	878					
98	102	107	112	117	122					
2829	2523	2265	2044	1854	1689					
108	113	119	124	129	135					
3227	2878	2583	2331	2115	1927					
127	133	140	146	152	159					
3694	3295	2957	2669	2421	2206					
154	162	170	178	186	194					
5199	4637	4162	3756	3407	3104	2840	2609	2404		
134	141	147	154	161	167	174	180	187		
6021	5370	4819	4350	3946	3595	3289	3021	2784		
158	166	174	182	190	198	206	214	222		
7067	6304	5658	5106	4632	4220	3861	3546	3268		
192	202	212	222	232	242	252	262	272		
10095	9005	8082	7294	6616	6028	5515	5065	4668		
189	198	208	217	226	236	245	255	264		
12067	10764	9661	8719	7908	7206	6593	6055	5580		
233	245	257	269	281	293	305	317	329		
15530	12068	10283	9775	8866	8079	7391	6788	6256		
247	288	303	317	331	346	360	375	389		
15701	14005	12569	11344	10289	9375	8579	7878	7260	6713	6224
226	236	247	258	269	280	290	301	312	323	334
19022	16968	15229	13744	12466	11358	10392	9544	8796	8132	7541
280	294	308	322	336	350	364	378	392	406	420
21609	19275	17299	15613	14161	12903	11805	10842	9992	9238	8567
328	344	361	378	395	412	428	445	462	479	496
23080	20586	18476	16675	15125	13781	12609	11580	10672	9867	9150
267	279	292	304	316	329	341	354	366	378	391
28261	25208	22625	20419	18520	16875	15439	14180	13068	12082	11204
328	344	360	376	392	408	424	440	456	472	488
32448	28943	25976	23444	21264	19375	17727	16280	15004	13872	12864
386	405	425	444	463	483	502	522	541	560	580

Średnica zewnątrzna	Grubość ścianki	Moment bez- władności w $cm^4$	Przekrój w $cm^2$	Wysokość słupa w metrach									
				2-40	2-60	2-80	3-00	3-20	3-40	3-60	3-80		
				udźwig $P$ waga } każdego słupa w $kg$									
mm													
200	15	3754	87-18	52307 260	52307 274	47883 288	41711 302	36660 316	32474 330	28966 344	25997 358		
	20	4637	113-10	67858 308	67858 326	59145 344	51522 362	45283 380	40112 398	35779 416	32112 434		
	25	5369	137-45	82466 356	79423 378	68482 400	59656 422	52432 444	46445 466	41427 488	37181 510		
220	20	6346	125-66	75398 365	75398 385	75398 405	70511 425	61973 445	54896 465	48966 485	43947 505		
	25	7399	153-15	91892 415	91892 440	91892 464	82211 488	72256 512	64005 536	57091 561	51240 585		
	30	8282	179-07	107443 466	107443 494	105638 523	92022 551	80879 579	71644 608	63904 636	57355 665		
240	20	8432	138-23	.	.	.	82938 491	82344 513	72941 535	65062 557	58393 579		
	25	9889	168-86	.	.	.	101316 563	96572 590	85545 617	76304 643	68483 670		
	30	11133	197-92	.	.	.	123700 632	108720 663	96306 695	85903 726	77098 758		
260	25	12885	184-57	.	.	.	110141 641	110141 670	110141 699	99421 729	89231 758		
	30	14578	216-77	.	.	.	130062 719	130062 753	126107 788	112485 822	100956 857		
	35	16035	247-40	.	.	.	148440 791	148440 830	138711 869	123727 909	111046 948		
280	25	16435	200-27	.	.	.	120166 730	120166 762	120166 794	120166 826	113816 858		
	30	18673	235-62	.	.	.	141371 811	141371 848	141371 886	141371 923	129314 961		
	35	20625	269-39	.	.	.	161635 892	161635 935	161635 978	159143 1020	142832 1063		
300	25	20586	215-99	.	.	.	129590 813	129590 847	129590 881	129590 916	129590 950		
	30	23472	254-47	.	.	.	152681 906	152681 946	152681 987	152681 1027	152681 1068		
	35	26021	291-38	.	.	.	174829 993	174829 1039	174829 1085	174829 1132	174829 1178		



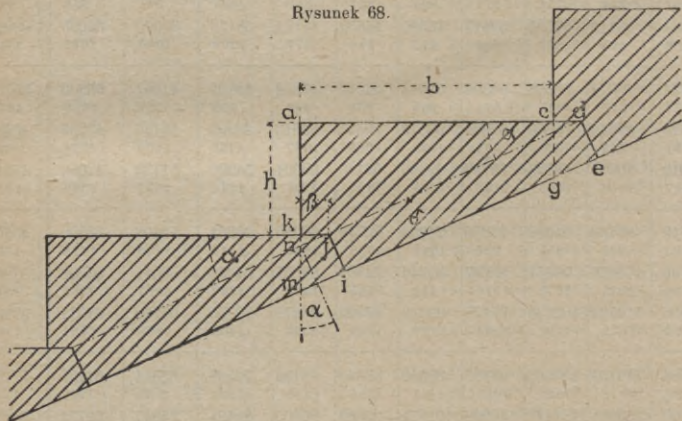
Wysokość słupa w metrach										
4-00	4-20	4-40	4-60	4-80	5-00	5-20	5-40	5-60	5-80	6-00
udźwig $P$ } każdego słupa w $kg$ waga										
23463	21281	19390	17741	16293	15016	13883	12874			
372	386	400	414	428	442	456	470			
28981	26287	23951	21914	20126	18548	17149	15902			
452	470	488	506	524	542	560	578			
33556	30437	27732	25373	23303	21476	19856	18412			
532	554	576	598	620	642	664	686			
39662	35975	32779	29991	27544	25384	23469	21763			
525	545	565	585	605	625	645	665			
46244	41944	38218	34967	32114	29596	27363	25374			
609	633	657	682	706	730	754	778			
51763	46950	42779	39140	35946	33128	30629	28402			
693	721	750	778	806	835	863	891			
52700	47800	43554	39849	36597	33728	31183	28916	26888	25065	23422
602	623	645	667	689	711	733	755	777	799	821
61806	56060	51080	46734	42921	39556	36572	33913	31534	29397	27469
697	724	751	777	804	831	858	885	911	938	965
69581	63112	57505	52613	48320	44532	41172	38179	35500	33095	30925
789	820	852	883	915	946	977	1009	1040	1072	1103
80531	73044	66555	60893	55924	51540	47652	44187	41087	38303	35792
787	816	845	875	904	933	962	991	1021	1050	1079
91113	82642	75300	68894	63373	58312	53913	49993	46486	43336	40494
891	925	960	994	1029	1063	1097	1132	1166	1201	1235
100219	90901	82825	75780	69596	64140	59301	54990	51132	47666	44542
987	1026	1065	1105	1144	1183	1222	1261	1301	1340	1379
102719	93169	84892	77670	71332	65740	60780	56361	52408	48856	45653
890	922	954	986	1018	1050	1082	1114	1146	1178	1210
116706	105856	96451	88247	81046	74692	69057	64036	59544	55508	51869
998	1035	1073	1110	1148	1185	1222	1260	1297	1335	1372
128906	116922	106535	97472	89518	82500	76276	70730	65768	61311	57292
1106	1149	1192	1234	1277	1320	1363	1406	1448	1491	1534
128663	116701	106333	97287	89349	82344	76132	70597	65644	61195	57183
984	1018	1052	1089	1121	1155	1189	1223	1258	1292	1326
146700	133061	121240	110926	101875	93888	86805	80494	74847	69774	65200
1108	1148	1189	1229	1270	1310	1350	1391	1431	1472	1512
162631	147511	134406	122973	112938	104084	96232	89235	82975	77351	72281
1224	1270	1316	1363	1409	1455	1501	1547	1594	1640	1686

## 10. Statyczne obliczenie schodów.

Z uwag odnośnych wypowiedzianych pod poz. 296. i 514. wynika, że rozmiary przekroju stopni schodowych są z reguły niemal stałe; dlatego też mniejszą lub większą wytrzymałość stopni uzyskuje się głównie zapomocą podparcia ich w mniej lub więcej miejscach w miarę wytrzymałości materiału, znanej zazwyczaj z doświadczenia, — i wśród zwykłych warunków budowlanych nikt nie oblicza wytrzymałości stopni. Gdyby wszakże zaszła konieczność statycznego ich obliczenia, należy zastosować zwykle wzory wytrzymałości na wygięcie z uwzględnieniem istniejących norm, zawartych na str. 446. Ponieważ głównym materiałem stopni jest kamień naturalny lub sztuczny (beton, żelbeton), więc zajmiemy się obliczeniem zespołu tego rodzaju schodów.

1. Obliczenie wytrzymałości podejścia (trawersu) żelaznego, podpierającego ramię prostych schodów dwuramiennych ze stopniami kamiennymi, jednym końcem wmurowanymi.

Rysunek 68.



Niech oznacza  $h$  wysokość,  $b$  szerokość przekroju stopnia,  $l$  długość jego w świetle,  $\lambda$  długość wmurowania, względnie podparcia każdego z obu końców,  $\alpha$  kąt nachylenia ramienia schodów, a zatem  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b}$ ;  $L = B_1C = DE_1$  (rys. 68. i 69.) przedstawia długość

rzeczywistą ramienia schodów,  $L' = AB_1 = DE_2$  długość rzutu poziomego tego ramienia, a stąd  $L' = L \cos \alpha$ ; gdy zaś  $\cos \alpha =$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}} = \frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}}, \text{ więc ostatecznie}$$

$$L' = L \cos \alpha = L \cdot \frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}} \quad 232$$

Ciężar własny jednego ramienia tych schodów oblicza się w następujący sposób:

Z rys. 68. widać, że przekrój stopnia  $a d e i j k = a c g m k$ , dalej  $j k = c d = \beta$ ,  $d e = i j = \delta$ ,  $a k = h$ ,  $a c = b$ ; zatem powierzchnia przekroju stopnia

$$F = \frac{(a k + k n + n m) + c g}{2} \cdot a c, \text{ gdy zaś } k n = \beta t g \alpha = \\ = \beta \frac{h}{b}, n m = \frac{\delta}{\cos \alpha} = \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b}, c g = k n + n m, \text{ więc } F = \\ = \frac{1}{2} \left[ h + 2 \left( \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \right] b, \text{ a przyjmawszy } \gamma \text{ jako ciężar}$$

1  $m^3$  kamienia na stopnie, otrzymamy ciężar jednego stopnia

$$g_s = \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) b (l + 2 \lambda) \gamma \quad 233$$

Ponieważ  $g_s$  jest ciężarem stopnia, którego powierzchnia poziomego rzutu jest  $(l + 2 \lambda) b$ , więc ciężar  $g_1$  przypadający na 1  $m^2$  tego rzutu wynika z proporcji

$g_1 : g_s = 1 : (l + 2 \lambda) b$ , czyli  $g_1 = \frac{g_s}{(l + 2 \lambda) b}$ , a po podstawieniu wartości z wzoru 2

$$g_1 = \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma \quad 234$$

Zwykle  $\beta = 0.02 m$ ,  $\delta = 0.05 m$ , stąd

$$g_1 = \left( \frac{h}{2} + 0.02 \frac{h}{b} + 0.05 \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma \quad 235$$

Ciężar własny wszystkich stopni ramienia

$$G_s = L' (l + 2 \lambda) g_1 = L' (l + 2 \lambda) \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma \quad 236$$

Jeżeli  $g_0$  jest ciężarem 1 m poręczy,  $g_t$  ciężarem 1 m trawersu, zaś  $g' = g_0 + g_t$ , to stosunek tej sumy  $g'$ , odniesionej do 1 m rzeczywistej długości ramienia, do podobnej sumy  $g_2$  długości  $n$  ramienia, odpowiadającej długości 1 m rzutu poziomego ramienia, jest dokładnie taki sam, jaki zachodzi między rzeczoną długością a jej rzutem 1 m długim; będzie zatem

$$g' : g_2 = 1 : n, \quad g' = \frac{g_2}{n}, \quad \text{gd}y \quad \text{z}a\acute{s} \quad n = \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b}$$

więc

$$g_2 = g' \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} = (g_0 + g_t) \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \quad 237$$

a cały ciężar własny poręczy i trawersu ramienia

$$G_0 = L' g_2 = L' (g_0 + g_t) \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \quad 238$$

Wreszcie jeżeli  $p$  jest ciężarem użytkowym 1 m<sup>2</sup> rzutu poziomego ramienia, to całe jego obciążenie użytkowe

$$P_u = L' l p \quad 239$$

Z wyznaczonych wyżej ciężarów i obciążeń jednostajnych pionowych będzie działać na trawers ramieniowy  $D E_1$  lub  $B_1 C$  (rys. 69.: szematyczny przekrój linearny wzdłuż schodów)

$$\begin{aligned} Q_1 = \frac{1}{2} (G_s + P_u) + G_0 = \frac{1}{2} L' \left[ (l + 2 \lambda) \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \right. \right. \\ \left. \left. + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma + l p + 2 (g_0 + g_t) \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right] = \frac{1}{2} L \frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}} \times \\ \times \left[ (l + 2 \lambda) \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma + l p + 2 (g_0 + g_t) \times \right. \\ \left. \times \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right] \quad 240 \end{aligned}$$

dla uproszczenia można napisać

$$Q_1 = \frac{1}{2} L' l q_1 = \frac{1}{2} L l q_1 \cos \alpha \quad 241$$

a stąd

$$q_1 = \frac{2 Q_1}{L' l} \quad 242$$

jako średnie obciążenie całkowite przypadające na 1 m<sup>2</sup> poziomego rzutu ramienia schodów.

Siła  $Q_1$  zaczepiona pośrodku długości trawersu, daje się rozłożyć na składowe:  $S$  prostopadłą i  $N$  równoległą do tegoż; wartość zaś tych składowych wynika z rys. 69.:

$$S = Q_1 \cos \alpha = Q_1 \frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}}, \quad N = Q_1 \sin \alpha, \quad \text{gdy zaś } \sin \alpha = \\ = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{b^2}{b^2 + h^2}} = \frac{h}{\sqrt{b^2 + h^2}}, \quad \text{więc } N = \\ = Q_1 \frac{h}{\sqrt{b^2 + h^2}}; \quad \text{a po podstawieniu wartości za } Q_1 \text{ z wzoru 240.:$$

$$S = \frac{1}{2} L \left[ (l + 2 \lambda) \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma + l p + \right. \\ \left. + 2 (g_o + g_t) \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right] \frac{b^2}{b^2 + h^2} = Q_1 \frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}} \quad \mathbf{243}$$

$$N = \frac{1}{2} L \left[ (l + 2 \lambda) \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma + l p + \right. \\ \left. + 2 (g_o + g_t) \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right] \frac{bh}{b^2 + h^2} = Q_1 \frac{h}{\sqrt{b^2 + h^2}} \quad \mathbf{244}$$

albo w uproszczonej postaci na podstawie wzoru 241.:

$$S = \frac{1}{2} L' l q_1 \frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}} = \frac{1}{2} L l q_1 \frac{b^2}{b^2 + h^2} \quad \mathbf{245}$$

$$N = \frac{1}{2} L' l q_1 \frac{h}{\sqrt{b^2 + h^2}} = \frac{1}{2} L l q_1 \frac{b h}{b^2 + h^2} \quad \mathbf{246}$$

Składowej  $N$  nie bierze się w rachubę, gdyż z wyjątkiem stosunkowo wcale nieznacznego ciężaru własnego trawersu, działającego na jej wyboczenie, składowa ta usiłuje przesunąć stopnie i poręcze wzdłuż trawersu, a zatem nie wpływa wcale na jego wytrzymałość. Jedynie składowa  $S$  będzie działać na wygięcie trawersu, a moment zgjęcia jej w  $kgcm$ :

$$M = \frac{100}{8} S L = \frac{100}{16} L^2 \frac{b^2}{b^2 + h^2} \left[ (l + 2 \lambda) \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \right. \right. \\ \left. \left. + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma + l p + 2 (g_o + g_t) \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right] \quad \mathbf{247}$$

albo w uproszczonej postaci

$$M = \frac{100}{16} L^2 \frac{b^2}{b^2 + h^2} l q_1 \quad \mathbf{248}$$

Wreszcie moment oporu

$$W = \frac{M}{k_b}, \quad \text{gdy zaś dla żelaza budowlanego } k_b = 1200 \text{ } kg/cm^2, \quad \text{więc}$$

$$W = \frac{1}{160} L^2 \left[ (l + 2 \lambda) \left( \frac{h}{2} + \beta \frac{h}{b} + \delta \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right) \gamma + l p + \right. \\ \left. + 2 (g_o + g_t) \frac{\sqrt{b^2 + h^2}}{b} \right] \frac{b^2}{b^2 + h^2} \quad 249$$

albo w uproszczonej postaci

$$W = \frac{1}{160} L^2 l q_1 \frac{b^2}{b^2 + h^2}. \quad 250$$

We wszystkich wyżej jak i niżej wyprowadzonych wzorach należy rozumieć ciężary względnie obciążenia w kilogramach, a rozmiary w metrach.

### PRZYKŁAD I.

Na wysokość piętra mieszkalnego 3·90 m od podłogi do podłogi zaprojektowano schody proste, dwuramienne, 1·3 m w świetle szerokie, ze stopniami kamiennymi 0·15 m wysokimi i 0·33 m szerokimi, wmurowanymi jednym końcem na 0·10 m, a drugim tyłem wsparte na trawersie; obliczyć przekrój podciągu żelaznego.

Z tych danych wynika: ilość stopni  $i = \frac{3 \cdot 90}{0 \cdot 15} = 26$ , na każde ramię przypada  $\frac{26}{2} - 1 = 12$  stopni,  $h = 0 \cdot 15$  m,  $b = 0 \cdot 33$  m,  $l = 1 \cdot 3$  m,  $\lambda = 0 \cdot 10$  m,  $L' = 12 \times 0 \cdot 33 = 3 \cdot 96$  m,  $\cos \alpha = \frac{0 \cdot 33}{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}} = 0 \cdot 9103664$ ,  $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}}{0 \cdot 33} = 1 \cdot 098459$ ,  $\sin \alpha = \frac{0 \cdot 15}{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}} = 0 \cdot 413803$ ,  $\cos^2 \alpha = 0 \cdot 828767$ ,  $\sin^2 \alpha = 0 \cdot 1712328$ ,  $L = L' \frac{1}{\cos \alpha} = 3 \cdot 96 \times 1 \cdot 098459$ ,  $L = 4 \cdot 35$  m; przyjąwszy wreszcie, że  $\gamma = 2400$  kg/m<sup>3</sup>, obciążenie użytkowe według przepisów (str. 450.) schody  $p = 400$  kg/m<sup>2</sup>,  $g_o = 20$  kg/m,  $g_t = 18$  kg/m,  $\beta = 0 \cdot 02$  m,  $\delta = 0 \cdot 05$  m, otrzymujemy największy moment zgięcia z wzoru 247.

$$M = \frac{100}{16} \times 4 \cdot 35^2 \times \frac{0 \cdot 33^2}{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2} \left[ (1 \cdot 30 + 2 \times 0 \cdot 10) \left( \frac{0 \cdot 15}{2} + 0 \cdot 02 \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{0 \cdot 15}{0 \cdot 33} + 0 \cdot 05 \times \frac{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}}{0 \cdot 33} \right) \times 2400 + 1 \cdot 3 \times 400 + 2(20 + 18) \times \right. \\ \left. \times \frac{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}}{0 \cdot 33} \right] = 98 \cdot 0145 \times 1103 \cdot 88288 = 108196 \cdot 52854$$

$M = 108196 \cdot 53 \text{ kgcm}$ , a moment oporu

$$W = \frac{M}{k_b} = \frac{108196 \cdot 53}{1200} = 90 \cdot 16 \text{ cm}^3.$$

Ponieważ według „tablicy I. b trawers“, str. 579. trawers Nr. 14 daje moment oporu  $94 \cdot 2 \text{ cm}^3$ , więc jest on dostatecznie wytrzymały pod ramię projektowanych schodów.

Ten sposób obliczenia jest wprawdzie krótki, ale nie daje właściwego przeglądu statycznego; dlatego też pójdziemy z obliczeniem za wzorami wyżej wyprowadzonymi, a mianowicie: według wzoru 235. ciężar własny stopni

$$g_1 = \left( \frac{0 \cdot 15}{2} + 0 \cdot 02 \times \frac{0 \cdot 15}{0 \cdot 33} + 0 \cdot 05 \times \frac{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}}{0 \cdot 33} \right) 2400 =$$

$$= 333 \cdot 6 \text{ kgm}^2; \text{ ciężar wszystkich stopni ramienia według wzoru 236.}$$

$$G_s = 3 \cdot 96 (1 \cdot 3 + 2 \times 0 \cdot 10) 333 \cdot 6 = 1981 \cdot 584 \text{ kg}$$

ciężar poręczy i trawersu według wzoru 237.:

$$g_2 = (20 + 18) \frac{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}}{0 \cdot 33} = 41 \cdot 74 \text{ kg na 1 m rzutu poziomo};$$

ciężar poręczy i trawersu całego ramienia według wzoru 238.:

$G_o = 3 \cdot 96 \times 41 \cdot 74 = 165 \cdot 29 \text{ kg}$ ; wreszcie obciążenie użytkowe całego ramienia według wzoru 239.:

$$P_u = 3 \cdot 96 \times 1 \cdot 3 \times 400 = 2059 \cdot 20 \text{ kg}.$$

Obciążenie trawersu ramieniowego według wzoru 240.:

$$Q_1 = \frac{1}{2} (1981 \cdot 584 + 2059 \cdot 20) + 165 \cdot 29 = 2185 \cdot 68 \text{ kg}$$

składowa prostopadła do trawersu według wzoru 243.:

$$S = 2185 \cdot 68 \frac{0 \cdot 33}{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}} = 1989 \cdot 76876 \text{ kg, składowa równo-}$$

legła  $N = 2185 \cdot 68 \frac{0 \cdot 15}{\sqrt{0 \cdot 33^2 + 0 \cdot 15^2}} = 904 \cdot 44 \text{ kg}$ , moment zgjęcia według wzoru 247.:

$$M = \frac{100}{8} \times 1989 \cdot 77 \times 4 \cdot 35 = 108193 \cdot 74 \text{ kgcm, a moment oporu}$$

$$W = \frac{M}{k_b} = \frac{108193 \cdot 74}{1200} = 90 \cdot 16 \text{ cm}^3,$$

co się zgadza zupełnie z wynikiem obliczenia poprzedniego.

2. Obliczenie wytrzymałości trawersu podestowego dźwigającej prawą pachę podsklepienia podestu schodów wiszących, prostych, dwuramiennych.

Niech oznacza  $L_1$  długość,  $B$  szerokość podestu (rys. 69.),  $s$  strzałkę podsklepienia,  $q_2 = g + p$  całkowite obciążenie 1  $m^2$  podestu, gdzie  $g$  jest ciężarem własnym,  $p$  obciążeniem użytkowem, to całkowite jednostajne obciążenie podestu

$$P_p = L_1 B q_2 \quad 251$$

z którego przypadnie połowa na trawers  $A_1 A_2$  (rys. 70.)

$$\frac{1}{2} P_p = P_t = \frac{1}{2} L_1 B q_2. \quad 252$$

Nadto począwszy od  $A_1$  (rys. 70.) na części trawersu, równej szerokości  $l$  schodów, będzie się wspierać jednostajnie całym swym ciężarem górne ramię wiszące, i jeżeli  $q_1$  jest średnim całkowitym ciężarem 1  $m^2$  rzutu poziomego ramienia w pojęciu wzoru 242., to będzie ciężar całkowity całego ramienia

$$P_r = L' l q_1 \quad 253$$

gdzie  $L'$ ,  $q_1$ ,  $l$  mają znaczenie z wzorów poprzednich.

Wreszcie na trawers działa parcie poziome podsklepienia, wywołane lewą połową całkowitego obciążenia podestu, i jeżeli  $H_o$  jest parciem poziomem na 1  $m$  długości trawersu, mającem punkt zaczepienia w połowie grubości klucza sklepienia, to siła pionowa powodująca to parcie jest  $\frac{1}{2} B q_2 \times 1 = \frac{1}{2} B q_2$ .

Temu parciu  $H_o$  przeciwdziała takie samo obciążenie prawej połowy podestu, mające wypadkową — ze względu na płytkość łuku sklepienia — w odległości około  $\frac{1}{4} B$ ; gdy zaś warunkiem statycznym takiego podsklepienia jest równanie momentów, odniesionych do punktu, leżącego po środku grubości sklepienia w pasze (w którym to razie ramię momentu parcia poziomego  $H_o$  równa się prawie strzałce sklepienia, t. j.  $y = s$ ), otrzymamy więc

$$H_o s = \frac{1}{2} B q_2 \frac{B}{4} = \frac{1}{8} B^2 q_2 \dots \dots \dots \text{stad}$$

$$H_o = \frac{B^2 q_2}{8s} \quad 254$$

a parcie działające na całą długość  $L_1$  trawersu

$$H = H_o L_1 = L_1 \frac{B^2 q_2}{8s} \quad 255$$

Największy moment zgięcia w  $kgcm$ , wywołany pionową siłą  $P_t$  według wzoru 252.:

$$M''_t = \frac{100}{8} P_t L_1 = \frac{100}{8} \cdot \frac{1}{2} L_1^2 B q_2 \quad 256$$



i największy, znany zresztą ze statyki moment zgjęcia pionowej siły, ciężącej w sposób według wzoru 253.:

$$M''_r = \frac{100}{2} P_r l \left(1 - \frac{l}{2 L_1}\right)^2 = \frac{100}{2} L' l^2 q_1 \left(1 - \frac{l}{2 L_1}\right)^2 \quad 257$$

dają sumę momentów

$$M'' = M''_l + M''_r = 50 \left[ \frac{1}{8} B L^2_1 q_2 + L' l^2 q_1 \left(1 - \frac{l}{2 L_1}\right)^2 \right] \quad 258$$

W obliczeniu momentu parcia poziomego według wzoru 255. względnie 254. trzeba się liczyć z jednym, lub kilkakrotnem poprzecznym zakotwieniem trawersu, gdzie każde miejsce zaczepienia kotwy jest właściwie podparciem trawersu; założywszy więc, że kotwy dzielą długość trawersu na równe części, otrzymamy największy moment zgjęcia, jeżeli trawers ma jedną tylko kotwę po środku swej długości, czyli jeżeli ma trzy punkta poziome podparcia:

$$M_1 = \frac{100}{8} \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{L_1}{2} = \frac{100}{32} L^2_1 \frac{B^2}{8 s} q_2 = 0.390625 \frac{B^2 L^2_1}{s} q_2 \quad 259$$

a jeżeli ma dwie kotwy, czyli cztery punkta podparcia:

$$M_2 = \frac{100}{8} \cdot \frac{H}{3} \cdot \frac{L_1}{3} = \frac{100}{72} L^2_1 \frac{B^2}{8 s} q_2 = 0.17361 \frac{B^2 L^2_1}{s} q_2 \quad 260$$

Jeśli  $W_x$  jest momentem oporu względem osi  $x$  przekroju dla sił pionowych, zaś  $W_y$  momentem oporu względem osi  $y$  przekroju trawersu dla parcia poziomego, i jeśli stosunek

$$\frac{W_x}{W_y} = c, \text{ to ponieważ } M'' = k'' W_x, M_1 = k' W_y \text{ musi być}$$

$$\frac{M''}{W_x} + \frac{M_1}{W_y} = k'' + k' \leq k_b, M'' + \frac{W_x}{W_y} M_1 = k_b W_x = M'' + c M_1,$$

wreszcie

$$W_x = \frac{M'' + c M_1}{k_b}. \quad 261$$

W ten sam sposób wyniknie

$$W_y = \frac{M_1 + \frac{1}{c} M''}{k_b}. \quad 262$$

Z „tablicy I. trawers“ (str. 578.—579.) wybiera się trawers najodpowiedniejszy i oblicza  $c$  z obu jej momentów oporu; jeżeli po wstawieniu  $c$ , względnie  $\frac{1}{c}$  we wzory 261. i 262. wypadnie  $W_x$ , względnie  $W_y$  równe, lub mało co mniejsze od momentu odnośnego trawersu wybranego, to on jest dostatecznie wytrzymały; w przeciwnym zaś razie trzeba wybór i obliczenie powtarzać aż do skutku.

## PRZYKŁAD II.

Schody kamienne w budynku mieszkalnym, wiszące, proste, dwuramienne, z podestem podsklepionym ceglami na trawersie na 0.15 m w kluczu grubo, o strzałce  $s = 0.15$  m, z nadsypką 8 cm grubą nad wierzchołkiem podsklepienia i z posadzką kamionkową; szerokość podestu  $B = 1.4$  m, długość  $L_1 = 3$  m, a reszta rozmia-  
rów jak w przykładzie I. Obliczyć trawers podestowy.

Ciężar własny 1 m<sup>2</sup> podestu wynosi około 500 kg, obciążenie użytkowe jak w przykładzie I. 400 kg, a całkowite obciążenie  $q_2 = 500 + 400 = 900$  kg/m<sup>2</sup>; stąd według wzoru 251. całkowite obciążenie całego podestu

$$P_p = 3 \times 1.40 \times 900 = 3780 \text{ kg, z czego przypada na trawers}$$

$$\frac{1}{2} P_p = P_t = \frac{3780}{2} = 1890 \text{ kg.}$$

Z wzoru 242., a na podstawie obliczeń w „przykładzie I.” wy-  
pada średni ciężar całkowity 1 m<sup>2</sup> poziomego rzutu ramienia

$$q_1 = 2 \cdot \frac{Q_1}{L'l} = 2 \times \frac{2185.68}{3.96 \times 1.3} = 849.14 \text{ kg/m}^2 \text{ z czego przypada:}$$

na ciężar własny stopni . . . . .	385.— kg/m <sup>2</sup>
na ciężar własny poręczy . . . . .	34.14 kg/m <sup>2</sup>
na ciężar własny trawersu . . . . .	30.— kg/m <sup>2</sup>
na obciążenie użytkowe . . . . .	400.— kg/m <sup>2</sup>

Stąd ciężar całkowity całego ramienia górnego wiszącego według  
wzoru 253.:

$$P_r = 3.96 \times 1.3 \times 849.14 = 4371.37 \text{ kg.}$$

Parcie poziome całego podsklepienia według wzoru 255.:

$$H = 3 \times 1.4^2 \times 900 \times \frac{1}{8 \times 0.15} = 4410 \text{ kg.}$$

Momenta zgięcia pionowe według wzorów 256., 257., 258.:

$$M'' = \frac{100}{8} P_t L_1 + \frac{100}{2} P_r l \left( 1 - \frac{l}{2 L_1} \right)^2 = 12.5 \times 1890 \times 3 + 50 \times$$

$$\times 4371.37 \times 1.3 \left( 1 - \frac{1.3}{6} \right)^2 \quad M'' = 70875 + 174347.72 =$$

$$= 245222.72 \text{ kgcm; moment zgięcia parcia poziomego według}$$

wzoru 259.:

$$M'_1 = \frac{100}{8} \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{L_1}{2} = 12.5 \times \frac{4410}{2} \times \frac{3}{2} = 41343.75 \text{ kgcm.}$$

Wreszcie momenta oporu: pionowy i poziomy według wzorów 261. i 262.:

$$W_x = \frac{245222 \cdot 72 + 41343 \cdot 75 \times c}{1200}, \quad W_y = \frac{245222 \cdot 72 \times \frac{1}{c} + 41343 \cdot 75}{1200}.$$

Z „tablicy I. b trawers“ (str. 579.) widać, że na przykład dla trawersu Nr. 28 stosunek pionowego momentu oporu do poziomego  $c = \frac{609 \cdot 10}{73 \cdot 2} = 8 \cdot 32$ ,  $\frac{1}{c} = 0 \cdot 12$ , stąd

$$W_x = \frac{245222 \cdot 72 + 41343 \cdot 75 \times 8 \cdot 32}{1200} = 490 \cdot 00 < 609 \cdot 10$$

$$W_y = \frac{245222 \cdot 72 \times 0 \cdot 12 + 41343 \cdot 75}{1200} = 59 \cdot 00 < 73 \cdot 20$$

więc trawers Nr. 28 jest za silny w obu kierunkach.

Dalszy rachunek tą samą drogą wykazuje, że trawers Nr. 26 jest odpowiedni, gdyż  $c = \frac{493 \cdot 6}{60 \cdot 1} = 8 \cdot 21$  i  $\frac{1}{c} = 0 \cdot 122$ , daje  $W_x = 482 \cdot 00 < 493 \cdot 6 \text{ cm}^3$ , oraz  $W_y = 58 \cdot 2 < 60 \cdot 1$ .

3. Obliczenie wytrzymałości trawersu podestu, płaskim łukiem podsklepionego schodów prostych, dwuramiennych, ze stopniami jednym końcem wmurowanymi drugim na trawersie wspartymi; wszelkie zresztą oznaczenia pozostają jak poprzednio.

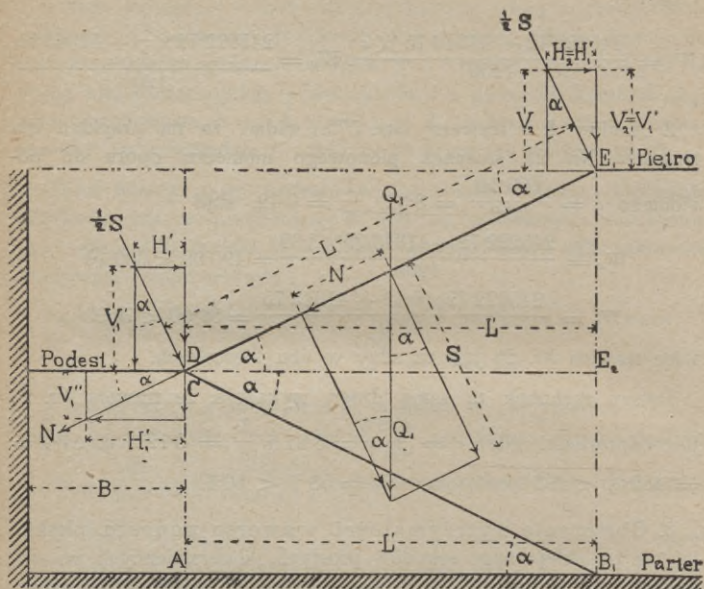
Na trawers podestowy działają — oprócz obciążenia pionowego według wzoru 252. i parcia poziomego podsklepienia według wzoru 255. — nadto jeszcze siły odosobnione w tych miejscach, gdzie się wspierają trawersy ramienia schodowego górnego i dolnego, a mianowicie:

Wypadkowa wyznaczonego wzorem 241., względnie 240. obciążenia całkowitego ramienia górnego  $Q_1 = \frac{1}{2} L' l q_1 = \frac{1}{2} L l q_1 \cos \alpha$  będzie działać pionowo w środku długości trawersu ramieniowego, jak widać z rys. 69., w którym linia  $D E_1$  jest właściwie podłużną osią ramienia górnego, zaś  $B_1 C$  dolnego. Rozłożywszy  $Q_1$  na składową prostopadłą  $S$  i równoległą  $N$  do położenia trawersy, otrzymany

$$S = Q_1 \cos \alpha \quad 263$$

$$N = Q_1 \sin \alpha \quad 264$$

Rysunek 69.



składowa  $S$  wywołuje na oporach  $D$  i  $E_1$  ciśnienia, z których każde wynosi  $\frac{1}{2} S$ ; nadto na dolnej oporze  $D$  działa także składowa  $N$ . Rozłóżmy dalej siły  $\frac{1}{2} S$  i  $N$  na tej oporze występujące, na składowe pionowe i poziome w sposób z rysunku widoczny, będzie więc na podstawie wzoru 263. i 264.:

$$V_1' = \frac{1}{2} S \cos \alpha = \frac{1}{2} Q_1 \cos^2 \alpha,$$

$$V_1'' = N \sin \alpha = Q_1 \sin^2 \alpha, \text{ stąd}$$

wreszcie wypadkowa obu odosobnionych sił pionowych na oporze  $D$

$$V_1 = V_1' + V_1'' = Q_1 \left( \frac{\cos^2 \alpha}{2} + \frac{2 \sin^2 \alpha}{2} \right) = Q_1 \frac{1 - \sin^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha}{2}$$

$$V_1 = Q_1 \frac{1 + \sin^2 \alpha}{2} = \frac{1}{4} L' l (1 + \sin^2 \alpha) q_2.$$

Składowe poziome na tym oporze  $D$  działają wręcz przeciwnie, a mianowicie:

$$H_1' = \frac{1}{2} S \sin \alpha = \frac{1}{2} Q_1 \sin \alpha \cos \alpha, \quad H_1'' = N \cos \alpha = Q_1 \sin \alpha \cos \alpha;$$

stad wypadkowa  $H_1 = H_1'' - H_1' = Q_1 \left( \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha}{2} - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{2} \right) = \frac{1}{2} Q_1 \sin \alpha \cos \alpha$ , gdy zaś  $\sin \alpha \cos \alpha = \frac{\sin 2\alpha}{2}$ , więc

$$H_1 = \frac{Q_1}{4} \sin 2\alpha. \quad 266$$

W miejscu  $C$  trawersy podestowej, gdzie się wspiera górny koniec trawersy dolnego ramienia, występuje jedynie pionowa składowa  $V_1'$  i pozioma  $H_1'$ ; ta ostatnia jednak działa w kierunku przeciwnym, jak w miejscu  $D$ . Ponieważ w  $C$  zachodzą zupełnie te same warunki obciążenia jak w miejscu  $E_1$  górnego ramienia (rys. 69.), więc i tu bezwzględna wartość:

$$V_2 = V_1' = \frac{1}{2} S \cos \alpha = \frac{1}{2} Q_1 \cos^2 \alpha = \frac{1}{4} L' l q_1 \cos^2 \alpha \quad 267$$

$$H_2 = H_1 = \frac{1}{2} S \sin \alpha = \frac{1}{2} Q_1 \cos \alpha \sin \alpha = \frac{Q_1}{4} \sin 2\alpha \quad 268$$

a zatem ta sama wartość jak we wzorze 266.

Odosobnionych obu parę poziomych na oporach  $C$  i  $D$  według wzorów 266. i 268. nie uwzględnia się, gdyż są nieznaczne i zostają zniesione parciem poziomem podsklepienia według wzoru 255., które działa wręcz przeciwnie; gdyby wszakże wypadły zbyt wielkie, to trzeba by trawersę podestową w miejscach  $C$  i  $D$  stosownie usztywnić. W obliczeniu statycznym trawersy podestowej bierze się więc w rachubę tylko siły  $P_t$ ,  $V_1$ ,  $V_2$  i  $H$  według wzorów 252., 265., 267. i 255.

Największy moment zgięcia wskutek siły  $P_t$

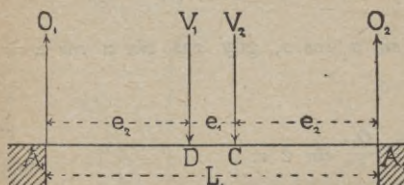
$$M_t'' = \frac{100}{8} P_t L_1 = \frac{100}{8} \cdot \frac{1}{2} L_1^2 B q_2 = \frac{100}{4} B q_2 \left( \frac{L_1}{2} \right)^2. \quad 269$$

Jeżeli  $e_1$  oznacza poziomy odstęp wzajemny obu trawers ramieniowych,  $e_2$  zaś każdej z nich od odnośnej ściany klatki schodowej w metrach, to  $L_1 = e_1 + 2 e_2$ , co podstawione we wzór poprzedni daje

$$M_t'' = 25 B q_2 \left( \frac{e_1 + 2 e_2}{2} \right)^2 = 25 B q_2 e_2 \left( \frac{e_1^2}{4 e_2} + e_1 + e_2 \right) \quad 270$$

Największy moment zgjęcia wskutek sił odosobnionych pionowych  $V_1$  i  $V_2$ , — których układ i działanie na trawersę podestową  $A_1 A_2$  widać z rys. 70., — będzie leżeć w miejscu zaczepienia jednej z tych sił. Zachodzi więc potrzeba obliczenia momentów w punktach zaczepienia  $C$  i  $D$  obu tych sił i wyznaczenia w tym

Rysunek 70.



celu przedewszystkiem obu oddziaływać  $O_1$  i  $O_2$  na oporach. Z równania momentów  $O_1 L_1 - V_1 (e_1 + e_2) - V_2 e_2 = 0$ , oraz z równań 265. i 267. wynika

$$O_1 = \frac{V_1 (e_1 + e_2) - V_2 e_2}{L_1} =$$

$$= \frac{1}{4} \frac{l}{L_1} l' q_1 [e_1 (1 + \sin^2 \alpha) + 2 e_2] \quad 271$$

$O_2 L_1 - V_2 (e_1 + e_2) - V_1 e_2 = 0$  stąd

$$O_2 = \frac{V_2 (e_1 + e_2) + V_1 e_2}{L_1} = \frac{1}{4} \frac{l}{L_1} l' q_1 [e_1 (1 - \sin^2 \alpha) + 2 e_2]. \quad 272$$

Momenta zgjęcia  $M''_d$  i  $M''_c$  w *kgcm* w miejscach zaczepienia  $D$  i  $C$  sił  $V_1$  i  $V_2$

$$M''_d = 100 O_1 e_2 = 25 \frac{l}{L_1} l' q_1 e_2 [e_1 (1 + \sin^2 \alpha) + 2 e_2] \quad 273$$

$$M''_c = 100 [O_1 (e_1 + e_2) - V_1 e_1] = 25 \frac{l}{L_1} l' q_1 \left\{ [e_1 (1 + \sin^2 \alpha) + 2 e_2] (e_1 + e_2) - e_1 (1 + \sin^2 \alpha) (e_1 + 2 e_2) \right\} \quad 274$$

a po wymnożeniu i uproszczeniu

$$M''_c = 25 \frac{l}{L_1} l' q_1 e_2 [2 (e_1 + e_2) - e_1 (1 + \sin^2 \alpha)]. \quad 275$$

Doliczywszy moment  $M''_t$  do momentu  $M''_d$  i do  $M''_c$ , otrzymamy ostatecznie dwa momenta sił pionowych, a mianowicie w przekroju  $D$ :

$$M''_1 = M''_t + M''_d = 25 e_2 \left\{ B q_2 \left( \frac{e_1^2}{4 e_2} + e_1 + e_2 \right) + \frac{l}{L_1} l' q_1 \times \right. \\ \left. \times [e_1 (1 + \sin^2 \alpha) + 2 e_2] \right\} \quad 276$$

zaś w przekroju  $C$

$$M''_2 = M''_t + M''_c = 25 e_2 \left\{ B q_2 \left( \frac{e_1^2}{4 e_2} + e_1 + e_2 \right) + \frac{l}{L_1} l' q_1 [2 \times \right. \\ \left. \times (e_1 + e_2) - e_1 (1 + \sin^2 \alpha)] \right\} \quad 277$$

z których uwzględnia się oczywiście ten, którego wartość okaże się bezwzględnie większą.

Działanie wyznaczonego wzorem 254., względnie 255. poziomego parcia podsklepienia na trawersę podestową przedstawia się w sposób następujący. Miejsca  $C$  i  $D$  z powodu, iż się na nich wspierają trawersy obu ramion schodowych, są właściwie punktami podparcia względem sklepieniowego parcia poziomego  $H$ . Chcąc więc wyznaczyć największy moment tem parciem wywołany, trzeba sobie wyobrazić, że rys. 70. przedstawia trawersę podestową  $A_1 A_2$  w rzucie poziomym, i że z przedniej strony linii  $A_1 A_2$  działa parcie  $H$  jednostajnie, a z przeciwnej znajdują się punkta podparcia  $A_1, D, C, A_2$ . Według metody inż. Clapeyrona dla belki w czterech punktach podpartej, jednostajnie ale w każdym polu odmiennie obciążonej, można ustawić  $4 - 2 = 2$  równania według typu:

$$M_0 l_0 + 2 M_1 (l_0 + l_1) + M_2 l_1 = \frac{1}{4} (q_0 l_0^3 + q_1 l_1^3) + 6 E J \times \\ \times \left( \frac{y_0 - y_1}{l_0} + \frac{y_2 - y_1}{l_1} \right) \quad 278$$

$$M_1 l_1 + 2 M_2 (l_1 + l_2) + M_3 l_2 = \frac{1}{4} (q_1 l_1^3 + q_2 l_2^3) + 6 E J \times \\ \times \left( \frac{y_1 - y_2}{l_1} + \frac{y_3 - y_2}{l_2} \right) \quad 279$$

w których  $l_0, l_1, l_2$  są odstępami podpór,  $q_0, q_1, q_2$  jednostajne obciążenia jednostki długości pól,  $M_0, M_1, M_2, M_3$  momenta zgjęcia na oporach,  $y_0, y_1, y_2, y_3$  różne odległości podpór od przyjętej linii poziomej,  $E$  współczynnik sprężystości,  $J$  moment bezwładności przekroju belki.

Po podstawieniu odnośnie do naszego zadania  $l_0 = e_2, l_1 = e_1, l_2 = e_2, q_0 = q_1 = q_2 = H_0, y_0 = y_1 = y_2 = y_3, M_0 = M_{a_1}, M_1 = M_d, M_2 = M_c, M_3 = M_{a_2}$ , a nadto ze względu na sposób podparcia (jako wolny) trawersy w punktach  $A_1$  i  $A_2, M_0 = M_3 = M_{a_1} = M_{a_2} = 0$ , oba powyższe równania przybiorą postać

$$2 M_d (e_2 + e_1) + M_c e_1 = \frac{H_0}{4} (e_2^3 + e_1^3) \quad 280$$

$$M_d e_1 + 2 M_c (e_2 + e_1) = \frac{H_0}{4} (e_2^3 + e_1^3). \quad 281$$

Ponieważ zarówno z układu obu tych równań, jakoteż ze sposobu parcia i symetrycznego rozmieszczenia podpór widać niewątpliwie, że  $M_d = M_c$ , stąd

$$2 M_d (e_2 + e_1) + M_d e_1 = \frac{H_0}{4} (e_2^3 + e_1^3)$$

$M_d (2 e_2 + 2 e_1 + e_1) = \frac{H_0}{4} (e_2^3 + e_1^3)$  wreszcie największy moment zgjęcia

$$M_d = \frac{H_0}{4} \cdot \frac{e_2^3 + e_1^3}{2 e_2 + 3 e_1} \quad 282$$

gdzie wartość  $H_0$  wynika z wzoru 254.

W skład każdego momentu zgjęcia wchodzi długość belki, względnie jej pól jako czynnik dwa razy, a mianowicie: raz jako mnożnik obciążenia jednostki, dający w iloczynie całe obciążenie, czyli siłę, a drugi raz jako ramię momentu, dający w iloczynie właściwy moment; pierwszy czynnik z istoty rzeczy występuje zawsze w pierwszej potęgce, drugi w dowolnej. Chcąc więc nasz moment według wzoru 282. wyrazić w kilogramcentymetrach, należy stosownie do tych uwag i powyższych założeń dać mu następującą postać stosowną:

$$M' = \frac{H_0}{4} \cdot \frac{e_2 (100 e_2)^2 + e_1 (100 e_1)^2}{100 (2 e_2 + 3 e_1)} = \frac{100}{4} H_0 \frac{e_2^3 + e_1^3}{2 e_2 + 3 e_1} = 100 M_d \quad 283$$

a po podstawieniu wartości  $H_0$  z wzoru 254.

$$M' = 25 \cdot \frac{B^2 q_2}{8 s} \cdot \frac{e_2^3 + e_1^3}{2 e_2 + 3 e_1} \quad 284$$

### PRZYKŁAD III.

Obliczenie wytrzymałości trawersu podestowego schodów w powyższym właśnie wywodzie szczegółowo określonych, z tem jednak nowem założeniem, że wzajemny odstęp poziomy ramieniowych trawers  $e_1 = 0.40$  m, a poziomy odstęp każdej z nich od najbliższej równoległej ściany klatki  $e_2 = 1.30$  m.

Inne zresztą określenia i rozmiary pozostają te same, jak w poprzednich przykładach.

Jednostajne pionowe obciążenie trawersu podestowego według „przykładu II.“:  $\frac{1}{2} P_p = P_t = 1890$  kg (str. 662.).

Odosobniona siła pionowa w miejscu  $D$  według wzoru 265.

$$V_1 = Q_1 \frac{1 + \sin^2 \alpha}{2}, \text{ gdy zaś według „przykładu I.“}$$

$Q_1 = 2185.68$  kg, zaś  $\sin^2 \alpha = 0.171233$ , więc  $V_1 = \frac{2185.68}{2} \times \times 1.171233$ ,  $V_1 = 1279.97$  kg; parcie poziome odosobnione na tym oporze  $D$  według wzoru 266.



$H_1 = \frac{2185 \cdot 68}{4} \sin 2 \alpha$ ,  $\sin 2 \alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ , gdy zaś według „przykładu I.“  $\sin \alpha = 0 \cdot 413803$ ,  $\cos \alpha = 0 \cdot 910366$ , więc  $\sin 2 \alpha = 2 \times 0 \cdot 413803 \times 0 \cdot 910366 = 0 \cdot 753424$ , stąd  $H_1 = 546 \cdot 42 \times 0 \cdot 753424 = 411 \cdot 69$  kg; odosobniony ciężar pionowy drugi według wzoru 267.:

$$V_2 = \frac{1}{2} \cdot 2185 \cdot 68 \cos^2 \alpha, \text{ gdy zaś } \cos^2 \alpha = 0 \cdot 82876, \text{ więc}$$

$V_2 = 1092 \cdot 84 \times 0 \cdot 828766 = 905 \cdot 71$  kg; odosobnione parcie poziome w punkcie C według wzoru 268., jak poprzednio  $H_2 = H_1 = 411 \cdot 69$  kg; parcie poziome jednostajne podsklepienia według wzoru 254.

$H_0 = \frac{B^2 q_2}{8 s} = \frac{1 \cdot 4^2 \times 900}{8 \times 0 \cdot 15} = 1470$  kg/m, które — w porównaniu do obu odosobnionych sił poziomych w punktach C i D, wynoszących razem  $2 H_1 = 2 \times 411 \cdot 69 = 823 \cdot 38$  kg — jest tak duże, że je całkiem znosi, i dlatego nie ma potrzeby liczenia się z nimi.

Moment zgjęcia obciążenia pionowego według wzoru 256.

$$M''_t = \frac{100}{8} \times 1890 \times 3 = 70875 \text{ kgcm};$$

oddziaływanie na oporze  $A_1$  według wzoru 271.

$$O_1 = \frac{1279 \cdot 97 (0 \cdot 4 + 1 \cdot 3) + 905 \cdot 71 \times 1 \cdot 3}{3} = 1117 \cdot 791 \text{ kg}, \text{ stąd mo-}$$

ment według wzoru 273.:

$M''_a = 1117 \cdot 791 \times 1 \cdot 3 \times 100 = 145312 \cdot 83$  kgcm; moment zgjęcia według wzoru 274.

$M''_c = 100 \times [1117 \cdot 791 (0 \cdot 4 + 1 \cdot 3) - 1279 \cdot 97 \times 0 \cdot 4] = 138825 \cdot 57$  kgcm; ostatecznie momenta według wzorów 276. i 277.

$$M''_1 = M''_t + M''_a = 70875 + 145312 \cdot 83 = 216187 \cdot 83 \text{ kgcm},$$

$$M''_2 = M''_t + M''_c = 70875 + 138825 \cdot 57 = 209700 \cdot 57 \text{ kgcm}.$$

Ponieważ  $M''_1 > M''_2$ , więc moment  $M''_1$  w miejscu zaczepienia D siły  $V_1$  jest największym momentem zgjęcia, i ten też uwzględnić trzeba jedynie w dalszym rachunku.

Wreszcie największy moment parcia poziomego według wzoru 283. względnie 284.

$$M = \frac{1470}{4} \times \frac{1 \cdot 3^3 + 0 \cdot 4^3}{2 \times 1 \cdot 3 + 3 \times 0 \cdot 4} \times 100 = 367 \cdot 50 \times 0 \cdot 595 \times 100 = 21866 \cdot 25 \text{ kgcm}.$$

Właściwie zamiast całego tego liczenia można było dojść do tego samego wyniku krótszą drogą, obliczając wprost z wzorów 276. i 277. momenta zgjęcia sił pionowych; zrobimy to więc dodatkowo dla sprawdzenia rzetelności całego rachunku.

$$M''_1 = 25 \times 1.3 \left\{ 1.4 \times 900 \left( \frac{0.4^2}{4 \times 1.3} + 0.4 + 1.3 \right) + \frac{1.3 \times 3.96}{3} \times \right. \\ \left. \times 849.14 [0.4 \times 1.17123 + 2 \times 1.3] \right\} = 32.5 \left\{ 2180.76894 + 4471.15815 \right\} = \\ = 216187.63 \text{ kgcm},$$

$$M''_2 = 25 \times 1.3 \left\{ 1.4 \times 900 \times \left( \frac{0.4^2}{4 \times 1.3} + 0.4 + 1.3 \right) + \frac{1.3 \times 3.96}{3} \times \right. \\ \left. \times 849.14 [2(0.4 + 1.3) - 0.4 \times 1.17123] \right\} = 32.5 \left\{ 2180.76894 + \right. \\ \left. + 4271.5589 \right\} = 209700.65 \text{ kgcm}.$$

Wyniki zatem zupełnie zgodne z poprzednim obliczeniem.

Obliczone właśnie wyżej momenta zgjęcia: sił pionowych  $M''_1$  i parcia poziomego  $M'$  z pomocą wzorów 261. i 262. i normalnej „tablicy I. b trawers“ (str. 579.) prowadzą do wyniku sposobem próbnym, wskazanym w „przykładzie II.“, że trawers Nr. 23. jest, pod zamierzony podest schodowy, dostatecznie wytrzymały i ekonomiczny. Stosunek bowiem jego momentów oporu  $e = \frac{W'_x}{W'_y} = \frac{356.40}{46.00} = 7.75$  i  $\frac{1}{e} = 0.1290$ , wstawiony we wzory 261. i 262. wykazuje następujące momenta oporu liczonego trawersu podestowego:

$$W_x = \frac{216188 + 21866 \times 7.75}{1200} = 321 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{216188 \times 0.129 + 21866}{1200} = 41.4 \text{ cm}^3$$

$$W_x = 321.00 < 356.40, W_y = 41.40 < 46.10 \text{ cm}^3.$$

## 11. Statyczne obliczenie pali bitych.

Udźwig pali wbitych. Stosownie do przeznaczenia odróżniamy pale ziemne, które są wbite w ziemię na całą swą długość, i pale sterzące; a dźwigalność ich zależy od głębokości wbicia oraz od twardości i mocy ziemi. Gdy zaś każda odnośna budowa zawiera dokładne dane co do wielkości jej ciężaru  $Q$ , który ma się oprzeć na dźwigalności pali, więc skoro będzie znana także i dźwigalność  $p$  jednego pala wbitego, to potrzebna ilość pali wyniknie z ilorazu

$$i = \frac{Q}{p}$$

285

Cała jednakże trudność polega na wyznaczeniu właśnie dźwigalności pala, a jedyną pewną drogą jest tu przeprowadzenie próby

co do potrzebnej głębokości wbijania i dopuszczalnego obciążenia pała w każdym danym razie na miejscu budowy. W tym celu wbija się zwykle cztery pale tak, by tworzyły kwadrat, układa na nich pomost i obciąża tak długo, aż się okaże zagłębianie pali w ziemię; ze sposobu włożenia pali w ziemię podczas wbijania i obciążania wyznacza się potrzebną głębokość oraz dopuszczalną ich dźwignalność.

Wbicie pała w ziemię zupełnie mocną i twardą do takiej głębokości, co do której stwierdziły próby, że nieruchomość jego jest zapewnioną, zowie się wbiciem do bezwzględnej stałości. Gdzie jednak takie wbicie jest niemożliwe z powodu, że ziemia nie jest dość zbitą i twardą i gdzie wystarcza wbicie pała do pewnej tylko próbą wyznaczonej głębokości, to wbicie takie zowie się wbiciem pała do względnej stałości.

W ziemię zupełnie twardą i mocną wbija się pale ziemne w regule na głębokość 2 do 3 m.

Pał sterczący, wbity przez warstwę ziemi sypkiej aż do warstwy zupełnie twardej i mocnej, można ze względu na wytrzymałość wyboczalną obciążyć 20 kg/cm<sup>2</sup>, a pał ziemny 40 kg/cm<sup>2</sup> powierzchni głowy pała. Jeżeli jednak pał wbito do względnej stałości, t. j. jeżeli obciążeniu pała przeciwdziała jedynie tarcie ziemi o powierzchnię wbitą pała, to dźwignalność jego daje się wyznaczyć jedynie próbami obciążenia na miejscu prowadzonymi czas dłuższy.

Wogóle krótkie gęsto wbite pale — w równych zresztą warunkach — są wytrzymalsze, jak pale długie a rozstawione.

Dopuszczalne obciążenie, czyli dźwignalność pali wbitych do względnej stałości daje się obliczyć także zapomocą istniejących licznych wzorów,<sup>1</sup> a to na podstawie wielkości zagłębienia wskutek ostatniego uderzenia wbijakiem. Wprawdzie wzory te — jak przykłady niżej wykazują — dają odmienne, a zatem niepewne wyniki dla tych samych zresztą warunków, i dlatego trzeba je w każdym razie sprawdzać i prostować zapomocą prób na miejscu budowy; zawsze jednakże tworzą one cenną podstawę do obliczeń ogólnych i ułatwiają wiele przeprowadzanie i korzystanie z próbnych doświadczeń.

<sup>1</sup> Wzory takie zestawili: Redtenbacher, Rankine, Eytelwein, Weissbach, Artmann, Brix, John Sanders, Nystron, Trautwine, Hurtzig, Wellington i inni.

W praktyce budowlanej najczęściej stosowują wzór Brix'a, według którego graniczne obciążenie pala w kilogramach:

$$P = \frac{h Q^2 q}{e (Q + q)^2} \quad 286$$

gdzie  $Q$  ciężar wbijaka,  $q$  ciężar własny pala w kilogramach,  $h$  wysokość uderzenia wbijakiem w milimetrach,  $e$  zagłębienie pala wskutek ostatniego uderzenia w milimetrach; stąd dopuszczalne obciążenie czyli dźwigalność pala w  $kg$ :

$$p = \frac{1}{m} P = \frac{h Q^2 q}{m e (Q + q)^2} \quad 287$$

gdzie współczynnik pewności  $m = 4$  do  $8$  w miarę mniejszej lub większej ważności budowy.

Jeżeli  $T$  oznacza całkowitą głębokość wbicia pala,  $n$  ilość spotrzebowanych do tego uderzeń wbijakiem, zaś  $e$  średnią wielkość zagłębienia pala po każdym uderzeniu, to  $T = n e$ ; gdy zaś na podstawie poprzednich wzorów:

$$e = \frac{h Q^2 q}{P (Q + q)^2} = \frac{1}{m p} \frac{h Q^2 q}{(Q + q)^2} \text{ więc}$$

$$T = \frac{1}{m p} n \frac{h Q^2 q}{(Q + q)^2} \quad 288$$

W razie, gdy pal trzeba wbijać za pośrednictwem pachołka, wającego  $q_1$  kilogramów, to dopuszczalna dźwigalność pala:

$$p = \frac{1}{m e_1} \cdot \frac{h Q^2 q q_1^2}{(Q + q_1)^2 (q_1 + q)^2} \quad 289$$

gdzie  $e_1$  jest wielkością zagłębienia pala wskutek ostatniego uderzenia za pośrednictwem pachołka w milimetrach.

Dla gliny zwykłej i glinki czystej lepsze wyniki daje wzór, zestawiony na podstawie doświadczeń Hurtziga (zob. „Hütte“, 21. wydanie z r. 1911, str. 227)

$$P = -650 e + \sqrt{422500 e^2 + 1300 Q h} \quad 290$$

w którym litery mają to samo znaczenie, jak poprzednio.

Wzór Woltmanna

$$P = \frac{h Q^2}{e (Q + q)} + Q + q \quad 291$$

stosowany bywa często także z opuszczeniem ostatnich obu wyrazów

$$P = \frac{h Q^2}{e (Q + q)} \quad 292$$

Oczywiście pale sterzące, wbite do względnej stałości trzeba liczyć także i na wyboczenie.

## PRZYKŁAD I.

Pal dębowy 6 m długi o przeciętnej średnicy  $d = 0.30$  m wbity do względnej stałości wbijakiem 600 kg wagi z wysokości 1.5 m, zagłębił się wskutek ostatniego uderzenia na 5 mm; obliczyć wielkość dopuszczalnej dźwigności pala.

Ciężar własny 1 m pala jest:  $0.3^2 \times \frac{3.14}{4} \times 800 = 56.52$  kg, a całego pala:  $q = 56.52 \times 6 = 333.12 \cong 340$  kg.

Według wzoru 286.:

$$P = \frac{h Q^2 q}{e(Q+q)^2} = \frac{1500 \times 600^2 \times 340}{5(600+340)^2} \cong 41.557 \text{ kg}$$

stąd dopuszczalna dźwignosc z czterokrotną pewnością według wzoru 287.:

$$p = \frac{P}{m} = \frac{41.557}{4} \cong 10.389 \text{ kg.}$$

Gdyby ziemia, w której pal tkwi, była zwykłą gliną, trzeba by dla pewności obliczyć dźwignosc według wzoru 290.:

$P = -650 \times 5 + \sqrt{422.500 \times 5^2 + 1300 \times 600 \times 1500} = -3250 + 34359.31 \cong 31109$  kg zaś dopuszczalna dźwignosc z czterokrotną pewnością:

$$p = \frac{31109}{4} = 7777 \text{ kg.}$$

Licząc dalej dźwignosc tego pala według wzoru 291. otrzymamy:

$$P = \frac{1500 \times 600}{5(600+340)} + 600 + 340 = 114.893.62 + 940 \cong 115894 \text{ kg}$$

stąd dopuszczalna dźwignosc z 10krotną pewnością:

$$p = \frac{115894}{10} \cong 11.589 \text{ kg, a według wzoru 292.:$$

$$p = \frac{114893}{10} \cong 11.489 \text{ kg.}$$

Z porównania tych czterech wyników widać, jak niepewne są istniejące różne wzory; gdy jednakże dają one bądź co bądź bardzo pożądane i cenne wskazówki orientacyjne, więc obok wzorów, których trzeba w każdym razie przynajmniej kilka przeliczyć, zachodzi konieczna potrzeba przeprowadzania także jeszcze odnośnych prób wbijania i obciążania na miejscu budowy, w celu uzyskania pewniejszych odnośnych wskazówek.

Praktycy wogóle uważają wzór 286. Brixa, jako dający wyniki najwięcej do rzeczywistości zbliżone ze współczynnikiem pewności  $m = 4$ .

Zachodzi wreszcie pytanie, jak wielką będzie dźwigalność naszego pala z czterokrotną pewnością, gdyby go wbito za pośrednictwem pacholka, jeżeli ciężar pacholka  $q_1 = 150 \text{ kg}$ , a zagłębienie pala wskutek ostatniego uderzenia  $e_1 = 5 \text{ mm}$ . Według wzoru 289.:

$$p = \frac{1}{4} \cdot \frac{1500 \times 600^2 \times 340 \times 150^2}{5 (600 + 150)^2 (340 + 150)^2} = \frac{6117 \cdot 45}{4} = 1529 \cdot 36 \text{ kg.}$$

### PRZYKŁAD II.

Według przykładu I. dopuszczalna dźwigalność pala z czterokrotną pewnością  $p = \frac{41557}{4} \cong 10389 \text{ kg}$ ; ileż spotrzebowano uderzeń, jeżeli pal tkwi w ziemi na  $4 \text{ m}$  głęboko? Z wzoru 288. wynika:

$$n = T \cdot \frac{(Q + q)^2}{h Q^2 q} \cdot m p \quad 293$$

po podstawieniu wartości

$$n = \frac{4000 (600 + 340)^2}{1500 \times 600^2 \times 340} \cdot 41.557 \cdot 27 = 800 \text{ uderzeń czyli 32 pędów po 25 uderzeń.}$$

### PRZYKŁAD III.

Podezas wbijania pali rusztowych, ważących po  $300 \text{ kg}$  pod fundamenta budynku wbijakiem ważącym  $800 \text{ kg}$  z wysokości  $2 \text{ m}$  stwierdzono, że wskutek ostatniego pędu, obejmującego 25 uderzeń, pale wlażyły w ziemię po  $75 \text{ mm}$ , czyli wskutek ostatniego uderzenia po  $\frac{75}{25} = 3 \text{ mm}$ ; gdy zaś na każdy pal rusztu przypadło po  $20.000 \text{ kg}$  z ciężaru budynku, zachodzi pytanie, jak wielki jest współczynnik bezpieczeństwa dopuszczalnej dźwigalności każdego pala. Z wzoru 287. wynika:

$$m = \frac{1}{p} \cdot \frac{h Q^2 q}{e (Q + q)^2} \quad 294$$

stąd po podstawieniu wartości:

$$m = \frac{1}{20.000} \cdot \frac{2000 \times 800^2 \times 300}{3 (800 + 300)^2} = 5 \cdot 289$$

zaś według wzoru 292.:

$$m = \frac{1}{20.000} \cdot \frac{2000 \times 800^2}{3 (800 + 300)} = 19 \cdot 393.$$

## 12. Belki kratowe.

Wytrzymałość belek sprzężonych zazębieniem i dyblowaniem oblicza się według zwykłego wzoru statycznego:

$$W = \frac{M}{k_b} = \frac{b H^2}{6}$$

w którym  $W$  oznacza moment oporu,  $M$  moment zgięcia,  $k_b$  dla drewna miękkiego =  $100 \text{ kg/cm}^2$ , dla drewna twardego =  $120 \text{ kg/cm}^2$  dopuszczalne napięcie na zgięcie,  $b$  szerokość oraz  $H$  wysokość poprzecznego przekroju. Ze względu jednak, że belki sprzężone nie mają przekroju jednolitego, trzeba w ten wzór wprowadzić jeszcze współczynnik zmniejszający  $m$ ; będzie więc:

$$W = m \frac{M}{k_b} = m \frac{b H^2}{6}$$

Wielkość tego współczynnika podaje następująca tablica:

Ilość belek	D ż w i g a r		
	zazębiony	klinowy	klockowy (dyblowany)
2	$m = 0.64$	$m = 0.80$	$m = 0.70$
3	$m = 0.51$	$m = 0.73$	$m = 0.60$

Zatem:

$$H = \sqrt{\frac{6 M}{m b k_b}}$$

a po podstawieniu wartości otrzymuje się potrzebną wysokość belki sprzężonej w każdym poszczególnym wypadku.

Trzpienie śrub otrzymują grubość równą jednej dziesiątej części szerokości przekroju belki; długość trzpieni, obejmująca zarazem równoważnik za głowę i naśrubek, gdy głowa i naśrubek są sześcioboczne:

$$l_s = H + 7 \cdot \frac{b}{10}$$

gdy one są czworoboczne:

$$l_s = H + 8 \cdot \frac{b}{10}$$

### 13. Statyczne obliczenie stropów.

#### A. Drewniane stropy belkowe.

Statyczne obliczenie stropów drewnianych belkowych opiera się na zasadach, stosunkom i warunkom budowlanym przypisanych przez Min. Rob. Publ. rozp. z dnia 20. maja 1933, a na str. 446. uwidoczniionych. Zasady te obejmują także ciężar własny  $g$  i użytkowy  $p$ , czyli całkowity ciężar  $q = g + p$ , przypadający na  $1m^2$  stropów zwykłych; o ile wszakże w danym razie zasady, czyli normy te nie dałyby się zastosować, należy obliczyć ciężar własny i ewentualnie użytkowy.

Rozmiary przekroju belek stropowych oblicza się pod tem zawsze założeniem, że belki są wolno podparte a obciążenie własne i użytkowe działa jednostajnie (bez ujemny — rozumie się — ewentualnym ciężarom odosobnionym, które należy również w obliczeniu uwzględnić), i do tego celu służy znany wzór wytrzymałości

$$M = 100 \times \frac{1}{8} Pl = k_b W \quad 295$$

w którym oznacza:  $M$  największy moment zgjęcia sił zewnętrznych w  $kgcm$ ,  $P$  całkowite obciążenie belki w kilogramach,  $l$  rozpiętość belki w metrach,  $k_b$  dopuszczalne naprężenie materiału na wygjęcie w  $kg/cm^2$ ,  $W$  moment oporu w  $cm^3$ , będący ilorazem momentu bezwładności  $J$  w  $cm^4$ , podzielonego przez odstęp najskrajniejszego włókna przekroju belki od osi obojętnej; gdy zaś w każdym przekroju z jednej strony osi obojętnej w najskrajniejszej odległości  $e_1$  są włókna najwięcej ciśnione, a z przeciwnej strony najwięcej ciągnione w odstępnie  $e_2$ , więc w każdym przekroju belki są dwa momenty oporu, a mianowicie: moment oporu przeciw ciśnieniu

$$W_d = \frac{J}{e_1} \quad 296$$

i moment oporu przeciw ciągnieniu

$$W_z = \frac{J}{e_2} \quad 297$$

z których w obliczeniu statycznym uwzględnia się zawsze mniejszy tylko; wreszcie moment oporu dla poprzecznego przekroju prostokątnego belki

$$W = \frac{bh^2}{6} \quad 298$$

gdzie  $b$  jest szerokością,  $h$  wysokością przekroju w centymetrach.



Obciążenie całkowite belki stropowej  $P = elq$ , gdzie  $e$  jest wzajemnym odstępem belek od środka do środka. Z powyższego wyводу wynika

$$M = \frac{100}{8} Pl = \frac{100}{8} eq l^2 = k_b W = k_b \frac{bh^2}{6} \quad 299$$

a stąd dalej wytrzymałość belki

$$P = \frac{8 \times k_b \times W}{100 l} = \frac{8 \times k_b \times bh^2}{100 \times l \times 6} \quad 300$$

podstawivszy wreszcie najkorzystniejszy stosunek rozmiarów przekroju

$$b = \frac{5}{7} h \quad 301$$

otrzymamy z równania 299.

$$\frac{100}{8} eq l^2 = k_b \frac{5}{7} h \frac{h^2}{6} = \frac{5}{7 \times 6} k_b h^3, \text{ stąd } h^3 = \frac{6 \times 7 \times 100}{5 \times 8 k_b} q l^2,$$

zaś dla

$$e = 1m, k_b = 100 kg/cm^2, h^3 = \frac{6 \times 7 \times 100}{5 \times 8 \times 100} q l^2 = \frac{42}{40} q l^2 = 1.05 q l^2$$

wreszcie

$$h = \sqrt[3]{1.05 q l^2} \quad 302$$

trzeba pamiętać, że  $l$  należy liczyć w metrach,  $q$  w kilogramach, zaś  $h$  wypadnie w centymetrach.

Z tego wzoru po podstawieniu obciążeń unormowanych wynikają dalej następujące wzory szczegółowe dla stropów zwykłych z 10 cm grubą nasypką, podłogą i wyprawą sufitową:

a) dla belek stropów pod posadzkę strychową, t. j. dla  $q = 250 + 125 = 375 kg/m^2$ ,  $h = \sqrt[3]{1.05 \times 375 l^2} = \sqrt[3]{1.05 \times 375} \sqrt[3]{l^2}$ , że zaś  $l' = 1.05 l$ , zatem

$$h = 7.331 \sqrt[3]{1.05^2 l^2} \quad 303$$

b) dla belek stropów w domach mieszkalnych, t. j. dla  $q = 250 + 200 = 450 kg/m^2$ ,

$$h = \sqrt[3]{1.05 \times 450} \sqrt[3]{l^2}, h = 7.7915 \sqrt[3]{1.05^2 l^2} \quad 304$$

c) dla stropów w szkołach, t. j. dla  $q = 250 + 300 = 550 kg/m^2$

$$h = 8.33 \sqrt[3]{1.05^2 l^2} \quad 305$$

d) dla stropów w przejściach, kurytarzach, w klatkach schodowych i lokalach handlowych na I. p., t. j. dla  $q = 250 + 400 = 650 kg/m^2$

$$h = 8.807 \sqrt[3]{1.05^2 l^2} \quad 306$$

e) w izbach przemysłowych, pracowniach i składach na piętrach, t. j. dla  $q = 250 + 450 = 700 \text{ kg/m}^2$

$$h = 9.025 \sqrt[3]{1.05^2 l^2} \quad \mathbf{307}$$

f) w lokalach przemysłowych, pracowniach i składach w parterze, t. j. dla  $q = 250 + 500 = 750 \text{ kg/m}^2$

$$h = 9.237 \sqrt[3]{1.05^2 l^2} \quad \mathbf{308}$$

g) w spichlerzach, t. j. dla  $q = 250 + 680 = 930 \text{ kg/m}^2$

$$h = 9.923 \sqrt[3]{1.05^2 l^2} \quad \mathbf{309}$$

Obliczenie ciężaru własnego stropu daje się ująć w następujący wzór: jeżeli oznacza  $d_1$  grubość posadzki deszczułkowej dębowej,  $d_2$  ślepej podłogi,  $d_3$  rumowiska,  $d_4$  ścieli powalowej,  $d_5$  podsiębitki,  $d_6$  wyprawy sufitowej,  $b$  szerokość,  $h$  wysokość przekroju belek,  $e$  odstęp wzajemny belek od środka do środka,  $e_1$  odstęp legarków podłogowych o przekroju poprzecznym  $b_1 h_1$ ,  $\gamma_1$  ciężar właściwy dębiny,  $\gamma_2$  drzewa miękkiego,  $\gamma_3$  rumowiska,  $\gamma_4$  wyprawy z otrzeinowaniem, to ciężar własny  $1 \text{ m}^2$  stropu

$$g = \left( \frac{b_1 h_1}{e_1} + d_1 \right) \gamma_1 + \left( \frac{bh}{e} + d_2 + d_4 + d_5 \right) \gamma_2 + d_3 \gamma_3 + d_6 \gamma_4 \quad \mathbf{310}$$

Zwykle  $d_1 = 2.6$  do  $3 \text{ cm}$ ,  $d_2 = 3$  do  $4 \text{ cm}$ ,  $d_3 = 8$  do  $10 \text{ cm}$ ,  $d_4 = 3$  do  $4 \text{ cm}$ ,  $d_5 = 1.5$  do  $2 \text{ cm}$ ,  $d_6 = 2$  do  $3 \text{ cm}$ ,  $e = 0.75$  do  $1.10 \text{ m}$ ,  $e_1 = 1 \text{ m}$ ,  $\gamma_1 = 900 \text{ kg/m}^3$ ,  $\gamma_2 = 550$  do  $650 \text{ kg/m}^3$ ,  $\gamma_3 = 1400 \text{ kg/m}^3$ ,  $\gamma_4 = 1200 \text{ kg/m}^3$ ,  $b_1 \times h_1 = 10 \times 13$  do  $8 \times 15 \text{ cm}$ .

#### PRZYKŁAD:

Obliczyć rozmiary belek stropu zwykłego belkowego z  $10 \text{ cm}$  grubą nasypką, ścielą powalową, podłogą, podsiębitką i wyprawą sufitową z otrzeinowaniem w lokalach przemysłowych, pracowniach i składach w parterze na rozpiętość  $5 \text{ m}$ .

Ponieważ unormowany ciężar własny takiego stropu  $g = 250 \text{ kg/m}^2$ , a użytkowy  $p = 500 \text{ kg/m}^2$ , czyli ciężar całkowity  $q = g + p = 750 \text{ kg/m}^2$ , więc według wzoru **308**.

$$h \doteq 9.244 \sqrt[3]{1.05^2 l^2}$$

$$h \doteq 28 \text{ cm}, \text{ zaś według wzoru } \mathbf{301.} \quad b = \frac{5}{7} \times 28 \doteq 20 \text{ cm}.$$

Przyjąwszy okrągło  $h = 28 \text{ cm}$ ,  $b = 20 \text{ cm}$ , to wytrzymałość takiej belki stropowej według wzoru **300**.

$$P = k_b \cdot \frac{b \cdot h^2 \cdot 8}{100 \times 6 \times l} = \frac{100 \times 20 \times 28 \times 28 \times 8}{100 \times 6 \times 5} \doteq 4200 \text{ kg,}$$
 co wobec obciążenia normalnego  $P = e q l = 750 \times 1 \times 5 = 3750 \text{ kg}$  jest zupełnie dobre.

### B. Strop zbity.

Obliczenie statyczne belek stropu zbitego. Junk w podręczniku swym „Wiener Bauratgeber“ z r. 1916 na str. 222 oblicza wytrzymałość w kilogramach belek stropu zbitego według wzoru

$$P = \frac{b h^2}{L} \times \frac{K}{10},$$
 gdzie  $b$  oznacza szerokość,  $h$  wysokość przekroju,

$L$  rozpiętość belki w centymetrach,  $K$  naprężenie na rozciąganie, przy granicy sprężystości drewna  $600 \text{ kg}$  na  $1 \text{ cm}^2$  przekroju. Wzór ten sam dla siebie jest wprawdzie bardzo prosty, ale nie jest ściśle statycznym, wskutek czego daje wyniki dopuszczalnego obciążenia belek 10 do 40% a nawet do 50% mniejsze w porównaniu do prawidłowego obliczenia statycznego. Przekrój tych belek nie jest prostokątem, lecz ma wierzchni bok łukowy, zaczem powierzchnia jego składa się z odcinka kołowego i z prostokąta.

Odnośne wzory ściśle statyczne należy dostosować do dwu różnych sposobów wytwarzania przez cieślę rzeczonych belek stropowych, a mianowicie.

1. Wytrzymałość belki stropu zbitego, wytworzonej z kraglaka z dwu przeciwległych stron ociosanego inapółowę wzdłuż przerznietego. Niech koło zakreślone średnicą  $d$  w rys. 71. przedstawia przekrój kraglaka w cienszym końcu, z którego po ociosaniu z dwu stron  $AG$  i  $CE$ , oraz po przerżnięciu wzdłuż na połowę przekroju po linii  $xx$  powstaną dwie belki o przekrojach  $ABCDH = DEFGH$ , których szerokość  $HD = b$ ,

wysokość zaś  $OB = OF = \frac{d}{2} = h$ ; każdy z tych przekrojów składa się z odcinka kołowego  $ABCA = EFG E$  o cięciwie  $AC = CE = b$ , odpowiadającej kątowi środkowemu  $AOC = GOE = 2\alpha$ .

Wzajemny związek tych wielkości, jak widno z rysunku, wykazują następujące wyrazy algebraiczne:

$$h = \frac{d}{2} \quad 311$$

$$b = \sqrt{d^2 - 4h_1^2} \quad 312$$

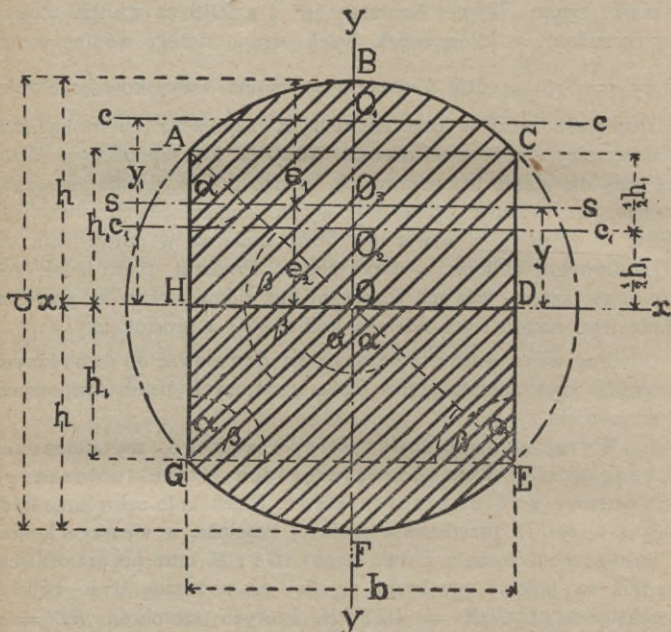
$$h_1 = \frac{1}{2} \sqrt{d^2 - b^2} \quad 313$$

$$\frac{b}{2} = \frac{d}{2} \sin \alpha, \quad h_1 = \frac{d}{2} \cos \alpha, \quad \text{stąd } \sin \alpha = \frac{b}{d} \quad 314$$

$$\cos \alpha = \frac{2h_1}{d} \quad 315$$

Z wzorów 313. i 314. wyznacza się kąt  $\alpha$  zapomocą logarytmu trygonometrycznego.

Rys. 71.



Środek ciężkości odcinka kołowego leży na osi  $yy$ , a w tym razie jak wiadomo, odstęp tego środka od środka koła  $O$

$$y_1 = \frac{b^3}{12f_1} \quad 316$$

We wzorze tym powierzchnia odcinka kołowego

$$f_1 = \frac{\frac{d}{2}(\ell - b) + b\left(\frac{d}{2} - h_1\right)}{2} = \frac{\ell d - 2bh_1}{4}, \quad \text{gdzie } \ell \text{ jest długością łuku } ABC \text{ i oblicza się wzorem}$$

$$\ell = r \frac{2\alpha\pi}{180} = d\alpha \frac{\pi}{180} \quad 317$$

co podstawione w poprzednie równanie daje

$$f_1 = \frac{d^2 \alpha \frac{\pi}{180} - 2 b h_1}{4} \quad 318$$

Powierzchnia prostokątnej części  $ACDH = DEGH$

$$f_2 = b h_1 \quad 319$$

powierzchnia wreszcie całego przekroju belki

$$F = f_1 + f_2 = \frac{d^2 \alpha \frac{\pi}{180} - 2 b h_1}{4} + b h_1 = \frac{d^2 \alpha \frac{\pi}{180} + 2 b h_1}{4} \quad 320$$

Odstęp środka ciężkości  $O_3$  całego przekroju belki od osi  $xx$  wynika z równania momentów statycznych względem tej osi

$$yF = y_1 f_1 + \frac{h_1}{2} f_2 = \frac{b^3}{12 f_1} f_1 + \frac{b h_1^2}{2} = \frac{b^3}{12} + \frac{b h_1^2}{2} \quad \text{stad}$$

$$y = \frac{1}{12 F} (b^3 + 6 b h_1^2) \quad 321$$

Moment bezwładności odcinka  $ABCA$  względem osi  $xx$  przechodzącej przez środek koła

$$J_x = \frac{1}{4} f_1 r^2 \left( 1 + \frac{2 \sin^3 \alpha \cos \alpha}{\alpha \frac{\pi}{108} - \sin \alpha \cos \alpha} \right) \quad 322$$

albo też po podstawieniu wartości z wzorów 313. i 314.

$$J_x = \frac{1}{16} f_1 d^2 \left( 1 + \frac{2 \frac{b^3}{d^3} \cdot \frac{2 h_1}{d}}{\alpha \frac{\pi}{180} - \frac{b}{d} \cdot \frac{2 h_1}{d}} \right) = \frac{1}{16} f_1 \left( d^2 + \frac{2 \frac{b^3}{d^2} \cdot 2 h_1}{\alpha \frac{\pi}{180} - 2 b h_1 \frac{1}{d^2}} \right) =$$

$$= \frac{1}{16} f_1 \left( d^2 + \frac{4 b^3 h_1}{d^2 \alpha \frac{\pi}{180} - 2 b h_1} \right), \quad \text{gdy zaś według wzoru 318.}$$

$d^2 \alpha \frac{\pi}{180} - 2 b h_1 = 4 f_1$ , więc moment bezwładności odcinka koła ostatecznie

$$J_x = \frac{1}{16} (f_1 d^2 + b^3 h_1) \quad 323$$

Jeżeli  $J^o$  jest momentem bezwładności środkowym naszego odcinka kołowego, to jest momentem bezwładności względem osi  $cc$ , przechodzącej przez środek ciężkości odcinka i równoległej do poprzedniej osi  $xx$ , to jak wiadomo moment bezwładności tegoż odcinka względem osi  $x$  będzie

$$J_x = J^o + f_1 y_1^2, \quad \text{a stad } J^o = J_x - f_1 y_1^2 \quad 324$$

Wreszcie moment bezwładności odcinka względem osi równoległej  $ss$ , przechodzącej przez środek ciężkości  $O_3$  całego przekroju  $F$  belki

$$J_s = J_o + f_1 (y_1 - y)^2 = J_x - f_1 y_1^2 + f_1 (y_1 - y)^2 \quad 325$$

Moment bezwładności prostokąta  $ACDH$  względem osi  $C_1 C_1$ , przechodzącej przez jego środek ciężkości  $O_2$  i równoległej do poprzednich osi

$$J_{o_p} = \frac{b h_1^3}{12}, \quad 326$$

zaś względem równoległej osi  $ss$ , przechodzącej przez środek ciężkości  $O_3$  całego przekroju belki

$$J_{s^1} = J_p^o + f_2 \left( y - \frac{h_1}{2} \right)^2 = \frac{b h_1^3}{12} + f_2 \left( y - \frac{h_1}{2} \right)^2 \quad 327$$

Ostatecznie moment bezwładności całego przekroju względem równoległej osi  $ss$ , przechodzącej przez jego środek ciężkości  $O_3$

$$J = J + J_{s^1} = J_x - f_1 y_1^2 + f_1 (y_1 - y)^2 + \frac{b h_1^3}{12} + f_2 \left( y - \frac{h_1}{2} \right)^2 \quad 328$$

a po wykonaniu działania

$$J = J_x - y (2f_1 y_1 + f_2 h_1) + y^2 (f_1 + f_2) + f_2 \frac{h_1^2}{4} + \frac{b h_1^3}{12}, \text{ gdy zaś}$$

$$f_2 \frac{h_1^2}{4} = \frac{b h_1^3}{4} = \frac{3 b h_1^3}{12}$$

$$J = J_x - y (2f_1 y_1 + f_2 h_1) + y^2 F + \frac{b h_1^3}{3} \quad 329$$

po podstawieniu wartości z równań 316., 321. i 323. i uproszczeniu

$$J = \frac{1}{16} (f_1 d^2 + b^3 h_1) - \frac{1}{12 F} (b^3 + 6 b h_1^2) \left( \frac{2 b^3}{12} + \frac{12 b h_1^2}{12} \right) + \frac{1}{144 F^2} \times$$

$$\times (b^3 + 6 b h_1^2)^2 F + \frac{b h_1^3}{3} = \frac{1}{16} \left[ f_1 d^2 + b^3 h_1 - \frac{1}{9 F} (b^3 + 6 b h_1^2)^2 \right] +$$

$$+ \frac{b h_1^3}{3} = \frac{1}{48} \left[ 3 f_1 d^2 + 3 b^3 h_1 + 16 b h_1^3 - \frac{1}{3 F} (b^3 + 6 b h_1^2)^2 \right] \text{ ponieważż}$$

$$3 f_1 d^2 + 3 b^3 h_1 + 16 b h_1^3 = 3 f_1 d^2 + 3 b h_1 (b^2 + 4 h_1^2) + 4 b h_1^3, \text{ zaś}$$

$$3 b h_1 (b^2 + 4 h_1^2) = 3 f_2 d^2, \text{ więc } 3 f_1 d^2 + 3 b^3 h_1 + 16 b h_1^3 = 3 f_1 d^2 +$$

$$+ 3 f_2 d^2 + 4 b h_1^3 = 3 d^2 F + 4 b h_1^3 \text{ stąd wreszcie moment bezwładności całego przekroju}$$

$$J = \frac{1}{16} \left[ f_1 d^2 + b^3 h_1 - \frac{1}{9 F} (b^3 + 6 b h_1^2)^2 \right] + \frac{b h_1^3}{3} = \frac{1}{48} \left[ 3 d^2 F +$$

$$+ 4 b h_1^3 - \frac{1}{3 F} (b^3 + 6 b h_1^2)^2 \right] \quad 330$$

Wzór ten łącznie z odnośnymi poprzednimi wzorami **313.**, **314.**, **318.** i **320.** obejmuje siedm niewiadomych:  $b$ ,  $d$ ,  $F$ ,  $f_1$ ,  $\alpha$ ,  $h_1$ ,  $J$ , zaczem potrzeba przyjąć wartość dwu z nich, aby można wzór **330.** rozwiązać. Obliczywszy w ten sposób moment bezwładności, otrzymujemy z wzorów **296.** i **297.**, str. 676., moment oporu przekroju przeciw ciśnieniu  $W_1 = \frac{J}{e_1}$  i moment oporu przeciw ciągnieniu  $W_2 = \frac{J}{e_2}$

gdzie jak z rysunku 71. widno:  $e_1 = h - y = \frac{d}{2} - y$ ,  $e_2 = y$ , stąd

$$W_1 = \frac{J}{h - y} = \frac{J}{\frac{d}{2} - y} \quad 331$$

$$W_2 = \frac{J}{y} \quad 332$$

Odstęp  $y$  środka ciężkości  $O_3$  przekroju belki od środka  $O$  koła musi być mniejszy od połowy wysokości przekroju  $\frac{h}{2} = \frac{d}{4}$ , gdyż ten nie jest prostokątem, a zatem  $y < \frac{h}{2}$ ; odciągawszy od

$$h = h = \frac{d}{2}$$

powyższą nierówność  $y < \frac{h}{2} = \frac{d}{4}$

otrzymujemy  $h - y > h - \frac{h}{2}$ , czyli  $h - y > \frac{h}{2} > y$ , stąd dalej  $e_1 > e_2$ ,  $W_1 < W_2$ .

W obec tego należy w obliczeniu statycznym belek niniejszych uwzględniać jedynie moment oporu przeciw ciśnieniu  $W_1$ , wzorem **331.** wyznaczony.

Wszakże równanie **330.** służące do obliczenia momentu bezwładności jest tak skomplikowane, że wyznaczenie rozmiarów przekroju belki w zwykłym obliczeniu statycznym jest niemożliwe. Wobec tego nie pozostaje nic innego, tylko przyjąć z góry średnicę krągłaka, i zależne od niej prawidłowe rozmiary przekroju belki i obliczyć wytrzymałość z pomocą powyższych wzorów **330.**, **331.**, oraz wzorów **295.**, **296.**, **297.** i **300.**; a gdy wytrzymałość wypadnie za małą lub za wielką, trzeba przyjąć rozmiary większe lub mniejsze i w ten sposób tak długo próbnie postępować, aż się dojdzie do pożądanego wyniku.

## PRZYKŁAD.

Nad lokalem, którego rozpiętość  $l = 4 m$  trzeba wykonać strop zbity strychowy; zachodzi pytanie, czy będą do tego celu dostatecznie wytrzymałe belki, wytworzone ociosaniem z dwu stron krągłaka średnicy 24 cm w cięszym końcu i przernięciem wzdłuż na połowę w ten sposób, że przekrój każdej z otrzymanych dwu belek będzie 18 cm szeroki i 12 cm wysoki.

Tu więc  $d = 24 \text{ cm}$ ,  $b = 18 \text{ cm}$ ,  $h = \frac{d}{2} = 12 \text{ cm}$ , według zaś wzoru **313**.  $h_1 = \frac{1}{2} \sqrt{24^2 - 18^2} = \frac{1}{2} \sqrt{252} = 7.937255 \text{ cm}$ , z wzoru **314**.  $\sin \alpha = \frac{18}{24} = 0.75$ ,  $\log \sin \alpha = 0.8750613 - 1 = 9.8750613 - 10$ , któremu to logarytmowi odpowiada kąt  $\alpha = 48^\circ - 35' - 25.36'' = 48.590378^\circ$ ; według wzoru **318**.

$$f_1 = \frac{d^2 \alpha \frac{\pi}{180} - 2bh_1}{4} = \frac{24^2 \times 48.590378 \times \frac{3.14159}{180} - 2 \times 18 \times 7.937255}{4}$$

$$\log d^2 \alpha \frac{\pi}{180} = 1.3802112 \times 2 + 1.6865503 + 0.4971495 - 2.2552725 = 2.6888497, \quad d^2 \alpha \frac{\pi}{180} = 488.4832,$$

$$\log 2bh_1 = 0.3010300 + 1.2552725 + 0.8996704 = 2.4559729,$$

$$2bh_1 = 285.7412, \quad f_1 = \frac{488.4832 - 285.7412}{4} = 50.68557 \text{ cm}^2$$

$$f_2 = bh_1 = 18 \times 7.937255 = 142.8705 \text{ cm}^2,$$

$$F = f_1 + f_2 = 50.68557 + 142.8705 = 193.56614 \text{ cm}^2; \quad \text{według}$$

$$\text{wzoru } \mathbf{316}. \quad y_1 = \frac{b^3}{12f_1} = \frac{18^3}{12 \times 50.68557}, \quad \log y_1 = 1.2552725 \times 3 - 1.0791812 - 1.7048844 = 0.9817519, \quad y_1 = 9.5885 \text{ cm}, \quad \text{według}$$

$$\text{wzoru } \mathbf{321}. \quad y = \frac{1}{12F} (b^3 + 6bh_1^2), \quad b^3 = 18^3 = 5832,$$

$$\log 6bh_1^2 = 0.7781513 + 1.2552725 + 0.8996704 \times 2 = 3.8327646,$$

$$6bh_1^2 = 6804.004, \quad (b^3 + 6bh_1^2) = 5832 + 6804.004 = 12636.004$$

$$\log y = \log \frac{12636.004}{12 \times F} = 4.1016097 - 1.0791812 - 2.2868068 = 0.7356217, \quad y = 5.4402 \text{ cm}.$$

Moment bezwładności całego przekroju belki według wzoru **330**.

$$J = \frac{1}{48} \left[ 3d^2 F + 4bh_1^3 - \frac{1}{3F} (b^3 + 6bh_1^2)^2 \right] \text{ ponieważ } b^3 + 6bh_1^2 =$$



$$\begin{aligned}
&= 12636 \cdot 004, \text{ więc } \log \frac{1}{48} \cdot \frac{1}{3F} \cdot 12636 \cdot 004^2 = 2 \log 12636 \cdot 004 - \\
&- \log 144 - \log 193 \cdot 55607 = 4 \cdot 1016097 \times 2 - 2 \cdot 1583625 - 2 \cdot 2868068 = \\
&= 3 \cdot 7580502, \frac{(b^3 + 6bh_1^2)^2}{48 \times 3F} = 5728 \cdot 622, \log \frac{3d^2F}{48} = 0 \cdot 4771213 + \\
&+ 2 \cdot 7604224 + 2 \cdot 2868068 - 1 \cdot 6812412 = 3 \cdot 8431093, \frac{3d^2F}{48} = 6968 \cdot 02, \\
&\log \frac{4bh_1^3}{48} = 0 \cdot 6020600 + 1 \cdot 2552725 + 0 \cdot 8996704 \times 3 - 1 \cdot 6812412 = \\
&= 2 \cdot 8751025, \frac{4bh_1^3}{48} = 750 \cdot 0711, \\
&J = 6968 \cdot 02 + 750 \cdot 0711 - 5728 \cdot 622 = 1989 \cdot 4691, \text{ okrągło} \\
&J = 1989 \cdot 47 \text{ cm}^4.
\end{aligned}$$

Według wzorów 331. i 332.

$$\begin{aligned}
W_1 &= \frac{J}{h-y} = \frac{1989 \cdot 47}{12-5 \cdot 44} = \frac{1989 \cdot 47}{6 \cdot 56}, W_2 = \frac{J}{y} = \frac{1989 \cdot 47}{5 \cdot 44} \text{ z czego} \\
&\text{widać, że } W_1 < W_2; \text{ należy zatem w obliczeniu statycznym uwzględ-} \\
&\text{nić mniejszy moment oporu, t. j. } W_1 = \frac{1989 \cdot 47}{6 \cdot 56} = 303 \cdot 27 \text{ cm}^3, \\
&\text{a stąd dopuszczalne obciążenie belki naszej na całą rozpiętość} \\
&\text{4 metrową będzie według wzoru 300. } P = \frac{8 \times k_b \times W_1}{100l} = \\
&= \frac{8 \times 100 \times 303 \cdot 27}{100 \times 4} = 606 \cdot 54 \cong 607 \text{ kg; gdy zaś na 1 m długości} \\
&\text{naszego stropu przypada takich belek } \frac{100}{18} = 5 \cdot 555, \text{ więc 1 m dłu-} \\
&\text{gości stropu o rozpiętości 4 m można obciążyć całkowicie ciężarem} \\
&\text{jednostajnym } 5 \cdot 555 P = 5 \cdot 555 \times 607 \cong 3370 \text{ kg.}
\end{aligned}$$

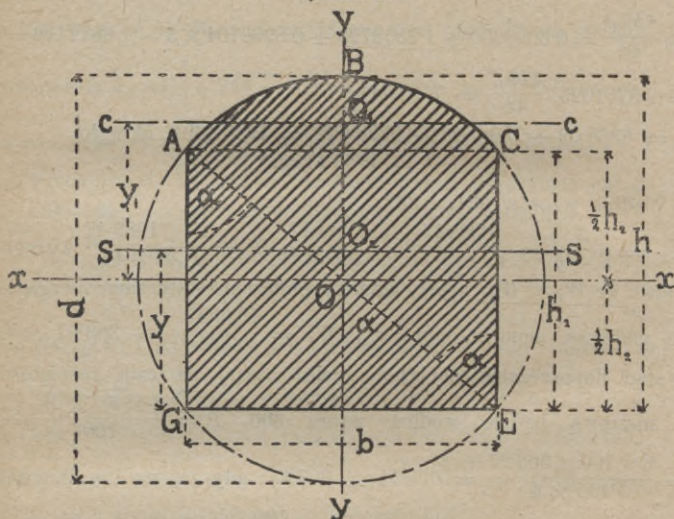
Według obliczeń jednak w podręczniku Junka z r. 1906 (str. 214) wytrzymałość takiego samego wymiaru stropu zbitego, złożonego z takich samych belek, wynosi tylko 2160 kg.

Zresztą całkowite obciążenie normalne stropu zbitego strychowego  $q = g + p = 360 + 150 = 510 \text{ kg/m}^2$ , gdy zaś 1 m długości stropu 4 m rozpiętego obejmuje  $4 \text{ m}^2$ , więc dopuszczalne obciążenie całkowite normalne wyniesie  $4 \times q = 4 \times 510 = 2040 \text{ kg/m}^2$  a zatem belki o przyjętych rozmiarach są w obu razach nawet dostatecznie wytrzymałe.

2. Wytrzymałość belek stropu zbitego wytworzonych ociosaniem krągłaka z trzech stron. Wypadek ten różni się tem

od poprzedniego — wśród zupełnie równych zresztą warunków, — że z jednego krągłaka uzyskuje się tylko jedną belkę, ale zato o przekroju znacznie większym tak, że — w razie jednakiej średnicy  $d$  krągłaków w obu przypadkach — wypadnie prostokątna jego część składowa dwa razy większa; co zresztą widno z rys. 72., w którym wysokość  $h_2 = 2h_1$ .

Rysunek 72.



Pod tem założeniem co do równości średnicy obu krągłaków i po przyjęciu tego samego literalnego oznaczenia, cały wywód wzorów, dotyczących się momentu bezwładności, pozostaje taki sam, jak poprzednio i tylko postać wzorów będzie nieco odmienna. Jedyne wartości  $\sin \alpha$ ,  $y_1$ ,  $f_1$  pozostają niezmiennione w odniesieniu do wzorów poprzednich 314., 316. i 318. po podstawieniu  $h_2 = 2h_1$ .

Zaczem z wywodu podobnego jak wyżej pod 1. wynika ostatecznie moment bezwładności poprzecznego przekroju belki niniejszej:

$$J = \frac{1}{16} \left[ f_1 d^2 + \frac{b^3 h_2}{2} - \frac{b^6}{9F} \right] + \frac{b h_2^3}{12} \quad 333$$

Obliczenie wytrzymałości przeprowadza się jak poprzednio.

Przykład. Nad izbą mieszkalną o rozpiętości świetlnej  $l = 8m$  ma być wykonany pod posadzkę na srychu strop zbitý z belek, z których

każda ma być z jednego krągłaka o średnicy  $d = 27 \text{ cm}$  w cieńszym końcu z trzech stron na  $b \times h_2 = 21 \times 17 \text{ cm}$  ociosana; czy więc belki te będą dostatecznie na ten cel wytrzymałe?

$$\begin{aligned} \text{Stąd całkowita wysokość przekroju belki } h &= \frac{d + h_2}{2} = 22 \text{ cm} \\ \text{dokładna szerokość przekroju } b &= \sqrt{27^2 - 17^2} = 20.97617 \text{ cm} \\ \sin \alpha &= \frac{b}{d} = \frac{20.97617}{27}, \log \sin \alpha = 9.8903625 - 10, \text{ stąd kąt } \alpha = \\ &= 50^\circ - 58' - 37.8441'' = 50.96051^\circ, f_1 = \frac{d^2 \alpha \frac{\pi}{180} - b h_2}{4}, f_2 = \\ &= b h_2 = 356.59489, d^2 \alpha \frac{\pi}{180} = 648.3931, f_1 = \frac{648.3931 - 356.59489}{4} = \\ &= 72.94955 \text{ cm}^2, F = f_1 + f_2 = 429.5444 \text{ cm}^2, y_1 = \frac{20.97617^3}{12 \times 72.94955} = \\ &= 10.54326 \text{ cm}^2, y = \frac{b^3}{12F} + \frac{h_2}{2} = \frac{20.97617^3}{12 \times 429.5444} + \frac{17}{2}, y = \\ &= 10.29056 \text{ cm}. \end{aligned}$$

Moment bezwładności według wzoru 333.

$$\begin{aligned} J &= \frac{1}{16} \left( f_1 d^2 + \frac{b^3 h_2}{2} - \frac{b^6}{9F} \right) + \frac{b h_2^3}{12}, \frac{f_1 d^2}{16} = 3323.763, \frac{b^3 h_2}{16 \times 2} = \\ &4903.179, \frac{b^6}{16 \times 9F} = 1377.168, \frac{b h_2^3}{12} = 8587.966, J = 3323.763 + \\ &+ 4903.179 - 1377.168 + 8587.996 = 15437.770 \text{ cm}^4. \end{aligned}$$

Według wzoru 331. moment oporu mniejszy

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{J}{h - y}, \text{ gdy zaś } h - y = 22 - 10.29 = 11.71 \text{ cm, więc} \\ W_1 &= \frac{15437.77}{11.71} = 1318.34 \text{ cm}^3, \text{ zaś dopuszczalne obciążenie} \end{aligned}$$

belki na całą rozpiętość według wzoru 300.:

$$P_1 = \frac{8 \times k_b \times W_1}{100 l} = \frac{8 \times 100 \times 1318.34}{800} = 1318.34 \text{ kg.}$$

Jeżeli rozpiętość stropu w świetle nazwiemy szerokością, a drugi jego rozmiar długością stropu, więc na 1 m długości stropu przypada takich belek  $\frac{100}{21} = 4.76$ ; zaczem 1 m długości stropu

może dźwigać z dostateczną pewnością jednostajne obciążenie

$$P = 4.76 P_1 = 4.76 \times 1318.34 \cong 6265 \text{ kg/m}^2 \quad \mathbf{334}$$

Ponieważ unormowane całkowite obciążenie stropu zbitego strychowego w budynku mieszkalnym  $q = 360 + 150 = 510 \text{ kg/m}^2$ , a stąd na 1 m długości naszego stropu 8 m rozpiętego, wypadnie tylko  $8q = = 510 \times 8 = 4080 \text{ kg/m}^2$  czyli o  $6265 - 4080 = 2185 \text{ kg/m}^2$  mniej, niż może faktycznie wytrzymać, więc strop nasz byłby aż nadto wytrzymały.

W podręczniku swoim „Wiener Bauratgeber“ z r. 1916., na str. 222., obliczył Junk tabelkę wytrzymałości  $P^1$  jednego metra długości stropu zbitego z belek, z trzech stron ociosanych, na rozpiętość 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 m zapomocą określonej już szczegółowo na wstępie formułki

$$P^1 = \frac{bh^2}{L} \cdot \frac{K}{10}$$

Formułka ta jednak jest znacznie nieściśła, gdyż — po podstawieniu odnośnych wartości — daje wytrzymałość jednego metra długości naszego na 8 m rozpiętego stropu:

$$P^1 = \frac{100 \times 22^2}{800} \cdot \frac{600}{10} = 3630 \text{ kg/m}^2,$$

t. j. prawie o 42% mniejszą od rzeczywistej wytrzymałości  $P = = 6265 \text{ kg/m}^2$ , obliczonej wyżej według wzoru **334**. na podstawie ścisłego momentu bezwładności, przedstawionego wzorem **333**.

Na podstawie przeliczenia belek stropu zbitego, o wymiarach podanych w poniższej tabelicy, doszedłem do przekonania, że wyniki zbliżone do prawdy, dają wzory:

$$\text{przy } b \leq h \quad P' = \frac{100 h^2 \cdot 600}{L \cdot 6}$$

$$\text{przy } b > h \quad P' = \frac{100 h^2 \cdot 600}{L \cdot 7}$$

Dla pewności należy używać ostatniego wzoru, gdzie  $h$  i  $L$  należy wyrażać w *cm*.

Wytrzymałość jednego metra długości stropów zbitych danej rozpiętości, obliczoną na podstawie wzorów, wyprowadzonych w ustępach poprzednich, wykazuje następująca tablica.

Belka stropu zbitego z trzech stron obrobiona												
Liczba bieżąca	według analizy cen pozycja		przekrój belki						moment bezwładności $J_x$	moment oporu naj- mniejszy $\frac{J_x}{h-y}$	wytrzymałość	
			na rozpiętość $l$			złożonej z					belki na całą rozpiętość $l$	1 m dług. stropu na całą rozpiętość
			z krągłaka o średnicy $d$		o szerokości $b$		o wysokości $h$	odcinka koła $f_1$				
			$m$	$cm$	$cm^2$	$cm^4$	$cm^3$				$kg$	$P_1$
1.	607, a	3 18 12 9	18-859	80-498	99-357	588-70	121-68	323	2705			
2.	" b	4 24 18 12	50-686	142-870	193-556	1989-47	303-27	604	3360			
3.	" c	5 28 22 14	81-892	190-526	272-417	3775-88	489-74	781	3550			
4.	" d	6 34 27 17	125-691	278-960	404-651	8253-77	879-00	1172	4320			
5.	" e	7 40 36 20	290-987	313-841	604-827	16795-36	1485-00	1698	4720			
6.	608, a	6 21 16 17	41-088	217-623	258-711	5778-17	650-00	816	5100			
7.	" b	7 25 20 20	69-890	300-000	369-890	10903-60	1019-03	1168	5840			
8.	" c	8 27 21 22	72-949	356-595	429-544	15437-77	1318-34	1318	6265			

### C. Stropy mieszane.

Obliczenie statyczne trawersów. W budownictwie lądowym omurowuje się wprawdzie końce belek żelaznych; gdy to omurowanie jednak nie czyni jeszcze belkę naprężoną, więc się go nie uwzględnia i liczy belkę tylko jako wolno podpartą.

Ciążar własny stropu trawersowego, zespolonego w sposób pod poz. 610. i następnymi opisany:  $g_0 = 240 \text{ kg/m}^2$  bez dźwigarów, oraz  $g = 260 \text{ kg/m}^2$  z dźwigarami, a ciężar użytkowy w budynkach mieszkalnych  $p = 200 \text{ kg/m}^2$ ; stąd całkowite obciążenie  $q_0 = 240 + 200 = 440 \text{ kg/m}^2$  bez trawers, — oraz  $q = 260 + 200 = 460 \text{ kg/m}^2$  z trawersami.

Z powodu znacznej wysokości przekroju trawers, potrzeba nieraz dać nasypkę grubszą od unormowanych 10 cm, i w takim razie należy oba powyższe obciążenia całkowite zwiększyć o  $14 \text{ kg/m}^2$  za każdy 1 cm ponad grubość 10 cm.

Obliczenie statyczne trawers opiera się na wzorze 300.

$$M = \frac{100 Pl}{8} = \frac{100}{8} e q l^2 = k_b W, \text{ z którego moment oporu}$$

$$W = \frac{M}{k_b} = \frac{100 Pl}{8 k_b} = \frac{100 e q l^2}{8 k_b} = \frac{100}{8 k_b} (g + p) e l^2 \quad 335$$

Obliczywszy stąd moment oporu  $W$  belki wyszukujemy w tabelicy trawers<sup>1</sup> moment oporu najwięcej zbliżony, którego wartość jest równa, większa, albo wreszcie i mniejsza od obliczonego, ale w tym ostatnim wypadku różnica nie powinna przekraczać  $1 \text{ cm}^3$ .

Dla stropów w budynkach mieszkalnych  $q = 460 \text{ kg/m}^2$ , co podstawiwszy w równanie 335. wraz z dopuszczalnym natężeniem zginającym  $k_b = 1200 \text{ kg/cm}^2$  otrzymamy

$$W = \frac{100 \times 460}{8 \times 1200} e l_1^2 = 4.8 e l_1^2 \quad 336$$

w szczególności zaś dla wzajemnego odstepu trawers:

a) $e = 2 \text{ m}$	$W = 9.6 l_1^2$	337
b) $e = 2.50 \text{ m}$	$W = 12.0 l_1^2$	338
c) $e = 3 \text{ m}$	$W = 14.4 l_1^2$	339
d) $e = 3.5 \text{ m}$	$W = 16.8 l_1^2$	340
e) $e = 4 \text{ m}$	$W = 19.2 l_1^2$	341

Dla stropów w budynkach szkolnych  $q = 260 + 300 = 560 \text{ kg/m}^2$  stąd

$$W = \frac{100 \times 560}{8 \times 1200} e l_1^2 = 5.83 e l_1^2 \quad 342$$

przyczem jako rozpiętość dźwigara należy przyjąć  $l_1 = 1.05 l$ .

Jeżeli na trawersie stropowym ma spocząć także ściana działowa o grubości  $d$  i wysokości  $H$  w metrach, której  $1 \text{ m}^3$  waży  $\gamma$  kilogramów, to całkowite obciążenie trawersy będzie  $P + Q = e q l + + \gamma d H l = (e q + \gamma d H) l$ , a stąd

$$M = \frac{100}{8} l^2 (e q + \gamma d H) = k_b W \quad 343$$

dla  $k_b = 1200 \text{ kg/cm}^2$  i  $l' = 1.05 l$

$$W = 0.01042 (e q + \gamma d H) = 1.05^2 l^2 \quad 344$$

Obliczenie statyczne podkładek pod końce trawers. Podkładki mają cel przeniesienia, względnie rozłożenie ciśnienia  $Q_1$ , wywieranego końcem trawersy, na tak wielką powierzchnię

<sup>1</sup> Zob. tablicę I., str. 578.

murów oporowych, aby przypadające ciśnienie na  $1 \text{ cm}^2$  muru nie przekraczało dopuszczalnego natężenia na zgniecenie  $k_a$  w kilogramach.

Jeżeli  $m^1 p = a$  jest długość,  $m^1 n^1 = b$  szerokość kutej żelaznej podkładki (rys. 73.)  $m^1 n^1 o p$ , to musi być powierzchnia jej

$$a b = \frac{O_1}{k_a} \quad 345$$

Powierzchnię tę można też wyrazić momentem oporu siły  $O_1$  trawersy a mianowicie: ponieważ  $O_1 = \frac{P}{2} = \frac{e q l}{2}$ , więc

$$a b = \frac{e q l}{2 k_a}, \quad 2 a b k_a = e q l,$$

$2 a b k_a l = e q l^2$ , co podstawione we wzór 335. daje

$$W = \frac{100}{8} \cdot \frac{2 a b k_a l}{k_a} \quad \text{gdym zaś dla żelaza}$$

kutego  $k_b = 1200 \text{ kg/cm}^2$ , a dla muru z cegły z pieców kręg. na wapnie  $k_a = 7 \text{ kg/cm}^2$ , więc

$$W = \frac{100}{8} \cdot \frac{2 \times 7 a b l}{1200} = \frac{7 a b l}{48}, \quad l = 1.05 l$$

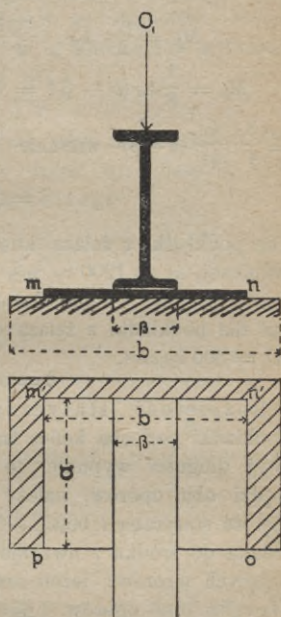
$$\text{a wreszcie } a b = \frac{48 W}{7 \times 1.05 l}$$

346

Pozostaje teraz wyznaczenie grubości  $\delta$  podkładki.

Z rys. 73. widać, że przeniesienie ciśnienia  $O_1$  na powierzchnię szerszą od szerokości  $\beta$  pasu trawersy, może nastąpić jedynie za pośrednictwem części podkładki, idących poza tę szerokość  $\beta$ ; gdyby podkładka była tak cienka jak papier, to jasne, że jej wolne części z obu stron trawersy nie wywierałyby żadnego ciśnienia na mur i tylko podgięłyby się do góry, gdyby pas trawersy wgniół się w mur. Siłą wyginającą byłyby tu właśnie moc muru dopuszczalna przeciw wgnieceniu i podkładka byłaby narażona na złamanie w obustronnych swych przekrojach wzdłuż brzegów pasa trawersy; wielkość tej mocy jednostajnej, zupełnie równa w obu przekrojach, jest

Rys. 73.



$p = k_d \frac{b - \beta}{2} a$ , i wystarczy tu zupełnie obliczenie statyczne tylko jednego z nich, n. p. lewego; gdy zaś odnośna część podkładki jest właściwie belką jednym końcem (pod trawersą) silnie naprężoną, więc największy moment zgięcia w tym przekroju

$$M_p = \frac{1}{2} \cdot k_d \cdot \frac{b - \beta}{2} \cdot a \cdot \frac{b - \beta}{2} = k_b W_p = k_b \frac{a \delta^2}{6}$$

$$M_p = \frac{1}{8} k_d (b - \beta)^2 = k_b \frac{\delta^2}{6}, \text{ stąd } \delta^2 = \frac{6}{8} \cdot \frac{k_d}{k_b} (b - \beta)^2 =$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{k_d}{k_b} (b - \beta)^2 \text{ wreszcie}$$

$$\delta = (b - \beta) \sqrt{\frac{3}{4} \frac{k_d}{k_b}} \quad 347$$

Dla podkładki z żelaza kutego na murze ceglany na zaprawie wapienej,  $k_b = 1200 \text{ kg/cm}^2$ , zaś dla muru  $k_d = 7 \text{ kg/cm}^2$ , stąd

$$\delta = 0.06624 (b - \beta) \quad 348$$

zaś dla podkładki z żelaza lanego na murze ceglany na wapnie  $K_b = 300 \text{ kg/cm}^2$ ,

$$\delta = 0.13215 (b - \beta) \quad 349$$

Rozpiętość statyczna dźwigarów żelaznych. Jeżeli podkładki pod oba końce trawersy wolno podpartej są w środku swej długości wypukłe, to zamiast wzajemnej odległości  $l_1$  krawędzi obu oporów, należy w obliczeniu statycznym — jako rozpiętość statyczną  $l$  belki — liczyć wzajemny odstęp podkładek od środka do środka z uwzględnieniem zasad, wynikających z następujących wzorów: jeżeli rozpiętość, względnie odległość świetlna krawędzi obu oporów  $l \leq 6 \text{ m}$ , to powinna rozpiętość statyczna belki w metrach

$$l = 1.04 l_1 + 0.10 \quad 350$$

jeżeli zaś  $l_1 > 6 \text{ m}$ , to

$$l = 1.02 l_1 + 0.20 \quad 351$$

Niezależnie od obu powyższych warunków uzyskuje się także dobre wyniki pod tym względem z wzoru

$$l = l_1 + 0.30 \quad 352$$

Rozpiętość statyczna  $l$  dźwigarów o wielu podporach czyli dźwigarów ciągłych, liczy się w polach środkowych od środka do środka podpory, zaś w polach końcowych, w których opór pod jednym końcem stanowi mur, a pod drugim końcem podpora pośrednia (słup itp.), należy liczyć

$$l = 1.02 l_1 + 0.05 + 0.5 d, \quad 353$$

gdzie  $d$  jest długością pośredniej podpory.



W zwykłych zresztą warunkach, gdzie podkładkami są płaskie płyty żelazne, kute lub lane, albo kamień liczy się jako rozpiętość statyczną  $l$  dźwigara  $l_1 = 1.05 l$ .

Obliczenie statyczne przekroju drewnianych belek stropu trawersowego przeprowadza się na podstawie wzorów od 295. do 310. z tem zastrzeżeniem, że wzajemny odstęp tych belek od środka do środka  $e_1 = 1 m$ , a mianowicie: wysokość przekroju belki według wzoru 302. (str. 677.)

$$h = \sqrt[3]{1.05 q l_1^2}$$

podstawivszy  $q = 250 + 200 = 450 \text{ kg/m}^2$ , gdyż ciężar trawers nie-przyczynia się wcale do obciążenia belek drewnianych, oraz  $l = e$ , otrzymamy dla budynku mieszkalnego

$$h = \sqrt[3]{1.05 \times 450 e^2} = \sqrt[3]{1.05 \times 450} \sqrt[3]{e^2}$$

$$h = 7.786 \sqrt[3]{e^2} \quad 354$$

zaś dla budynku szkolnego, gdzie  $q = 250 + 300 = 550 \text{ kg/m}^2$

$$h = 8.325 \sqrt[3]{e^2} \quad 355$$

a stąd według wzoru 301.

$$b = \frac{5}{7} h$$

Wreszcie z wzoru 300. wynika wytrzymałość belki o danych względnie obliczonych rozmiarach przekroju

$$P = \frac{8 \times 100 \times b h^2}{100 \times e \times 6} \quad 356$$

oraz niezbędna wytrzymałość normalna

$$P_n = q e e_1, \text{ zaś dla odstępu belek } e_1 = 1 m, P_n = q e. \quad 357$$

#### PRZYKŁAD:

Obliczyć statycznie mieszkaniowy strop trawersowy na rozpiętość  $l = 6 m$  z odstępem wzajemnym trawers  $e = 3.5 m$ , zaś belek drewnianych  $e_1 = 1 m$ , z nasypką 10 cm grubą z podłogą i wyprawą sufitową.

Moment oporu trawersy według wzoru 340.  $l_1 = 1.05 l = 6.3$   
 $W = 16.8 l_1^2 = 16.8 \times 39.69 = 676 \text{ cm}^3$ , któremu odpowiada Nr. 28 a trawersu norm. austr. lub Nr. 30 norm. pruskich.

Rozmiary podkładki żelaznej pod końce trawersy wynikają z wzoru 346.

$$a b = \frac{48 \cdot W}{7 \times 1.05 l} = \frac{48 \times 676}{7.35 \times 6} = 735 \text{ cm}^2, \text{ przyjąwszy zaś } a = 28 \text{ cm},$$

to  $b = \frac{735}{28} = 26.2 \cong 26 \text{ cm}$ , wzór 348. wreszcie daje grubość podkładki tej z żelaza kutego

$\delta = 0.06624 (b - \beta) = 0.06624 = (26.0 - 15.0) = 0.7286 \text{ cm} \cong 7.5 \text{ mm}$ , albo z żelaza lanego według wzoru 349.

$\delta = 0.13215 (26.00 - 15.00) = 1.45 \text{ cm} \cong 15 \text{ mm}$ .

Wysokość przekroju belki drewnianej według wzoru 354.

$$h = 7.786 \sqrt[3]{3.5^2}, \text{ stąd}$$

$$h = 17.8 \cong 18 \text{ cm}, \quad b = \frac{5}{7} \times 17.8 = 12.7 \cong 13 \text{ cm}.$$

Jako nadmiar wagi wraz z kotewkami krótkimi dolicza się zwykle 5% teoretycznej wagi trawersów.

W razie użycia legarków dębowych pod podłogę należy zamiast drzewa sosnowego policzyć dębinę, przekrój której, przyjęty na zasadzie obliczeń poprzednich, będzie trochę za silny.

#### D. Stropy sklepione między dźwigarami.

Statyczne obliczenie trawersów stropu sklepionego przeprowadza się w sposób pod poz. 615. szczegółowo określony na podstawie wzoru 335.

$$W = \frac{M}{k_b} = \frac{100 P l_1}{8 k_b} = \frac{100}{8 k_b} e q l_1 = \frac{100}{8 k_b} (g + p) e l_1.$$

Według zasad czyli norm, cytowanych już wyżej na str. 448., § 3., ciężar własny stropu na  $\frac{1}{2}$  cegły gruby między trawersami zasklepionego z 8 cm grubą nasypką w kluczu, podłogą i wyprawą, — gdy odstęp wzajemny trawers  $e$  do 1.50 m, — wynosi 450 {450} [450] (480)  $kg/m^2$  z trawersami, a 420 [420] (450)  $kg/m^2$  bez trawers; gdy zaś odstęp  $e = 1.4$  do 3 m, — to 516 {515} [515] (550)  $kg/m^2$  z trawersami, a 490 [490] {490} (520)  $kg/m^2$  bez trawers.

Po wstawieniu w ten wzór odnośnych wartości powyższych, oraz  $k_b = 1200 \text{ kg/cm}^2$  otrzymamy:

dla stropów z odstępem trawers  $e$  do 1.50 m

a) Dla cegły o wymiarach  $27 \times 13 \times 6 \text{ cm}$  i dla b. dzielnicy pruskiej i rosyjskiej:

$$W_a = \frac{100}{8 \times 1200} (450 + p) e l_1^2 = \left( 4.69 + \frac{p}{96} \right) e l_1^2$$

b) Dla b. dzielnicy austriackiej:

$$W_b = \frac{100}{8 \times 1200} (480 + p) e l_1^2 = \left( 5.0 + \frac{p}{96} \right) e l_1^2.$$

Zaś dla stropów z odstępem  $e = 1.5$  do  $3 m$

a) Dla całego państwa od 1. stycznia 1930 i dla b. dzielnicy pruskiej i rosyjskiej:

$$W'_a = \frac{100}{8 \times 1200} (515 + p) e l_1^2 = \left( 5.37 + \frac{p}{96} \right) e l_1^2.$$

b) Dla b. dzielnicy austriackiej:

$$W'_b = \frac{100}{8 \times 1200} (550 + p) e l_1^2 = \left( 5.73 + \frac{p}{96} \right) e l_1^2.$$

Stąd dla stropów mieszkalnych, t. j. dla unormowanego obciążenia użytkowego  $p = 200 \text{ kg/m}^2$  i odstępem  $e = 1.50 m$ , wzory zmieniają się na:

$$W_a = \left( 4.69 + \frac{200}{96} \right) e l_1^2 = 6.77 e l_1^2$$

$$W_b = \left( 5.0 + \frac{200}{96} \right) e l_1^2 = 7.08 e l_1^2$$

zaś gdy  $e = 1.4$  do  $3 m$ , na:

$$W'_a = \left( 5.37 + \frac{200}{96} \right) e l_1^2 = 7.45 e l_1^2$$

$$W'_b = \left( 5.73 + \frac{200}{96} \right) e l_1^2 = 7.81 e l_1^2$$

Otrzymuje dalej:

$e$	$W_a$	$W_b$	Uwagi
$e = 1 m$	$6.77 l_1^2$	$7.08 l_1^2$	gdzie $l_1 = 1.05 l$
$e = 1.50 m$	$11.18 l_1^2$	$11.70 l_1^2$	
$e = 2.0 m$	$14.90 l_1^2$	$15.60 l_1^2$	
$e = 2.5 m$	$18.62 l_1^2$	$19.50 l_1^2$	
$e = 3.0 m$	$22.35 l_1^2$	$23.40 l_1^2$	

Dla stropów szkolnych, t. j. dla unormowanego obciążenia użytkowego  $p = 300 \text{ kg/m}^2$ , zmieni się wzór, t. j. gdy odstęp  $e = 1.50 m$ , na

$$W_a = 7.82 e l_1^2 \qquad W_b = 8.13 e l_1^2 \qquad 358$$

zaś gdy  $e = 1.5$  do  $3 m$  na

$$W'_a = 8.50 e l_1^2 \qquad W'_b = 8.86 e l_1^2. \qquad 359$$

Podkładki pod końce trawers oblicza się w sposób na str. 690. wskazany na podstawie wzorów 345. do 349.

Obliczenie statyczne najkorzystniejszego odstępem  $e$  trawers.

Strzałka wygięcia belki jednostajnie obciążonej, na obu końcach wolno podpartej w centymetrach

$$s = 100 \cdot \frac{5}{48} \cdot \frac{k_b l_1^2}{E o} \quad 360$$

gdzie  $E$  oznacza współczynnik elastyczności (sprężystości) w kilogramach na  $1\text{ cm}$  przekroju,  $o$  odstęp najbardziej nateżonego włókna od osi obojętnej w centymetrach,  $k_b$  dopuszczalne nateżenie na zgięcie w kilogramach na  $1\text{ cm}^2$  przekroju,  $l$  rozpiętość belki w metrach.

Ponieważ główny warunek wytrzymałości wymaga koniecznie, by

$$s \leq \frac{l_1}{500} \quad 361$$

więc podstawiawszy w równanie **360.** wartość  $s = \frac{l_1}{500}$ , oraz  $o = \frac{h}{2}$ , co ma wtedy miejsce, gdy  $h$  jest wysokością przekroju trawersowego lub prostokątnego itp. otrzymamy  $\frac{l}{500} = 100 \cdot \frac{5}{48} \cdot \frac{k_b l_1^2}{E} \cdot \frac{2}{h}$  po skróceniu i uproszczeniu

$$h = \frac{10^4 \cdot k_b}{24 \cdot E} l_1 \cdot 25, \quad 362$$

to znaczy, że dla tej wartości wysokości  $h$  przekroju obciążenie belki będzie najkorzystniejsze. Po podstawieniu we wzór **362.** wartości dla żelaza zlewego:  $k_b = 1200\text{ kg/cm}^2$ ,  $E = 2,100.000\text{ kg/cm}^2$  wynika

$$h = 125 \frac{l_1}{21} \quad 363$$

w centymetrach.

Równania te oba wykazują, że warunki obciążenia jednostajnego wolno podpartej trawersy są wtedy najkorzystniejsze, jeżeli wysokość  $h$  jej przekroju wynosi  $125/21$  rozpiętości.

Z wzoru **335.** wynika odstęp trawers

$$e = \frac{8 k_b W}{100 q l_1^2},$$

gdz zaś według wzoru **362.**

$$\frac{1}{l_1} = \frac{25 \cdot 10^4 k_b}{24 E h} \text{ a także } \frac{1}{l_1^2} = \frac{25^2 \cdot 10^8 k_b^2}{24^2 E^2 h^2}, \text{ więc wartość stąd za } \frac{1}{l_1^2},$$

wstawiona w równanie na  $e$ , daje  $e = \frac{8 k_b W}{100 q} \cdot \frac{25^2 \cdot 10^8 k_b^2}{24^2 E^2 h^2}$  a wreszcie

$$e = \frac{25^2 \cdot 8 \cdot k_b^3 W \cdot 10^8}{3^2 \cdot 8^2 \cdot 10^2 \cdot q \cdot E^2 h^2} = \frac{25^2 \cdot 10^6 \cdot k_b^3}{3^2 \cdot 8 \cdot E^2 h^2} \cdot \frac{W}{q} \quad 364$$

jako najkorzystniejszy odstęp belek o przekroju trawersowym, prostokątnym itp., dla których  $o = \frac{h}{2}$ .

Dla żelaza zlewnego  $k_b = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E = 2,100.000 \text{ kg/cm}^2$ , co podstawione we wzór 364., daje

$$e = 1136 \frac{W}{q h^2} \quad 365$$

## V. Postępowanie przy projektowaniu i budowie zespołów betonowych<sup>1</sup>

### 1. Zespoły z żelbetu.

#### a) Projekt.

**1.** Treść projektu. Projekt budowy powinien obejmować:

a) Rysunki przedstawiające jasno zespół w całości i we wszystkich szczegółach, zwłaszcza co do rozkładu i ustroju wszelkich wkładek żelaznych, z oznaczeniem stosunku mieszaniny betonu, a mianowicie cementu według wagi, zaś reszty materiałów według objętości.

b) Przejrzyste i łatwo sprawdzalne statyczne obliczenie wszelkich części zespołu.

c) Opis, przedstawiający szczególnie jasno niezwykle ustroje zespołu.

Załączniki projektu powinien podpisać projektant i właściciel budowy, a po zatwierdzeniu projektu także i przedsiębiorca budowy.

**2.** Podstawy obliczenia. W obliczeniu należy uwzględnić: Stałe obciążenie, to jest ciężar własny zespołu z wszelkiem innym stałym obciążeniem.

Obciążenie użytkowe, to jest wszelkie zmienne obciążenie zawarowane przeznaczeniem budowli.

Ciśnienie śniegu, wiatru, ziemi i wody, oraz wpływ zmian ciepłoty.

Stałe obciążenie. Za podstawę do wyznaczenia własnego ciężaru zespołu i innych obciążeń stałych należy przyjąć ciężary, podane w § 2 instrukcji (str. 446.).

Ciężar  $1 \text{ m}^3$  betonu ubijanego należy przyjmować na  $2200 \text{ kg}$ , zaś żelbetu na  $2400 \text{ kg}$ , o ile nie zachodzi potrzeba dostarczenia osobnego dowodu co do ciężaru ze względu na rozmiary wkładek żelaznych.

W razie zastosowania materiałów niezwykłych, powyższym spisem nie objętych, należy dostarczyć osobnego dowodu co do ich ciężaru jednostkowego.

<sup>1</sup> Patrz instrukcję Min. Rob. Publ., str. 446.

Ciężar własny krycia dachu łącznie z opierzeniem albo ołaczeniem i z krokwiami, ale bez zespołu dźwigającego, należy liczyć wedle § 4 instrukcji (str. 450.).

Ciężar własny krycia innymi materiałami należy każdym razem osobno udowodnić.

Obciążenie użytkowe należy liczyć wedle § 5 instrukcji.

Zespoły ulegające wstrząśnieniom należy obliczać na 1·5krotne, a wystawione na silne uderzenia (np. wskutek ciężkich maszyn) na 2·0krotne obciążenie użytkowe.

Obciążenie śniegiem. Obciążenie śniegiem w kilogramach należy liczyć wedle § 6 instrukcji.

Parcie wiatru. Na  $1m^2$  płaszczyzny prostopadłej do kierunku wiatru należy liczyć wedle § 7 instrukcji.

Zmiany temperatury. Ze zmianami ciepłoty, wywołującemi natężenia, — z wykluczeniem wyjątkowych przypadków, jak suszarnie, kominy, chłodzarnie itd. — należy jedynie wtedy liczyć się, jeżeli na zespół działają zmiany ciepłoty zewnętrznego powietrza; w tym też razie należy postępować wedle § 9 instrukcji.

Jeżeli w obliczeniu natężeń nie uwzględniono zmian długości zespołów, spowodowanych zmiennością temperatury, i jeżeli owe długości są znaczniejsze, należy urządzić spoiny rozszerzalności w odstępach wszakże niewiększych niż 20 m, i położenie ich w planach uwidocznic.

**3.** Statyczne obliczenie należy liczyć wedle zasad § 30—37 instrukcji.

### **b) Wykonanie zespołów.**

1. Wykonanie zespołów z żelbetu należy poruczać jedynie wyszkolonym robotnikom i to pod nieustannym dozorem osób, które udowodniły gruntowną znajomość tego sposobu budowania.

2. Opierzenia i rusztowania należy tak urządzić i nadać im moc taką, aby dozwalały na warstwowe sypanie i ubijanie betonu, były dostatecznie wytrzymałe na przegięcia podczas ubijania i dały się bez wstrząśnień usuwać; przed sypaniem betonu należy je odpowiednio do stanu pogody i stosunków temperatury zwilżać.

3. Podczas wykonywania opierzeń i rusztowań należy pamiętać o odpowiednim ich wyższeniu celem wyrównania następnego obniżenia pod ciężarem betonu.

4. Sporządzanie zespołów należy w regule wtedy dopiero rozpoczynać, gdy dostarczono dowodów co do zastrzeżonych własności materiałów. Badania zatem należy w takim czasie zacząć, aby

wyniki prób były już gotowe z początkiem użycia materiałów i można było napewno ocenić ich przydatność do dalszego użytku.

5. Beton należy nakładać w warstwach co najwyżej 20 cm grubych i każdą osobno ubijać we właściwej mierze, zależnej od każdorazowej domieszki wody. Beton wolno zrzucać na miejsce przeznaczenia tylko do głębokości 3 m, a do większych głębokości należy go spuszczać zapomocą naczyń i przyrządów, niedopuszczających odmieszania betonu.

6. Części żelazne należy umieścić w położeniu według planu i tak ustalić, aby podczas ubijania nie mogły zmienić ani swego miejsca ani postaci; części żelazne wystawione na rozciąganie należy odpowiednio delikatniejszą masą (z wykluczeniem grubszych kamyków) szczelnie osłonić.

7. Zespoły lub samoistne ich części należy w ogóle jednym ciągiem bez przerwy betonować; wyjątkowo wolno przerwać betonowanie tylko w takich miejscach, w których beton w gotowym zespole doznaje stosunkowo małych nateżeń.

8. Poprzednie jeszcze niestwardniałe warstwy betonu należy zmoczyć podczas nakładania nowych; gdy warstwy już związały, należy je podczas dalszego betonowania pokarbować lub podziobać, potem pozamiatać i rzadką zaprawą z równych części cementu i piasku lub mlekiem cementowym zalać.

9. W temperaturach niżej zero stopni Celsjusa wolno jedynie wtenczas betonować, jeżeli wskutek zastosowania odpowiednich środków szkodliwe działanie mrozu jest wykluczone; zamarłego piasku, kamienia lub betonu nie wolno używać w żadnym razie. Po perjodzie mrozu wolno na gotowy beton nakładać nowe warstwy dopiero wówczas, gdy powierzchnia betonu została dostatecznie ogrzana.

10. Po wykończeniu betonowania należy zespoły aż do dostatecznego stężenia utrzymywać w odpowiedniej wilgoci i chronić od wstrząszeń, uszkodzeń, silnego przeciągu, promieni słonecznych lub działania mrozu.

11. Zarusztowanych zespołów nie wolno bez wyjątku czemkolwiek obciążać przed upływem 4 dni po ukończeniu ubijania. Po tym czasie i w obrębie terminów pod poz. 12. względnie 13. ustanowionych wolno zarusztowane zespoły obciążyć ciężarami wynikającymi w każdym razie z toku lub postępu budowy, jakoteż ścianami, filarami lub słupami, o ile budowle są wielopiętrowe, ale jedynie wtenczas, jeżeli podpierające rusztowania i opierzenia są dostatecznie silne a zarusztowane zespoły tak stwardniały, że prócz

własnego ciężaru także i poszczególne obciążenia mogą wytrzymać z dostateczną pewnością i bez szkodliwych zmian postaci.

12. Podpierające rusztowania wolno usunąć dopiero po stwardnieniu, dającym rękojmię dostatecznej wytrzymałości betonu i to w regule nie wcześniej, jak w 4 tygodnie po ukończeniu ubijania. Opierzenia i rusztowania płyt stropowych cienszych niż 8 cm wolno odjąć z reguły w 10 dni, zaś boczne opierzenia, nie mające znaczenia podpierającego, nie wolno w regule przed upływem 4 dni po ukończeniu ubijania usuwać. Jeżeli odległości podpór i rozmiary przekroju są większe, jakoteż jeżeli zachodzą stosunki utrudniające stwardnienie, należy termin zdjęcia rusztowania stosownie przedłużyć.

13. W terminu pozycej 12. ustanowione wolno wliczać tylko dni niemroźne, t. j. takie, w których temperatura powietrza w cieniu mierzona niezeszła w ciągu 24 godzin niżej 0° C; z nastaniem jednej lub więcej perjod mroźnych należy owe terminy przedłużyć jeszcze conajmniej o ilość dni mroźnych.

14. Podczas zdejmowania opierzeń i rusztowań należy unikać wstrząśnienia zespołów.

15. W obrębie terminów zastrzeżonych w instrukcji, nie wolno zespołów po zdjęciu rusztowania obciążać żadnym znaczniejszym ciężarem, prócz ciężarem stałym.

16. Zespoły w razie potrzeby należy zabezpieczyć w stosowny sposób przed wtargnięciem wód opadowych.

17. Użycie części zespołów z żelbetonu jakoto: belek, płyt, słupów, stopni schodowych itd. wykonanych na osobnych miejscach wytwórczych i na miejsce budowy już w stanie gotowym dostarczonych, wymaga w każdym poszczególnym przypadku osobnego zezwolenia. Muszą one odpowiadać postanowieniom instrukcji i wykazywać trwanie tężenia przed użyciem conajmniej 6 tygodni.

## 2. Zespoły z betonu ubijanego.

**Treść projektu i obliczenie** jak instrukcja.

**Wykonanie zespołów.**

1. Wykonanie zespołów z betonu ubijanego należy poruczać jedynie wyszkolonym robotnikom i to pod nieustannym nadzorem osób, które udowodniły gruntowne obznajomienie się ze sposobem tego rodzaju budowania.

2. Wykonanie zespołów wolno w regule wtedy dopiero rozpoczynać, gdy własności materiałów budowlanych zostały udowodnione. Badanie więc ich należy przeprowadzić w takiej porze, aby wyniki



badania były już gotowe na czas rozpoczęcia używania materiałów i tem samem przydatność ich do dalszego użycia była zapewniona.

3. Sypki beton należy nakładać warstwami najwyżej 15 *cm*, a lepki najwyżej 20 *cm* grubemi i każdą warstwę dla siebie ubijać we właściwej mierze do każdorazowego dodatku wody. Beton wolno zrzucać jedynie do głębokości 3 *m* na miejsce przeznaczenia, na większą zaś głębokość należy go spuszczać zapomocą naczyń lub przyrządów, niedopuszczających odmieszania betonu.

4. Zarusztowanych zespołów nie wolno bez wyjątku niezem obciążać przed upływem 4 dni po skończeniu ubijania. Po upływie tego czasu wolno w obrębie terminów pod poz. 5. względnie 6. ustanowionych jedynie wtedy zarusztowane zespoły obciążyć jakimikolwiek ciężarami, wynikłymi z toku lub postępu budowy, jakoteż — o ile budowle są kilkupiętrowe — ścianami, filarami lub słupami, jeżeli podpierające rusztowania i opierzenia są dostatecznie silne a zarusztowane zespoły tak stwardniały, że prócz własnego ciężaru także i poszczególnione właśnie ciężary mogą wytrzymać z dostateczną pewnością, bez szkodliwych zmian postaci.

5. Podpierające rusztowania wolno usunąć dopiero po stwardnieniu, zapewniającem dostateczną wytrzymałość betonu i to w regule nie rychlej jak w 4 tygodnie po skończeniu ubijania. Bocznych opierzeń, nie mających znaczenia podpierającego nie należy w regule usuwać przed upływem 4 dni po skończeniu ubijania. Jeżeli rozpiętości i rozmiary przekrojów poprzecznych są większe, jakoteż jeżeli istniejące stosunki wpływają niekorzystnie na twardnienie, należy termin zdjęcia rusztowań stosownie przedłużyć.

6. W termina pod poz. 5. ustanowione należy wliczać tylko wolne od mrozu dni, t. j. takie, w których ciepłota powietrza mierzona w ciągu 24 godzin nie schodzi niżej zera stopni Celsiusa; z nastaniem jednego lub więcej okresów mroźnych należy owe termina jeszcze conajmniej o ilość dni mroźnych przedłużyć.

7. Zespołów uwolnionych od rusztowań nie wolno w obrębie 6 tygodni po skończeniu ubijania obciążać żadnym znaczniejszem obciążeniem, z wyjątkiem ciężaru stałego.

8. Użycie części zespołów z betonu ubijanego, jak belek, płyt, słupów, stopni schodowych itd., wytworzonych na osobnych miejscach roboczych i na miejsce budowy w gotowym już stanie dostarczonych, wymaga w każdym poszczególnym przypadku osobnego pozwolenia. Muszą one wykazywać trwanie twardnienia conajmniej przez 6 tygodni.

## VI. Wytrzymałość na zginanie zespołów żelbetonowych ze względu na naprężenia normalne.

### 1. Ogólne założenia i wnioski.

Instrukcja co do zespołów z żelbetu (str. 462.) postanawia głównie, że największe naprężenia cisnące w betonie i ciągnące w żelazie należy obliczać pod tem założeniem, iż pierwotnie płaskie przekroje zespołów żelbetonowych pozostają płaskie także i po odpostaceniu, i że beton nie znosi normalnych natężeń ciągnących; jedynie co do zespołów wystawionych na zginanie a narażonych na wpływy atmosferyczne, wilgoć, parę, dymy lub gazy żelazo niszczące, instrukcja wymaga wyznaczenia także i największych naprężeń ciągnących w betonie. Wreszcie normuje wielkość stałą współczynników sprężystości, które mają służyć za podstawę obliczeń statycznych.

Wiadomo, że belka o przekroju poprzecznym  $F$  i długości  $l$ , pod wpływem ciągnącej lub cisnącej siły  $P$ , działającej w osi podłużnej prostopadle do tego przekroju, doznaje zmiany swej długości, to jest przedłużenia, względnie skrócenia czyli odpostacenia, które w granicach sprężystości (elastyczności) materiału jest wprost proporcjonalne do siły  $P$  i długości  $l$ , a odwrotnie do przekroju  $F$ . Jeżeli zatem przedłużenie, względnie skrócenie jest  $\lambda$ , to powyższy objaw elastyczności daje wyrazić się wzorem

$$\lambda = \frac{1}{E} \cdot \frac{P}{F} \cdot l \quad 366$$

gdzie  $E$  jest współczynnikiem elastyczności.

Z wzoru tego wynika odpostacenie przypadające na jednostkę długości belki

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{P}{F} = \alpha \sigma \quad 367$$

$\varepsilon$  nazywa się wydłużeniem, względnie stłoczeniem, zaś  $\alpha = \frac{1}{E}$  współczynnikiem odpostacenia; zresztą  $\sigma = \frac{P}{F}$  jest natężeniem, przypadającym na jednostkę przekroju poprzecznego.

Równanie 367. jest bliższem określeniem współczynnika elastyczności, a mianowicie: dla  $\varepsilon = 1$ ,  $E = \frac{P}{F} = \sigma$ , to znaczy, że współczynnik elastyczności jest takim naprężeniem, które byłoby w stanie belkę o długości  $l = 1$  i przekroju  $F = 1$  wydłużyć względnie stłoczyć

o całkowitą jej długość pierwotną, gdyby to wogóle było możliwe w granicach elastyczności. Znaczenie zatem współczynnika elastyczności ma tylko rachunkową wartość.

Nazwijmy współczynnik sprężystości żelaza na ciśnienie  $E_z$ , na ciągnięcie  $E_{ez}$  (równe zresztą wzajemnie, t. j.  $E_z = E_{ez}$ ) — współczynnik sprężystości betonu na ciśnienie  $E_b$ , na ciągnięcie  $E_{bz}$ , — przypadające na 1 cm<sup>2</sup> przekroju żelaza naprężenie ciśnące  $\sigma_{ed}$ , ciągnące  $\sigma_{ez}$  (równe zresztą wzajemnie na granicy sprężystości i dopuszczalności), — betonu natężenie ciśnące  $\sigma_{bd}$ , ciągnące  $\sigma_{bz}$ , to odnośnie do równania 367.

$$\epsilon_{ed} = \frac{1}{E_z} \cdot \sigma_{ed} \quad 368$$

$$\epsilon_{ez} = \frac{1}{E_{ez}} \cdot \sigma_{ez} \quad 369$$

$$\epsilon_{bd} = \frac{1}{E_b} \cdot \sigma_{bd} \quad 370$$

$$\epsilon_{bz} = \frac{1}{E_{bz}} \cdot \sigma_{bz} \quad 371$$

Zresztą zgodnie z unormowaniem założeniem co do zachowania niezmiennej płaskości przekrojów poprzecznych podczas zginania, elementa żelaza i betonu po jednej stronie i w równych odstępach od osi obojętnej położone ulegają jednakiemu wydłużeniu, względnie skróceniu, to jest  $\epsilon_{ed} = \epsilon_{bd}$ ,  $\epsilon_{ez} = \epsilon_{bz}$ ; wobec tego zatem odnośnie do powyższych wzorów

$$\frac{1}{E_z} \sigma_{ed} = \frac{1}{E_b} \sigma_{bd}, \text{ a stąd } \sigma_{ed} = \frac{E_z}{E_b} \sigma_{bd} \quad 372$$

$$\frac{1}{E_{ez}} \sigma_{ez} = \frac{1}{E_{bz}} \sigma_{bz}, \quad \sigma_{ez} = \frac{E_{ez}}{E_{bz}} \sigma_{bz}. \quad 373$$

Ponieważ naprężenia żelaza cisnące i ciągnące są na granicy sprężystości i dopuszczalności sobie równe, to jest  $\sigma_{ed} = \sigma_{ez}$ , więc odnośnie do wzorów 372. i 373.

$$\frac{E_z}{E_b} \sigma_{bd} = \frac{E_{ez}}{E_{bz}} \sigma_{bz}, \quad \sigma_{bz} = \frac{E_{bz}}{E_{ez}} \cdot \frac{E_z}{E_{bd}} \sigma_{bd}, \text{ gdy zaś } E_z = E_{ez}, \text{ więc}$$

$$\sigma_{bz} = \frac{E_{bz}}{E_b} \sigma_{bd}. \quad 374$$

$$\frac{E_z}{E_b} = \frac{E_{ez}}{E_b} = n \quad 375$$

$$\frac{E_{bz}}{E_b} = \mu. \quad 376$$

to z podzielenia równania pierwszego przez drugie wynika

$$\frac{E_{ez}}{E_{bz}} = \frac{n}{\mu}. \quad 377$$

wartości te podstawione we wzory 372. do 374. dają

$$\sigma_{ed} = \nu \sigma_{bd} \quad 378$$

$$\sigma_{ez} = \frac{\nu}{\mu} \sigma_{bz} \quad 379$$

$$\sigma_{bz} = \mu \sigma_{bd} \quad 380$$

Unormowane w § 29 instrukcji (str. 462.) współczynniki sprężystości betonu i w § 14, p. 18 instrukcji (str. 456.) żelaza, sprowadzają wzory 375. i 376. do następujących wartości:

$$n = \nu = \frac{E_z}{E_b} = \frac{2,100.000}{150.000} = 14 \text{—}$$

$$\mu = \frac{E_{bz}}{E_b} = \frac{150.000}{150.000} = 1 \cdot 0$$

$$\frac{n}{\mu} = \frac{E_z}{E_b} = \frac{2,100.000}{150.000} = 14 \text{—}$$

względnie

$$n = \frac{2,100.000}{100.000} = 21 \text{—}$$

$$\mu = \frac{100.000}{100.000} = 1 \text{—}$$

$$\frac{n}{\mu} = \frac{2,100.000}{100.000} = 21 \text{—}$$

jednak § 35, p. 10, nakazuje dla belek zginanych przyjąć  $n = 15$ .

## 2. Prostokątne belki i płyty żelbetowe.

1. Wytrzymałość na zginanie belek i płyt betonowych z pojedynczym szeregiem wkładek żelaznych, bez uwzględnienia normalnych naprężeń ciągnących w betonie.

Wszelkie obliczenia wytrzymałości wogóle, a więc i na zginanie odnoszą się do stanu równowagi sił działających na belki, dźwigary itd., a nauka o tej równowadze zowie się statyką i opiera się na następujących trzech głównych warunkach równowagi.

1. Suma wszystkich sił składowych pionowych musi równać się zeru.

2. Suma wszystkich sił składowych poziomych musi równać się zeru.

3. Suma wszystkich momentów musi równać się zeru.

Ponieważ każda siła zewnętrzna (ciężar własny i użytkowy belki, dźwigara itp.) daje się rozłożyć na składową pionową i poziomą, więc owe trzy warunki równowagi będą dopełnione, jeżeli wywołane temi siłami zewnętrznymi siły wewnętrzne pionowe i poziome dźwigara itp. będą tak samo wielkie i w kierunkach wprost przeciwnych działające, wobec czego także i momenta ich zrównoważą się z momentami sił zewnętrznych i nie będą mogły spowodować żadnego ruchu.

### 3. Obliczenie statyczne.

Pamiętając o tych zasadach i stosując się do przepisów § 30—37 instrukcji, projektuje się konstrukcje żelbetowe przy pomocy tablic, poniżej podanych, a sprawdza się podług wzorów, podanych na str. 710.

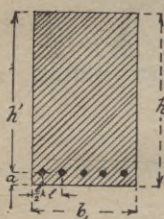
Do projektowania płyt i dźwigarów teowych służą tablice Inż. Michaelisa, częściowo zmienione, zaś słupów tablice, opublikowane przez Dr. Inż. Morscha.

Kto chce przestudjować teorię żelbetu, zechce zaznajomić się z dziełami:

Dr. M. Thulliego: „Teorja żelbetu“, wydanie II. (Lwów 1926),  
Dr. A. Kuryły: „Żelbetnictwo“ (Lwów 1924).

Przy ułożeniu wkładki żelaznej mogą zajść trzy wypadki:

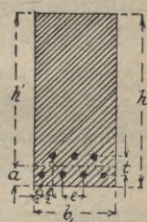
I. wkładka ułożona w jednym rzędzie:      II. wkładka ułożona w dwu rzędach nad sobą:  
III. wkładka w dwu rzędach, przesunięta:      przesunięta:      przesunięta:



Rysunek 68.  
 $m \mathcal{F} d$



Rysunek 69.  
 $m \mathcal{F} d$



Rysunek 70.  
 $m \mathcal{F} d$

Wymiary  $b_1$ ,  $a$ ,  $e$ ,  $t$  są jak niżej:

Przy dźwigarach teowych		przy płytach	przy podciągach
$b_1 = m \cdot 2.5 d$ w cm	szerokość statyczna $b_1$	$= 100$ cm	$= m \times 2.5 d$ w cm
$e = 2.5 d$ w cm	odstęp żelaza od siebie	$= 2.5 d$	$= 2.5 d$
$a^* = 2.0 + 0.5 d$ w cm	gdy wypadek I	$a = 1.0 + 0.5 d$	$= 1.25 + 0.5 d$ w cm
$a = 2.0 + 1.75 d$ w cm	„ „ II	$a = 1.0 + 1.75 d$	$= 1.25 + 1.75 d$ w cm
$a = 2.0 + 1.5 d$ w cm	„ „ III	$a = 1.0 + 1.5 d$	$= 1.25 + 1.5 d$ w cm
$t = 2 d$ w cm		$t = e$ cm	$= e$ cm

gdzie  $d$  jest średnicą wkładki, wyrażoną w cm.

\* Inaczej wkładka rdzewieje (patrz: „Czasopismo techn.“ Nr. 23 z roku 1924, str. 301.). Zresztą należy ściśle stosować się do wymogów instrukcji.

Przy używaniu tablic należy pamiętać o poniższych uwagach:  
Średnica wkładki nie może być mniejszą niż 5, ani większą niż 50 mm.

### I. Przy projektowaniu płyt:

1. Ze względów ekonomicznych **grubość płyt ( $d$ )** nie powinna być większą jak 14 cm, najwyżej 16 cm; gdy grubość płyt jest większa, należy dać dźwigar teowy, o ile inne względy temu się nie sprzeciwiają.

2. Najmniejsza grubość płyt jest określona § 35, p. 8., instrukcji.

3. Odstęp wkładek  $e$  nie powinien przekraczać podwójnej wysokości użytecznej ( $h'$ ), zatem  $e \leq 2 h'$ , a także musi odpowiadać warunkowi:  $e_{min} = 2 \text{ cm}$ ,  $e_{max} = 1\frac{1}{2} d$  względnie 20 cm.

Dla cienkich płyt ( $d = 8-10 \text{ cm}$ ), odstęp ten średnio wynosi  $e = 12$  do 15 cm.

Dla grubych płyt ( $d = 10-16 \text{ cm}$ ), odstęp ten średnio wynosi  $e = 15$  do 20 cm.

4. Długość łożyska powinna wynosić 20 do 25 cm.

### II. Przy projektowaniu dźwigarów teowych:

1. odstęp wkładek w dźwigarze  $e \leq$  średnicy wkładki, zaś  $e_{min} = 2 \text{ cm}$ , zaś  $e_{max} = 20 \text{ cm}$ .

2. Długość łożyska wynosi 26 do 29 cm.

3. Szerokość użyteczna płyty:  $b = 2c + b_1$ , przy czym  $c$  zależy od stosunku  $\frac{a}{l}$  (patrz § 35, p. 9., instr.), gdy

$\frac{a}{l}$	= 0 do 0.25	0.50	0.75	1.0 i więcej
$c$	= 0.5 $a$	0.45 $a$	0.40 $a$	0.33 $a$
$d$	= 0.0625 $a$	0.0562 $a$	0.050 $a$	0.0417 $a$

przy czym  $e_{max} = 8d$ , zaś  $d_{min} = 8 \text{ cm}$  (gdzie  $d$  jest grubością płyty).

4. Szerokość żebra  $b_1 = \frac{h}{2} \text{ cm}$ .

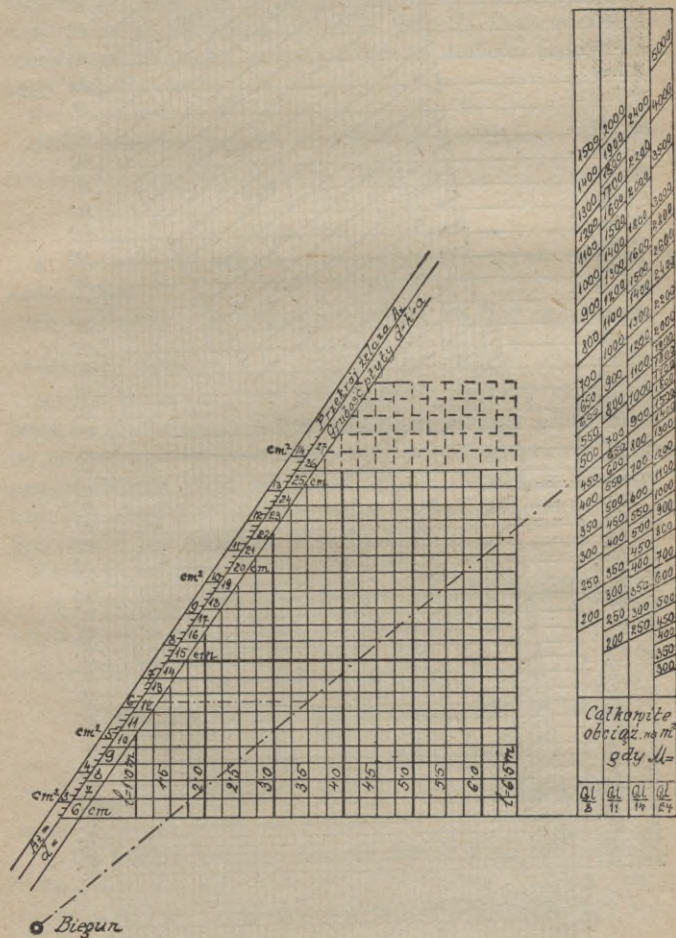
### III. Przy projektowaniu słupów owijanych:

1. ze względu na niebezpieczeństwo wyboczenia należy stosować się do treści § 35, p. 15., instrukcji i zasadom statyki określającej długość  $l$ , a to  $l = 2L$ ,  $l = L$ ,  $l = 0.7L$ ,  $l = 0.5L$ , zależnie od sposobu utwierdzenia końców słupa.

2. Przy projektowaniu słupów, przechodzących przez kilka pięter należy:

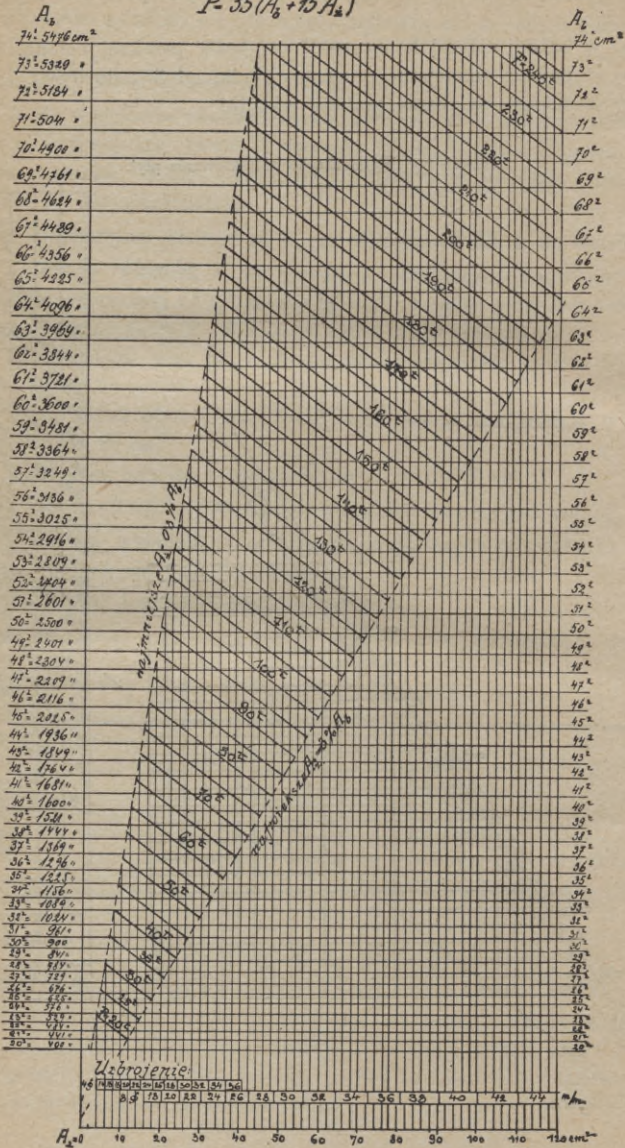
- w każdej niższej konsygnacji zwiększać przekrój betonu,
- stopniowo zmniejszać procent wkładki od 30/0 do 0·80/0.
- stopniowo zwiększać grubość wkładki.

Tablica inż. Michaelisa do projektowania płyt.



Tablica do projektowania słupów.

$$P = 35(A_1 + 15A_2)$$





Użycie tablic inż. Michaelisa:

1. Do projektowania płyt (str. 707.):

Po obliczeniu całkowitego obciążenia ( $q$ ) na  $1 m^2$  płyty, zależnie od sposobu utwierdzenia końców belki, co oznaczone jest momentem  $M = \frac{ql}{8}$ , względnie  $\frac{ql}{11}$ ,  $\frac{ql}{14}$ ,  $\frac{ql}{14}$ , łączymy biegun z kreską podziałki, oznaczającej całkowite obciążenie, przez co uzyskujemy punkt przecięcia z prostą oznaczającą rozpiętość płyty ( $l$ ). Pozioma, przeprowadzona przez ten punkt, przecina podziałkę grubości płyty  $d$  i wielkości wkładki  $A_z$  (na  $1 m$  b.).

Naprzykład:

Belka wolno podparta (a więc  $M = \frac{ql}{8}$ ), obciążenie całkowite =  $500 kg/m^2$ , rozpiętość  $l = 3.5 m$ , zatem

$$d = 12.5 \doteq 13 \text{ cm}$$

$$A_z = 6.2 \doteq 6.3 \text{ cm}^2.$$

2. Do projektowania dźwigarów teowych (tablica przy końcu tomu):

Po obliczeniu całkowitego obciążenia na  $1 m^2$  ( $q$ ), oblicza się obciążenie zastępcze  $q_1 = \frac{q \times a}{b} + 100 kg/m^2$ .

Zależnie od utwierdzenia końców belki, łączymy cyfrę podziałki zastępczego obciążenia z biegunem i otrzymujemy punkt przecięcia tej prostej z prostą oznaczającą rozpiętość dźwigara ( $l$ ). Pozioma przeprowadzona przez ten punkt oznacza: wysokość dźwigara ( $h$ ) i mnożną wkładki ( $A'_z$ ). Rzeczywisty przekrój wkładki  $A_z = A'_z \times b$ , przy czym  $b$  jest wyrażone w metrach.

Naprzykład:

$l = 6.5 m$ ,  $q_1 = 800 kg/m^2$ , wolno podpartej belki ( $M = \frac{ql}{8}$ ) zatem  $h = 36 \text{ cm} \doteq 37 \text{ cm}$ ,  $A'_z = 13 \text{ cm}^2$ ,

$a = 1.95 m$ ,  $\frac{a}{l} = \frac{1.95}{6.5} = 0.3$ ,  $c = 0.49$   $a = 0.49 \times 1.95 = 95.5 \text{ cm}$

$$d = 0.062 a = 0.062 \times 1.95 = 12.2 \doteq 13 \text{ cm}$$

$$b_1 = \frac{h}{2} = \frac{37}{2} = 18.5 \doteq 19 \text{ cm}$$

$$b = 2c + b_1 = 2 \times 95.5 + 19 = 210 \text{ cm} = 2.10 m$$

zatem  $A_z = 13 \times 2.1 = 27.3 \text{ cm}^2$ .

3. Do projektowania słupów (str. 708.):

Po obliczeniu siły działającej  $P$  w tonnach z tablicy odczytuje się wymiar słupa i wkładkę, poczem bada się przekrój ze względu na wyboczenie.



$$y = x - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{b(2x - d)} \text{ cm.}$$

Napężenie żelaza:

Napężenie betonu:

$$\sigma_z = \frac{M}{A_z (h' - x + y)} \text{ kg/cm}^2; \quad \sigma_b = \sigma_z \frac{x}{n (h' - x)} \text{ kg/cm}^2,$$

gdą napężenia dopuszczalne wynoszą  $\sigma_z = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$ .

Przykład 1.

Obliczyć płytę żelbetową i wolno podpartą o świetle 3 m, jako strop nad parterem domu mieszkalnego.

$$\text{Rozpiętość } l = 3.0 + 2 \left( \frac{2.50}{100} 3.0 \right) = 3.15 \text{ m}$$

obeciążenie zmienne:

podłogi . . . . . 100 kg/m<sup>2</sup>

użyteczne . . . . . 200 "

ciężaru własnego . 300 " (przyjęcie!)

---

 600 kg/m<sup>2</sup> to jest 600 kg/m b.

Z tablicy otrzymujemy wymiary:

 $d = 13 \text{ cm}$ ,  $A_z = 6.4 \text{ cm}^2$ , to jest 9  $\mathcal{F}$  10 mm,  $A_b = 7.06 \text{ cm}^2$ ciężar własny  $0.13 \times 2400 = 312 \text{ kg/m}^2$ 

" podłogi . . . . . = 100 "

" użyteczny . . . . . = 200 "

---

 razem  $q = 612 \text{ kg/m}^2$ 
 $l = 3.15 \text{ m}$ 

$$M = \frac{1}{8} 612 \cdot 3.15^2 = 762 \text{ kgm} = 76200 \text{ kgcm}$$

$$h' = 13 - \left( 1 + \frac{1.0}{2} \right) = 11.5 \text{ cm}$$

$$x = \frac{15 \times 7.06}{100} \left[ -1 + \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 11.5}{15 \times 7.06}} \right] = 1.06 \left[ -1 + \sqrt{21.62} \right] = 3.87 \sim 3.9 \text{ cm}$$

$$\sigma_b = \frac{2 \times 76200}{100 \times 3.9 \left( 11.5 - \frac{3.9}{3} \right)} = 38.3 \text{ kg/cm}^2,$$

10.2

gdą:  $\sigma_b \text{ dop} = 50 \text{ kg/cm}^2$  (§ 36, p. 5., instr.)

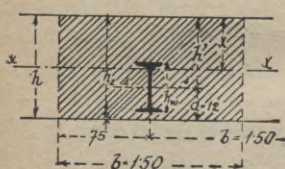
$$\sigma_d = \frac{76200}{7.06 \left( 11.5 - \frac{3.9}{3} \right)} = 1045 \text{ kg/cm}^2,$$

gdy  $s_d \text{ dop} = 1200 \text{ kg/cm}^2$ .

Na podporach ze względu na siłę ścinającą, odginamy 3 żelaza, zaś 4 przechodzą przez całą belkę.

Gdyby płyta była uzbrojona żelazem walcowanym profilowanym, to jest kształtówką  $J$ , wzory są następujące:

Rysunek 71.



$$x = \frac{n \cdot A_z}{b} \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{2 b h'}{n A_z}} \right]$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W_d} = \frac{M x}{J}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{W_z} = n \frac{M (h_e - x)}{J} = n \sigma_b \frac{h_e - x}{x}$$

$$J = \frac{b x^3}{3} + n \left[ J_z + A_z (h - a - x)^2 \right],$$

gdzie  $W_d$  jest momentem oporu ze względu na brzeg górny płyty,  $W_z$  jest momentem oporu ze względu na brzeg dolny płyty, a  $J$  jest momentem bezwładności przekroju ze względu na oś obojętną, zaś  $J_z$  jest momentem bezwładności wkładki.

$$W_d = \left[ \frac{b x}{2} \left( h' - \frac{x}{3} \right) + \frac{n J_z}{x} \right].$$

### Przykład 2.

Obliczyć strop żelbetowy z wkładką  $J$ , Nr. 20 (pruski), przy  $l' = 5.0 \text{ m}$

$l = 5 + 2 \times \frac{2.5}{100} 5.00 = 5.25 \text{ m}$ , a odstępach dźwigarów od siebie co  $1.50 \text{ m}$ .

Przekrój  $J$ , Nr. 20.  $A_z = 33.4 \text{ cm}^2$ ,  $J_z = 2142 \text{ cm}^4$ , ciężar  $1 \text{ m b. } 26.30 \text{ kg}$ .

$$h = 2 + 20 + 10 = 32 \text{ cm}.$$

Jeden dźwigar dźwiga płytę na szerokość  $1.5 \text{ m}$  (t. j. odstęp między dźwigarami), przeto:

Obciążenie wynosi:

podłogi  $100 \times 1.5 \text{ m} \dots \dots \dots 150 \text{ kg/m}^2$

użyteczne  $200 \times 1.5 \text{ m} \dots \dots \dots 300 \text{ "}$

ciężaru własnego:

$0.32 \times 1.50 \times 1800 \times 1.0 \text{ m b.} + \dots = 864 \text{ "}$

+ ciężar  $1 \text{ m b.}$  dźwigara  $\dots = 26.3 \text{ "}$

razem  $1340.3 \text{ kg/m}^2 \doteq 1341 \text{ kg/mb}$  płyty.

$$M = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} 1341 \times 5.25^2 = 4620 \text{ kgm} = 462.000 \text{ kgcm.}$$

$A_s = 33.4 \text{ cm}^2$ ,  $J_s = 2142 \text{ cm}^4$ ,  $h_e = 20 \text{ cm}$ ,  $b = 150 \text{ cm}$ ,  
 $h = 32 \text{ cm}$ ,  $h_e = 30 \text{ cm}$ ,  $n = 15$ ,  $h' = 20 \text{ cm}$ ,  $a = 12 \text{ cm}$

$$x = \frac{15 \times 33.4}{150} \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 150 \times 20}{15 \times 33.4}} \right] = 3.34 \left[ -1 + 3.61 \right] = 8.7 \text{ cm}$$

$$J = \frac{150 \times 8.7^3}{3} + 15 \left[ 2142 + 33.4 \left( 32 - 12 - 8.7 \right)^2 \right] =$$

$$= 32900 + 95800 = 128.700 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_b = \frac{M x}{J} = \frac{462.000 \times 8.7}{128.700} = 31.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 15 \times 31.3 \frac{30 - 8.7}{8.7} = 1150 \text{ kg/cm}^2,$$

widzimy więc, że naprężenia są niższe od dopuszczalnych.

Największa siła poprzeczna:

$$Q_{max} = \frac{q l}{2} = \frac{1341 \times 5.25}{2} = 3520 \text{ kg}$$

Naprężenie ścinające pionowe:

$$\text{dla betonu } \tau_b = \frac{Q_{max}}{f_b + n A_s} = \frac{3520}{100 \times h + 15 A_s} =$$

$$= \frac{3520}{100 \times 32 + 15 \times 33.4} = 0.95 \text{ kg/cm}^2,$$

zaś dla żelaza

$$\tau_s = n \tau_b = 15 \times 0.95 = 14.25 \text{ kg/cm}^2,$$

widzimy więc, że oba naprężenia są znikomo małe i dlatego zwyczajnie opuszcza się ich obliczanie, które podałem tylko dla całkowitego zobrazowania obliczeń.

Naprężenie ścinające ukośne (styczne):

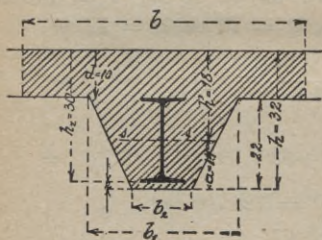
$$\tau_o = \frac{Q_{max}}{b z}, \text{ gdzie } z = h' - \frac{x}{3}$$

więc

$$\tau_o = \frac{3520}{150 \times \underbrace{\left(20 - \frac{8.7}{3}\right)}_{17.1}} = 1.38 \text{ kg/cm}^2,$$

gdy  $\tau_o \text{ dop} = 4.5 \text{ kg/cm}^2$ , względnie  $3.5 \text{ kg/cm}^2$  (patrz instrukcję, § 37, punkt 5).

Rysunek 72.



Tego stropu jednak jako nie-ekonomicznego nie używa się, lepszym od niego jest strop jak rycina 72.; dla dowodu prze-liczmy go, przy przyjęciach jak przy poprzednim przykładzie.

$$A_z = J \text{ Nr. 20} = 33.4 \text{ cm}^2, d = 10 \text{ cm}, h_z = 30 \text{ cm}, h = 32 \text{ cm},$$

$$h' = 20 \text{ cm}, b = 150 \text{ cm},$$

$$b_2 = \text{szer. stopki} + 2 \times 7 \text{ cm} = 9 + 14 = 23 \text{ cm},$$

$$b_1 = b_2 + 2 \times 8.5 = 23 + 17 = 40 \text{ cm}, J_z = 2142 \text{ cm}^4.$$

Ciężar własny:

$$\left[ 0.10 \times 1.5 \times 1 \text{ m b.} + \frac{0.4 \times 0.23}{2} \times 0.22 \times 1 \text{ m b.} \right] 1800 = 394.74$$

$$\text{ciężar śrub dźwigaru} \dots \dots \dots = 26.3 \text{ kg/m} \quad \left. \vphantom{\text{ciężar śrub dźwigaru}} \right\} = 421 \text{ kg/m b.}$$

$$\text{ciężar podłogi i użyteczny, jak poprzednio} \dots \dots \dots = 450 \text{ kg/m b.}$$

$$\text{razem } q = 871 \text{ kg/m b.}$$

$$M = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} 871 \cdot 5.25^2 = 3010 \text{ kgm} = 301.000 \text{ kgcm},$$

zaś  $x$  jak poprzednio = 8.7 cm

$$\sigma_b = \frac{M}{\frac{b x}{2} \left( h_1 - \frac{x}{3} \right) + \frac{n J_z}{x}} = \frac{301.000}{\frac{150 \times 8.7}{2} \left( 20 - \frac{8.7}{3} \right) + \frac{15 \times 2142}{8.7}} =$$

$$= 20.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_z = 15 \times 20.30 \frac{30 - 8.7}{8.7} = 745 \text{ kg/cm}^2.$$

Z powyższego widać, że przekrój ostatni jest więcej ekonomiczny od poprzedniego, lecz i on jest nieekonomiczny w stosunku do przekroju wzimocnionego żelazem okrągłym (jak obliczono w przykładzie pierwszym).

Tutaj muszę dodać, że gdy  $x > d$ , wtedy

$$J = \frac{b x^3}{3} - (b - b_1) \frac{(x - d)^3}{3} + n [J_z \times A_z (A_{h_z} - a - x)^2],$$

gdzie  $b_1$  = szerokość zębra,

$b$  = szerokość użyteczna płyty (patrz § 35, p. 9. instr.).

W wypadku  $x > d$  naprężenia obliczamy wedle wzorów:

$$\sigma_b = \frac{M \cdot x}{J}$$

$$\sigma_z = n \frac{M (h' - x)}{J}.$$

Przykład 3.: Obliczyć podciąg okna wystawowego o rozpiętości w świetle  $l_0 = 3.0$  m, w kamienicy jednopiętrowej, przy czem maksymalna wysokość podciagu jest ograniczona względami konstrukcyjnymi i może wynosi **60.25 cm**.

Obciążenie: Ciężar dachu, stropu strychu, murów pierwszego piętra, stropu pierwszego piętra i użyteczny (ruchomy) przyjmujemy  $Q' = 16060$  kg na cały otwór,  $l = l_0 + 2 \left( \frac{2.5}{100} 3.0 \right) = 3.15$  m.

Ciężar własny belki 60.25 cm wysokiej, a 45 cm szerokiej  $3.15 \times 0.6 \times 0.45 \times 2400 = 2040$  kg, — zatem całkowite  $Q = 16060 \times 2040 = Q = 18100$  kg.

$$M = \frac{18 \cdot 100}{8} 3.15 = 7130 \text{ kgm} = 713.000 \text{ kgcm},$$

przyjmujemy uzbrojenie w dwu rzędach: 7  $\phi$  20,  $A_z = 21.98$  cm<sup>2</sup>, zatem  $a = 1.25 + 1.75 \phi = a = 1.25 + 1.75 \times 2 = 4.75$  cm,  $h' = h - a = 60.25 - 4.75$  cm = 55.5 cm

$$x = \frac{15 \times 21.98}{45} \left[ -1 + \sqrt{\frac{2 \times 4 \times 55.5}{15 \times 21.98}} \right] = 7.32 [-1 + 3.90] =$$

$$= 21.1 \text{ cm}$$

$$\sigma_b = \frac{2 \times 713.000}{45 \times 21.1 \left( \underbrace{55.5 - \frac{21.1}{3}}_{48.5} \right)} = 31.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_z = \frac{M}{A_z \left( h^2 - \frac{x^2}{3} \right)} = 670 \text{ kg/cm}^2.$$

Wymiary są dobrze dobrane.

## VII. Wytrzymałość na zginanie zespołów żelbetowych ze względu na naprężenie nie-normalne.

### 1. Naprężenia ścinające.

Ogólne określenie.

Każda belka, względnie płyta lub belka płytowa pod wpływem sił zewnętrznych (ciężar własny, obciążenie i oddziaływanie na oporach) doznaje — prócz naprężeń normalnych ciśnących i ciągnących — także jeszcze równocześnie i naprężeń ścinających prostopadłych i równoległych do osi podłużnej. Pierwsze zowią się naprężeniami poprzecznymi, drugie zaś podłużnie ścinającymi. Ze względu na warunek równowagi statycznej musi w każdym punkcie danego przekroju poprzecznego naprężenie poprzeczne ścinające równać się naprężeniu podłużnie ścinającemu. Wielkość tych naprężeń daje się wyznaczyć na podstawie sił zewnętrznych, które są zawsze znane; potrzeba tu jednak zbadać właściwy związek zachodzący między temi siłami a naprężeniami, do którego to celu prowadzi następujący wywód.

#### a) Siły poprzeczne.

Najprostszym objawem sił zewnętrznych zginających jest powstanie sił poprzecznych w każdym przekroju poprzecznym belki.

Siła poprzeczna  $Q$  w dowolnym przekroju belki prostej poziomej z obciążeniem pionowym jest — jak wiadomo — sumą wszystkich po lewej stronie tego przekroju działających sił; stąd też w przekroju na lewej podporze siła poprzeczna równa się oddziaływaniu  $A_1$  na tej podporze, t. j.

$$Q_m = A_1 \quad 381$$

i jest największa; podobnie rzecz ma się i na prawej podporze, wobec czego w danym razie należy przedewszystkiem wyznaczyć oddziaływania  $A_1$  i  $A_2$  na podporach.

Jeżeli obciążenie belki jest symetryczne, to oddziaływania podporowe są sobie równe i w takim razie największa siła poprzeczna



$$Q_m = A_1 = A_2 \quad 382$$

a jeżeli na belkę poziomo na obu końcach wolno podpartą na rozpiętość  $l$  działają siły osobne  $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$  w mierzonych od prawej podpory  $A_2$  odstępach  $m_1, m_2, m_3 \dots m_n$ , to oddziaływanie na lewej podporze

$$A_1 = \frac{P_1 m_1 + P_2 m_2 + P_3 m_3 + \dots + P_n m_n}{l} = \frac{\Sigma P m}{l} = Q_m \quad 383$$

a oddziaływanie na prawej podporze

$$A_2 = \frac{\Sigma P m}{l} - A_1 = Q'_m. \quad 384$$

Największa siła poprzeczna od podpory ku środkowi długości belki maleje i schodzi do zera w tym przekroju, w którym moment zgięcia jest największy; stąd na odwrót wnioskuje się, że w przekroju, w którym siła poprzeczna jest zerem, moment zgięcia jest największy.

W przypadku określonym równaniami 383. i 384. siła poprzeczna wzdłuż każdego zresztą nieobciążonego pola belki jest stała i tylko w miejscu zaczepienia każdej osobnej siły ( $P_1, P_2, P_3 \dots$ ) staje się mniejszą o wielkość tej osobnej siły; wobec tego linja graniczna przedstawiająca tę zmianę siły poprzecznej jest linią schodową.

Jeżeli belka wolno podparta jest jednostajnie obciążona ciężarem  $q$  na każdy metr swej rozpiętości  $l_1$ , to oddziaływanie podporowe

$$A_1 = \frac{q l^2}{2l} = \frac{1}{2} q l = A_2 = Q_m \quad 385$$

a zmniejszanie się największej siły poprzecznej będzie się odbywać według równania

$$Q = Q_m - q x \quad 386$$

to jest według linii prostej i dla  $x = \frac{l}{2}$ , będzie  $Q = Q_m - \frac{ql}{2} = 0$  z czego wynika, że w połowie długości belki siła poprzeczna  $Q$  stanie się zerem.

W ten sposób dalej dają się wyznaczyć oddziaływania podporowe i siły poprzeczne belek z obciążeniem złożonym.

b) Naprężenie poprzecznie ścinające.

Naprężenia te powstają wskutek działania sił poprzecznych; ale u belek drewnianych i żelaznych obciążonych w sposób zwykle w budownictwie praktykowany nie oblicza się ich wogóle, chyba że tego wymagają szczególne jakies warunki obciążenia.

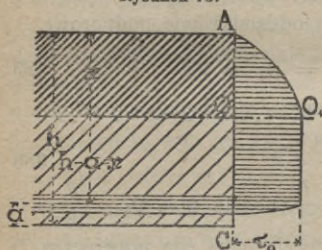
Natomiast w obliczeniu statycznym belek żelbetonowych trzeba wogóle koniecznie uwzględnić naprężenia ścinające.

W belkach żelbetonowych jednak nie zachodzi wcale potrzeba obliczania naprężeń poprzecznie ścinających, gdyż tu zostają one ujęte wkładkami żelaznymi podłużnymi, posiadającymi w tym kierunku wielką wytrzymałość.

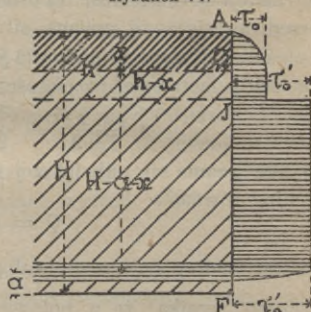
c) Naprężenia podłużnie ścinające.

Naprężenia podłużnie ścinające — jak wiadomo — w krawędzi przekroju belki najwięcej ciśnionej i ciągnionej mają wartość zera; i odtąd począwszy wzrastają według linii parabolicznej aż do osi obojętnej, gdzie osiągają wartość swą największą. Gdy jednak u belek żelbetonowych w obliczaniu także i naprężeń ścinających nie uwzględnia się spóldziałania betonu na ciągnięcie, więc wartość ową największą naprężenia ścinającego począwszy od osi obojętnej trzeba już uważać jako stałą, która mocą przyczepności betonu do żelaza przenosi się niezmienną aż do wkładki ciągnionej, gdzie od środka ciężkości jej przekroju schodzi według płaskiej paraboli do zera w krawędzi najwięcej ciągnionej, jak to zresztą wykazują rysunki 73. i 74.

Rysunek 73.



Rysunek 74.



Największe naprężenie ścinające:

$$\tau_0 = \frac{Q}{b \cdot z}$$

$Q$  w kg,  $b$  i  $z$  w cm, przy czem dla  $\left\{ \begin{array}{l} \text{płyt } b = 100 \text{ cm} \\ \text{belek żebr. } b = b_1, \end{array} \right.$

gdzie:

a) dla płyt i belek żebrowych, jednostronnie uzbrojonych, przy

$$x \leq d, z = h' - \frac{x}{3}$$

a') dla płyt i belek żebrowych, dwustronnie uzbrojonych, przy  $x \leq d$

$$z = \frac{A_s \sigma'_s (h - a') + \sigma_b \frac{b x}{2} \left( h' - \frac{x}{3} \right)}{A_s \sigma'_s + \sigma_b \frac{b x}{2}}$$

b) dla belek żebrowych, jednostronnie uzbrojonych, przy  $x > d$

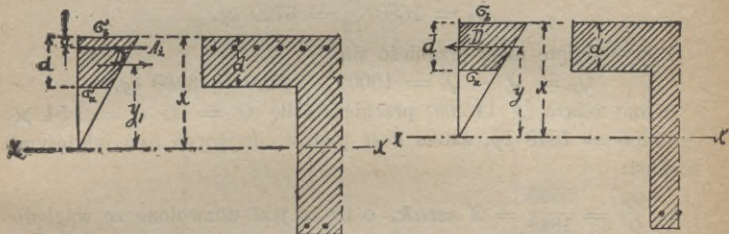
$$(y \text{ jest odległością wypadkowej ciśnienia od osi obojętnej}),$$

b') dla belek żebrowych, dwustronnie uzbrojonych, przy  $x > d$

$$(y \text{ jest odległością wypadkowej ciśnienia od osi obojętnej}),$$

Rysunek 75.

Rysunek 76.



## 2. Obliczenie strzemion.

Gdy z obliczeń, dokonanych według poprzednich wzorów, wypadnie największe naprężenie na ścinanie betonu, większe niż dopuszczalne, wtedy należy odgiąć część prętów i dać strzemiona. Zazwyczaj przyjmujemy odstęp strzemion, obliczamy siłę, którą one mogą przenieść, a resztę mają przenieść odgięte pręty. Stosownie do § 36, p. 3, instr. strzemiona należy umieszczać także i w tych częściach belki, gdzie ze względów statycznych one nie są potrzebne.

Obliczenia strzemion, pracujących na ciągnięcie (a nie ścinanie!) wedle Dr. Saligera, powinno się liczyć jako słupy belki kratowej, której ciśnienia przenoszą się przez beton, spełniającym tutaj rolę zastrzałów.

Rozróżnić tutaj należy kratę pojedynczą, dla której odstęp między strzemionami ( $c$ ) jest równy odległości między punktami zaczepienia, ciągnięcia i ciśnienia ( $h_0$ ), od kraty dwu, trzy lub wielokrotnej,  $n$  krotnej; wtedy  $c = \frac{1}{2}$ , względnie  $\frac{1}{3}$ , względnie  $\frac{1}{n} h_0$ .

Przy kracie pojedynczej  $V = Q$ ,

zaś kracie wielokrotnej  $V = \frac{c}{h_0} Q$ ,

wiemy, że  $V = A_z s_z$ , gdzie  $A_z$  jest przekrojem strzemion, zaś  $s_z$  nat. dop. żelaza na ciągnięcie.

Zaś ta część siły poprzecznej, którą przejmą strzemiona (nachylenie może być większe niż  $45^\circ$ ), wynosi

$$Q_s = V \frac{h_o}{c}$$

Np.  $Q = 10000 \text{ kg}$ ,  $s_z = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $A_z = 1.4 \text{ cm}^2$ ,  $h_o = 48 \text{ cm}$ ,  $c = 12 \text{ cm}$ ,  $b_1 = 30 \text{ cm}$ , wkładka w strefie ciągniętej =  $8 \text{ } \mathcal{F} \text{ } 14 \text{ mm}$ , która posiada przekrój  $8 \times 1.54 \text{ cm}^2$ ,  $V = A_z s_z = 1.4 \times 1200 = 1680 \text{ kg}$ , zatem

$$Q_s = 1680 \frac{48}{12} = 6720 \text{ kg.}$$

Pręty odgięte mają przenieść siłę

$$Q_p = Q - Q_s = 10000 - 6720 = 3280 \text{ kg.}$$

Jedno żelazo ( $\mathcal{F} \text{ } 14 \text{ mm}$ ) przeniesie siłę  $Q' = A_z s_z = 1.54 \times 1200 = 1848 \text{ kg}$ , zatem ilość prętów, mających być odgiętymi wynosi:

$i = \frac{Q_p}{Q'} = \frac{5520}{1848} = 3 \text{ sztuk}$ , o ile to jest dozwolone ze względu na badanie momentów, w przeciwnym razie należy zwiększyć ilość strzemion, a odgiąć tę ilość prętów, które są dopuszczalne ze względów wyżej wymienionych.

Przyczepność żelaza i betonu stanowi warunek działania zespołów żelbetowych jako całości. Gdy naprężenie przyczepności przekracza  $3 \text{ kg/cm}^2$ , potrzeba użyć odpowiednich środków dla wzmocnienia, względnie przeszkodzenia przesunięciu, do czego w pierwszym rzędzie służy odgięcie prętów na kształt haków, a także dodanie strzemion (patrz Dr. Thullie „Teoria żelbetu“, wyd. I, str. 119).

Naprężenie przyczepności obliczamy wedle wzoru

$\tau_1 = \frac{A_z s_z}{U l}$ , gdzie  $U$  = obwód wkładki,  $z$  zależne od położenia osi obojętnej,  $l$  = długość liczona od największej siły wewnętrznej do końca wkładki.

$\tau_1 \text{ dop} = 2.5 \text{ kg/cm}$ , zaś gdy końce wkładki są silnie zakotwione, wtedy naprężenie dop. zwiększa się do  $3.75 \text{ kg/cm}^2$ .

Przykład 4.

Obliczyć strop żelbetowy nad salą  $18 \text{ m} \times 6.6 \text{ m}$ .

Oczywiście zastosujemy płytę żebrowaną, t. j. o przekroju teowym,  $l_o = 6.6 \text{ m}$

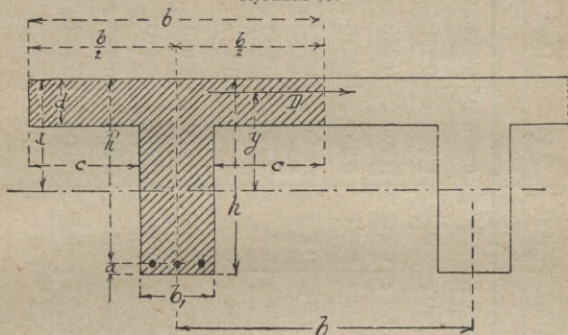
$$l = 6.6 + 2 \left( \frac{2.5}{100} 6.6 \right) = 6.825 = 6.90 \text{ m,}$$

zaś szerokość płyty wynosi  $l' = l + 2 \times 0.2 = 7.33 \text{ m}$ .

Odstęp żeber od siebie wynosi

$$a = \frac{6.6 - 0.3}{3} = 2.10 \text{ m}$$

Rysunek 77.



przy przyjęciu szerokości żebra  $b_1 = 30 \text{ cm}$ . Gdy  $a \leq \frac{l}{3}$ , to szerokość użyteczna płyty  $b = a$ , co zachodzi w tym wypadku, gdyż  $\frac{l}{3} = 2.31 \text{ m}$ .

Po myśli treści instrukcji (§ 35, p. 9), szerokość użyteczna płyty po każdej stronie żebra, dla  $\frac{a}{l} = \frac{2.10}{6.93} = 0.33$ , wynosi  $\frac{c}{a} = 0.48$ , zatem  $c = 0.48 a = 0.48 \times 2.10 = 0.985 \text{ m}$ , zatem  $b' = 2 \times 0.985 + b_1 = 2 \times 0.985 + 0.3 = 2.27 \text{ m}$ , widzimy więc, że  $b' > b$ , więc przyjmujemy  $b = a = 2.10 \text{ m}$ .

W tym wypadku  $c = \frac{2.10 - 0.3}{2} = 0.90 \text{ m}$ , zatem najmniejsza grubość płyty wynosi  $\frac{c}{8} = 0.1125 \text{ m} = 11.25 \text{ cm}$ .

Żebro dźwiga płytę o szerokości  $b = a = 2.10 \text{ m}$ , zatem obciążenie na 1 m b. żebra wynosi:

podłoga $100 \times 2.1 =$	210 kg/m b.
obciążenie zmienne $500 \times 2.1 =$	1050 " "
ciężar własny (otaksowany)	1400 " "
	<hr/>
	razem . 2660 kg/m b.

sz	Wysokość użyteczna $h' = r \cdot \alpha$			Przekrój użyteczny $A_z = t \cdot \beta$			Polożenie osi obojętnej $x = s \cdot h'$							
	dla $s_z =$			dla $s_z =$			dla $s_z =$							
	1200	1100	1000	1200	1100	1000	1200	1100	1000					
	r			t			s							
25	0.605	0.587	0.570	0.555	0.540	0.526	0.149	0.168	0.194	0.226	0.238	0.254	0.273	0.294
26	0.588	0.579	0.550	0.537	0.520	0.504	0.155	0.174	0.200	0.234	0.245	0.262	0.280	0.302
27	0.567	0.550	0.534	0.519	0.501	0.484	0.161	0.181	0.207	0.242	0.252	0.269	0.288	0.310
28	0.552	0.534	0.518	0.504	0.486	0.469	0.166	0.187	0.214	0.250	0.259	0.276	0.296	0.317
29	0.534	0.519	0.504	0.490	0.472	0.455	0.172	0.193	0.221	0.257	0.266	0.283	0.303	0.325
30	0.519	0.504	0.490	0.474	0.456	0.439	0.177	0.199	0.228	0.265	0.273	0.290	0.310	0.333
31	0.505	0.491	0.477	0.463	0.445	0.428	0.183	0.205	0.235	0.272	0.279	0.297	0.318	0.340
32	0.491	0.479	0.464	0.451	0.433	0.416	0.188	0.212	0.242	0.280	0.286	0.303	0.325	0.347
33	0.479	0.467	0.453	0.440	0.422	0.405	0.193	0.218	0.248	0.288	0.292	0.310	0.331	0.354
34	0.467	0.456	0.443	0.430	0.412	0.395	0.199	0.223	0.255	0.295	0.299	0.316	0.338	0.361
35	0.457	0.455	0.433	0.420	0.402	0.385	0.204	0.230	0.262	0.302	0.304	0.323	0.344	0.368
36	0.447	0.435	0.423	0.411	0.393	0.376	0.209	0.236	0.268	0.310	0.310	0.329	0.351	0.375
37	0.438	0.426	0.414	0.403	0.385	0.368	0.214	0.242	0.274	0.317	0.316	0.335	0.357	0.381



Poniższe zestawienie wskazuje wartości  $r$ ,  $t$ ,  $s$  dla innych wartości  $n$ .  
Zestawienie I. Dla  $n = 10$ .

$s_6$	$h' = r \cdot a$			$A_z = t \cdot \beta$			$x = s \cdot h'$					
	dla $s_z =$			dla $s_z =$			dla $s_z =$					
	1200	1100	1000	900	1200	1100	1000	900	1200	1100	1000	900
20	0.856 $\alpha$	0.828 $\alpha$	0.797 $\alpha$	0.756 $\alpha$	0.093 $\beta$	0.117 $\beta$	0.125 $\beta$	0.157 $\beta$	0.143 $h'$	0.154 $h'$	0.167 $h'$	0.182 $h'$
25	0.704 "	0.677 "	0.655 "	0.632 "	0.122 "	0.147 "	0.165 "	0.190 "	0.172 "	0.185 "	0.200 "	0.217 "
30	0.598 "	0.580 "	0.560 "	0.540 "	0.149 "	0.173 "	0.194 "	0.225 "	0.200 "	0.214 "	0.231 "	0.250 "
35	0.526 "	0.508 "	0.492 "	0.475 "	0.172 "	0.199 "	0.222 "	0.259 "	0.226 "	0.241 "	0.259 "	0.280 "
40	0.467 "	0.456 "	0.440 "	0.426 "	0.195 "	0.223 "	0.250 "	0.291 "	0.250 "	0.267 "	0.286 "	0.308 "
45	0.423 "	0.412 "	0.400 "	0.388 "	0.216 "	0.245 "	0.277 "	0.321 "	0.273 "	0.290 "	0.310 "	0.333 "
50	0.389 "	0.378 "	0.368 "	0.358 "	0.236 "	0.265 "	0.302 "	0.347 "	0.294 "	0.312 "	0.333 "	0.357 "



Zestawienie II. Dla  $n = 25$ .

sł	$h' = r \cdot \alpha$			$A_z = t \cdot \beta$			$x = s \cdot h'$					
	dla $s_z =$			dla $s_z =$			dla $s_z =$					
	1200	1100	1000	900	1200	1100	1000	900	1200	1100	1000	900
	$r$			$t$			$s$					
20	0.615 $\alpha$	0.617 $\alpha$	0.618 $\alpha$	0.622 $\alpha$	0.151 $\beta$	0.165 $\beta$	0.182 $\beta$	0.203 $\beta$	0.294 $h'$	0.313 $h'$	0.334 $h'$	0.357 $h'$
25	0.505 "	0.516 "	0.517 "	0.522 "	0.187 "	0.202 "	0.221 "	0.245 "	0.343 "	0.362 "	0.384 "	0.410 "
30	0.446 "	0.448 "	0.450 "	0.542 "	0.215 "	0.235 "	0.259 "	0.290 "	0.385 "	0.405 "	0.428 "	0.455 "
35	0.396 "	0.399 "	0.401 "	0.403 "	0.245 "	0.269 "	0.296 "	0.329 "	0.422 "	0.443 "	0.467 "	0.493 "
40	0.359 "	0.362 "	0.364 "	0.365 "	0.274 "	0.300 "	0.330 "	0.369 "	0.455 "	0.476 "	0.500 "	0.526 "
45	0.330 "	0.332 "	0.333 "	0.336 "	0.301 "	0.329 "	0.360 "	0.407 "	0.484 "	0.504 "	0.528 "	0.554 "
50	0.303 "	0.308 "	0.310 "	0.312 "	0.321 "	0.358 "	0.396 "	0.443 "	0.510 "	0.532 "	0.553 "	0.580 "

Przyjem  $\alpha = \sqrt{\frac{M}{b}}$ ,  $\beta = \sqrt{M \cdot b}$ , gdzie  $M$  w  $kgm$ , zaś  $b$  w  $m$ .



ciężar podłogi  $87.5 \times 2.12 = \dots \dots \dots 212 \text{ kg/m b.}$   
 obciążenie zmienne  $500 \times 2.12 = \dots \dots \dots 1060 \text{ " "}$

ciężar własny  $\left[ 2.12 \times 0.125 + 0.403 \times 0.25 + 2 \times \right.$   
 $\left. \times 0.06 \times \frac{0.06}{2} \right] 2400 = \dots \dots \dots 883 \text{ " "}$   


---

 razem . 2128 kg/m b.

zatem

$$M = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} 2128 \times 6.93^2 = 12.780 \text{ kgm} = 1,278.000 \text{ kgcm}$$

$$x = \frac{n A_z h' + \frac{d^2 b}{2}}{d b + n A_z} = \frac{15 \times 42.42 \times 39.7 + \frac{12.5^2 \times 212}{2}}{12.5 \times 212 + 15 \times 42.42} =$$

$$= \frac{25240 + 16550}{2650 + 636} = \frac{41790}{3286} = 12.7 \text{ cm}$$

$$y = x - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2x - d)} = 12.7 - \frac{12.5}{2} + \frac{12.5^2}{6(2 \times 12.7 - 12.5)} =$$

$$= 6.45 + 2.6 = 9.05 \text{ cm}$$

$$\sigma_z = \frac{M}{A_z(h' - x + y)} = \frac{1,278.000}{42.42(39.7 - 12.7 + 9.05)} = 835 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = \sigma_z \frac{x}{n(h' - x)} = 835 \frac{12.7}{15(39.7 - 12.7)} = 20.6 \text{ kg/cm}^2$$

widzimy, że wymiary są za duże, więc należy je zmniejszyć, a całe obliczenie przeprowadzić na nowo; my jednak pozostaniemy przy tych wymiarach i przeliczymy tę żebrowaną płytę ze względu na naprężenia ścinające i przyczepności.

$$A = \frac{q l}{2} = \frac{2128 \times 6.93}{2} = 7360 \text{ kg}$$

Naprężenie ścinające:

$$\tau_A = \frac{A}{b_1 z} = \frac{A}{b_1 \underbrace{(h' - x + y)}_z} = \frac{7360}{25 \underbrace{(39.7 - 12.7 + 9.05)}_z} = 816 \text{ kg/cm}^2$$

$z = 36.05$

gdy dopuszczalne wynosi  $\tau_o = 3.75 \text{ kg/cm}^2$

$V_{max}$  obliczamy z wzoru  $\tau_o = \frac{V_{max}}{b_1 z} = 3.75 \text{ kg cm}^2$ , zatem

$$V_{max} = \tau_o b_1 z = 3.75 \times 25 \times 36.05 = 3375 \text{ kg}$$

odstęp

$$w = \frac{A - V_{max}}{q} = \frac{7360 - 3375}{2128} = \frac{3985}{2128} = 1.89 \text{ m} = 189 \text{ cm.}$$

Skośna siła ciągnąca

$$Z = \frac{T_1}{\sqrt{2}}, \text{ zaś } T_1 = \frac{\tau_A + \tau_{dop}}{2} \times w \times b_1 = \frac{8.16 + 3.75}{2} \times 189 \times \\ \times 25 = 28.000 \text{ kg,}$$

zatem

$$Z = \frac{28.000}{\sqrt{2}} = 19.800 \text{ kg,} \text{ zaś } A_z = \frac{Z}{s_z} = \frac{19.800}{1200} = 16.5 \text{ cm}^2, \text{ t. j.}$$

3  $\mathcal{F}$  30 mm, zatem mamy odgiąć 3 pręty ( $\mathcal{F}$  30 mm).

Odstęp między nimi powinien wynosić  $\frac{w}{3} = \frac{189}{3} = 63 \text{ cm.}$

Zaczynając o 15 cm dalej od podpory, odległość miejsc odgięć poszczególnych prętów od podpory wynosi:

pręta pierwszego:  $189 + 15 = 204 \text{ cm,}$

" drugiego:  $189 + 15 - 63 = 141 \text{ cm,}$

" trzeciego:  $189 + 15 - 2 \times 63 = 78 \text{ cm.}$

Teraz sprawdzimy, czy ze względu na momenta, odgięcie prętów jest możliwe, tak jak to powiedzieliśmy poprzednio.

$$M_x = \frac{q}{2} x (l - x) = \frac{2128}{2} x (6.93 - x) = 1064 x (6.93 - x).$$

Dla  $x_1 = 2.04 \text{ m}$ ,  $M = 1064 \times 2.04 (6.93 - 2.04) = 10.600 \text{ kgm}$ ; tutaj pozostaje 5 prętów  $\mathcal{F}$  30 mm, które mogą znieść moment

$$M_1 = A_z s_z z = 35.35 \times 1200 \times 36.05^1 = 15.200 \text{ kgm.}$$

Dla  $x_2 = 1.41 \text{ m}$ ,  $M = 1064 \times 1.41 (6.93 - 1.41) = 5270 \text{ kgm}$ , tutaj pozostają 4 pręty, które zniosą moment

$$M_2 = 4 \mathcal{F} 30 \text{ mm, } A_z s_z z = 28.28 \times 1200 \times 36.05 = 12.000 \text{ kgm.}$$

Dla  $x_3 = 78 \text{ cm}$ ,  $M = 1064 \times 0.78 (6.93 - 0.78) = 5120 \text{ kgm}$ , tutaj pozostają 3 pręty, które zniosą moment:

$$M_3 = 21.21 \times 1200 \times 36.05 = 9630 \text{ kgm.}$$

<sup>1</sup> Z ciągle się zmniejsza, lecz my zatrzymujemy tę samą wartość, co upraszcza obliczenie i daje większą pewność.

Po myśli treści instrukcji musimy dać jeszcze strzemiona, aczkolwiek od te pręty zniosą całą skośną siłę  $Z$ .

Dla przykładu przeliczmy strzemiona, które przyjmujemy dwucięte  $\varnothing 6 \text{ mm}$ , a odstęp  $e = 12 \text{ cm}$ .

Strzemiona te zniosą naprężenie ścinające

$$\tau_{st} = \frac{A_z s_z}{e \cdot b_1} = \frac{2 \times 0.28 \times 1200}{12 \times 25} = 2.24 \text{ kg/cm}^2.$$

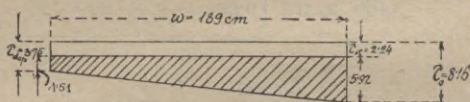
Resztę muszą znieść pręty odgięte.

Siła ścinająca, którą one muszą znieść, wynosi (rys. 79):

$$T = b_1 \left[ \frac{1.51 + 5.92}{2} 189 \right] = 25 [702] = 17.550 \text{ kg}$$

$$Z = \frac{T}{\sqrt{2}} = \frac{17.550}{\sqrt{2}} = 12.400 \text{ kg},$$

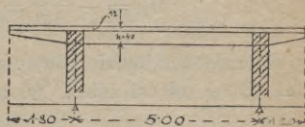
Rysunek 79.



zatem należy odgiąć pręty o przekroju

$$A_z = \frac{Z}{s_z} = \frac{12.400}{1200} = 10.33 \text{ cm}^2, \text{ to jest } 2 \varnothing 30 \text{ mm } (14.14 \text{ cm}^2).$$

Rysunek 80.



Przykład 5.

Obliczyć strop nad pokojem, z obu stron wysadzonym jako wspornik ganków (balkonów), obciążenie zmienne  $500 \text{ kg/m}^2$  (rys. 80).

a) Obliczenie płyty pola środkowego.

Przyjmujemy grubość płyty  $12 \text{ cm}$ , odstęp żeber  $l = 3.00 \text{ m}$ .

Ciężar własny $0.12 \times 2400$ . . .	$= 288 \text{ kg/m}^2$
podłoga . . . . .	$= 72 \text{ "}$
ciężar użytkowy . . . . .	$= 500 \text{ "}$
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	$g = 860 \text{ kg/m}^2$

$$M = \frac{q l^2}{14} = \frac{860 \times 3^2}{14} = 553 \text{ kg/m}$$

$$\sqrt{553} = 23.5, \text{ dla } s_z = 1200 \text{ i } s_b = 40 \text{ kg/cm}^2.$$

Z tablic: str. 722.:

$$h' = 0.411 \times 23.5 = 9.66 \text{ cm}$$

$$A_z = 0.228 \times 23.5 = 5.37 \text{ cm}^2, \quad 9 \text{ } \mathcal{S} \text{ } 9 \text{ mm } (5.72 \text{ cm}^2)$$

$$h = h' + a = 9.66 + 1.7 \text{ cm} = 11.36 \doteq 12 \text{ cm}$$

$$a = 1.25 + 0.5 d = 1.25 + 0.5 \times 0.9 = 1.7 \text{ cm}$$

$$\text{zatem } q = 860 \text{ kg/m, } M = 553 \text{ kgm}$$

$$x = \frac{15 \times 5.72}{100} \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 9.66 \times 100}{15 \times 5.72}} \right] =$$

$$= 0.858 \left[ -1 + 4.84 \right] = 3.3 \text{ cm}$$

$$\sigma_b = \frac{2 \times 55.300}{100 \times 3.3 \left( \underbrace{9.66 - \frac{3.3}{3}}_{8.56} \right)} = 39 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_z = \frac{55.300}{5.72 \left( 8.56 \right)} = 1130 \text{ kg/cm}^2.$$

Moment na podporach:

$$M_p = -\frac{q l^2}{12} = -\frac{860 \times 3.0^2}{12} = 645 \text{ kgm.}$$

Moment ten będzie równy zero w odległości  $\doteq 0.21 l = 0.63 \text{ m} = 63 \text{ cm}$  od osi żebra, 30 cm szerokiego. Moment w zewnętrznej

$$\text{krawędzi żebra } M_{kr} = \frac{M_p \left( 63 - \frac{30}{2} \right)}{63} = -\frac{675 \times 48}{63} = -490 \text{ kgm.}$$

zaś  $\sqrt{M_{kr}} = 22.1$ , wysokość  $h' = 12 - 2 = 10 \text{ cm} = r \sqrt{M_{kr}} = r \cdot 22.1$ , zatem  $r = 0.452$ , co odpowiada  $s_b = 33$  i  $s_z = 1000 \text{ kg/cm}^2$  (właściwie:  $r = 0.453$ ), zatem  $A_z = 0.248 \sqrt{M_{kr}} = 5.5 \text{ cm}^2$ , nasze uzbrojenie ( $9 \text{ } \mathcal{S} \text{ } 9 = 5.72 \text{ cm}^2$ ) w zupełności wystarcza; pozatem rozszerzymy żebra zapomocą skosów (wut).

Przy skrajnych żebrawach  $M_p = -\frac{q l^2}{8} = -\frac{860 \times 9}{8} = -967 \text{ kg m}$ .

Moment ten w odległości  $0.33 l = 99 \text{ cm}$  (od osi żebra) będzie równy zero, zatem analogicznie do poprzedniego

$$M_{kr} = \frac{M_p \left(99 - \frac{30}{2}\right)}{99} = -\frac{967 \times 84}{99} = -813 \text{ kgm}, \quad \sqrt{M_{kr}} = 28.5,$$

$h' = 10 \text{ cm} = r \cdot 28.5$ , zatem  $r = 0.351$ , co odpowiada  $s_b = 46$  i  $A_z = 1000 \text{ kg/cm}^2$ , gdy dopuszczalne wynosi  $s_b = 40$  względnie  $55 \text{ kg/cm}^2$ .

Gdyby  $r$  było zawsze  $0.25$ , wtedy należy dać skosy, na przykład  $1 : 3$ , co przy wysokości  $5 \text{ cm}$  daje szerokość  $15 \text{ cm}$ , zaś wysokość w krawędzi żebra  $h_1' = h' + 5 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$ ,  $15 = r \cdot 28.5$ , zatem  $r = 0.523$ , co odpowiada  $s_b = 29$  i  $s_z = 1200 \text{ kg/cm}^2$ , zaś moment w punkcie zakończenia skosu, odległego o  $30 \text{ cm}$  od osi żebra, wynosi:

$$M''_{kr} = -\frac{M_p \left(99 - \frac{30}{2} - 15\right)}{99} = -\frac{967 \times 69}{99} = 671 \text{ kgm},$$

$$\sqrt{M''_{kr}} = 25.9,$$

$h' = 10 = r \cdot 25.9$ , stąd  $r = 0.386$ , co odpowiada  $s_b = 41$  i  $s_b = 1000 \text{ kg/cm}^2$ , zatem  $A_z = 0.3 \times 25.9 = 7.76 \text{ cm}^2$ , to jest dajemy  $13 \text{ } \mathcal{F} \text{ } 9 \text{ mm}$ , których przekrój  $A_z = 8.27 \text{ cm}^2$ .

b) Obliczenie płyty pola skrajnego.

$$M = \frac{1}{11} q l^2 = \frac{860 \times 9}{11} = 703 \text{ kgm}, \quad \sqrt{M} = 26.5$$

dla  $s_b = 40$  i  $s_z = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $h' = 0.411 \times 26.5 = 10.9 \text{ cm}$ ,

$$h = h' + 2 = 10.9 + 2 = 12.9 = 13 \text{ cm},$$

$A_z = 0.228 \times 26.5 = 6.05 \text{ cm}^2$ , dajemy  $10 \text{ } \mathcal{F} \text{ } 9 \text{ mm}$  ( $6.36 \text{ cm}^2$ ).

c) Obliczenie żebra wysokości  $40 \text{ cm}$ , szerokości  $30 \text{ cm}$ .

Obciążenie płyty  $0.12 \times 3.0 \times 2400 \dots = 863 \text{ kg/m b}$ .

żebra  $0.30 \times 0.40 \times 2400 \dots = 288 \text{ "}$

podłogi  $73 \times 3 \text{ m} \dots = 219 \text{ "}$

$g = 1370 \text{ kg/m b}$ .

ciężar użytkowy  $p = 500 \times 3 = 1500 \text{ "}$

$q = 2870 \text{ kg/m b}$ .

Przy obciążaniu mogą zajść następujące wypadki obciążenia ciężarem użytecznym:

1. Obciążenie płyty pola środkowego.
2. Obciążenie płyt pól skrajnych (wspornika).
3. Obciążenie jednego pola skrajnego i pola środkowego.
4. Obciążenie drugiego pola skrajnego i pola środkowego.
5. Obciążenie jednego pola skrajnego.
6. Obciążenie drugiego pola skrajnego.

Przeliczmy wypadek 1.

$$A \times 5 - 1370 \times (5 \cdot 0 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 2) \left( \frac{8}{2} - 1 \cdot 2 \right) - 1500 \times 5 \times \left( \frac{5}{2} \right) = 0$$

$$5 A = 1370 \times 8 \times 2 \cdot 8 + 1500 \times \frac{25}{2}$$

$$A = \frac{30.680 + 18.750}{5} = 9870 \text{ kg}$$

$$A - 1 \cdot 8 \times g - q x = 0$$

$$x = \frac{9870 - 1 \cdot 8 \times 1370}{2870} = \frac{7404}{2870} = 2 \cdot 58 \text{ m}$$

$$M_{max} = A x - 1 \cdot 8 g \left( \frac{1 \cdot 8}{2} + x \right) - x q \frac{x}{2}$$

$$M_{max} = 9870 \times 2 \cdot 58 - 1 \cdot 8 \times 1370 \times 3 \cdot 48 - 2 \cdot 58^2 \times \frac{2870}{2} = 7400 \text{ kgm.}$$

Przy odstępnie żeber  $a = 3 \cdot 0$ , rozpiętości  $l = 5$ , stosunek  $\frac{a}{l} = \frac{3}{5} = 0 \cdot 6$ , szerokość użyteczna  $b = (2c + b)$  płyty:  $\frac{c}{a} = 0 \cdot 43$ , zatem  $c = 0 \cdot 43 a = 0 \cdot 43 \times 3 = 1 \cdot 29$ , jednak  $c_{max} = 8 d = 8 \times 0 \cdot 12 = 0 \cdot 96 \text{ cm}$ , zatem  $b = 2c + b_1 = 1 \cdot 92 + 30 = 2 \cdot 22 \text{ m}$ .

$$\sqrt{M : b} = \sqrt{\frac{7400}{2 \cdot 22}} = \sqrt{3340} = 57 \cdot 8$$

dla  $s_b = 20$  i  $s_s = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  $h' = 0 \cdot 732 \times 57 \cdot 8 = 42 \cdot 5 \text{ cm}$  zaś  $A_s = 0 \cdot 122 \times 57 \cdot 8 \times 2 \cdot 22 = 15 \cdot 72 \text{ cm}^2$ , to jest 7  $\mathcal{F}$  17 mm ( $15 \cdot 89 \text{ cm}^2$ ), zaś  $h = h' + a = 42 \cdot 5 + 4 \cdot 5 = 47 \text{ cm}$ .

Wypadek 2. wywołuje ciągnięcie w górnej strefie płyty.

$$\text{Moment podpory: } M_A = - \frac{2870 \times 1 \cdot 8^2}{2} = -4650 \text{ kgm; } b = 0 \cdot 30,$$



zatem  $\sqrt{\frac{M}{b}} = \sqrt{15500} = 124.5$ , dla  $s_b = 40$  i  $s_z = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,  
 $h' = 0.411 \times 124.5 = 51.2 \text{ cm}$ , zaś  $h = h' + a = 51.2 + 4.5 =$   
 $= 56 \text{ cm}$ .

$$A_z = 0.228 \times 124.5 \times 0.3 = 8.47 \text{ cm}^2, \quad 5 \text{ } \mathcal{F} \text{ } 15 \text{ mm } (8.85 \text{ cm}^2)$$

$$M_B = - \frac{2870 \times 1.2}{2} = - 1720 \text{ kgm}$$

$$\sqrt{M : b} = \sqrt{\frac{17.20}{0.30}} = \sqrt{5750} = 76$$

zatrzymujemy wysokość  $h' = 51.2 \text{ cm}$ ,

$$h' = r \times 76, \text{ stąd } r = \frac{42.5}{76} = 0.560,$$

co odpowiada  $s_b = 27$  i  $s_z = 1200 \text{ kg/cm}^2$ ,

$A_z = 0.160 \times 76 \times 0.3 = 3.55 \text{ cm}^2$ , to jest 2  $\mathcal{F}$  15 mm (3.54 cm<sup>2</sup>).

Uwagi: Najekonomiczniejszy przekrój żelaza wynosi 3% powierzchni betonu.

Na strzemiona używa się wkładek o średnicy 5 do 10 mm, a wyjątkowo 12 mm.

Tablica przekroji

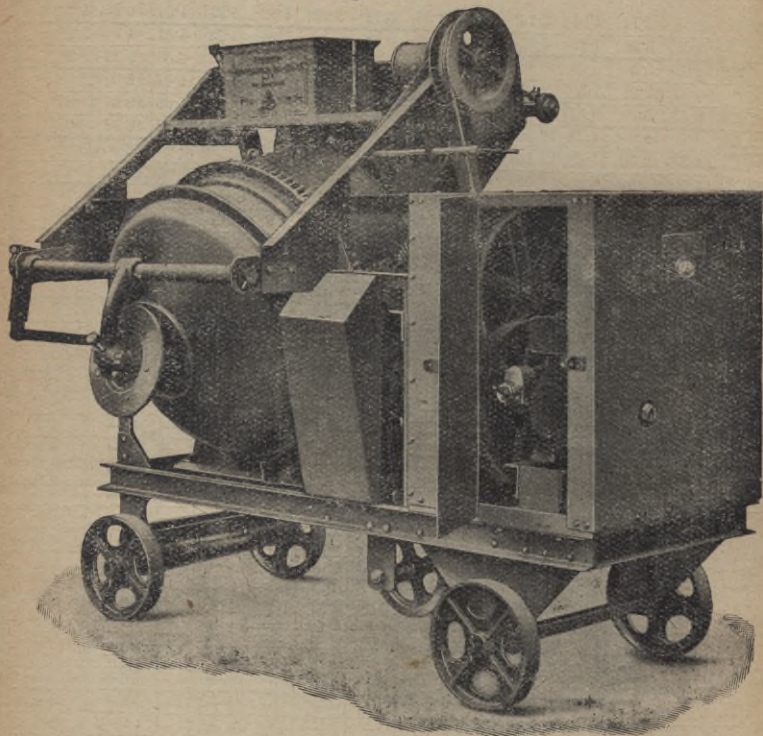
Średnica $\phi$ cm	Ciężar 1 m b. w kg	Obwód w cm	Przekrój w cm <sup>2</sup>										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.5	0.154	1.57	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96	2.16
0.6	0.222	1.89	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83	3.11
0.7	0.302	2.20	0.38	0.77	1.16	1.54	1.93	2.31	2.70	3.08	3.47	3.85	4.24
0.8	0.395	2.51	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03	5.53
0.9	0.499	2.83	0.64	1.27	1.91	2.54	3.18	3.82	4.45	5.09	5.72	6.36	7.00
1.0	0.617	3.14	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.06	7.85	8.64
1.1	0.746	3.46	0.95	1.90	2.85	3.80	4.75	5.70	6.65	7.60	8.55	9.50	10.45
1.2	0.888	3.77	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17	11.30	12.43
1.3	1.042	4.08	1.33	2.66	3.99	5.31	6.64	7.96	9.29	10.62	11.95	13.27	14.60
1.4	1.208	4.40	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86	15.40	16.94
1.5	1.387	4.71	1.77	3.54	5.31	7.08	8.85	10.60	12.37	14.14	15.90	17.67	19.44
1.6	1.578	5.03	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09	20.10	22.11
1.7	1.782	5.34	2.27	4.54	6.81	9.08	11.35	13.62	15.89	18.16	20.43	22.70	25.00
1.8	1.998	5.65	2.54	5.08	7.62	10.18	12.72	15.27	17.71	20.36	22.90	25.45	27.99
1.9	2.226	5.97	2.84	5.68	8.52	11.34	14.18	17.01	19.85	22.68	25.52	28.35	31.20
2.0	2.466	6.28	3.14	6.28	9.42	12.57	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26	31.40	34.54
2.1	2.719	6.60	3.46	6.92	10.38	13.84	17.30	20.76	24.22	27.68	31.14	34.60	38.00
2.2	2.984	6.91	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20	38.00	41.80
2.3	3.261	7.23	4.15	8.30	12.45	16.62	20.77	24.93	29.08	33.20	37.35	41.50	45.65
2.4	3.551	7.54	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68	45.20	49.76
2.5	3.853	7.85	4.91	9.82	14.73	19.64	24.50	29.46	34.37	39.28	44.19	49.10	54.01
2.6	4.168	8.17	5.31	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.48	47.79	53.10	58.41
2.7	4.495	8.48	5.73	11.46	17.19	22.92	28.65	34.38	40.11	45.84	51.57	57.30	63.03
2.8	4.834	8.80	6.16	12.32	18.48	24.63	30.80	36.96	43.12	49.28	55.44	61.60	67.76
2.9	5.185	9.11	6.61	13.22	19.83	26.44	33.05	39.66	46.27	52.88	59.49	66.10	72.71
3.0	5.549	9.42	7.07	14.14	21.21	28.28	35.35	42.42	49.49	56.56	63.63	70.70	77.77
3.2	6.313	10.05	8.04	16.08	24.12	32.16	40.20	48.24	56.28	64.32	72.36	80.4	—
3.4	7.127	10.68	9.08	18.16	27.24	36.32	45.40	54.48	63.56	72.64	81.72	90.8	—
3.6	7.990	11.31	10.18	20.36	30.54	40.72	50.90	61.08	71.26	81.44	91.62	101.8	—
3.8	8.903	11.94	11.34	22.68	34.02	45.36	56.70	68.04	79.38	90.72	102.06	113.4	—
4.0	9.865	12.57	12.57	25.14	37.71	50.28	62.85	75.42	87.99	100.56	113.13	125.7	—
4.2	10.86	13.18	13.82	27.65	41.43	55.27	69.15	82.75	96.7	101.0	124.2	138.2	—
4.4	11.92	13.81	15.18	30.35	45.51	60.65	75.85	91.0	106.1	121.5	136.5	151.9	—
4.6	13.08	14.45	16.65	33.37	50.0	66.7	83.4	100.0	116.8	133.5	149.9	166.5	—
4.8	14.22	15.08	18.1	36.2	54.3	72.3	90.5	108.5	126.8	145.0	163.0	181.0	—
5.0	15.45	15.71	19.70	39.4	59.2	78.8	98.5	118.2	138.0	157.5	177.2	197.0	—



## Maszyny budowlane.

Zastąpienie pracy ręcznej pracą maszyn nie ominęło i przemysłu budowlanego. Ze względu na kolosalną wagę tego procesu, poniżej podaję parę rycin maszyn budowlanych, najkonieczniej potrzebnych w czasie budowy.

Rysunek 81.



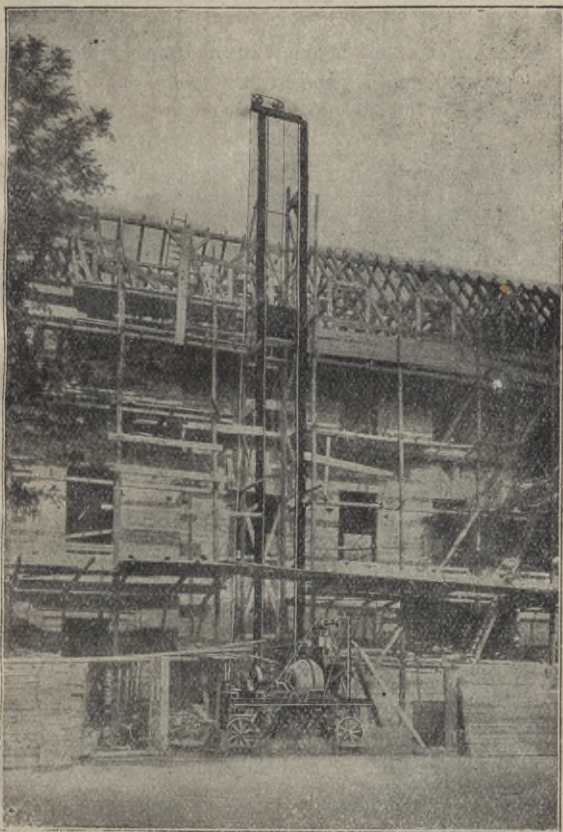
Mieszarki betonu i zaprawy dzielimy na: pracujące nieprzerwanie i okresowo.

Nieprzerwanie pracujące, używane do mieszania zapraw, zwykle mają kształt podłużnego koryta, nachylnego ku odpływowi zaprawy. Otworem, umieszczonym u początku koryta, wysypuje się piasek i gaszone wapno, a ślimacznica, obracająca się w podłużnej osi mieszarki, mieszając składniki, przesuwa całą

<sup>1</sup> Ryciny czerpane z katalogu firmy Allg. Baumaschinen-Ges., Wien, VIII/2.

masę ku odpływowi. Dopływ wody jest tak urządzony, że z końca koryta mieszarki wychodzi gotowa zaprawa.

Rysunek 82.



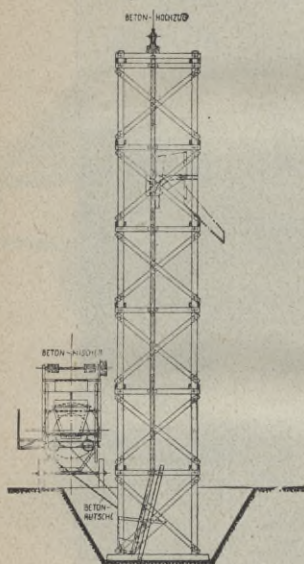
Napęd jest ręczny lub maszynowy (2 K. M.) przy 150 względnie 300 obrotach na minutę. Wydajność 1,5 m<sup>3</sup> względnie 4 m<sup>3</sup> zapraw na godzinę.

Okresowo pracujące mieszarki dokonują swej pracy pewien okres czasu przy wydajności odpowiadającej objętości skrzynki. Mieszanie odbywa się najpierw na sucho, później po daniu wody na mokro.

Mieszarki te dzielimy na:

1. Mieszarki spadkowe (ryc. 81.), które dokonują mieszania przez ruch obrotowy bębna mieszarki i wolnego spadku materiału mieszanego. Bęben mieszarki ma zazwyczaj postać kuli. Objętość bębna wynosi od 200 do 420, a nawet 1000 l. Wydajność godzinna wynosi od 6 do 16, a nawet 40 m<sup>3</sup> betonu. Zużycie mocy 4 do 7, a nawet i 20 K. M. przy 30 do 40 napełnieniach (okresach) bębna w godzinie. Ilość obrotów od 300 do 250 na minutę.

Rysunek 83.



2. Mieszarki wsteczne, które posiadają stały bęben, a pracy mieszania dokonują łopatkami, obracające się na wale, osadzonym w tym bębnie. Objętość bębna wynosi 220 do 750 l; wydajność 8 do 25 m<sup>3</sup>; zużycie mocy 4 do 14 K. M.; ilość obrotów: około 120 na minutę.

Wyrobitony beton wprost z mieszarki jest transportowany przy pomocy wyciągu do miejsca zużycia.

Ryc. 82. przedstawia wyciąg transportujący beton z mieszarki na miejsce zużycia, przy którym opróżnienie następuje automatycznie.

Wyciąg taki normalnie pracuje na wysokość do 20 m, lecz przy małych kosztach może być odpowiednio przedłużony.

Objętość skrzynki wyciągu wynosi od 150 do 375, a nawet 1000 l.

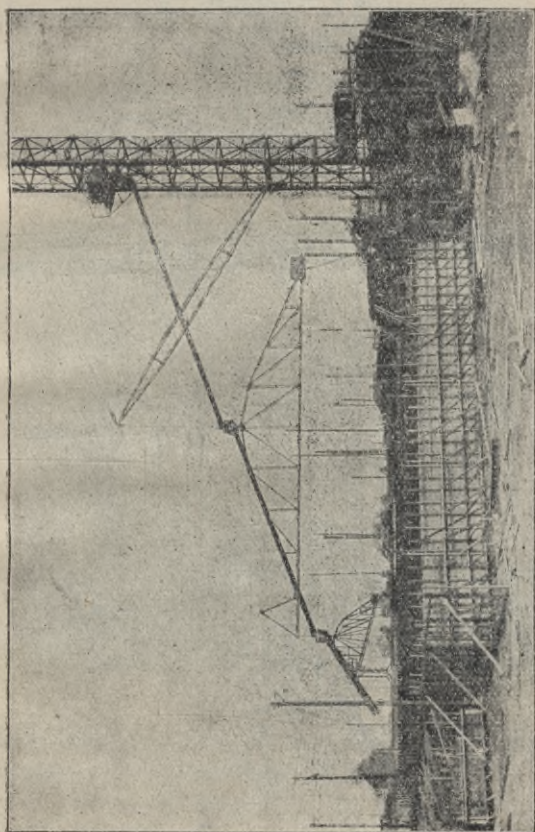
Szybkość ruchu wyciągu wynosi 25 m/minutę. Zużycie mocy od 2 do 7, a nawet 20 K. M.

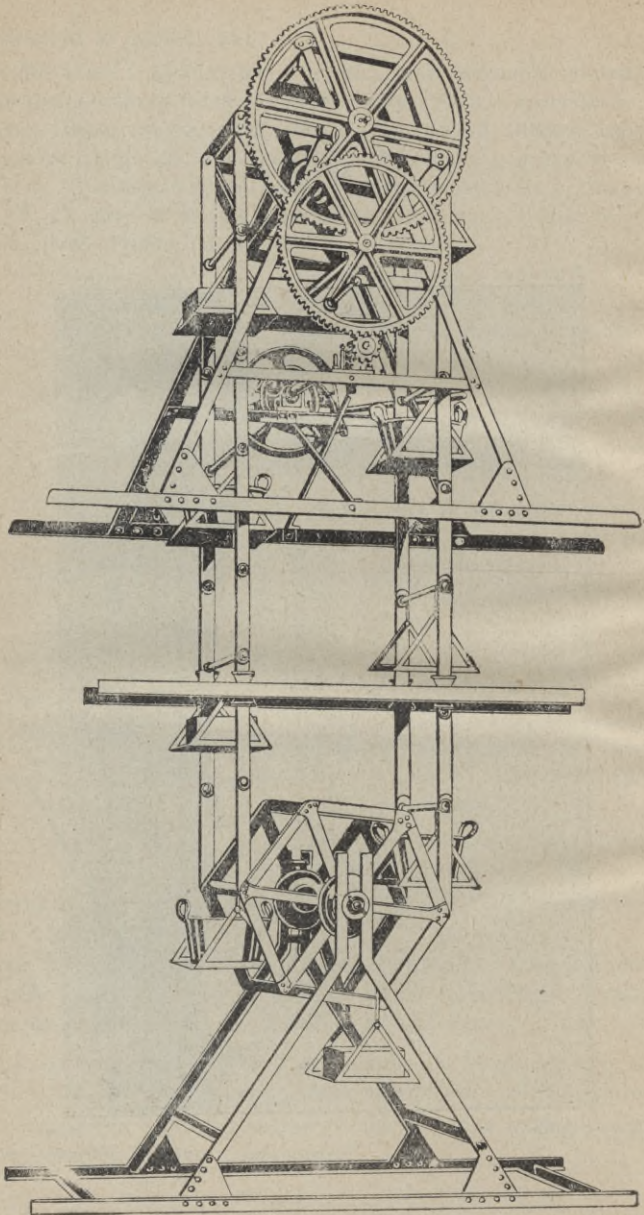
Ryc. 83. przedstawia przekrój takiego wyciągu, z którego widać, że przy zastosowaniu tych maszyn odpada przeladunek betonu, przez co pracę uproszczono, a koszta jej obniżono.

Ryc. 84. przedstawia sposób doprowadzenia betonu lanego na miejsce zużycia. Sposób ten obniża koszta własne przedsiębiorstwa.

Do transportu cegły lub zaprawy wapiennej służy wyciąg o ruchu nieprzerwanym, zwanym „paternoster“.

Rysunek 84.





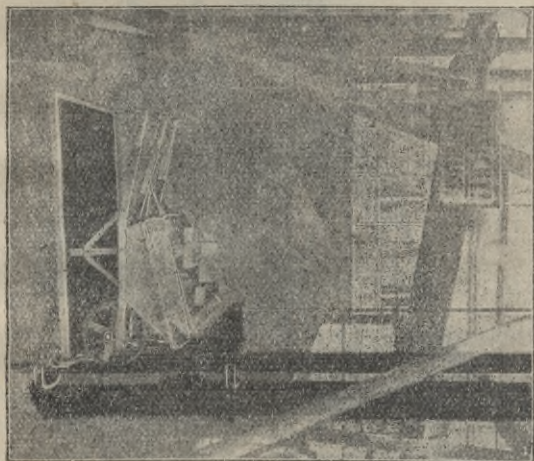


Normalna wysokość działania tego wyciągu wynosi 20 m; napęd ręczny przez 2 ludzi lub maszynowy, przy zużyciu mocy 2 do 3 K. M. Szybkość ruchu wynosi: 12 do 18 m/minutę (patrz rys. 85.).

Wydajność jego wynosi 2500 cegieł i 33 m<sup>3</sup> zaprawy na godzinę.

I w tym dziale istnieją szybkobieżne wyciągi (patrz rys. 86.) o znacznie większej wydajności niż „paternoster“, gdyż posiadają szybkość 50 do 60 m na minutę. Zużycie mocy wynosi 7 do 8 K. M. Praca jego zastępuje pracę 14 koźlarzy przy obsłudze 5ciu ludzi, zatem oszczędność sił roboczych wynosi  $14 - 5 = 9$  ludzi, przyczem nie należy zapominać o kosztach napędu i amortyzacji wyciągu (w 300 dniach).

Rysunek 86.

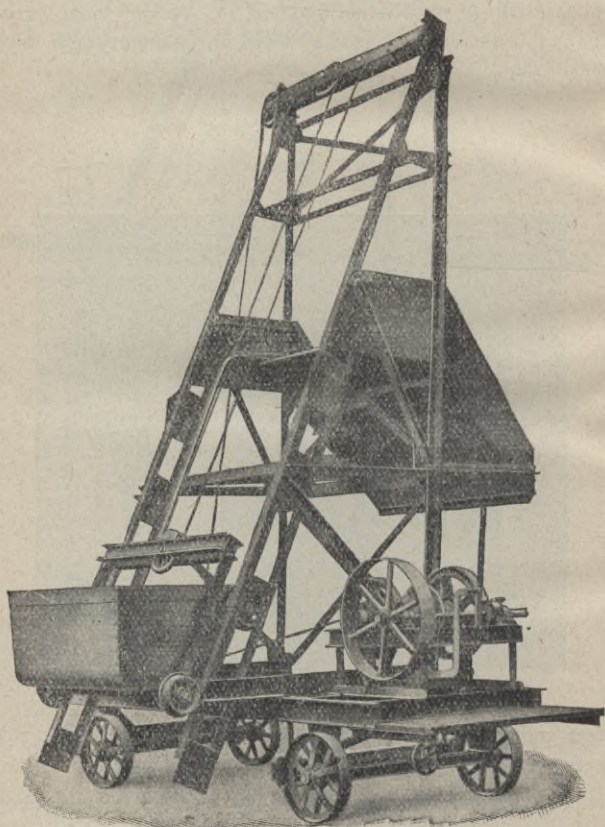


Koszt godzinny tych wydatków jest mały i wynosi tylko równowartość płacy za 2 do 3 godziny pracy pomocnika.

Rys. 87. przedstawia maszynę, która wyrzuca ziemię ukopaną w wykopach pod budowę, a załadowaną do odpowiedniej skrzyni, na wysokość 5 do 6 m. W najwyższym położeniu skrzynia auto-

matyecznie przewraca się, a ziemia zsypuje się po równi pochyłej, wprost do podstawionych wozów. Objętość skrzyni wynosi 500 l, szybkość podniesienia tejże skrzyni około 15 m/minutę, zużycie mocy 8 K. M.

Rysunek 87



## RÓŻNE WZORY, DATY I WSKAZÓWKI.

## I. Wyznaczenie środka ciężkości.

## 1. Środek ciężkości linii.

O ciężkości linii wogóle, a więc i o środku jej ciężkości można mówić w tym razie tylko, jeżeli się pomyśli, iż punkta, jako składowe elementa linii w pojęciu geometrycznym, są atomami materji. Na tem więc założeniu opiera się cały wywód niżej przeprowadzony.

Środek ciężkości linii prostej jest w połowie jej długości.

Jeżeli linja jest łamana, a więc złożona z odcinków prostych, których długości są na przykład  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , to celem wyznaczenia jej środka ciężkości odnosimy ją do prostokątnego układu osi spólrzędnych  $O X$  i  $O Y$  dowolnie położonego, wyznaczamy odcięte  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , oraz rzędne  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$  środków ciężkości każdej części łamanej  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , obliczamy ich momenta statyczne względem osi  $x$ -ów  $a x_1$ ,  $b x_2$ ,  $c x_3$  i względem osi  $y$ -ów  $a y_1$ ,  $b y_2$ ,  $c y_3$ ; a opierając się na tej zasadzie, że moment statyczny wypadkowej siły, względnie ciężaru  $R$  równa się sumie momentów statycznych poszczególnych sił czyli ciężarów składowych, otrzymujemy w niniejszym przypadku

$x_0(a+b+c) = a x_1 + b x_2 + c x_3$ ;  $y_0(a+b+c) = a y_1 + b y_2 + c y_3$ ;  
stąd rzędna i odcięta całej linii łamanej

$$x_0 = \frac{a x_1 + b x_2 + c x_3}{a + b + c}; \quad y_0 = \frac{a y_1 + b y_2 + c y_3}{a + b + c};$$

gdzie dla długości  $a$ ,  $b$ ,  $c$  i dla wszystkich spólrzędnych należy przyjąć tę samą podziałkę w rysunku.

W ten sam sposób dają się wyznaczyć spólrzędne  $x_0$ ,  $y_0$  środka ciężkości ramion danego kąta, albo też środka ciężkości obwodu każdego danego utworu geometrycznego, ograniczonego linjami prostymi, gdyż zarówno ramiona danego kąta, jak rzeczzone obwody są właściwie linjami łamanymi.

Rzędna środka ciężkości łuku  $l$  koła o promieniu  $r$ , mierzona od środka koła, równa się iloczynowi z ciężkości i promienia, podzielonemu przez długość łuku, jak to wynika z równania

$$y_0 = \frac{r c}{l}$$

gdzie  $c$  jest cięciwą łuku, zaś początek  $O$  układu osi współrzędnych  $OX$  i  $OY$  znajduje się w środku koła, zatem  $y_0$  jest odstępem środka ciężkości łuku od środka koła.

$$\text{Dla półkoła } c = 2r, \quad l = r\pi, \quad \text{stad } y_0 = \frac{2r^2}{r\pi} = \frac{2r}{\pi}.$$

## 2. Środek ciężkości płaskich utworów geometrycznych.

Środek ciężkości powierzchni trójkąta leży na linii, łączącej wierzchołek jego którykolwiek ze środkami boku przeciwnego, w odległości  $\frac{1}{3}$  części tej linii od rzezonego boku mierzonej.

Środek ciężkości równoległoboku tworzy punkt przecięcia się obu jego przekątni.

Środek  $s$  ciężkości trapezu o wysokości  $h$  leży na linii, łączącej środki obu jego boków równoległych  $a$  i  $b$ , zawsze jednak bliżej boku dłuższego z nich obu. Gdy więc  $a < b$ , to odstęp od boku  $a$  i odstęp od boku  $b$ , czyli rzędne  $y_a$  i  $y_b$  wynikają z wzorów

$$y_a = \frac{h}{3} \cdot \frac{a+2b}{a+b}, \quad y_b = \frac{h}{3} \cdot \frac{2a+b}{a+b}$$

Z wzorów tych widno zresztą, że  $y_a > y_b$ , gdyż  $(a+2b) > (2a+b)$ .

Rysunkowo można wyznaczyć środek ciężkości trapezu, jeżeli połączy się prostą środki obu jego boków równoległych, i następnie przedłuży w przeciwne strony każdy z tych boków o długość drugiego; punkt — w którym przetnie się prosta łącząca oba końce przedłużeń z ową prostą, łączącą środki obu boków — jest środkiem ciężkości trapezu.

Środek ciężkości dowolnego czworoboku. Celem wyznaczenia tego środka dzieli się czworobok zapomocą przekątni na dwa trójkąty, wyznacza ich środki ciężkości i łączy je prostą zwaną linią ciężkości; następnie tak samo postępuje się z drugą odmienną parą trójkątów, otrzymanych zapomocą drugiej przekątni. Punkt — w którym się przetną linie środków obu par trójkątów — jest środkiem ciężkości czworoboku.

Również zapomocą momentów statycznych, odniesionych do prostokątnego układu osi współrzędnych można wyznaczyć środek ciężkości czworoboku. W tym celu dzieli się czworobok, prze-

kątnią na dwa trójkąty, wyznacza się ich środki ciężkości, oraz spólrzędne obu tych środków  $x_1, y_1$  i  $x_2, y_2$  w odniesieniu do układu osi spólrzędnych, i oblicza się powierzchnie  $f_1$  i  $f_2$  trójkątów. Na podstawie tych danych otrzymuje się równania momentów statycznych względem osi  $x$ -ów i  $y$ -ów:

$$x_0(f_1 + f_2) = x_1 f_1 + x_2 f_2, \quad y_0(f_1 + f_2) = y_1 f_1 + y_2 f_2,$$

stąd spólrzędne środka ciężkości czworoboku

$$x_0 = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2}{f_1 + f_2}; \quad y_0 = \frac{y_1 f_1 + y_2 f_2}{f_1 + f_2}.$$

Środek ciężkości dowolnego wieloboku daje się wyznaczyć dokładnie tymi samymi dwoma sposobami, jak czworoboku. Jeżeli jednak wielobok ma znaczniejszą ilość boków, to dwukrotne dzielenie go przekątniami na części itd., przedstawia się w całości jako sposób bardzo zawily. W takim razie najkorzystniej zastosować sposób wyznaczenia spólrzędnych środka ciężkości zapomocą równań momentów statycznych, a mianowicie: Po podzieleniu wieloboku na poszczególne części wyznacza się każdej środek ciężkości, oraz spólrzędne wszystkich tych środków w odniesieniu do układu prostokątnego osi spólrzędnych i oblicza powierzchnie  $f_1, f_2, f_3 \dots f_n$  wszystkich części składowych wieloboku.

Na tej podstawie otrzymuje się równania momentów statycznych względem osi  $x$ -ów i  $y$ -ów:

$$x_0(f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) = x_1 f_1 + x_2 f_2 + x_3 f_3 + \dots + x_n f_n,$$

czyli  $x_0 \sum_1^n f = \sum_1^n x f$

$$y_0(f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) = y_1 f_1 + y_2 f_2 + y_3 f_3 + \dots + y_n f_n,$$

czyli  $y_0 \sum_1^n f = \sum_1^n y f$  stąd

$$x_0 = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + x_3 f_3 + \dots + x_n f_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n} = \frac{\sum_1^n x f}{\sum_1^n f},$$

$$y_0 = \frac{y_1 f_1 + y_2 f_2 + \dots + y_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum_1^n y f}{\sum_1^n f}.$$

Środek ciężkości  $s$  wycinka koła leży na promieniu  $r$  koła, połowiącym wycinek, w odległości od środka koła

$$y_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{rc}{l} = \frac{2}{3} \cdot \frac{r \sin \alpha}{\text{arc } \alpha} = 38 \cdot 1972 \cdot \frac{r \sin \alpha}{\alpha^3} = \frac{r^2 c}{3 F^2}$$

gdzie  $\text{arc } \alpha = \frac{\alpha \pi}{180}$ ,  $l$  jest łukiem wycinka,  $c$  cięciwą jego,  $\alpha$  jest połową kąta środkowego odpowiadającego wycinkowi,  $F = r^2 \text{arc } \alpha = = r^2 \frac{\alpha \pi}{180}$  jest powierzchnią wycinka.

$$\text{Dla } c = 2r, l = r\pi \text{ stąd } y_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{r \cdot 2r}{r\pi} = \frac{4}{3} \cdot \frac{r}{\pi} = 0 \cdot 4244 r.$$

$$\text{Dla } \frac{1}{4} \text{ powierzchni koła } y_0 = \frac{4}{3} \cdot \frac{r\sqrt{2}}{\pi} = 0 \cdot 6002 r.$$

$$\text{Dla } \frac{1}{6} \text{ powierzchni koła } y_0 = \frac{2r}{\pi} = 0 \cdot 6366 r.$$

Środek ciężkości odcinka koła leży również na promieniu  $r$  koła, połowiącym odcinek, w odległości od środka koła

$$y_0 = \frac{c^3}{12 F^2} = \frac{2 r^3 \sin^3 \alpha}{3 F^2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{r \sin^3 \alpha}{\text{arc } 2\alpha - \sin 2\alpha}$$

gdzie  $\text{arc } 2\alpha = 2 \cdot \frac{\alpha \pi}{180}$ ,  $F = \frac{1}{2} r^2 (\text{arc } 2\alpha - \sin 2\alpha)$  jest powierzchnią odcinka,  $c$  jego cięciwą,  $\alpha$  jest połową kąta środkowego, odpowiadającego odcinkowi.

Środek ciężkości wycinka pierścienia kołowego o promieniu zewnętrznym  $R$ , wewnętrznym  $r$ , leży na promieniu połowiącym wycinek, w odległości od środka koła

$$y_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\text{arc } \alpha} = 38 \cdot 1972 \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha}$$

gdzie  $\alpha$  jest połową kąta środkowego odpowiadającego wycinkowi pierścienia.

Środek ciężkości powierzchni, ograniczonej łukiem paraboli  $OM_1M$ , rzędną  $MP = y$  i odciętą  $OP = x$  punktu  $M$  paraboli według rysunku 131 — w odniesieniu do osi współrzędnych  $OX$  i  $OY$  wyznacza się współrzędnymi:

$$x_1 = \frac{3}{5} \cdot x, \quad y_1 = \frac{3}{8} \cdot y;$$

natomiast środek powierzchni, ograniczonej wyżej określonym łukiem  $OM_1M$  paraboli i prostymi  $OB$  i  $BM$ , czyli środek ciężkości

powierzchni  $OBMM_1$  (rys. 131.), wyznacza się odniesionymi do osi spólrzędnych  $OX$  i  $OY$  spólrzędnymi:

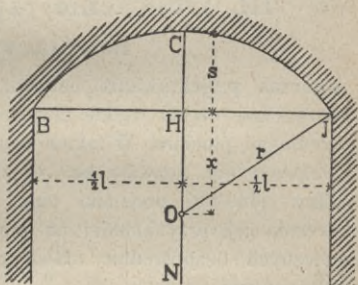
$$x_2 = \frac{3}{10} x, \quad y_2 = \frac{3}{4} y,$$

gdzie, jak już wyżej zaznaczono  $x = OP$ ,  $y = MP$  są spólrzędne końcowego punktu  $M$  łuku paraboli.

## II. Wyznaczenie łuku kołowego sklepienia.

Zazwyczaj daną jest strzałka  $s$  i rozpiętość  $l$  sklepienia wogóle, a więc także i sklepienia o łuku koła, uwidocznionym w rysunku 88. Do wykreslenia jednak łuku  $ACB$  na krążynie, potrzebnej do wykonania sklepienia, musi być jeszcze — prócz strzałki i rozpiętości sklepienia — dane położenie środka koła i długość jego promienia  $r$ . Ponieważ środek łuku, zakreślonego promieniem  $r$ , musi leżeć na prostopadłej do cięciwy ze środka tej cięciwy wyprowadzonej, więc uwidoczniła w rysunku 88. prosta  $CN$ , wykreslona prostopadle do cięciwy  $BJ = l$ , przechodząca przez jej środek  $H$  musi przechodzić także przez środek  $O$  łuku  $JCB$ , zaczem prosta, łącząca środek  $O$  z końcem  $J$  cięciwy, musi być także promieniem  $r$  tego łuku. Zadaniem naszym teraz jest wyznaczenie długości  $r$ , w którym

Rysunek 88.



to celu otrzymujemy z prostokątnego trójkąta  $O H J$   $r^2 = x^2 + \frac{l^2}{4}$ , gdy zaś  $OC = OJ = r = x + s$ , a stąd  $x = r - s$ , więc po podstawieniu tej wartości, będzie

$$r^2 = (r - s)^2 + \frac{l^2}{4} = r^2 - 2rs + s^2 + \frac{l^2}{4}$$

czyli  $2rs = s^2 + \frac{l^2}{4} = \frac{4s^2 + l^2}{4}$ , wreszcie długość promienia

$$r = \frac{4s^2 + l^2}{8s} = 0.125 \cdot \frac{4s^2 + l^2}{s}$$

To równanie łącznie z poprzednim

$$r = x + s$$

umożliwia wyznaczenie dwu wielkości, gdy zaś wszystkich wielkości jest tu cztery, t. j.  $l$ ,  $r$ ,  $s$ ,  $x$ , więc muszą być zawsze dane co najmniej dwie z nich, aby można wyznaczyć resztę.

Tak na przykład jeżeli jest dane  $r$ ,  $l$ , to  $x$ ,  $s$  wyznacza się w sposób następujący: Z równania otrzymujemy

$$8rs = 4s^2 + l^2, \quad 4s^2 - 8rs = -l^2, \quad s^2 - 2rs = -\frac{1}{4} \cdot l^2 \quad \text{stad}$$

$$s = r \pm \sqrt{r^2 - \frac{l^2}{4}} = r \pm \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - l^2}.$$

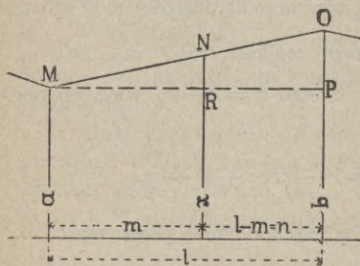
Z równania zaś 1137. wynika  $x = r - s$ , po podstawieniu zaś za  $s$  wartości z równania 1138. mamy

$$x = r - r \pm \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - l^2} = \mp \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - l^2}.$$

### III. Obliczenie rzędnych z planu niwelacyjnego.

Podczas projektowania budowli ziemnych podstawę obliczeń tworzą także często rzędne niwelacyjne, które nie wynikły z bezpośredniego pomiaru. W takich razach niezbędna dokładność pracy technicznej nie pozwala na zdjęcie potrzebnej rzędnej cyrklem według odnośnej podziałki planu niwelacyjnego, lecz wymaga obliczenia jej przynajmniej na podstawie najbliższych rzędnych granicznych bezpośrednio niwelacyjnym instrumentem na miejscu pomierzonych.

Rysunek 89.



Rysunek 89. przedstawia dwa po sobie następujące we wzajemnym odstępie  $l$  położone punkta  $M$  i  $O$  przekroju niwelacyjnego z rzędnymi  $a$  i  $b$ , obliczonymi z bezpośredniego pomiaru instrumentem niwelacyjnym. Jeżeli zatem potrzeba obliczenia rzędnej  $x$  punktu  $N$ , położonego w odstępie  $m$  od punktu  $M$ , to wykreślona z punktu  $M$  pozioma prosta  $MP$  wykazuje, że  $RN = x - a$ , zaś  $OP = b - a$ ;

gdy zaś trójkąt  $MOP \sim MNR$ , więc  $MP : MR = OP : NR$ , czyli  $l : m = (b - a) : (x - a)$ , zatem  $l(x - a) = m(b - a)$ ,  $x - a =$



$$= \frac{m(b-a)}{l}, \text{ zaś stąd}$$

$$x = \frac{m(b-a)}{l} + a = \frac{m(b-a) + al}{l},$$

ostatecznie

$$x = \frac{mb + a(l-m)}{l} = \frac{mb + an}{l}. \quad 387$$

W tem równaniu jest sześć różnych wielkości  $a, b, l, m, n, x$ , a właściwie pięć tylko, gdyż  $l = m + n$ ; musi być zatem danych conajmniej cztery, aby można piątą wyznaczyć.

Rozwiązanie wzoru 387. według każdej z tych wielkości przedstawia się w sposób następujący.

$$lx = al - am + bm, \quad l(x-a) = m(b-a)$$

$$l = \frac{m(b-a)}{x-a} \quad 388$$

$$x - a(l-m) = bm,$$

$$a = \frac{lx - bm}{l-m} = \frac{lx - bm}{n} \quad 389$$

gdzie według rys. 89.  $n = l - m$ .

$$lx - a(l-m) = bm,$$

$$b = \frac{lx - a(l-m)}{m}. \quad 390$$

Z wzoru 388. i 389.:

$$m = \frac{l(x-a)}{b-a} \quad 391$$

$$n = \frac{lx - bm}{a} \quad 392$$

albo po podstawieniu we wzór 388.  $m = l - n$  będzie

$$l(x-a) = l(b-a) - n(b-a), \quad n(b-a) = l(b-a - x + a)$$

$$n = \frac{l(b-x)}{b-a} \quad 393$$

#### IV. Usunięcie wykwitów na murach.

Wykwit sałetrzany itp. szczytkuje się na sucho, a uszkodzone części muru ogrzewa się dokładnie począwszy od środka każdej plamy i to najlepiej płomieniem dmuchawki do lutowania tak długo, aż wśród cichego trzeszczenia nie odłuszczą się od ściany płytki 1 do 1.5 mm grube. Doświadczenie wykazało, że płomień dmuchawki niszczy wszelką substancję, zdolną do wytworzenia wykwitów na 2 do 3 cm głęboko.

Wypalone w ten sposób miejsca należy powlec dwukrotnie płynem, złożonym z podwójnego szkła wodnego, mialkiej kredy i wody, która to powłoka uniemożliwia wsiąkania wilgoci i nie dopuszcza powstawania plam.

Z upływem dnia po wypaleniu należy ścianę na nowo wyprawić.

Ściany nowej budowli trzeba zagruntować farbą klejową kredową przed rozpoczęciem usuwania plam, gdyż w tym razie wystąpią wszystkie plamy zupełnie wyraźnie już po kilku dniach, zaczem można je za jednym zachodem wszystkie usunąć.

## V. Izolacja murów od zamakania.

Mieszaninę złożoną z 35 l cementu portlandzkiego i ze 100 l czystego ostrego piasku zarabia się 2 litrami emulzji bitumicznej Wünnera jako zaprawę, wyprawia się nią ścianę w dwu warstwach po poprzednim oczyszczeniu i zaopatruje delikatną 3 mm grubą wierzchnią warstwą, wygładzoną aż do połysku stalową kielnią.

Całkowita grubość wyprawy stosuje się do ciśnienia wody, a mianowicie, gdy ciśnienie nie wielkie, wystarcza grubość 2,5 do 3 cm; w razie większego ciśnienia daje się wyprawę 4 do 5 cm grubą. Wyprawa w ten sposób zastosowana tworzy zupełną izolację od wilgoci.

Emulzja Wünnera jest płynem ciemno brunatnym żywicznie olejowym zapachu gazu świetlnego; nie rozpuszcza się w wodzie, ani kwasach, z hydratami wapnia względnie z cementem ściśle się miesza i zapelnia w całości pustkę międzycząstkową cementu bez wpływu na jego właściwości wiązania.

## VI. Roboty budowlane a roboty wewnętrznego urządzenia.

W budownictwie istnieje zasada, że wszystko, co jest stale związane z budynkiem, należy do robót budowlanych. Zasada ta ma rozstrzygające znaczenie w tym razie, gdy zachodzi wątpliwość, czy niektóre stale z budynkiem połączone osobne przedmioty należą do budowy, czy też do wewnętrznego urządzenia budynku.

Otóż do wewnętrznego urządzenia należy to wszystko, co stanowi istotną cechę przeznaczenia budynku; tak np. rury wodociągowe, gazowe itp. są stale z budynkiem połączone; ale ponieważ z nich nie można jeszcze poznać, na jaki cel budynek jest prze-

znaczone, więc zalicza się je tylko do robót budowy. Natomiast ławki szkolne, tablice, szafy, kuchnie chemiczne, ilość i rodzaj świeczników, ołtarze, maszyny itp. przedmioty są niewątpliwą oznaką celu, na który budynek przeznaczono i chociażby były stale z budynkiem połączone, nie należą do robót budowlanych, tylko do robót wewnętrznych urządzenia budynku.

## VII. Przystęp powietrza do wnętrza mieszkań.

Napływ powietrza do mieszkań odbywa się nie tylko oknami, drzwiami, a zwłaszcza piecami, przedstawiającymi szczególnie w zimie wydatną wentylację, lecz także ścianami ceglanyymi nawet wyprawionymi gładko i farbą wodną pomalowanymi, a tem bardziej niewyprawionymi. Przepuszczalność jednak cegły ustaje zupełnie, skoro obie jej strony oklei się papierem lub powlecze farbą olejną.

Profesor Bauschinger ogłosił doświadczenie, według którego można przez 45 cm gruby mur ceglany zgasić świecę. Stwierdzono również na dowód przepuszczalności murów to zjawisko, że w budynku o ścianach ceglanych niewyprawionych — wśród szczelnego zresztą zamknięcia drzwi i okien — wymiana powietrza w ciągu godziny wynosi jednokrotną do półtorakrotnej objętości wnętrza izby.

Puste przestrzenie izolacyjne w murach są częściej szkodliwe, jak korzystne, gdyż osłabiają mury i powodują skraplanie się w nich pary wodnej, a stąd i powstanie grzyba domowego; najlepiej zatem zapelnąć je popiołem.

## VIII. Zachowanie się podczas pożaru.

Skoro nagle przyjdzie świadomość, że powstał pożar, należy zachować możliwie największy spokój i przytomność umysłu, oraz wyteżyć wszystkie swe zdolności celem skutecznego zapobieżenia niebezpieczeństwu. Siłą woli i ćwiczeniem można sobie przyswoić tę zdolność.

Zaraz za pierwszym pobycem w nieznanym budynku należy według możności poznać się z rozkładem lokalności i z najbliższem otoczeniem tak dalece, by nawet w ciemności można się zorientować z dostateczną pewnością pod tym względem.

Podczas pobytu w hotelach itp. budynkach obcych należy zaznaczyć się dokładnie z położeniem schodów, kurytarzy, wyjść na zewnątrz itd. Kładąc się spać, należy rzeczy swoje ułożyć najbliżej siebie tak, by nawet pociemku można je znaleźć i ubrać się w nie. Nadto trzeba przygotować obok siebie zapalki i świecę, chociażby się znajdowało oświetlenie gazowe lub elektryczne.

W razie zbudzenia się wskutek alarmu, dymu, gorąca lub trzasku ognia należy przede wszystkim zwrócić uwagę domowników wołaniem lub zbudzeniem i równocześnie stwierdzić co, gdzie i w jakim rozmiarze grozi niebezpieczeństwem pożaru.

Jeżeli kurytarze i sienie dym tak zapełnia, iż przejść nie podobna, należy wrócić do pokoju, drzwi szczelnie pozamykać, okna całkiem pootwierać i krzykiem i wołaniem zwracać uwagę na niebezpieczeństwo. Drzwi zaraz zamknięte, chociażby zwykle jodłowe wytrzymują około pół godziny nawet w gwałtownym ogniu; dębowe jeszcze dłużej, a w każdym razie gdy się je zlewa wodą z drugiej strony, wolnej jeszcze od ognia.

Wyskakiwać z okna nie należy nigdy, jak długo nie grozi objęcie płomieniem. Jeżeli straż ogniowa zajmuje się gaszeniem, należy na jej wezwanie wyskoczyć, nie zważając wcale na wołania obawiających się widzów. Nigdy zresztą nie powinny wyskakiwać dwie osoby naraz.

W razie konieczności przejścia przez zadymioną przestrzeń budynku, np. przez schody, kurytarze itp., należy zatkać usta i nos chustką, pończochą itp. i pełzać po podłodze. Należy też pamiętać czy w budynku niema innych schodów, czy i gdzie znajdują się drabiny. W przechodzie przez poszczególne izby i przestrzenie budynku należy zamykać za sobą drzwi.

Należy też pamiętać, czy są w budynku drugie schody, czy i gdzie zewnątrz budynku są drabiny lub schody i dojścia do nich, oraz czy nie istnieje możliwość dopuszczalnej ucieczki przez dachy.

Nie mając pojęcia, gdzie i jak wielki powstał ogień, nie należy tracić czasu na ratowanie jakichkolwiek przedmiotów.

O wybuchu ognia należy przede wszystkim zawiadomić straż ogniową bez względu na to, czy kto inny tego już nie uczynił; w razie możliwości użycia w tym celu telefonu należy to uczynić z wszelkim spokojem.

Podczas pożaru w piwnicy trzeba zawiadomić straż ogniową, co się w niej znajduje.

Zwierzęta, wyprowadzone ze stajni podczas pożaru natychmiast do niej wracają przestraszone jasnością płomieni i szukają ochrony na zwykłym swym miejscu, a jeżeli wogóle nie są w stajni weale lub tylko słabo przywiązane, to wobec ognia poodrywają się i zbijają się w taki kłęb, iż niema sposobu ich rozdzielenia.

Tyczy to się szczególnie owiec i koni, które skupiają się w ten sposób ku wspólnej obronie przed niebezpieczeństwem zwierzonem. Z tych samych powodów uciekają zwierzęta w najdalszy i najmciemniejszy kąt stajni i nie dają się niezem z miejsca ruszyć.

Wobec tego należy nie wszystkie zwierzęta naraz odwiązywać, zawiązać oczy i po jednym ze stajni wyprowadzać, zwłaszcza koni. Jedynie w razie konieczności odwiązuje się je wszystkie naraz i jedno z nich przemocą ze stajni wywleka, a resztę wypychaniem, potrącaniem i biciem za niem wypędza. Jeżeli w stajni znajdują się drzwi przeciwległe, to najlepiej je pootwierać, gdyż w takim razie zwierzęta same przez nie pouciekają; jeżeli drzwi takich niema, należy wyburzyć stosowny otwór w ścianie, odwróconej od pożaru.

Ptactwo domowe trzeba powsadzać w wory i zamknąć w miejscu bezpiecznym.

Świnie nie dają się weale ratować i niema innego sposobu, tylko każdą związać i wynieść.

Otwory lotne w ulach pszczół należy pozatykać, ule zanieść w bezpieczne miejsce i otwory poodtykać.

Wogóle podczas prac ratunkowych należy nieustannie postępować spokojnie, rozważnie i pamiętać o własnym bezpieczeństwie. W każdym razie jednak ratunek życia ludzkiego idzie przed ratunkiem życia zwierzęcego.

## IX. Prymitywne wytyczenie prostopadłej.

Dodatkowo dodaje, że praktycy częstokroć wytyczają prostopadłą do danej linii, zastosowując twierdzenie Pitagorasa, przyczem mylnie mniemają, że istnieje jedna tylko zależność liczb całkowitych, rozwiązujących to twierdzenie, a mianowicie:

wielkość przyprostokątnich: 4 i 3  
zaś przeciwprostokątnia 5, gdyż

$$\sqrt{3^2 + 4^2} = 5.$$

Tymczasem istnieje cały szereg innych liczb, które spełniają warunek rozwiązania twierdzenia Pitagorasa w liczbach całkowitych.

Mając przed oczyma rys. 90., ogólne równania dla tych rozwiązań są następujące:

1. dla  $a$  wyrażonego w nieparzystej liczbie, a więc  $a = 2n + 1$

$$b = \frac{a^2 - 1}{2} \quad \text{zaś} \quad c = b + 1$$

naprzykład  $a = 5$ ,  $b = \frac{25 - 1}{2} = 12$ ,  $c = 12 + 1$ ; dowód  $a^2 + b^2 = c^2$   
 $\sqrt{25 + 144} = 13$ .

2. dla  $a = 2n$  (liczb parzystych):  $b = \frac{a^2 - 4}{4}$ ,  $c = b + 2$

naprzykład  $a = 8$ ,  $b = \frac{64 - 4}{4} = 15$ ,  $c = 17$ ; dowód:  $\sqrt{8^2 + 15^2} = 17$ .

Podaję to dla wyjaśnienia, a nie jakoby propagował wytyczanie prostopadłych w ten sposób.

---

## D. MATEMATYKA.

## Znakowanie.

W matematyce używa się następujących znaków:

Znak	+	oznacza	plus (więcej)
"	-	"	minus (mniej)
"	•	"	razy (mnożenie)
"	:	"	przez (dzielenie)
"	$\infty$	"	nieskończoność
"	=	"	równy
"	$\approx$	"	prawie równy
"	$>$	"	większy
"	$<$	"	mniejszy
"	$\sim$	"	podobny
"	$\parallel$	"	przystający
"	$\equiv$	"	równoległy
"	$\perp$	"	prostopadły
"	$\perp\!\!\!\perp$	"	równy i równoległy
"	$\Sigma$	"	suma
"	$\sphericalangle$	"	kąt
"	$\int$	"	całka
"	$d$	"	różniczka.

## Niektóre wartości liczb.

Wielkość	Równowartość	Wielkość	Równowartość
$\pi$	= 3·1415927	$\frac{1}{\sqrt{\pi}}$	= 0·5642
$\pi^2$	= 9·8696047	$\sqrt{2} \pi$	= 2·5066
$\frac{1}{\pi}$	= 0·318310	$\sqrt{\frac{\pi}{2}}$	= 1·253314
$\frac{1}{\pi^2}$	= 0·101321	$g$	= 9·81
$\frac{\pi}{180}$	= 0·01745	$\sqrt{g}$	= 3·1321
$\sqrt{\pi}$	= 1·772454	$1:2 g$	= 0·05097
$\frac{\pi^2}{4}$	= 2·467401	$\sqrt{2g}$	= 4·42945
$\pi \sqrt{2}$	= 4·412883	$\frac{\pi}{\sqrt{g}}$	= 1·003033
$\frac{\pi}{\sqrt{2}}$	= 2·221492	$e$	= 2·718282

## Arytmetyka.

Potęgowanie:

$$(-a)^{2n} = +a^{2n}; \quad a^m \cdot a^n = a^{m+n}; \quad a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$$

$$(-a)^{2n+1} = -a^{2n+1}; \quad a^m : a^n = a^{m-n}; \quad a^m : b^m = \left(\frac{a}{b}\right)^m$$

$$(a^m)^n = a^{mn}; \quad \frac{a^{n+1}}{a^n} = a; \quad \frac{a^n}{a^{n-1}} = a; \quad \frac{1}{a^n} = a^{-n}$$

$$(a+b)^2 = (a+b) \cdot (a+b), \quad (a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$$

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2, \quad (a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$$

$$(a+b+c)^2 = a^2 + 2ab + b^2 + 2ac + 2bc + c^2$$

$$\begin{array}{r} 35 \cdot 27^2 = x \\ \hline 3^2 = 9. \\ 2 \times 3 \times 5 = 30. \\ 5^2 = 25. \\ 2 \times 35 \times 2 = 140. \\ 2^2 = 4. \\ 2 \times 352 \cdot 7 = 4928. \\ 7^2 = 49 \\ \hline x = 1243 \cdot 9729 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 62 \cdot 3^3 = x \\ \hline 6^3 = 216. \\ 3 \times 6^2 \cdot 2 = 216. \\ 3 \times 6 \times 2^2 = 72. \\ 2^3 = 8. \\ 3 \times 62^2 \times 3 = 34596. \\ 3 \times 62 \times 3^2 = 1674. \\ 3^3 = 27 \\ \hline x = 241804 \cdot 367 \end{array}$$

Pierwiastkowanie:

$$\sqrt[n]{a^n} = a; \quad \sqrt[n]{a^m \cdot n} = a^m; \quad \sqrt[n]{a \cdot b} = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b}; \quad \sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}};$$

$$\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}; \quad \sqrt[n]{\frac{1}{a}} = \frac{1}{\sqrt[n]{a}} = a^{-\frac{1}{n}}; \quad \sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}; \quad \sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} =$$

$$= \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[mn]{a}; \quad \sqrt{a^2} = \pm a; \quad \sqrt{(a+b)^2} = \pm(a+b).$$

$$\sqrt{7|48|02:25} = 273 \cdot 5$$

$$\begin{array}{r} 2^2 = 4 \quad 2 \times 2 \\ \hline 34^4 : 47 \cdot 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32^9 \quad 2 \times 27 \\ \hline 1902 : 543 \cdot 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1629 \quad 2 \times 273 \\ \hline 27325 : 54 \cdot 5 \cdot 5 \end{array}$$

θ



$$\begin{array}{r}
 \sqrt[3]{241|804|367} = 62 \cdot 3 \\
 6^3 = 216 \\
 \hline
 25804 : (3 \times 6^2 = 108) = 2 \\
 \hline
 3 \times 6^2 \times 2 = 216. \\
 3 \times 6 \times 2^2 = 72. \\
 2^3 = 8 \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} 216 \\ 72 \\ 8 \end{array}} \right\} \\
 \hline
 3476367 : (3 \times 62^2 = 11532) = 3 \\
 \hline
 3 \times 62^2 \times 3 = 34596. \\
 3 \times 62 \times 3^2 = 1674. \\
 3^3 = 27 \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} 34596 \\ 1674 \\ 27 \end{array}} \right\} \\
 \hline
 \theta
 \end{array}$$

Liczby urojone:  $i = \sqrt{-1}$ ;  $i^2 = -1$ ;  $i^3 = -i = -\sqrt{-1}i$ ;  
 $i^4 = +i$ ;  $\frac{1}{i} = -i$ .

#### Logarytmy:

Jeżeli dana całkowita liczba  $a$  jest potęgą danej zasady  $b$ , ale wykładnik  $x$  potęgi jest niewiadomy, czyli jeżeli  $a = b^x$ , to można wyznaczyć ten wykładnik  $x = \log_b a$ , zwany logarytmem liczby  $a$  dla zasady  $b$ , szukając liczby do której zasadę  $b$  potęgować należy, aby otrzymać liczbę  $a$ , co wyrażamy wzorem:

$$b^x = b \log_b a = a.$$

a) Własności logarytmów odnośnie do własności potęg:

Ponieważ  $b^0 = 1$ , więc  $\log_b 1 = 0$ ;

$b^1 = b$ , więc  $\log_b b = 1$ ;

$b^{-\infty} = \frac{1}{b^{\infty}} = \frac{1}{\infty} = 0$ , stąd  $\log_b 0 = -\infty$ .

b) Logarytm iloczynu:

$$\log a \cdot b = \log a + \log b;$$

$$\log 72 = \log 4 \times 6 \times 3 = \log 4 + \log 6 + \log 3.$$

c) Logarytm ilorazu:

$$\log(a : b) = \log \frac{a}{b} = \log a - \log b; \quad \log \frac{a m}{n} = \log a + \log m - \log n.$$

d) Logarytm potęgi:

$$\log a^n = n \log a.$$

e) Logarytm pierwiastka:

$$\log \sqrt[n]{a} = \log a^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n} \log a = \frac{\log a}{n};$$

$$\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\log a - \log b}{n}.$$

f) Logarytmy zwyczajne.

Logarytmy zwyczajne czyli Briggowskie, których zasada  $b = 10$ , zostały wymyślone w r. 1618 przez Henryka Briggsa, profesora Uniwersytetu w Oxford.

Część całkowita logarytmu zwyczajnego nazywa się cechą, a miejsca dziesiętne mantysą logarytmu.

Cecha logarytmu liczby  $c > 1$  jest dodatnia i o jednostkę mniejsza od ilości cyfr w całkowitej części liczby  $c$ ; mianowicie  $\log 4753 \cdot 625 = 3 \cdot 6770249$ .

Cecha logarytmu ułamka dziesiętnego mniejszego od jednostki jest ujemna i zawiera w sobie tyle jednostek, ile zer poprzedza pierwszą cyfrę określoną ułamka; mianowicie  $\log 0 \cdot 00562 = = 0 \cdot 7497363 - 3$ .

g) Tablice logarytmów, ułożone celem oszczędzenia rozwickłych rachunków, zawierają zwykle dla liczb od 1 do 1000 mantysy czterocyfrowe, dla liczb do 10.000 mantysy pięćcyfrowe, dla liczb do 100.000 mantysy sześć- do siedmicyfrowe.

Różnice między mantysami są w przybliżeniu proporcjonalne do różnic odnośnych liczb i to tem dokładniej, czem mniejsze są owe różnice w stosunku do liczb. Na tem też polega sposób otrzymania logarytmu, którego w tablicach niema.

Jeżeli zatem przyjdzie obliczyć złożony z dwu liczb iloczyn

$$x = 8452796 \times 0 \cdot 0548129$$

zapomocą logarytmów w tablicach Koeblera, w których takich liczb niema, gdyż zawarte w nich mantysy siedmiocyfrowe odnoszą się tylko do liczb pięćcyfrowych, to postępujemy w następujący sposób.

Ponieważ  $\log x = \log 8452796 + \log 0 \cdot 0548129$ , więc celem wyszukania  $\log 8452796$  ustalamy przedewszystkiem cechę logarytmu, która w odniesieniu do naszej liczby wyniesie  $7 - 1 = 6$ ; następnie po opuszczeniu z prawej strony dwu ostatnich cyfr znajdujemy należącą do liczby 84527 mantysę  $\cdot 9269955$ . Następna mantysa

liczby o 1 większej, t. j. liczby 84528 wynosi  $\cdot 9270006$ , a różnica obu tych mantys równa się 51 i pomnożona przez opuszczone cyfry, t. j. przez 0.96 daje poprawkę  $51 \times 0.96 = 48.96 \cong 49$ .

$$\begin{array}{r} \text{Wobec tego otrzymujemy} \quad \log 8452700 = 6.9269955 \\ \text{poprawka wynosi } 0.96 \times 51 \cong \quad \quad \quad 49 \\ \hline \text{ostatecznie } \log 8452796 = 6.9270004 \end{array}$$

Podobnie postępujemy z wyszukaniem  $\log 0.0548129$ ; cecha jest tu  $-2$ , a po wykluczeniu ostatniej cyfry z najdujemy należąca do liczby 0.054812 mantysę  $\cdot 7388756$ ; gdy zaś bezpośrednio po niej następująca mantysa jest  $\cdot 7388836$ , więc zachodząca między nimi oboma różnica 80, wymnożona przez opuszczoną cyfrę 0.9 daje poprawkę  $0.9 \times 80 = 72$ .

Stąd otrzymujemy

$$\begin{array}{r} \log 0.054812 = 0.7388756 - 2 \\ \text{poprawka } 0.9 \times 80 = \quad \quad \quad 72 \\ \hline \text{zatem } \log 0.0548129 = 0.7388828 - 2 \end{array}$$

Wobec tego

$$\log x = 6.9270004 + 0.73888728 - 2 = 7.6658832 - 2 = 5.6658832.$$

Pozostaje wreszcie do wyznaczenia liczba odpowiadająca temu logarytmowi, czyli iloczyn  $x$ , który jak wskazuje cecha 5 będzie zawierać sześćocyfrową liczbę całkowitą i prawdopodobnie dziesiętny ułamek.

Mantysa obliczonego właśnie  $\log x$  znajduje się między mantysami  $\cdot 6658810$  i  $\cdot 6658904$ , których różnica jest 94; różnica zaś między mantysą obliczoną a mantysą bezpośrednio od niej mniejszą  $\cdot 6658810$  wynosi 22. Tej bezpośrednio mniejszej mantysie odpowiada liczba 46332; podzieliwszy różnicę 22 przez różnicę 94, otrzymujemy poprawkę  $22 : 94 = 0.234$ , która dopisana do znalezionej liczby daje 46332234, a po oddzieleniu kropką sześciu cyfr całkowitych od ułamka dziesiętnego otrzymujemy iloczyn

$$x = 463322.34.$$

*h)* Zamiana układu logarytmów. Mając dany logarytm liczby  $c$  dla zasady  $b$  można go zamienić na logarytm tej samej liczby  $c$  dla innej zasady  $\beta$  w sposób następujący.

Jeżeli  $c = b^n$ , to  $n = \log_b c$ ; podobnie  $c = \beta^m$ , to  $m = \log_\beta c$ ;

$$\text{stąd } \beta^m = b^n, \quad \sqrt[m]{\beta^m} = \sqrt[n]{b^n}, \quad \beta = \sqrt[n]{b},$$

$\log_b \beta = \frac{n}{m} \log_b b = \frac{n}{m} \cdot 1 = \frac{n}{m}$ , stąd  $m = \frac{n}{\log_b \beta}$ , po podstawieniu wartości za  $m$  i  $n$  będzie

$$\log_b c = \frac{\log_b c}{\log_b \beta} = \log_b c \cdot \frac{1}{\log_b \beta}.$$

Z tego wynika następujące twierdzenie:

Logarytm liczby  $c$  dla zasady  $\beta$  równa się logarytmowi tej samej liczby  $c$  dla zasady  $b$ , podzielonemu przez logarytm zasady  $\beta$  dla zasady  $b$ , i na odwrót.

Z pomiędzy możliwych niezliczonych systemów logarytmicznych stały się dwa tylko praktycznymi, a mianowicie omówiony już poprzednio system logarytmów zwyczajnych czyli Briggowskich, którego zasada  $b = 10$ , oraz system logarytmów naturalnych czyli Nepera, których zasada niewymierna  $e = 2.7182818284590452\dots$

Stąd na podstawie wyprowadzonego wyżej wzoru zamiennego

$$\log_e c = \log_{10} c \cdot \frac{1}{\log_{10} e}, \quad \text{zaś } \log_b c = \log_e c \cdot \frac{1}{\log_e 10}.$$

$\frac{1}{\log_{10} e} = \frac{1}{0.4342944819032518} = 2.3025850929940456\dots$  nazywa się zamiennikiem czyli modulem logarytmów naturalnych, którym trzeba pomnożyć logarytm zwyczajny danej liczby, aby otrzymać logarytm naturalny tej samej liczby.

I na odwrót

$$\frac{1}{\log_e 10} = \frac{1}{2.3025850929940456} = 0.4342944819032518$$

jest zamiennikiem czyli modulem logarytmów zwyczajnych, którym wyożony logarytm naturalny danej liczby staje się logarytmem zwyczajnym tej samej liczby.

## Równania.

a) pierwszego stopnia.

O jednej niewiadomej:

$$\begin{array}{l} x \pm b = a \quad \left| \quad x^n = a \quad \left| \quad b x = a \quad \left| \quad \sqrt[n]{x} = b \right. \\ \text{stąd } x = a \mp b \quad \left| \quad x = \sqrt[n]{a} \quad \left| \quad x = \frac{a}{b} \quad \left| \quad x = b^n \right. \end{array}$$

O dwu niewiadomych:

$$\begin{cases} a_1 x + b_1 y + c_1 = \theta \\ a_2 x + b_2 y + c_2 = \theta \end{cases} \begin{cases} x = \frac{c_1 b_2 - c_2 b_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1} = \frac{\begin{vmatrix} c_1 & b_1 \\ c_2 & b_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} \\ y = \frac{a_1 c_2 - a_2 c_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1} = \frac{\begin{vmatrix} a_1 & c_1 \\ a_2 & c_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}} \end{cases}$$

b) drugiego stopnia.

$$x^2 + px + q = \theta \quad \text{stąd } x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$$

$$ax^2 + bx + c = \theta \quad \text{„ } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Szeregi arytmetyczne.

$$\begin{aligned} S &= a + (a+b) + (a+2b) + (a+3b) + \dots + [a + (n-1)b] = \\ &= \left[ a + \frac{(n-1)b}{2} \right] n. \end{aligned}$$

Szeregi geometryczne.

$$S = a + aq + aq^2 + aq^3 + \dots + aq^{n-1} = \frac{a(q^n - 1)}{q - 1}.$$

Rachunek procentu składowego i rachunek rent.

1. Oznaczając przez  $K$  kapitał,  $p$  (wyrażoną w ‰) wysokość stopy procentowej,  $K_n$  wartość kapitału po  $n$  latach,  $q$  czynnik procentowy, który przy oprocentowaniu:

$$\text{rocznem wynosi } q = \left(1 + \frac{p}{100}\right), \text{ zaś } K_n = Kq^n$$

$$\text{półrocznem } \quad n \quad q = \left(1 + \frac{p}{200}\right), \quad n \quad K_n = Kq^{2n}.$$

2. Przy wpłatach przy końcu każdego roku, kwoty  $k$ , wartość wpłat po  $n$  latach wynosi

$$S_n = k \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

3. Przy wpłatach, jak podano pod 2., lecz z początkiem każdego roku:

$$S'_n = k \frac{q(q^n - 1)}{q - 1}$$

4. Umorzenie długu ( $K$ ), oprocentowanego  $p$  ‰ przez  $n$  lat, rata ( $k$ ) wynosi:

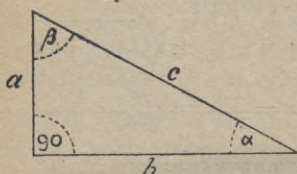
$$k = K \frac{q^n (q - 1)}{q^n - 1}$$

5. Amortyzacja kapitału ( $K$ ), w  $n$  latach, rata amortyzacyjna ( $a$ ) wynosi:

$$a = K \frac{q - 1}{q^n - 1}$$

### Trygonometria.

Rysunek 90.



$$\sin \alpha = \frac{a}{c}, \cot \alpha = \frac{b}{a}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{c}, \operatorname{cosec} \alpha = \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}, \operatorname{sec} \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$\sin(-\alpha) = -\sin \alpha; \cos(-\alpha) = \cos \alpha; \operatorname{tg}(-\alpha) = -\operatorname{tg} \alpha; \operatorname{cotg}(-\alpha) = -\operatorname{cotg} \alpha;$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1; \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{cotg} \alpha = 1.$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta;$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = (\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta) : (1 \mp \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta);$$

$$\operatorname{cotg}(\alpha \pm \beta) = (\operatorname{cotg} \alpha \cdot \operatorname{cotg} \beta \mp 1) : \operatorname{cotg} \beta \pm \operatorname{cotg} \alpha.$$

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{2}{\operatorname{cotg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha};$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1;$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{2}{\operatorname{cotg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha};$$

$$\operatorname{cotg} 2\alpha = \frac{\operatorname{cotg}^2 \alpha - 1}{2 \operatorname{cotg} \alpha} = \frac{\operatorname{cotg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha}{2}$$

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}; \cos \alpha + \cos \beta =$$

$$= 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \sin \frac{\alpha - \beta}{2}; \cos \alpha - \cos \beta =$$

$$= -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$2r = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma};$$

$$a = c \cos \beta + b \cos \gamma;$$

$$b = c \cos \alpha + a \cos \gamma;$$

$$c = a \cos \beta + b \cos \alpha.$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ac \cos \beta =$$

$$= (a + c)^2 - 4ac \cos^2 \frac{\beta}{2} =$$

$$= (c - a)^2 + 4ac \sin^2 \frac{\beta}{2}.$$

$$\frac{(b+c)}{b-c} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\beta + \gamma}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\beta - \gamma}{2}}$$

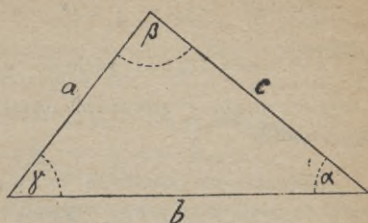
$$\sin \frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{(s-a)(s-b)}{ac}};$$

$$\cos \frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{s(s-b)}{a \cdot c}};$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{(s-a)(s-c)}{s(s-b)}}$$

$$\text{gdzie } s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$

Rysunek 91.



	S t o p n i				
	0°	30°	45°	60°	90°
<i>sin</i> . . . .	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
<i>cos</i> . . . .	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
<i>tg</i> . . . . .	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	$\infty$
<i>coty</i> . . . .	$\infty$	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	0

## Figury płaskie.

Trójkąt:

$$\begin{aligned} \text{powierzchnia } F &= \frac{1}{2} b h = \frac{1}{2} b c \sin \alpha = \frac{b^2 \sin \alpha \sin \gamma}{2 \sin \beta} = \\ &= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} = \frac{a b c}{4r}. \end{aligned}$$

Trapez:

$$\text{powierzchnia } F = \frac{a+b}{2} h$$

Odstęp środka ciężkości od podstawy:

$$x = \frac{h}{3} \frac{a+2b}{a+b}.$$

10. Pomiar koła.

Obwód koła  $u = 2r\pi = \pi d$ , gdzie  $r$  promień,  $d$  średnica koła.

$$\begin{aligned} \text{Powierzchnia koła } f &= u \cdot \frac{r}{2} = r^2 \pi = \frac{1}{4} \pi d^2 = \\ &= 0.7853981634 d^2. \end{aligned}$$

Powierzchnia pierścienia koła o promieniu zewnętrznym  $R$  względnie średnicy  $D$ , i wewnętrznym  $r$ , względnie średnicy  $d$ :

$$f = (R^2 - r^2) \pi = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) = \pi (R + r)(R - r) =$$

$$= \frac{U + u}{2} \cdot s = 2 r_0 \pi s; \text{ gdzie } U, u \text{ obwody koła zewnętrznego}$$

i wewnętrznego,  $s$  szerokość pierścienia ( $s = R - r$ ),  $r_0$  średni jego promień

$$\left( r_0 = \frac{R + r}{2} \right).$$

Długość łuku koła:  $l = \frac{2 r \pi \varphi}{360} = \frac{r \pi \varphi}{180}$ , gdzie  $\varphi$  kąt środkowy odpowiadający łukowi.

Powierzchnia wycinka koła:

$$f_w = \frac{r^2 \pi \varphi}{360} = \frac{r}{2} \cdot \frac{r \pi \varphi}{180} = \frac{l r}{2}.$$

Powierzchnia odcinka koła:

$\alpha$ ) dla  $f_0 < \frac{r^2 \pi}{2}$ ,  $f_0 = \frac{r^2 \varphi \pi}{180} - \frac{c h}{2}$ , gdzie  $c$  jest cięciwą odcinka,

wysokość zaś  $h = \sqrt{r^2 - \frac{c^2}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{4 r^2 - c^2}$ , stąd

$$f_0 = \frac{r^2 \varphi \pi}{180} - \frac{c}{4} \sqrt{4 r^2 - c^2};$$

$\beta$ ) dla  $f_0 > \frac{r^2 \pi}{2}$ ,  $\dots$   $f_0 = \frac{r \varphi \pi}{180} + \frac{c}{4} \sqrt{4 r^2 - c^2}$ .

Kąt środkowy:  $\varphi = \frac{l}{r} \cdot \frac{180}{\pi}$ .

Powierzchnia wycinka pierścienia:  $f = (R^2 - r^2) \frac{\varphi \pi}{360} =$

$$= \frac{\varphi \pi}{180} \cdot \frac{R + r}{2} (R - r) = \frac{\varphi \pi}{180} \cdot r_0 s.$$

11. Pomiar elipsy.

Powierzchnia elipsy:  $f_e = \pi a b$ .

Obwód elipsy w przybliżeniu:  $u = \pi(a + b)$ ; dokładne obliczenie obwodu według wzoru 16.;  $a$  jest półoś wielka,  $b$  półoś mała.

12. Pomiar paraboli.

Odnośnie do rys. 89. powierzchnia objęta łukiem paraboli  $OM_1M$ , rzędną  $MP = y$  i odciętą  $OP = x$  punktu  $M$  czyli powierzchnia  $OM_1MP = \frac{2}{3} xy$ .

Powierzchnia odcinka płaskiego paraboli o podstawie czyli cięciwie  $c$  i strzałce  $s$  wynosi w przybliżeniu  $f_0 = \frac{2}{3} \cdot cs$ .



## 13. Powierzchnia wieloboku.

Jeżeli  $x_1 y_1, x_2 y_2, x_3 y_3, \dots, x_{n-1} y_{n-1}, x_n y_n$  są spórzędne  $n$  wierzchołków wieloboku  $n$ -bocznego w odniesieniu do dowolnego układu prostokątnego osi spórzędnych, to

$$F = \pm \frac{1}{2} (x_2 y_1 - x_1 y_2) + (x_3 y_2 - x_2 y_3) + (x_4 y_3 - x_3 y_4) + \dots + (x_n y_{n-1} - x_{n-1} y_n) + (x_1 y_n - x_n y_1).$$

Ten wzór stosuje się do każdego położenia osi odcinków  $O X$  względem wieloboku, a więc chociażby nawet przecinała wielobok.

Powierzchnię wieloboku można zresztą wyznaczyć na podstawie rozłożenia go na trójkąty zapomocą przekątnej.

Suma kątów wewnętrznych wynosi:  $(n - 2) \cdot 180^\circ = (2n - 4) 90^\circ$ .

## 14. Powierzchnia wieloboku umiarowego.

Jeżeli promień koła opisanego jest  $R$ , wpisanego  $r$ , bok

$$a = 2 \sqrt{R^2 - r^2}, n \text{ ilość boków, } \varphi = \frac{180^\circ}{n}, u \text{ obwód, to}$$

$$F = \frac{1}{4} \cdot n a^2 \cotg \varphi = \frac{1}{2} \cdot n R^2 \sin 2\varphi = n r^2 \tg \varphi; \quad u = n a = 2 n R \sin \varphi = 2 n r \tg \varphi.$$

Kąt wieloboku wynosi  $180^\circ - 2\varphi$ .

Wzajemny związek między elementami  $a, R, r, F$  wieloboków umiarowych wykazuje szczegółowo następująca tabliczka.

$n$	$\frac{F}{a^2}$	$\frac{F}{R^2}$	$\frac{F}{r^2}$	$\frac{R}{a}$	$\frac{R}{r}$	$\frac{a}{R}$	$\frac{a}{r}$	$\frac{r}{R}$	$\frac{r}{a}$
3	0.4330	1.2990	5.1962	0.5774	2.0000	1.7321	3.4641	0.5000	0.2887
4	1.0000	2.0000	4.0000	0.7071	1.4142	1.4142	2.0000	0.7071	0.5000
5	1.7205	2.3776	3.6327	0.8507	1.2361	1.1756	1.4531	0.8090	0.6882
6	2.5981	2.5981	3.4641	1.0000	1.1547	1.0000	1.1547	0.8660	0.8660
7	3.6339	2.7364	3.3710	1.1524	1.1099	0.8678	0.9631	0.9010	1.0383
8	4.8284	2.8284	3.3137	1.3066	1.0824	0.7654	0.8284	0.9239	1.2071
9	6.1818	2.8925	3.2757	1.4619	1.0642	0.6840	0.7279	0.9397	1.3737
10	7.6942	2.9389	3.2492	1.6180	1.0515	0.6180	0.6498	0.9511	1.5388
12	11.196	3.0000	3.2154	1.9319	1.0353	0.5176	0.5359	0.9659	1.8660
15	17.642	3.0505	3.1883	2.4049	1.0223	0.4158	0.4251	0.9781	2.3523
16	20.109	3.0615	3.1826	2.5629	1.0196	0.3902	0.3978	0.9808	2.5137
20	31.569	3.0902	3.1677	3.1962	1.0125	0.3129	0.3168	0.9877	3.1569
24	45.575	3.1058	3.1597	3.8306	1.0086	0.2611	0.2633	0.9914	3.7979
32	81.225	3.1214	3.1517	5.1011	1.0048	0.1960	0.1970	0.9952	5.0766
48	183.08	3.1326	3.1461	7.6449	1.0021	0.1308	0.1311	0.9979	7.6285
64	325.69	3.1365	3.1441	10.190	1.0012	0.0981	0.0983	0.9988	10.178

## Pomiar utworów geometrycznych bryłowych.

1. Objętość graniastosłupa albo pryzmatu:

$V = f_b h$ ; gdzie  $f_b$  powierzchnia podstawy,  $h$  wysokość.

2. Objętość kostki czyli sześciianu o krawędzi  $a$ , przekątni  $d$ :  $V = a^3$ ;

Powierzchnia sześciianu  $f = 6 a^2$ ;  $d^2 = 3 a^2$ .

3. Objętość ukośnie ściętego pryzmatu trójściennego:

$V = \frac{1}{3} (a + b + c) f_n$ ; gdzie  $a, b, c$  długości krawędzi równoległych,  $f_n$  przekrój prostopadły do krawędzi.

4. Równoległoscian prosty i prostokątny:

$$V = a b c; \quad d^2 = a^2 + b^2 + c^2.$$

Powierzchnia  $F = 2(a b + a c + b c)$ ; gdzie  $a, b, c$  trzy krawędzie naroża,  $d$  przekątnia.

5. Ostrosłup o podstawie  $f_b$ , wysokości  $h$ :

$$V = \frac{h}{3} \cdot f_b; \quad F = f_b + \Sigma f_s.$$

6. Ostrosłup ścięty:

$$V = \frac{1}{3} h (F_b + \sqrt{F_b f_b} + f_b) = \frac{1}{3} h F \left( 1 + \frac{a}{A} + \frac{a^2}{A^2} \right);$$

$F = F_b + f_b + \Sigma f_s$ ,  $F_b$  i  $f_b$  obie podstawy,  $h$  wysokość ostrosłupa ściętego,  $a, A$  odpowiednie boki obu podstaw,  $F$  powierzchnia ostrosłupa,  $\Sigma f_s$  suma powierzchni ścian bocznych.

7. Objętość obelisku:

$$V = \frac{h}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1] = \frac{h}{6} [ab + (a + a_1)(b + b_1) + a_1 b_1]$$

$a$  długość dolnej,  $a_1$  długość górnej,  $b$  szerokość dolnej,  $b_1$  szerokość górnej podstawy,  $h$  wysokość obelisku.

8. Objętość klina:

$$V = \frac{h}{6} (2a + a_1)b;$$

$a$  i  $b$  boki prostokątnej podstawy,  $a_1$  długość ostrza klina,  $h$  wysokość klina od podstawy do ostrza.

9. Objętość wykopu ziemi, t. j. brył nieregularnych oblicza się w ten sposób, że sumę powierzchni, bezpośrednio po sobie następujących, dwóch przekrojów (profilów) niwelacyjnych wykopu,

mnoży się przez połowę ich odległości, i postępuje się tak dalej kolejno od przekroju do przekroju, a zatem:

$$V = (F_1 + F_2) \frac{d_1}{2} + (F_2 + F_3) \frac{d_2}{2} + (F_3 + F_4) \frac{d_3}{2} + \dots + (F_{n-1} + F_n) \frac{d_{n-1}}{2}, \quad F_1, F_2, F_3, \dots, F_n \text{ przekroje w odległościach kolejnych } d_1, d_2, \dots, d_{n-1}.$$

10. Objętość wałka:  $V = f_b h$ ;  $f_b$  podstawa wałka,  $h$  wysokość; jeżeli podstawa jest kołem, to  $V = r^2 \pi h$ .

11. Objętość ścian rury wałkowej:

$$V = \pi (R^2 - r^2) h = \pi (R + r) (R - r) h = \frac{U + u}{2} \cdot \delta \cdot h$$

$R$  promień koła zewnętrznego,  $r$  wewnętrznego,  $h$  długość wałka albo rury,  $\frac{U + u}{2}$  średni obwód przekroju ścian rury,  $\delta$  grubość ścian rury.

12. Objętość stożka:

$$V = \frac{1}{3} \cdot h r^2 \pi; \text{ pobocznicą stożka } F_p = \pi r \sqrt{r^2 + h^2} = \pi r s$$

$r$  promień podstawy,  $h$  wysokość,  $s$  długość boku stożka

$$s = \sqrt{r^2 + h^2}.$$

13. Objętość stożka ściętego:

$$V = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + Rr + r^2); \quad R \text{ i } r \text{ promienie obu podstaw.}$$

14. Objętość kuli:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = 4 \cdot 188790205 R^3 = \frac{1}{6} \pi D^3 = 0 \cdot 523598776 D^3. \quad R \text{ promień kuli, } 2R = D.$$

15. Powierzchnia kuli:

$$F_k = 4 \pi R^2 = \pi D^2.$$

16. Pojemność kuli wydrążonej:

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3) = \frac{1}{6} \pi (D^3 - d^3);$$

$r$  promień wnętrza kulistego,  $2r = d$ .

17. Powierzchnia czaszy kulistej o wysokości  $h$ , i promieniu  $\rho$  podstawy:

$$F_c = 2 R \pi h = (\rho^2 + h^2) \pi.$$

18. Powierzchnia pasa sferycznego:

$$F_p = 2 R \pi \left[ \sqrt{R^2 - \rho^2} - \sqrt{R^2 - \rho_1^2} \right] = 2 R \pi h$$

$R$  promień kuli,  $h$  wysokość pasa,  $\rho, \rho_1$  promienie obu podstaw pasa

19. Objętość wycinka kuli:

$$V_w = 2 R \pi h \frac{R}{3} = \frac{2}{3} \cdot R^2 \pi h = 2 \cdot 0943951024 R^2 h.$$

20. Powierzchnia wycinka kuli:

$F_w = R \pi (2h + \rho)$ ; gdzie  $\rho$  promień podstawy wycinka.

21. Objętość  $V_0$  odcinka kuli:

$$\alpha) \text{ Dla } V_0 < \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} R^3 \pi, \quad V_0 = \frac{2}{3} R^2 \pi h - \frac{R-h}{3} \cdot \rho^2 \pi;$$

gdy zaś  $\rho^2 = R^2 - (R-h)^2 = h(2R-h)$ , więc  $V_0 = \frac{2}{3} R^2 \pi h -$

$$- \frac{1}{3} (R-h) \pi h (2R-h), \text{ stąd } V_0 = \frac{1}{3} h^2 (3R-h) \pi.$$

$$\beta) \text{ Dla } V_0 > \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} R^3 \pi,$$

$$V_0 = \frac{2}{3} R^2 \pi h + \frac{R-h}{3} \rho^2 \pi = \frac{2}{3} R^2 \pi h + \frac{1}{3} (R-h) \pi h (2R-h),$$

$$\text{stąd } V_0 = 2 \cdot \frac{2}{3} R^2 \pi h - \frac{1}{3} h^2 (3R-h) \pi.$$

$R$  promień kuli,  $\rho$  promień podstawy odcinka,  $h$  wysokość odcinka.

22. Powierzchnia odcinka kuli:

$F_0 = 2 R \pi h = \pi (\rho^2 + h^2)$ ; gdzie  $R, \rho, h$ , jak poprzednio.

23. Objętość kręgu kuli o wysokości  $h$  równa się różnicy dwóch odcinków kuli, z których pierwszy ma wysokość  $h_1 > h$ , drugi zaś wysokość  $h_2 = h_1 - h$ ; będzie zatem

$$\begin{aligned} V_k &= \frac{1}{3} h_1^2 (3R - h_1) \pi - \frac{1}{3} h_2^2 (3R - h) \pi = \\ &= \frac{1}{3} \left[ h_1^2 (3R - h_1) - h_2^2 (3R - h) \right] \pi. \end{aligned}$$

24. Powierzchnia kręgu kuli:

$$F_k = 2 R \pi h + (\rho^2 + \rho_1^2) \pi.$$

$\rho, \rho_1$ , promienie obu podstaw kręgu,  $R$  promień kuli.

25. Powierzchnia dwukąta sferycznego:

$$F_s = R^2 \pi \cdot \frac{\varphi^\circ}{90^\circ} = 0 \cdot 0349066 \varphi^\circ R^2.$$

$R$  promień największego koła kuli,  $\varphi^\circ$  kąt sferyczny dwukąta sferycznego.

26. Powierzchnia trójkąta sferycznego:

$$f_s = R^2 \pi \times \frac{A + B + C - 180^\circ}{180^\circ} = \frac{R^2 \pi e^0}{180^\circ} = 0.0174533 e^0 R^2$$

$R$  promień kuli,  $A, B, C$  kąty trójkąta sferycznego,  $e = A + B + C - 180^\circ$  jest nadmiarem sferycznym trójkąta.

27. Objętość elipsoidy:

$$V_e = \frac{4}{3} \pi a b c.$$

$a, b, c$ , trzy półosie elipsoidu.

28. Objętość elipsoidy obrotowej.

a) Jeżeli  $2a$  jest osią obrotu:

$$V_a = \frac{4}{3} \pi a b^2;$$

β) jeżeli  $2b$  jest osią obrotu:

$$V_b = \frac{4}{3} \pi a^2 b.$$

29. Objętość paraboloidy obrotowej:

$$V_p = \frac{1}{2} r^2 \pi h = 1.570796 r^2 h;$$

$r$  promień podstawy,  $h$  wysokość paraboloidy.

30. Objętość paraboloidy obrotowej ściętej:

$$V_{ps} = \frac{1}{2} \pi (R^2 + r^2) h;$$

$R, r$  promienie obu równoległych podstaw,  $h$  wysokość

31. Pojemność wiaderka:

$$V = \frac{1}{6} \pi h [2(ab + a_1 b_1) + a b_1 + a_1 b]$$

$a, b$ , oraz  $a_1, b_1$  półosie elips dowolnych, tworzących obie końcowe powierzchnie wiaderka,  $h$  wysokość wiaderka.

32. Pojemność beczki:

a) jeżeli łuk klepek jest prawie kołowy:

$$V_b = \frac{1}{12} \pi h (2D^2 - d^2);$$

β) jeżeli łuk klepek jest ściśle paraboliczny:

$$V_b = \frac{1}{15} \pi h [2D^2 + Dd + \frac{3}{4} d^2];$$

$D$  średnica beczki u czopa, czyli w środku wysokości  $h$  beczki  
 $d$  średnica obu den.

### 33. Powierzchnie obrotowe.

Jeżeli  $s$  jest długością krzywej, obracającej się w około osi, leżącej w jej płaszczyźnie, ale jej nietnącej, zaś  $x_0$  jest odstępem środka ciężkości krzywej od tej osi, to według reguł Guldina wielkość opisanej powierzchni obrotowej

$$F_0 = 2 \pi x_0 s.$$

### 34. Objętość brył obrotowych.

Jeżeli  $F$  jest powierzchnią płaszczyzny, wykonującej obrot w około osi, leżącej w jej płaszczyźnie, ale jej nietnącej,  $x_0$  zaś jest odstępem jej środka ciężkości od osi obrotu, to według reguł Guldina objętość opisanej bryły obrotowej

$$V_0 = 2 \pi x_0 F.$$

## Geometria analityczna płaska.

### 1. Równanie punktu.

Oznaczenie analityczne utworu geometrycznego jest odniesieniem go do pewnych stałych linii i punktów, tworzących układ współrzędnych.

Najprostszym i powszechnie używanym jest układ współrzędnych prostokątny; składa się on z dwu stałych co do położenia, do siebie prostopadłych prostych  $XX$  i  $YY$ , czyli osi współrzędnych, przecinających się w punkcie  $O$ , zwanym początkiem współrzędnych. W szczególności  $XX$  nazywa się osią odciętych,  $YY$  osią rzędnych.

Położenie wszelkich utworów geometrycznych w płaszczyźnie, przesuniętej przez obie osie współrzędne i podzielonej przez nie na cztery ćwiartki, odnosi się do tych osi.

I tak położenie punktu  $A$  w którejkolwiek ćwiartce wyznacza się zapomocą odległości jego od każdej z tych osi, a mianowicie prostopadła wykreślona z punktu  $A$  do osi  $XX$  jest odległością jego od tej osi, równoległą zarazem do osi  $YY$  nazywa się rzędną i oznacza się przez  $y$ ; odcinek zaś osi  $XX$  między początkiem  $O$  współrzędnych a rzędną  $y$  jest odległością punktu  $A$  od osi  $YY$  i nazywa się odciętą; zresztą tak rzędna jak i odcięta nazywają się współrzędnymi.

Dla rozpoznania, w której ćwiartce znajduje się rzędna i odcięta, oznacza się zwykle odcięte znakiem dodatnim, jeżeli leżą z prawej strony początku  $O$  układu, a znakiem ujemnym, jeżeli leżą z lewej jego strony; rzędne leżące nad osią  $XX$  uważa się i oznacza jako dodatnie, a pod osią  $XX$  jako ujemne.

Rzędna  $y$  i odcięta  $x$  danego punktu są wielkościami stałymi, zaznem położenie punktu przedstawia się analitycznie dwoma równaniami:

$$x = a, \quad y = b.$$

Jeżeli rzędne punktu  $A$  są  $x_1, y_1$ , zaś punktu  $B$   $x_2, y_2$ , to wzajemny odstęp tych punktów

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$

Prócz prostokątnego układu spólrzędnych istnieje także ukośny układ spólrzędnych, którego spólrzędne rozumie się są równoległe do obu osi. Używają także i biegunowego układu spólrzędnych, który polega na tem, że na leżącej w płaszczyźnie prostej linii, zwanej osią biegunową, obiera się punkt stały  $O$  zwany biegunem, a położenie danego punktu  $A$  wyznacza prosta, łącząca biegun  $O$  z punktem  $A$ , zwana promieniem wodzącym, oraz kąt  $\varphi$ , jaki tworzy ten promień  $OA$  z osią biegunową.

## 2. Równanie linii prostej.

Jeżeli dana linia prosta jest nachylona do osi iksów pod kątem  $\alpha$  i odcięta przez nią rzędna na osi ypsilonów jest  $b$ , to analityczne równanie tej prostej jest

$$y = x \operatorname{tg} \alpha + b \text{ albo po podstawieniu } \operatorname{tg} \alpha = a$$

$$y = ax + b$$

1

Liczby  $a, b$  są dla każdej danej prostej stałe, zaś  $x, y$  zmienne; w szczególności jest  $a$  stałą ilością kierunkową.

Z równania linii wynika.

Do wyznaczenia prostej potrzeba dwu danych  $a, b$ , które mogą być dodatnie lub ujemne.

Dla punktu, w którym prosta przecina oś  $x$ -ów jest  $y = 0$ , a więc  $0 = ax + b$ , stąd  $x = -\frac{b}{a}$ ; natomiast dla punktu przecięcia osi  $y$ -ów jest  $x = 0$ , zaznem  $y = b$ .

Dla  $b = 0$  linja przechodzi przez początek  $O$  spólrzędnych, a równanie takiej linji jest

$$y = ax \quad 2$$

Prosta przedstawiona tem równaniem spadnie z osią  $x$ -ów, jeżeli  $a = 0$ , z czego wynika równanie osi  $x$ -ów  $y = 0$ ; podobnie  $x = 0$  jest równaniem osi  $y$ -ów.

Dla  $a$ , względnie dla kąta  $\alpha = 0$  prosta jest równoległą do osi  $x$ -ów, a równaniem jej jest  $y = b$ ; natomiast podobnie  $x = c$  jest równaniem prostej równoległej do osi  $y$ -ów.

Prosta przechodząca przez dwa dane punkta.

Jeżeli spólrzędne tych dwóch punktów są  $x_1, y_1$  i  $x_2, y_2$ , a równanie prostej, która ma przez te dwa punkta przechodzić, jest

$$y = ax + b$$

to rzędne owych dwu punktów muszą sprawdzić to równanie, zaczem musi być

$$y_1 = ax_1 + b \quad 3$$

$$y_2 = ax_2 + b \quad 4$$

Równanie 3. odjęte od równania linji, a następnie od równania 4. daje

$$y - y_1 = a(x - x_1); \quad y_2 - y_1 = a(x_2 - x_1) \quad \text{stad } a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1};$$

po podstawieniu tej wartości w równanie poprzednie otrzymujemy równanie prostej, przechodzącej przez oba dane punkta

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1). \quad 5$$

Wyznaczenie punktu przecięcia się dwu prostych:

$$y = ax + b$$

$$y = a_1 x + b_1$$

Ponieważ punkt  $M$  przecięcia się prostych jest obydwom tym prostym wspólny, więc rzędne punktu  $M$  muszą sprawdzić oba równania danych prostych. Celem wyznaczenia tych rzędnych, po odjęciu drugiego równania od pierwszego otrzymamy

$$0 = ax + b - a_1 x - b_1 \quad (a_1 - a)x = b - b_1, \quad \text{stad } x = \frac{b - b_1}{a_1 - a};$$

to podstawione w równanie pierwsze daje

$$y = a \frac{b - b_1}{a_1 - a} + b = \frac{a(b - b_1) + (a_1 - a)b}{a_1 - a} = \frac{a_1 b - a b_1}{a_1 - a};$$



rzędne zatem punktu przecięcia się obu danych prostych są

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{b - b_1}{a_1 - a} \\ y &= \frac{a_1 b - a b_1}{a_1 - a} \end{aligned} \right\} \quad 6$$

### 3. Równanie koła.

#### a) Ogólne równanie koła.

Jeżeli  $x, y$  są rzędne dowolnego punktu obwodu koła, zakreślonego promieniem  $r$ ,  $p$  odcięta,  $q$  rzędna środka koła, to ogólne równanie koła jest

$$(x - p)^2 + (y - q)^2 = r^2 \quad 7$$

Do wyznaczenia zatem położenia i wielkości koła potrzeba trzech danych:  $p, q, r$ .

Równanie koła można napisać także w postaci

$$(x - p)^2 + (y - q)^2 - r^2 = 0 \quad 8$$

jest to normalne równanie koła i przedstawia się krótko symbolem

$$K = 0.$$

Dla  $p = r$ , oraz  $q = 0$ , t. j. jeżeli obwód koła przechodzi przez początek  $O$  układu osi spólrzędnych, a środek koła leży w osi  $x$ -ów, to równanie 1092. po wstawieniu tych wartości za  $p$  i  $q$  otrzymana postać

$$x^2 + y^2 = 2rx \quad 9$$

i nazywa się równaniem równikowem.

Jeżeli  $p = 0, q = 0$ , to środek koła leży w początku  $O$  układu osi spólrzędnych, a równanie przybierze postać

$$x^2 + y^2 = r^2$$

#### b) Równanie biegunowe koła.

Jeżeli  $C$  jest środek koła, zakreślonego promieniem  $r$ ,  $O$  biegun układu biegunowego,  $p$  promień wodzący środka  $C$  koła, tworzący kąt  $\alpha$  z osią biegunową,  $\rho$  promień wodzący dowolnego punktu obwodu koła, tworzący kąt  $\varphi$  z osią biegunową, to równanie biegunowe koła jest

$$r^2 = \rho^2 + p^2 - 2\rho p \cos(\alpha - \varphi) \quad 10$$

Dla  $p = 0$  równanie to przybierze postać  $r = \rho$ .

### 4. Równanie elipsy.

#### a) Równanie środkowe elipsy.

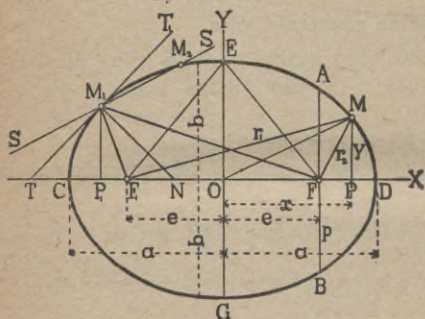
Elipsa jest zwartą linią krzywą odznaczającą się tem, że suma odległości czyli promieni wodzących każdego jej punktu

od dwóch wewnątrz jej obwodu ustalonych punktów, zwanych ogniskami, jest liczbą stałą, którą oznaczmy przez  $2a$ .

Jeżeli zatem  $r_1$  i  $r_2$  są promieniami wodzącymi dowolnego punktu  $M$  obwodu elipsy, to wypowiedziana właśnie właściwość elipsy daje się wyrazić równaniem

$$r_1 + r_2 = 2a \quad 11$$

Rysunek 92.



W uwidocznionej w rysunku 92. elipsie  $F_1, F_2$  są jej ogniskami, zaś punkt  $O$  połowiący ich wzajemną odległość jest początkiem osi współrzędnych.

Ponieważ  $M$  jest punktem elipsy, więc suma jego promieni wodzących

$$r_1 + r_2 = 2a.$$

Z trójkątów prostokątnych  $F_1MP$  i  $F_2MP$  otrzymujemy

$$r_1^2 = y^2 + (x + e)^2, \quad r_2^2 = y^2 + (x - e)^2,$$

gdzie  $e$  jest połową wzajemnej odległości ognisk i nazywa się mimośrodem liniowym elipsy.

Odjęwszy drugie równanie od pierwszego, otrzymamy po wykonaniu działania

$$r_1^2 - r_2^2 = 4ex, \text{ albo } (r_1 + r_2)(r_1 - r_2) = 4ex$$

po podstawieniu wartości za sumę promieni wodzących

$$2a(r_1 - r_2) = 4ex, \text{ stąd } r_1 - r_2 = \frac{2ex}{a},$$

co dodane do równania zasadniczego 11. a następnie odjęte daje:

$$2r_1 = 2a + \frac{2ex}{a}, \text{ czyli } r_1 = a + \frac{ex}{a}, \quad r_2 = a - \frac{ex}{a}.$$

Z trójkąta  $F_1MP$  wynika także

$$y^2 = r_1^2 - (x + e)^2 = \left(a + \frac{ex}{a}\right)^2 - (x + e)^2 = a^2 - e^2 - \frac{a^2 - e^2}{a^2} x^2$$

$$\text{stąd } (a^2 - e^2)x^2 + a^2 y^2 = a^2(a^2 - e^2).$$

Ponieważ jest zawsze  $r_1 + r_2 > 2e$ ,  $2a > 2e$  czyli  $a > e$ , więc różnica  $a^2 - e^2$  musi być zawsze dodatnia; połączmy więc w poprzednie równanie  $a^2 - e^2 = b^2$ , to ostatecznie otrzymamy równanie elipsy

$$b^2 x^2 + a^2 y^2 = a^2 b^2 \quad 12$$

które daje się przedstawić w postaci

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

13

Z tego równania wynika

$$y = \pm \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}, \quad x = \pm \frac{a}{b} \sqrt{b^2 - y^2}$$

wobec czego widać, że każdej wartości  $x$ , dla której  $y$  jest rzeczywiste, odpowiadają dwie równe wartości  $y$ , ale różne co do znaku, i na odwrót, co świadczy, iż elipsa jest symetryczna względem obu osi współrzędnych, a ich początek jest środkiem elipsy, i że wyprowadzone równanie elipsy jest równaniem środkowym.

Dla  $y = 0$ ,  $x = \pm a$ , dla  $x = 0$ ,  $y = \pm b$ , zaczem elipsa przecina oś  $x$ -ów w odstępach  $+a$  i  $-a$ , zaś oś  $y$ -ów w odstępach  $b$  i  $-b$  od początku współrzędnych mierząc; są to zarazem największe wartości na  $x$  i  $y$ , gdyż dla  $x > a$  staje się  $y$  liczbą urojoną, zaś dla  $y > b$  to samo dzieje się z  $x$ .

Odległość  $d$  dowolnego punktu  $M$  elipsy od jej środka odnośnie do prostokątnego trójkąta  $OMP$  (rysunek 85.) będzie po podstawieniu wartości za  $y$

$$d = OM = \sqrt{y^2 + x^2} = \sqrt{\frac{b^2}{a^2}(a^2 - x^2) + x^2} = \sqrt{b^2 + \frac{a^2 - b^2}{a^2} x^2}$$

dla  $x = \pm a$  największe  $d = \pm a = OC = OD$ , dla  $x = 0$  najmniejsze  $d = \pm b = OE = OG$ .

Ze wszystkich więc cięciw przez środek elipsy największą jest  $CD = 2a$ , najmniejszą  $EG = 2b$ ; pierwsza jest osią wielką, zaś druga osią małą elipsy. Punkty  $C$  i  $D$  zowią się wierzchołkami elipsy. Ostatecznie wynika: Suma promieni wodzących każdego punktu elipsy równa się jej osi wielkiej.

Z równania, względnie z prostokątnego trójkąta  $EOF$  mamy

$$a^2 - e^2 = b^2 \quad \text{stąd} \quad e = \sqrt{a^2 - b^2}$$

jest to linijny mimośród elipsy; natomiast stosunek

$$\frac{e}{a} = \varepsilon = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

nazywa się numerycznym mimośrodem elipsy.

Czem mniejszy mimośród, tem mniej różni się  $a$  od  $b$ , zaczem elipsa zbliża się do koła; dla  $e = 0$ ,  $a = b$ , równanie zaś elipsy stanie się równaniem koła.

Dla  $x = e = \sqrt{a^2 - b^2}$  wypada  $y = \pm \frac{b^2}{a}$ ; jest to właśnie cięciwa  $AB$ , prostopadła do osi wielkiej w ognisku i nazywa się parametrem elipsy, który oznacza się przez  $2p$ ; zaczem  $p = \frac{b^2}{a}$ .

Ta ostatnia równość wyraża, iż połowa małej osi elipsy jest średnią proporcjonalną między połową osi wielkiej i połową parametru.

Jeżeli na wielkiej osi, jako średnicy zakreślimy koło, to rzędne elipsy i koła odpowiadające tej samej odciętej, mają się do siebie jak połowa osi małej do połowy osi wielkiej.

Powierzchnia elipsy tak się ma do powierzchni koła, zakreślonego promieniem  $r = a$ , jak się ma połowa osi małej do połowy osi wielkiej elipsy, t. j.

$$f: a^2 \pi = b: a \text{ stąd powierzchnia elipsy} \\ f = a b \pi \quad 14$$

Obwód elipsy w przybliżeniu:

$$u = \pi(a + b) \quad 15$$

Natomiast dokładny obwód przedstawia następujący szereg („Hütte“ des Ingenieurs Taschenbuch, 21. wydanie z r. 1911., I. tom):

$$u = \pi(a + b) \left[ 1 + \frac{1}{4} \left( \frac{a - b}{a + b} \right)^2 + \frac{1}{64} \left( \frac{a - b}{a + b} \right)^4 + \right. \\ \left. + \frac{1}{256} \left( \frac{a - b}{a + b} \right)^6 + \dots \right] = \pi(a + b) k \quad 16$$

Jeżeli

$\frac{a-b}{a+b} = 0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$k = 1.0025$	1.0100	1.0226	1.0404	1.0635	1.0922	1.267	1.1677	1.2155	1.2732

### b) Równanie wierzchołkowe elipsy.

Jeżeli zamiast środka  $O$  elipsy przyjmiemy wierzchołek  $C$  elipsy (rysunek 92.) za początek układu współrzędnych, to wskutek tego rzędne nie doznają zmiany, tylko odcięte, do których w niniejszym przypadku należy doliczyć lewą połowę osi wielkiej, t. j.  $-a$ . Wartość tę zatem odciętej  $x - a$  należy wstawić w równanie środkowe elipsy 12., mianowicie:

$$b^2(x - a)^2 + a^2 y^2 = a^2 b^2, \text{ stąd } y^2 = \frac{b^2}{a^2} (2ax - x^2);$$

$$\text{gdy zaś } \frac{b^2}{a} = p, \text{ to } \frac{b^2}{a^2} = \frac{p}{a},$$

co podstawivszy w wyprowadzone właśnie równanie otrzymamy równanie wierzchołkowe elipsy

$$y^2 = \frac{p}{a}(2ax - x^2) = 2px - \frac{px^2}{a}. \quad 17$$

### c) Równanie biegunowe elipsy.

Przyjmijmy ognisko  $F$  (rysunek 92.) za biegun, prostą  $FX$  za oś biegunową, to dla dowolnego punktu  $M$  elipsy będą spórzędne biegunowe  $r = FM = r_2$  i kąt  $\varphi = MFX$ .

Ponieważ według równań na str. 774.  $r = r_2 = a - \frac{ex}{a}$ , zaś według rys. 92.  $x = e + r \cos \varphi$ , więc po podstawieniu tej wartości za  $x$  w równanie na  $r$  otrzymamy

$$r = \frac{a^2 - e^2 - er \cos \varphi}{a}, \text{ stąd } ar + er \cos \varphi = a^2 - e^2 = b^2,$$

$$r(a + e \cos \varphi) = b^2, \quad r = \frac{b^2}{a + e \cos \varphi} = \frac{b^2}{a \left(1 + \frac{e}{a} \cos \varphi\right)};$$

$$\text{gdym zaś } \frac{b^2}{a} = p, \quad \frac{e}{a} = \varepsilon,$$

więc ostatecznie równanie biegunowe elipsy jest

$$r = \frac{p}{1 + \varepsilon \cos \varphi}. \quad 18$$

### d) Sposoby wykreślenia elipsy.

1. Sposób wykreślenia elipsy na podstawie  $r_1 + r_2 = 2a$ .

Jeżeli jest dana oś wielka elipsy  $CD = 2a$  (rysunek 92.) i oś mała  $EG = 2b$ , to przedewszystkiem wyznacza się ogniska  $F_1, F_2$  długością  $a$ , zakreślona cyrklem z punktu końcowego  $E$  albo  $G$  małej osi, na wielkiej osi  $CD$  na tej zasadzie, że każde ognisko znajduje się od środka elipsy  $O$  w odstępnie  $e = \sqrt{a^2 - b^2}$ , oraz że oba końce małej osi są punktami obwodu elipsy, a ich promienie wodzące są właśnie połówkami osi wielkiej, zaczem  $r_1 = r_2 = a$ , oraz  $r_1 + r_2 = 2a$ .

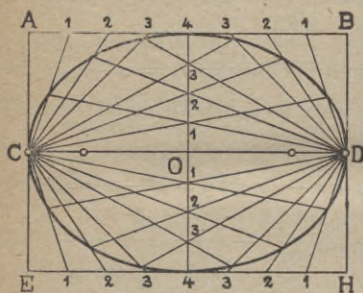
Następnie dzielimy cyrklem oś wielką na dwa dowolne odcinki tak, by żaden z nich nie był mniejszy, niż odstęp ogniska od najbliższego wierzchołka elipsy, poczem zakreślamy cyrklem z każdego ogniska po dwa symetryczne łuczki dłuższym odcinkiem osi  $CD$ , oraz po dwa łuczki krótszym odcinkiem osi  $CD$ , przecinające poprzednie cztery łuczki i uzyskujemy w ten sposób z tych przecięć się wzajemnych łuczków cztery punkta obwodu elipsy. W ten sam

sposób postępujemy dalej aż do uzyskania ilości punktów, dostatecznej do wykreślenia elipsy.

Sposób ten wykreślenia elipsy polega na tej jej właściwości, że suma obu promieni każdego punktu obwodu elipsy równa się osi wielkiej, t. j. że  $r_1 + r_2 = 2a$ .

2. Sposób wykreślenia elipsy w prostokącie opisanym.

Rysunek 93.



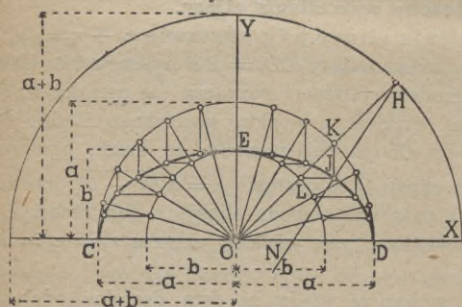
Szczegóły wykreślenia elipsy zapomocą prostokąta opisanego  $ABHE$  są widoczne z rysunku 93.

Ilość części działowych może być dowolna, ale jednaką zarówno na obu bokach podłużnych  $AB$  i  $EH$ , jak i na osi małej  $CO$ ; pomiędzy sobą jednak wszystkie części działowe na obu bokach podłużnych prostokąta muszą być sobie równe; na osi małej mogą mieć wprawdzie inną długość, jak poprzednie, atoli między sobą muszą być także wszystkie równe.

3. Wykreślenie elipsy zapomocą kół.

Ten często używany sposób, — jeżeli są dane obie osie elipsy,

Rysunek 94.



— polega na tem, że ze środka szukanej elipsy zakreślamy 3 koła: jedno promieniem równym połowie  $b$  małej osi drugie promieniem równym połowie  $a$  wielkiej osi elipsy, trzecie promieniem równym sumie obu tych połówek osi elipsy, t. j.  $a + b$ .

Następnie kreśli się dowolny promień  $OLKH = a + b$ , zaś z punktów jego  $L$  i  $K$  równoległe do osi elipsy, względnie do osi współrzędnych, przecinają się w punkcie  $J$ , który jest punktem elipsy. Prosta  $HJN$  jest prostopadłą, czyli normalną do elipsy w tym punkcie  $J$ .

Kreśląc w dalszym ciągu w stosownych odstępach promienie  $a$ , względnie promienie  $a + b$  i równoległe do osi  $x$ -ów i  $y$ -ów w sposób w rysunku 93. uwidoczniony uzyskuje się szereg punktów, potrzebnych do wykreślenia elipsy.

4. Wykreślenie elipsy na podstawie różnicy lub sumy obu półosi.

Na linijce z grubego papieru itp. materiału oznacza się kreskami długość danej, lub przyjętej półosi  $a$  i długość półosi  $b$  elipsy, mierząc od jednego i tego samego końca linijki lub od jednej i tej samej kreski skrajnej, określonej np. literą  $m$ .

Jeżeli następnie — w odniesieniu do rysunku 94. — przyłożymy linijkę np. do półosi  $CO$  wielkiej osi tak, żeby skrajna przez  $m$  oznaczona jej kreska, względnie odnośny jej koniec wpadła w wierzchołek elipsy  $C$ , i będziemy przesuwając linijkę tak, aby zawsze druga skrajna kreska, oznaczona np. przez  $n$  ślizgała się po półosi  $EG$ , zaś średnia kreska odeinająca różnicę  $a - b$  po półosi  $CO$ , to pierwsza skrajna kreska  $m$ , względnie początek linijki opisze elipsę.

Tak samo zresztą skrajna kreska  $m$  linijki opisze elipsę, jeżeli kreska średnia i druga skrajna  $n$  zamiast po krzyżujących się pod prostym kątem osiach elipsy będą się ślizgały w ogóle po ramionach prostego kąta.

W podobny sposób daje się wykreślić elipsa linijką, na której oznaczono kreskami sumę długości półosi  $a + b$ , oraz punkt działowy między długością  $a$  i  $b$ . Poruszając tę linijkę tak, aby skrajne kreski każdej z obu półosi ślizgały się zawsze po ramionach kąta prostego (np. krzyżujących się osi elipsy), spadających z różniennymi osiami elipsy, to kreska średnia, oddzielająca długość  $a$  od  $b$  opisze elipsę.

## 5. Równanie hiperboli.

### a) Równanie środkowe hiperboli.

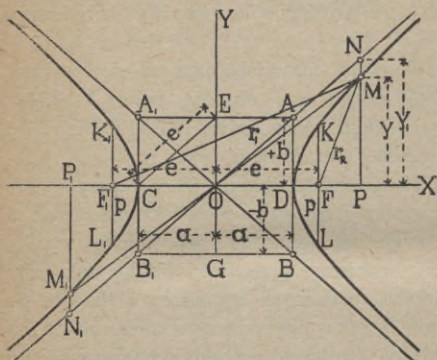
Hiperbola odznacza się tem, że różnica odległości czyli wodzących promieni każdego jej punktu od dwóch, w obrębie jej łuku położonych stałych punktów, zwanych ogniskami, jest liczbą stałą.

Jeżeli zatem promienie wodzące dowolnego punktu hiperboli oznaczymy przez  $r_1, r_2$ , zaś liczbę stałą przez  $2a$ , to wypowiedziana właśnie właściwość hiperboli daje się wyrazić równaniem

$$r_1 - r_2 = 2a.$$

Rysunek 95. przedstawia hiperbole, której ogniska są  $F_1, F$ , oś rzeczywista czyli główna hiperboli jest  $CD = 2a$ , punkta  $C, D$  są wierzchołkami hiperboli,  $F_1M = r_1$ ,  $FM = r_2$  promienie wodzące punktu  $M$  hiperboli i zarazem początek osi współrzędnych  $OY$  i  $OX$ .

Rysunek 95.



Z trójkątów prostokątnych  $F_1MP$  i  $FMP$  otrzymujemy  $r_1^2 = y^2 + (x + e)^2 = y^2 + x^2 + 2ex + e^2$ ,  $r_2^2 = y^2 + (x - e)^2 = y^2 + x^2 - 2ex + e^2$ , stąd  $r_1^2 - r_2^2 = 4ex = (r_1 + r_2)(r_1 - r_2)$ , gdy

zaś  $r_1 - r_2 = 2a$ , więc  $(r_1 + r_2)2a = 4ex$ ,  $r_1 + r_2 = \frac{2ex}{a}$ ; po dodaniu do tego ostatniego równania i odjęciu  $r_1 - r_2 = 2a$ , będzie  $2r_1 = \frac{2ex}{a} + 2a$ , czyli  $r_1 = \frac{ex}{a} + a$  i podobnie  $r_2 = \frac{ex}{a} - a$ .

Z trójkąta  $F_1MP$  wynika dalej  $y^2 = r_1^2 - (x + e)^2 = \left(\frac{ex}{a} + a\right)^2 - (x + e)^2$ ,  $y^2 = \frac{e^2x^2}{a^2} + 2ex + a^2 - x^2 - 2ex - e^2 = \frac{e^2 - a^2}{a^2}x^2 + a^2 - e^2$ , stąd wreszcie podobnie jak dla elipsy  $(a^2 - e^2)x^2 + a^2y^2 = a^2(a^2 - e^2)$ .

Ponieważ  $r_1 - r_2 < F_1F$ , czyli  $2a < 2e$ , oraz  $a < e$ , więc  $a^2 - e^2$  jest różnicą ujemną, a mianowicie  $a^2 - e^2 = -b^2$ ; równanie zatem hiperboli jest  $-b^2x^2 + a^2y^2 = -a^2b^2$  czyli

$$b^2x^2 - a^2y^2 = a^2b^2 \quad 20$$

albo też

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad 21$$

To równanie jako odnoszące się do współrzędnych, których początek  $O$  jest środkiem hiperboli nazywa się równaniem środkowym hiperboli.



Z równania tego wynika:

$$y = \pm \frac{b}{a} \sqrt{x^2 - a^2}; \quad x = \pm \frac{a}{b} \sqrt{y^2 + b^2}.$$

Dla  $x < a$  rzędna  $y$  jest ilością urojoną, zatem hiperbola nie ma takich punktów, dla których byłoby  $x < a$ . Każdej wartości  $x > a$  odpowiadają dwie równe, ale co do znaku różne wartości  $y$  i na odwrót; hiperbola zatem składa się z dwu osobnych krzywych linii, symetrycznych względem osi rzędnych, każdą zaś z nich dzieli oś odciętych (oś  $x$  — ów) na dwa symetryczne ramiona. Spółrzędne  $x, y$  mogą przybrać wartości bardzo wielkie, zatem i ramiona hiperboli idą w nieskończoność.

Dla  $y = 0, x = \pm a$ , hiperbola zatem przecina oś odciętych w dwu punktach  $C$  i  $D$  odległych wzajemnie o  $2a$ ; odległość ta nazywa się osią rzeczywistą albo główną, zaś punkta  $C$  i  $D$  wierzchołkami hiperboli. Stąd zresztą wniosek, że różnica promieni wodzących równa się osi głównej.

Dla  $x = a, y = \pm b \sqrt{-1}$ , hiperbola zatem nie przecina osi rzędnych; gdy jednak stosunek wartości  $b$  do hiperboli jest bardzo ważny, więc na osi rzędnych odmierza się  $OE = +b; OG = -b$ ; cała zaś ta oś  $EG = 2b$  nazywa się osią urojoną albo pomocniczą hiperboli.

Stąd mamy  $a^2 - e^2 = -b^2, e^2 = b^2 + a^2, e = \sqrt{b^2 + a^2}$ ;  $e$  nazywa się mimośrodem liniowym hiperboli, stosunek zaś  $\frac{e}{a} = \varepsilon = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a}$  numerycznym mimośrodem hiperboli.

Dla  $x = e = \sqrt{a^2 + b^2}, y = \pm \frac{b^2}{a}$ ; jest to cięciwa w ognisku hiperboli  $KL = 2p$ , zwana parametrem hiperboli, zatem  $p = \frac{b^2}{a}$ , czyli połowa osi urojonej jest średnią proporcjonalną między połową osi rzeczywistej i połową parametru.

Gdy  $a = b$  parabola nazywa się równoramienną zaś równanie jej przybiera postać

$$x^2 - y^2 = a^2 \quad 22$$

Jeżeli równanie hiperboli połączymy z równaniem  $y = a_1 x$  prostej  $MM_1$  przez punkt  $O$  przechodzącej, to rzędne przecięcia się prostej z hiperbolą będą

$$x = \pm \frac{ab}{\sqrt{b^2 - a^2 a_1^2}}; \quad y = \pm \frac{a a_1 b}{\sqrt{b^2 - a^2 a_1^2}};$$

gdzie znak  $+$  odpowiada punktowi  $M$ , zaś znak  $-$  punktowi  $M_1$ , z czego widno, iż prosta przetnie wtedy tylko hiperbolę, gdy będzie  $b^2 > a^2 a_1^2$ , czyli  $a_1 < \frac{b}{a}$ ; w razie przeciwnym  $x$  i  $y$  będą urojone.

Jeżeli przyjmiemy takie dwie proste, których  $a_1 = \pm \frac{b}{a}$ , czyli  $b^2 = a^2 a_1^2$ , to po wykreśleniu w punktach  $C$  i  $D$  prostopadłych  $AB$  i  $A_1 B_1$  do osi  $x$ -ów i po odcięciu na nich  $AD = DB = b$ , oraz  $A_1 C = C B_1 = b$  rysujemy proste  $A O B_1$  i  $A_1 O B$ , dla których istotnie  $a_1 = \operatorname{tg} A O D = \frac{b}{a} \operatorname{tg} A_1 O D = -\frac{b}{a}$ . Z trójkąta  $OPN$  otrzymujemy  $NP = y_1 = x \operatorname{tg} N O P = x \cdot \frac{b}{a}$ , stąd  $y_1^2 = \frac{b^2}{a^2} x^2$ ; gdy zaś rzędna punktu  $M$  hiperboli  $y^2 = \frac{b^2}{a^2} (x^2 - a^2)$ , więc  $y_1^2 - y^2 = b^2$ , czyli  $(y_1 + y)(y_1 - y) = b^2$ , ostatecznie

$$y_1 - y = \frac{b^2}{y_1 + y}.$$

Ze wzrostem  $x$  rośnie  $y_1 + y$ , gdy zaś  $b^2$  jest ilością stałą, więc różnica  $y_1 - y = NM$  także maleje i stanie się bardzo małą, gdy  $x$  bardzo się zwiększy. Wobec tego hiperbola zbliża się czem raz więcej do linii  $N_1 N$ , ale jej nie dosięga; to samo wszystko tyczy także prostej  $B A_1$ .

Prosta, która zbliża się coraz więcej do linii krzywej, ale się z nią nie schodzi nigdzie, nazywa się ledwoniestyczną, czyli asymptotą tej linii krzywej. Hiperbola ma dwie asymptoty, których równania są:

$$y = \frac{b}{a} x \quad 23$$

$$y = -\frac{b}{a} x. \quad 24$$

### b) Równanie wierzchołkowe hiperboli.

Równanie wierzchołkowe hiperboli wyprowadza się podobnym sposobem, jak równanie wierzchołkowe elipsy i jest następujące:

$$y^2 = 2 p x + \frac{p x^2}{a} \quad 25$$

### c) Równanie biegunowe hiperboli.

Jeżeli przyjmiemy ognisko  $F$  za biegun,  $FX$  za oś biegunową, to dla dowolnego punktu  $M$  hiperboli będzie promieniem wodzącym  $F'M = r_2 = r$ , zaś  $MF'X = \varphi$  kątem zawartym między promieniem wodzącym i osią biegunową, w tym razie z równań  $r = \frac{ex}{a} - a$ , i  $x = e - r \cos \varphi$ , dających się tu wyprowadzić podobnie jak dla elipsy, otrzymujemy ostatecznie — podobnie także jak dla elipsy — równanie biegunowe dla gałęzi hiperboli z ogniskiem  $F$

$$r = \frac{p}{1 + \varepsilon \cos \varphi} \quad 26$$

gdzie  $\varepsilon > 1$ ; natomiast dla drugiej gałęzi hiperboli z ogniskiem  $F_1$  — odnośnie do równań  $r = -\frac{ex}{a} + a$ , oraz  $-x = -e + \cos \varphi$  — otrzymujemy równanie biegunowe

$$r = \frac{-p}{1 - \varepsilon \cos \varphi} \quad 27$$

### d) Wykreślenie hiperboli.

Jeżeli jest dana oś główna i oba ogniska hiperboli, to na przedłużeniu osi głównej np.  $CD$  (rys. 95.) poza ogniskami obiera się dowolną ilość punktów 1, 2, 3... itd. i odległością każdego z tych punktów, mierzoną od bliższego wierzchołka (od  $D$  do punktu 1) hiperboli zakreśla się jako promieniem łuk z obu ognisk ( $F_1$  i  $F$ ); zaś odległością mierzoną od drugiego wierzchołka (od  $C$  do punktu 1), jako promieniem łuk około obu ognisk ( $F_1$  i  $F$ ); punkta przecięcia się tych łuków są punktami hiperboli. Postępując w ten sposób z resztą obranych punktów 2, 3, ... itd. otrzymuje się szereg punktów, które połączone z sobą krzywą linią, dają hiperbole.

## 6. Równanie paraboli.

### a) Równanie wierzchołkowe.

Parabola jest linią krzywą, odznaczającą się tą własnością, że każdy jej punkt jest równo odległy od jednego wewnątrz jej obrębu położonego punktu stałego i od prostej stałej zewnątrz niej leżącej.

W przedstawionej rysunkiem 96. paraboli jest  $F$  owym stałym punktem czyli ogniskiem,  $KK$  stałą prostą czyli kierownicą



wielkość  $a$  rośnie w nieskończoność, zaś  $p$  wcale się nie zmienia, — co zresztą jest możliwe, gdyż  $\frac{b^2}{a} = p$ , — to dla  $a = \infty$  stanie się  $\frac{px^2}{a} = 0$ , i wówczas równanie elipsy lub hiperboli przybierze postać zbliżoną do równania paraboli  $y^2 = 2px$ .

Parabolę zatem można uważać za elipsę lub hiperbolę, których oś wielka względnie oś główna jest nieskończenie wielka.

Wszystkie wyżej omówione krzywe dają się przedstawić zapomocą wspólnego równania wierzchołkowego

$$y^2 = 2px + qx^2$$

gdzie dla koła  $p = r$ ,  $q = -1$ ; dla innych krzywych  $p$  jest połową parametru; natomiast co do drugiego spółzynnika, to dla elipsy  $q = -\frac{p}{a} = -\frac{b^2}{a^2}$ , dla hiperboli  $q = \frac{p}{a} = \frac{b^2}{a^2}$ , dla paraboli  $q = 0$ .

Powierzchnia płaszczyzny, ograniczonej spółrzednemi dowolnego punktu paraboli i jej łukiem, równa się dwóm trzecim częściom iloczynu tych spółrzednych. Mianowicie powierzchnia objęta łukiem paraboli  $OM, M$ , rzędną punktu  $MP = y$  i odejętą  $OP = x$ , czyli powierzchnia  $OM, MP = \frac{2}{3}xy$  (rys. 96.).

### b) Równanie biegunowe paraboli.

Przyjawszy za biegun ognisko  $F$  (rys. 96.),  $OX$  za oś biegunową to dla punktu  $M$  paraboli będzie  $AM = FM = r$ , oraz  $MFO = \varphi$ ,  $OP = x$ ,  $r = x + \frac{p}{2}$ , zaś  $x = \frac{p}{2} + r(-\cos \varphi) = \frac{p}{2} - r \cos \varphi$ , co podstawione w poprzednie równanie daje  $r = \frac{p}{2} - r \cos \varphi + \frac{p}{2}$ , czyli  $r(1 + \cos \varphi) = p$ , stąd wreszcie równanie biegunowe paraboli

$$r = \frac{p}{1 + \cos \varphi}$$

Wszystkie dotąd omówione krzywe dają się przedstawić równaniem ogólnem biegunowym

$$r = \frac{p}{1 + \varepsilon \cos \varphi}$$

w którym  $p$  dla koła jest promieniem, dla innych krzywych połową parametru, zaś  $\varepsilon = 0$  dla koła,  $\varepsilon < 1$  dla elipsy,  $\varepsilon > 1$  dla hiperboli,  $\varepsilon = 1$  dla paraboli.

## c) Wykreślenie paraboli.

Mając daną kierownicę i ognisko, ustala się najpierw wierzchołek i oś paraboli, poczem przyjąwszy na osi dowolną ilość punktów, wykreśla się w nich prostopadłe do osi i odległością każdego punktu, od kierownicy mierząc, zakreśla łuk z ogniska. Punkty uzyskane z przecięcia prostopadłych odpowiednimi łukami są punktami paraboli.

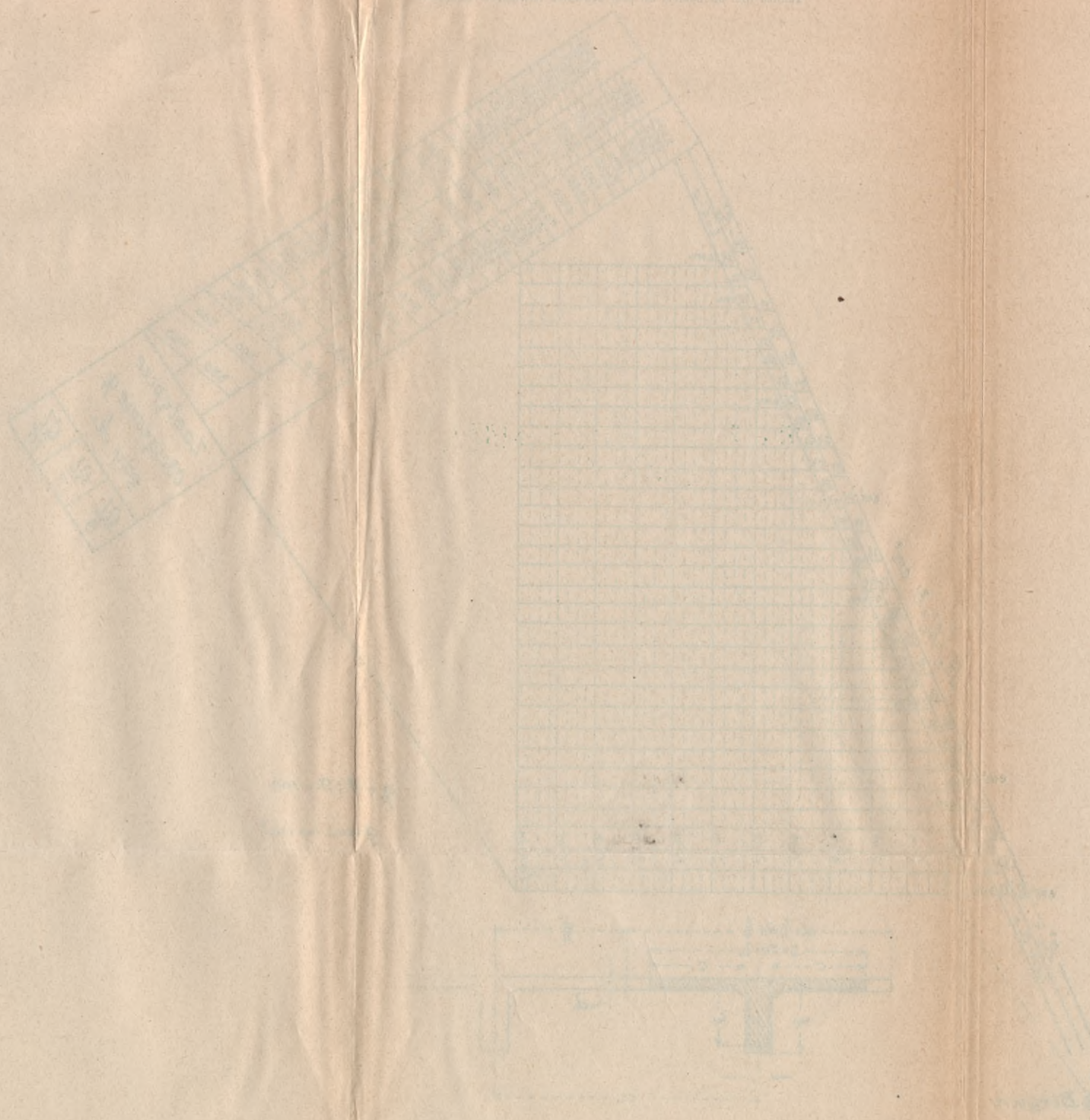


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

S. 61



Table for recording the results of the experiment



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW









Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301243

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000231597