

Dr. K. POMIANOWSKI

PROFESOR POLITECHNIKI

KANALIZACYA MIASTA

Z 44 RYCINAMI

Kon. 3



WYDAWNICTWO KSIĘGARNI POLSKIE

BERNARDA POŁONIECKIEGO WE LWOWIE.

ZADANIA I POTRZEBY GOSPODARCZE.

Pod redakcją prof. Fr. Bujaka zaczyna wychodzić zbiór prac odnoszących się do spraw krajowych, gospodarczych i społecznych. Przeznaczone dla publiczności wykształconej mają one zwracać uwagę na najważniejsze zagadnienia, szerzyć ich zrozumienie i torować drogę dla rozumnej i energicznej polityki krajowej oraz budzić zainteresowanie dla działań zbiorowych.

Będą one przedstawiały ukształtowania stosunków naszych pod wpływem wojny oraz będą się starały wskazywać sposoby działania i kierunki rozwoju i dlatego powinny się znaleźć w ręku każdego, komu losy kraju i przyszłość narodu leżą na sercu.

1. Bujak Fr.: *Myśli o odbudowie*. Kor. 1. Jest to niejako wstęp do całego wydawnictwa, podający jego przewodnią ideę; autor omawia potrzebę przebudowy społeczeństwa, zwłaszcza jego psychiczno-stosunku do życia gospodarczego.
2. Wygoda Benedykt: *Ustrój gospodarstw włościańskich w Galicyi*. Kor. 1'20. Autor z zapalem i gruntowną znajomością wykazuje konieczność kommasacyi gospodarstw włościańskich jako podstawy dla wszelkiej działalności nad podniesieniem rolnictwa oraz wskazuje sposoby zmiany ustawy kommasacyjnej.
3. Wygoda Benedykt: *Hodowla zwierząt domowych*. Kor. 1'20.
4. Wygoda Benedykt: *Uprawa roli*. Kor. 1'20. — Razem z zeszytem poprzednim prace te zawierają zarys ekonomiki rolniczej małej własności; zasługuje tem więcej na uwagę, że wyszedł z pod pióra wieloletniego powiatowego instruktora rolnictwa w Galicyi wschodniej, któremu nie obce są i stosunki w zachodniej części kraju.
5. Dziedzic Jan Tomasz: *Jak zakładać i prowadzić składnice i sklepy „Kółek rolniczych“?* Kor. 1'20. Gorący zwolennik działalności handlowej Zarządu głównego Tow. „Kółek rolniczych“, były kierownik składnicy „Kółek rolniczych“ w Białej a od szeregu lat dyrektor składnicy w Nowym Targu, przedstawia w sposób prosty, ale ze ścisłością i znawstwem, ten popularny, ale jeszcze słabo rozwinięty dział pracy gospodarczej, który w czasach obecnej drożyzny powszechne musi budzić zainteresowanie.
6. Dr. A. Szczepański: *Rozwój przemysłu w Galicyi*. Kor. 1'20. Znany i ceniony kierownik krajowego Biura statystyki przemysłowej daje tu przegląd przemysłu w Galicyi nad przemysłem galicyjskim i jego przyszłości.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000231800

ZAGADNIENIA TECHNICZNE ODBUDOWY KRAJU.

12

Dr. K. POMIANOWSKI
PROFESOR POLITECHNIKI

KANALIZACYA MIASTA

Z 44 RYCINAMI.

L W Ó W 1918.

NAKLAD I WŁASNOŚĆ KSIĘGARNI POLSKIEJ BERNARDA POŁONIECKIEGO
WARSZAWA: GEBETHNER I WOLFF.



~~II 1933~~

II - 347794

WYKONANO W ZAKŁADZIE DRUKARSKIM „GRAFIA“, LWÓW,
ULICA CHORĄŻCZYNY LICZBA 27. — NUMER TELEFONU 1998.

BPK- B- 442 / 2016

Akc. Nr. 4241 / 51

SPIS RZECZY.

	Str.
Wstęp	1
1. Cel kanalizacji, metody	3
2. Głębokość kanałów	5
3. Kształt przekrojów kanałowych	7
4. Podstawy projektu kanalizacji	10
5. Ilość cieczy kanałowej	11
6. Objętość odpływu wód deszczowych	15
7. Rozkład sieci kanałowej	16
8. Materiały budowlane	21
9. Objekta kanałowe	24
10. Wykonanie budowy:	
a) wykończenie wykopu	31
b) budowa kanału	35
11. Kanalizacja rozdzielcza	38
12. Przewietrzanie i czyszczenie sieci kanałowej	39
13. Potrzeba czyszczenia cieczy kanałowej	40
14. Skład cieczy kanałowej	41
15. Mechaniczne oczyszczanie cieczy	42
16. Biologiczne oczyszczanie cieczy kanałowej:	
a) nawadnianie	47
b) filtracja naturalna	49
c) biologia sztuczna	50
d) stawy rybne	54
17. Koszt kanalizacji	56

W S T Ę P.

Woda, doprowadzona do miasta wodociągiem, względnie czerpana w obrębie miasta ze studzien, zanieczyszcza się w mieście ciałami organicznego pochodzenia a mianowicie: w gospodarstwie domowym wskutek prania, mycia naczyń i splukiwania klozetów, zaś w przemyśle fabrycznym wskutek przeróbki pewnych materiałów, jako woda powstała z płukania, ciecz odpadkowa itd. Powstała ciecz brudna ulega pod wpływem ciepła gniciu, wydziela wstrętny odór, zatrzuwa powietrze i, zanieczyszczając ulice, wkońcu, wsiąka w grunt, zakaża studnie. Ciecz ta ma nazwę wody wodociągowej z u ż y t e j, niekiedy wody b r u d n e j. W czasie pogody ciecz taka, wstrętna, zbiera się w rynsztokach ulicznych, zaś w czasie deszczu, zmieszana z wodą opadową oraz z błotem ulicznym zalewa niżej położone części miasta, zatapia sutereny, sklepy i t. d. Usunięcie tej cieczy było łatwo zrozumiałą troską zarządów miast od czasów najdawniejszych. Pewny i dla zdrowia bezpieczny sposób usunięcia tej cieczy z obrębu miasta istnieje jedynie drogą p o d z i e m n y c h, zamkniętych przewodów, czyli tak zwanych k a n a ł ó w.

Rzym posiadał częściową sieć kanalizacji już za czasów Tarquiniusa Prisca, któremu przypisują zasklepienie jednego z potoków przecinających miasto. Powstała w ten sposób Cloaca Maxima zbiera do dziś dnia ciecz kanałową ze znacznego obszaru Wiecznego miasta. Z biegiem wieków sieć kanałowa doznała znacznego rozszerzenia, głównie z powodu wzrastających ilości wody, doprowadzanych do miasta nowozakładanymi aquaduktami. Troska Rzymian o zdrowotność miast nakazywała im także w koloniach zaprowadzać wodociągi, które często jeszcze do dziś dnia dobrze swe zadanie spełniają. W tych miastach konsekwentnie budowano więc i sieć kanałową, celem odprowadzania podziemnego wody zużytej. Resztki kanałów w licznych wypadkach do obecnych czasów się dochowały.

Kanalizacja miast nie była jednak specjalnością wyłącznie rzymską, wszystkie wielkie skupienia ludzkie w czasach starożytnych posiadały ją w mniejszym lub większym rozmiarze. Można stwierdzić istnienie sieci kanałowej w Babilonie, Niniwie, w ograniczonym rozmiarze w Jeruzalem. W wiekach średnich, wraz z upadkiem wychowania fizycznego, wzrostem ogólnej ciemnoty, niechlujstwa, wyludnieniem wielkich metropoli świata, pozwolono rozpaść się rzymskim wodociągom i zniszczyć sieciom kanałów. Dopiero z początkiem 19-go wieku potrzeba kanalizacji miast została na nowo uznana, a dzięki ogromnemu postępowi techniki sprawa ta stała się na zupełnie nowych oraz racjonalnych podstawach.

Pierwszą jednolicie pomyślaną i technicznie dobrze założoną siecią miejską była sieć kanałowa Paryża, dzieło znakomitego Francuza Belgranda. Później około rozwoju nowej nauki położyli ogromne zasługi inżynierowie amerykańscy i angielscy. Anglik Lindley, wezwany przez zarząd miasta Hamburga, przeniósł sztukę kanalizowania miast do Niemiec, wybudował sieć kanałową najpierw w Hamburgu, następnie we Frankfurcie n/M., później w Warszawie, w Pradze czeskiej i t. d. Warszawa była nie tylko tem miastem, które pierwsze w Polsce otrzymało opartą na obliczeniu i wzorowo wykonaną sieć kanałów, lecz była jednym z pierwszych miast na kontynencie, skanalizowanem racjonalnie. Obecnie Nowy Sącz ma znakomitą sieć kanalizacyjną, a Lwów i Kraków posiadają gotowe projekta kanalizacji, stopniowo urzeczywistniane. Najwięcej jednak dobrze skanalizowanych miast polskich ma zabór pruski.

1. Cel kanalizacyi, metody.

Kanalizacya ma za zadanie odprowadzanie poza obręb miast zużytej cieczy wodociągowej oraz wody opadowej. Jako bezpośredni skutek założenia sieci kanałowej, objawia się osuszenie gruntu, w którym sieć leży, a zarazem ustalenie poziomu zwierciadła wody gruntowej na wysokości cieczy płynącej kanałami. Wody gruntowe, powstające czy to wprost w obrębie miasta wskutek przesiąkania wody deszczowej, czy też dopływające gruntem z poza miasta, wciekają w sieć kanałową i wspólnie z cieczą kanałową zdążają do wyłotów kanału zbiorczego.

Zebranie wód zużytych i deszczowych siecią kanałową, i odprowadzenie ich poza obręb miasta, nie rozwiązuje jeszcze ostatecznie problemu kanalizacyi miasta. Ciecz kanałowa jest w wysokim stopniu zanieczyszczona ciałami organicznymi gnilnymi, zarazkami, a w końcu mułem, który się w niej mechanicznie w zawieszeniu utrzymuje. Nie jest dopuszczalne wprowadzenie takiej cieczy w otwarte ścieki publiczne. Ciecz musi być poddana poprzedniemu oczyszczeniu, w bezpośrednim więc związku z budową sieci kanałowej stoi budowa z a k ł a d u o c z y s z c z e n i a cieczy kanałowej. Istnieje kilka metod oczyszczania cieczy; wybór metody zależy od rodzaju cieczy i wielkości recypienta, oraz od miejscowych warunków. Natomiast c e l oczyszczania pozostaje zawsze ten sam, a mianowicie ochrona wód publicznych przed zakażeniem i zamuleniem.

Zależnie od tego, jaki rodzaj wód sieć kanałowa odprowadza, rozróżniamy sieć w s p ó l n ą, liczoną na odprowadzenie pospołu tak wód zużytych jak i deszczowych, oraz sieć r o z d z i e l c z ą, która służy do odprowadzenia jednego tylko rodzaju wód. W tym drugim wypadku sieć kanałowa może być pojedyncza i odprowadzać wyłącznie wody zużyte, podczas gdy wody deszczowe odpływać będą otwartymi rynsztokami ulicznymi, lub też przeciwnie, sieć kanałowa

ujmuje jedynie wody opadowe, podczas gdy wody zużyte, zbierane w dołach kloacnych, są peryodycznie wywożone beczkowozami. Możliwe jest i trzecie rozwiązanie, przez założenie sieci p o d w ó j n e j. W tym wypadku w każdej ulicy leżą p o d w a ciągi kanałowe, odrębne dla każdego rodzaju wód. Jest rzeczą oczywistą, iż założenie dwu sieci będzie połączone z kosztem nierównie większym niż założenie sieci pojedynczej, lecz pewne miejscowe warunki mogą tego rodzaju rozwiązanie usprawiedliwiać a nawet wprost nakazywać. I tak, w rozległych, rzadko zabudowanych miejscowościach, np. letniskach, mających słaby uliczny ruch ciężarowy i odznaczających się brakiem przemysłu, ograniczyć się można do budowy sieci, która służy do odprowadzenia wód wyłącznie tylko zużytych, a zatem wód najsilniej zanieczyszczonych, podczas gdy wody deszczowe, zanieczyszczone słabo, bo tylko kurzem i błotem ulicznym, będą odprowadzone rynsztokami w ścieki publiczne. W ten sposób osiąga się główny cel kanalizacji tj. usunięcie szkodliwych zdrowiu i nie miłych dla oka nieczystości miasta. Przytem koszt budowy jest stosunkowo nieznaczny, bo ogranicza się do kosztu sieci wąskiej, liczonej na nieznaczne ilości wód zużytych. Nie wszystkie jednak miejscowości nieduże, o małym i lekkim ruchu ulicznym, nadają się do budowy sieci rozdzielczej. W miejscowościach niedużych, lecz posiadających silne spady terenu, opłaci się budować sieć wspólną, a to z następującej przyczyny: ponieważ nie można schodzić z rozmiarem kanałów poniżej pewnej praktycznej granicy, około 30 cm średnicy a czasem nawet i więcej, różnica w kosztach sieci liczonej wyłącznie na wody zużyte, a sieci wspólnej, będzie w tym wypadku bardzo małą tak, iż w małych miastach i na stromych spadach opłaca się znów zakładać sieć wspólną, gdyż nieznacznym powiększeniem granicznego rozmiaru kanału osiąga się możliwość odprowadzenia siecią kanałów nietylko wód zużytych lecz także i opadowych.

Bardzo często zachodzi wypadek stosowania sieci rozdzielczej na całym obszarze miasta lub jego części wówczas, gdy odpływ kolektora ostatecznego, który odprowadza całość cieczy zebranej z miasta do jakiegoś naturalnego ścieku (recypienta), jest wodą tego recypienta podtopiony zawsze, lub okresowo, w czasie jego wysokich stanów, gdy zatem zachodzi potrzeba sztucznego podnoszenia cieczy kanałowej do wyższego poziomu wody recypienta (rzeki, jeziora). Pracę pomp i koszty przetrzaczania można ograniczyć jedynie w ten sposób, jeśli się z m n i e j s z y i u s t a l i ilość cieczy kana-

łowej, czyli jeśli się założy kanalizację rozdzielczą i podnosi jedynie wodę zużytą. W tym wypadku, woda opadowa, zebrana drugą siecią płytkich kanałów, będzie odprowadzona wprost do ścieku. Tej sieci nie szkodzi oczywiście nawet ewentualne podtopienie wielką wodą recypienta, gdyż cofka nie może sięgać daleko i nie może zalać piwnic, suteryn itd., z którymi ta sieć kanałów nie ma połączenia.

Tego rodzaju kanalizację zastosowano także w miastach nadmorskich, portowych, jak np. w Neapolu, gdzie założono sieć podwójną, z których jedna odprowadza wody opadowe wprost do morza w obrębie portu, druga zaś, ze względu na niebezpieczeństwo zamulenia portu i zatrucia wody odprowadza ciecz kanałową daleko poza zatokę.

2. Głębokość kanałów.

Celem podziemnego odprowadzenia cieczy kanałowej trzeba kanał założyć w takiej głębokości pod poziomem ulicy, aby istniał spad dostateczny pomiędzy kanałem a punktami, w których gromadzą się wody zużyte czy też deszczowe. Woda zużyta gromadzi się wewnątrz realności za pomocą rur spadowych pionowych, uchodzących we wspólny kanałik domowy, położony pod terenem piwnicy, który przebija w odpowiednim miejscu mury fundamentowe realności i uchodzi do kanału ulicznego. Do tegoż samego kanałiku wpływa również woda opadowa z podwórza. Przyjmując głębokość zabudowanej parceli na 20 m, spad kanałiku w stosunku 1 m na 50 m długości, najmniejszą głębokość kanału pod dnem piwnicy na 0·5 m, zaś głębokość samej piwnicy pod powierzchnią ulicy na 2 m, wreszcie długość kanałiku domowego pomiędzy fundamentem realności a kanałem ulicznym na 10 m, uzyskamy głębokość kanałiku przy wlocie jego do kanału ulicznego na 4·1 m pod powierzchnią ulicy. Dno kanału ulicznego będzie leżeć poniżej dna kanałiku domowego, a to zależnie od rozmiaru samego kanału i stopnia jego napętnienia cieczą kanałową. Jest rzeczą łatwo zrozumiałą, iż kanałik domowy do kanału ulicznego musi wpadać ponad poziomem cieczy w kanale ulicznym, gdyż inaczej nastąpiłoby podtopienie kanałiku domowego, co oczywiście nie jest dopuszczalne. Wysokość napętnienia kanału ulicznego waha w dużych granicach nawet w miastach średniej wielkości, i zależy od typu kanału oraz ilości prowadzonej nim cieczy. Kładąc tę grę równą tylko 0·4—1·6 m otrzy-

mamy głębokość kanału ulicznego na 4·5 do 5·7 m przy przyjęciu głębokości piwnic na tylko 2·0 m. Przy większej głębokości piwnic i podziemi, niezbędnej zwłaszcza dla założenia kotłów centralnego ogrzewania, wypadają potrzebne głębokości kanałów ulicznych odpowiednio znacznie większe. Stąd łatwo można zrozumieć, dlaczego np. Praga czeska w śródmieściu niema kanałów zakładanych płycej jak na 7 m. głębokości. Natomiast w miastach małych, gdzie i piwnice są płytsze i głębokość zabudowania mała, a nieduży przekrój kanałów ulicznych, można ograniczyć głębokość kanałów do 4-ech a nawet 3-ch metrów. Niektóre wielkie miasta, jak Berlin, Brema, Szczecin mają płytką kanalizację (około 3·0 m.) lecz z innego powodu, a mianowicie ze względu na brak odpływu i wysoki stan wody ich głównego recypienta (Sprewa, Odra, Wisła). Są to jednak warunki wyjątkowo trudne i niekorzystne. W tych wypadkach można do kanału ulicznego wprowadzić wprost wodę ze wszystkich pięter realności aż do parteru włącznie rurą szczelną, ewentualnie zawieszoną u stropu piwnicy, zaś wody zaskórne i inne, przeciekające w głębiej położoną piwnicę, trzeba zbierać w osobnej studziencie i pompą przetrzącać do wyżej położonego kanału. Można też, wykonując piwnice zupełnie szczelnie, zapuścić je poniżej dna kanału i poniżej zwierciadła wody gruntowej. W tym wypadku należy jednak zabronić wykonywania zlewów i wychodków w podziemiu, czyli należy niedopuszczyć do powstania jakichkolwiek wód zanieczyszczonych poniżej poziomu kanałiku domowego.

Z powyżej podanych uwag wynika jasno, iż dobrze założona sieć kanałowa na wody zużyte leżeć musi głęboko poniżej poziomu ulicy. Inaczej rzecz się ma ze siecią kanałów przyjmujących wodę deszczową. Tu miejscem powstania cieczy kanałowej jest sama powierzchnia ulicy, oraz plantów, podwórza jakoteż powierzchnie dachowe. Miejscem gromadzenia się tych wód są ścieki i wpusty uliczne, tj. płytkie zbiorniki zamknięte u góry, w ścieku ulicznym, kratą żelazną. Głębokość wpustów wynosi zwykle 1·5 m, a czasem i mniej. Doliczając do głębokości wpustu spadek kanałiku, łączącego wpust z kanałem, otrzymamy głębokość dna kanału ulicznego na około 2 m, pod powierzchnią ulicy. Głębokość ta jest ograniczona właściwie tylko dwu względami, obawą zamarznięcia wody w kanale i potrzebą dania w ulicy ponad szczytem kanału odpowiednio grubej nadsypki, któraby rozdzieliła nacisk koła wozów jednostajnie na sklepienie kanału. Głębokość zamarzania wynosi w naszym klimacie około 1·5—1·8 m, zaś grubość nadsypki

nie powinna być mniejsza od 0,5 m. W tych granicach mieści się praktyczna głębokość kanałów, o ile inne względy, jak np. wyrównanie spadów nie zniewoli projektanta do powiększenia tej głębokości.

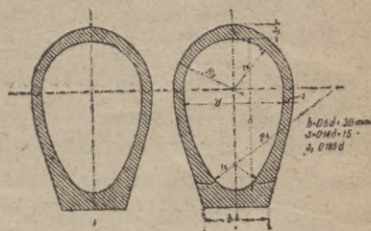
3. Kształt przekrojów kanałowych.

W praktyce są w użyciu 3 następujące kształty przekrojów:

1. kołowy;
2. jajowy lub zbliżony do elipsy;
3. złożony z właściwego koryta (kinety) i przeklepienia łukiem kołowym, koszowym, eliptycznym lub parabolicznym.

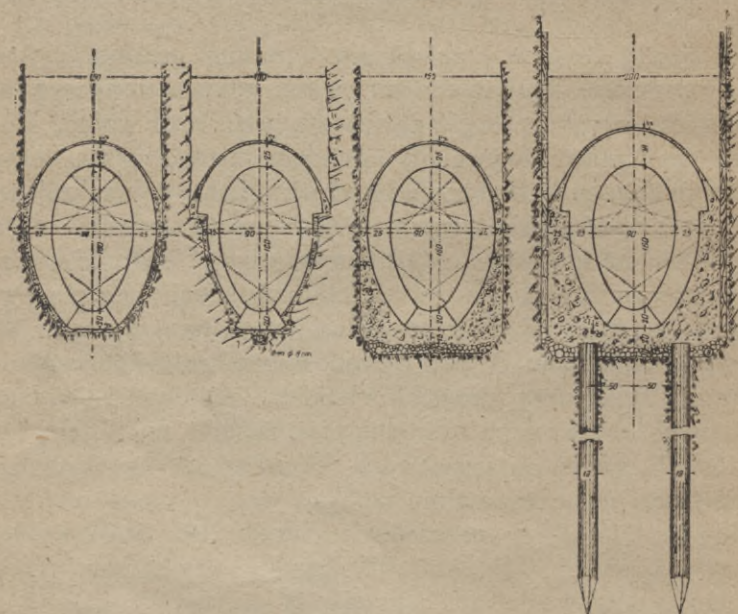
Kształt kołowy zaleca się ogromną prostotą wykonania oraz najlepszym wyzyskaniem materiału, gdyż najmniejszą długością obwodu uzyskuje się największą przestrzeń wolną. Rozkład napięć w ścianie, wywołany parciem ziemi, jest korzystny w przekroju kołowym. Pod względem hydraulicznym przekrój kołowy jest racjonalny jedynie przy wysokich napełnieniach; natomiast w dużym kanale kołowym, napełnionym płytko, warunki dla ruchu cieczy są niekorzystne, na dnie i ścianach kanału powstają osady, które gniją i zatrująją ciecz kanałową i powietrze, oraz zmniejszają gładkość ścian kanału. Z tych powodów przekroju kołowego używa się z reguły tylko przy kanałach wąskich, średnicy 25—45 cm oraz przy wielkich przekrojach o średnicy powyżej 1 m i stale wysoko napełnionych, zatem w przelewach burzowych, kanałach prowadzących ciecze na oczyszczalnię itd.

Kształt jajowy przedstawia kanał, który jest zwykle półtora razy tak wysoki jak szeroki. Zwykle używa się przekroju, który jest u dołu wąski, zaś ku górze się rozszerza. Nazywając przez „2 r”, jego szerokość w pachwinie, otrzymamy spód zatoczony promieniem „ $\frac{1}{2}$ r”, boki promieniem „3 r”, łęk górny promieniem „r”. (Ryc. 1.). Zaleta przekroju jajowego leży w tem, iż przy małych, również jak i dużych ilościach wody powstają stosunkowo znaczne głębokości, wobec czego warunki przepływu są w obu wypadkach pod względem hydraulicznym korzystne.



Ryc. 1.

Kanał tego przekroju daje się łatwo i tanio wykonać. Niekorzystnym jest kształt łuku górnego, t. j. sklepienia, w formie półkola o stosunkowo dużym promieniu. Sklepienie to podlega działaniu znacznych sił poziomych, zwłaszcza niekorzystne są pierwsze chwile po ukończeniu kanału i zasypaniu wykopu, gdy cały zasyp ślizgając się wzdłuż ścian wykopu ciąży na sklepieniu. Powstałe wówczas duże siły poziome nie znajdują zrównoważenia w parciu naturalnego gruntu na boczne ściany kanału, gdyż to występuje dopiero z czasem, jako skutek pewnych drobnych ruchów zaszytych we wnętrzu naturalnego gruntu. Zanim nowa równowaga nastąpi, pęka często łęk sklepienia, a równocześnie powstają rysy w pachwinach kanału.



Ryc. 2.

Temu zapobiega się przedewszystkiem bardzo ciasnym ubiciem materiału wykopu poza ścianami bocznymi kanału, następnie zwiększeniem wytrzymałości łuku zapomocą zgrubienia go w kluczu, wreszcie przez zmianę kształtu łuku z pełnego półkola na przekrój koszowy podniesiony. W ten sposób powstaje przekrój zbliżony do eliptycznego (Ryc. 2c), w którym łęk załoczony jest mniejszym promieniem, niż w przekroju jajowym, na skutek czego i zmniejsza się szkodliwa siła pozioma. Ten drugi kształt przekroju posiada nadto zaletę wielkiej wysokości w stosunku do szerokości kanału.

Jest to czynnik ważny przy utrzymaniu sieci i niezbędnych rewizjach kanałów. Przekrój wysoki da się łatwiej przejść lub przeleźć niż przekrój niski, choćby szeroki. Z dwu typów kanału, jajowego o wymiarze 60×90 i kanału eliptycznego o wymiarze 50×95 ten drugi jest łatwiejszy do rewizji, niż pierwszy, jakkolwiek kanał 50×95 jest węższy i tańszy od przekroju jajowego 60×90 . Wskutek tego przy kształcie eliptycznym zejść można z najmniejszym wymiarem kanałów do typu niższego, niż przy kształcie jajowym, a ponieważ najmniejsze typy stanowią przeważną część długości całej sieci miejskiej, znizenie typu najmniejszego kanału jest połączone ze znacznym zaoszczędzeniem w kosztach budowy całej sieci. Typ eliptyczny wprowadził pierwszy Lindley, a jest on w użyciu w Warszawie, Pradze czeskiej, Frankfurcie, Hamburgu, Lwowie i w. i.

Kształt złożony (Ryc. 3.) stosuje się w kanałach, które prowadzą duże ilości wody. Przekrój jajowy ani eliptyczny nie da się w tych wypadkach zastosować ze względu na swą zbyt znaczną wysokość. Okazuje się zatem potrzeba użycia kształtów



Ryc. 3.

nizkich a szerokich, zaopatrzonych przeważnie w koryta dla małych wód i przesklepionych łukiem kołowym, eliptycznym lub parabolicznym. Ten typ kanałów przechodzi w dużych głębokościach pod terenem w kształt zbliżony do tunelowego, lub nawet w pełny kształt kołowy.

Obliczenie pojemności przekrojów różnego typu, przy znanym spadzie dna kanału oraz określonej ilości cieczy, odbywa się przy pomocy tablic, najczęściej wykreslnych, opartych zwykle na wykresach w podziałce logarytmicznej (nomogramach). Wykresy te niezmiernie ułatwiają żmudną pracę obliczania sieci, równocześnie znacznie redukują prawdopodobieństwo pojawiania się błędów rachunkowych, które łatwo wkradają się przy obliczaniu drogą cyfrowego rachunku.

4. Podstawy projektu kanalizacji.

Jest rzeczą łatwo zrozumiałą, iż projekt kanalizacji musi być oparty na dokładnym zdjęciu i planie miasta. Sieć kanałowa, pośród urządzeń miejskich jest n a j n i ż e j leżącym objektem w terenie ulicznym, gdyż w celu należytego spełnienia swego zadania leżeć musi n i ż e j piwnic przyległych domów, pod rurami wodociągowymi i gazowymi, pod kablami i t. d. Z tego też powodu sieć kanałowa powinna być p i e r w s z ą inwestycją każdego miasta, niestety z reguły jest jedną z ostatnich.

Zdjęcie miasta dla celu kanalizacji musi objąć wszystkie w terenie ulicznym znajdujące się objekta, jakoto: przewody podziemne, plantacje, drzewa, słupy, chodniki, a w końcu ograniczenia przestrzeni ulicznej liniami lic domów, względnie liniami regulacyjnymi. Ponadto, ponieważ jedynym motorem ruchu cieczy w kanale jest spad czyli różnica wysokości, zdjęcie obejmować musi także punkta wysokościowe, a zatem niwelację ulic, zaś w terenach niezabudowanych tachymetrię terenu. Zdjęcie wysokościowe służy za podstawę wykreślenia linii równych wysokości, czyli planu warstwowego, który najjaśniej i najbardziej przejrzysto uwidacznia spady terenu.

Pracę projektowania wykonujemy zwykle w dwu etapach: W pierwszym opracowuje się projekt t. zw. generalny, oparty na planie przeglądowym, kreślonym w małej podziałce (1:5000—1:2880), nie zawierającym zatem wszystkich szczegółów zdjęcia. Drugim etapem jest projekt szczegółowy, opracowany na zdjęciu szczegółowym, w dużej (około 1:500) podziałce. Stosownie do tego podziału pracy potrzebne są z reguły dwa plany w różnych podziałkach.

Sieć kanalizacji nie może służyć dorywczo na czas tylko krótki, lecz miasto ma z niej korzystać trwale w ciągu długich lat swego rozwoju. Stąd jasnym jest, iż plan służący za podstawę projektu musi uwzględnić w najszerszej mierze p r z y s z ł y stan miasta, sposób jego zabudowania, podział na dzielnice (mieszkańcowskie, przemysłowe, handlowe), odpowiednią dla każdej dzielnicy przyszłą gęstość zaludnienia, przewidziany rodzaj nawierzchni ulic i t. d. Ogółem, wszystko to, co zwiemy projektem r e g u l a c y i m i a s t a. Racyjny projekt sieci kanałowej musi się zatem bezwarunkowo oprzeć na projekcie regulacyjnym miasta.

Zdjęcie powinno zawierać wreszcie istniejące w rzeczywistości głębokości piwnic, oraz przyszłą miarę dopuszczalnych największych

głębokości w pewnych dzielnicach (ze względu na piece ogrzewania centralnego, magazyny pod suterrenami itd.)

Na rozmiar projektowanej sieci wpływają dwa czynniki: 1. ilość cieczy i 2. spad kanału. Ciecz kanałowa pochodzi niemal wyłącznie z dwu źródeł: 1. zużytej wody wodociągowej, oraz 2. opadów atmosferycznych. Muszą być zatem znane, tak ilość wody wodociągowej doprowadzanej i zużywanej przez mieszkańców i przemysł, jak również i natężenie oraz czas trwania dużych opadów deszczowych. O ile pierwsza data jest stosunkowo łatwą do ustalenia, to przeciwnie określenie dokładne opadów deszczowych nie jest tak proste i łatwe i wymaga kilkuletniego okresu obserwacji. Obserwacje opadów są wskazane w każdym mieście z tego powodu, iż dat opadowych zaobserwowanych w pewnych miejscowościach nie można bezwzględnie przenosić na miejscowości inne, choćby nawet niezbyt odległe.

Ciecz kanałowa zebrana w mieście musi znaleźć ujście w stosownem miejscu poza obrębem miasta, w ściek naturalny, potok lub rzekę, kanał, wreszcie jezioro lub staw. Wybór tego recypienta musi być z góry ustalony, a zarazem powinny być zebrane wszystkie odnoszące się do niego daty hydrologiczne, więc pomierzone ilości wód płynących przy różnych stanach, opracowane zestawienie tych stanów w ciągu szeregu lat, w końcu zestawione najwyższe stany w rzece z równoczesnymi, najwyższymi opadami deszczowymi i odwrotnie.

5. Ilość cieczy kanałowej.

Ciecz składa się z wód zużytych i opadowych. Ilość wód zużytych jest w przybliżeniu równa ilości wody wodociągowej, a biorąc za podstawę obliczenia największe zużycie wody w ciągu doby, jest równą w ciągu godziny około 10% całodobowego średniego zużycia wody. Dla obliczenia sieci trzeba znać cyfrę odpływu wód zużytych z jednostki hektara zabudowanej przestrzeni miasta. Łatwo tę cyfrę oznaczyć, znając ilość zużycia wody, liczoną na głowę mieszkańca i dobę, oraz znając liczbę mieszkańców, przypadającą na hektar miasta, tj. gęstość zaludnienia. Gęstość ta da się w każdym mieście z dobrem przybliżeniem ustalić, a wynosi ona od 800 do 500 głów na jeden hektar w śródmieściach, około 250 w dzielnicach przyległych, 100 i mniej w dzielnicach willowych.

Gęstości zaludnienia 500, 250 i 125 głów na 1 ha oraz średniej zużycia 100 l na głowę i dobę wody wodociągowej, odpowiada największy odpływ z ha i sek. okrągło 1·0 l, 0·5 l i 0·25 l.

W stosunku do ilości wód zużytych jest ilość wód opadowych bez porównania większą. Oczywiście w obliczeniu sieci kanałowej trzeba brać za podstawę nie deszcze rozlewne o słabym natężeniu, lecz deszcze nawałne, burzowe, o natężeniu wysokim, gdyż niepodobna dopuścić do przepiętnienia kanałów i zalania ulic i domów na wypadek burzy. Niepodobna jednak ustalać rozmiaru kanałów w całym mieście na te zupełnie wyjątkowe katastrofalne ulewy, które się zdarzają raz na długi szereg lat. Tego rodzaju założenie nie byłoby ekonomiczne, gdyż strata w oprecentowaniu i amortyzacji zbyt kosztownej sieci wypadnie większa niż ewentualne straty wynikłe z powodu chwilowego zalania pewnych ulic. Z tego czysto ekonomicznego punktu widzenia wynika, iż przy obliczeniu sieci kanałowej należy przyjmować opady silniejsze i rzadziej się trafiające w dzielnicach względnie ulicach o ruchu wyjątkowo silnym, mieszczących kosztowne magazyny w suterenach domów itd., wogóle w śródmieściach, natomiast opady mniejsze w dzielnicach o ruchu słabszym, gdzie inne względy dopuszczają na wyjątkowe zresztą i zupełnie krótko trwające zalanie ulic wodą deszczową.

Z tego rozpatrywania wynika również, iż dla należytego opracowania projektu należy posiadać zestawienie szeregu obserwowanych w ciągu lat opadów, uporządkowanych odpowiednio do wysokości natężenia. Zestawienie to posłuży do wyliczenia prawdopodobieństwa pojawienia się określonego opadu w ciągu roku. Kanalizację miasta liczy się przeważnie dla tego największego opadu, który raz lub dwa razy na rok się pojawia. Opady zdarzające się raz na kilka lat nie mieszczą się w sieci i mogą częściowo zalać ulice.

Przyjmując pewne natężenie opadu, określamy je cyfrą warstwy m/m spadłej w ciągu minuty, lub cyfrą litrów na sekundę spadłych na 1 ha powierzchni. Cyfry te nie dają jednak wprost ilości wody rzeczywiście spadłej na pewien obszar zlewni kanałowych; w obliczeniu tych ostatnich ilości trzeba jeszcze uwzględnić pewne dalsze charakterystyczne cechy opadów nawałnych.

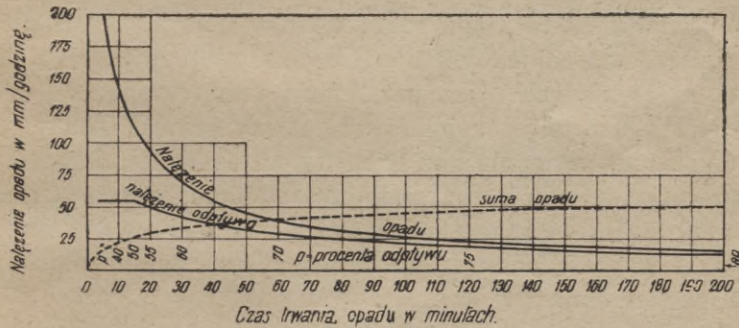
I tak znanym jest z powszedniego życia zjawisko, iż burza tj. opad o bardzo wysokim natężeniu trwa czas krótki, oraz

że obszar zasięgu takiego deszczu nawalnego jest ograniczony. Opad burzowy trwa zwykle znacznie krócej niż godzinę, i to tem krócej, im burza silniejsza. Natomiast deszcze rozlewne trwają długo, często dni kilka. Natężenie minutowe deszczu nawalnego nie rzadko przenosi 1 m/m grubą warstwę wody, zaś deszczu rozlewego wyjątkowo 0.1 m/m, a z reguły mniej niż 0.07 m/m. Dzięki obserwacjom robionym przez długi szereg lat można ustalić związek pomiędzy natężeniem n a j w y ż s z y c h opadów a ich czasem trwania w kształcie:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t}} - b$$

gdzie „I“ jest natężeniem opadu, „t“ czasem trwania (minut), zaś „a“ i „b“ pewnemi stałemi (Ryc. 4.).

Deszcz burzowy obejmuje przestrzeń małą, nie rzadko zaledwie część miasta, natomiast deszcz rozlewny obejmuje wielkie obszary kraju. Biorąc pod uwagę jakiś określony deszcz burzowy, trzeba uwzględnić fakt, iż tylko w centrum opadu istnieje natężenie



Ryc. 4.

nie w wysokości przyjętej, zaś ku krawężdom zasięgu natężenie to się zmniejsza aż do zera, a zmniejsza się w stopniu tem silniejszym, im jest wyższy przyjęty opad, gdyż obszar objęty deszczem jest dla silnych opadów wody szczupły. I ten związek pomiędzy obszarem zasięgu a natężeniem opadu dał się ująć w przybliżoną formułę, zapomocą której można uzyskać natężenie średnie (I_s), dla przyjętego natężenia max. ($I_{max.}$) oraz dla wziętej pod uwagę powierzchni „f“ (hektarów), a mianowicie:

$$I_s = I_{\max} \left\{ 1 - I_{\max} \cdot C \sqrt[4]{f} \right\}$$

gdzie „C” jest pewną stałą. Do łatwego obliczenia obu wyżej podanych związków służą odpowiednie tablice graficzne (nomogramy).

Oba związki muszą być uwzględnione w obliczeniu ilości wód deszczowych. Związek pierwszy musi znaleźć uwzględnienie w tym wypadku, gdy dla przyjętego pewnego natężenia i odpowiedniego mu czasu trwania opadu, zachodzi zjawisko tzn. opóźnienia „w odpływie”. Zachodzi ten wypadek np. w długim ciągu kanałowym, leżącym w małym spadzie, gdy, z powodu małej chyżości przepływu, czas przebywania wody w kanale jest dłuższy od czasu trwania opadu. Wskutek tego, gdy odpływająca z krawędzi dorzeczna kropla wody w chwili ustania deszczu, osiągnie pewien punkt w kanale, od tego punktu począwszy nie dopłynie już nic więcej wody deszczowej tak, iż poniżej owego punktu objętość wody zebranej kanałem nie będzie wzrastać. Ponieważ jednak musimy sieć liczyć na warunki najmniej korzystne, przyjmując należy dla każdego punktu kanału czas trwania (i odpowiednie natężenie) tak długi, aby objął całą zlewnię po dany punkt włącznie. Opady te trzeba brać z szeregu opadów mających równe prawdopodobieństwo pojawiania się w ciągu roku. Wynika stąd, iż obliczanie sieci trzeba oprzeć nie na jednym opadzie, lecz na przyjęciu szeregu opadów, posiadających różne natężenia i czas trwania.

Dla krótkich sieci kanałowych należy przyjąć opady o wielkiem natężeniu, następnie zaś w miarę wzrastającej długości sieci przyjmować natężenia coraz mniejsze, zgodnie zresztą z praktyką codzienną, iż, im większe zlewnie weźmiemy pod uwagę, tem słabszy deszcz je może objąć i tem mniejszy powstanie odpływ z jednostki powierzchni.

Wpływ czasu trwania opadu działa zatem w kierunku zmniejszania jednostkowego odpływu.

Bez względu w tym samym kierunku działa wpływ wzrostu zlewni, określony drugą relacją. Redukcja ta ma wpływ silniejszy dla dużych natężeń, niż dla małych, i podobnie dla dużych zlewni większy, niż dla małych¹⁾.

¹⁾ Ponieważ obie redukcje ostatecznie zależą od wielkości powierzchni zlewni co bezpośrednio pomiary cieczy kanałowej wprost wykazały, znalazł w praktyce zastosowanie współczynnik redukcyjny, teoretycznie nieściśły, lecz w ogromnej liczbie wypadków z powodzeniem zastosowany kształtu $\frac{1}{\sqrt[4]{f}}$ gdzie „n” przyjmuje się w granicach od 4—6, zaś „f” jest powierzchnią zlewni wyrażoną w hektarach.

6. Objętość odpływu wód deszczowych.

Z całej ilości deszczu, spadłego w ciągu sekundy na jednostkę powierzchni, pewna część zwilża powierzchnię terenu, wypełnia jego nierówności, druga natychmiast paruje, trzecia wsiąka, czwarta wreszcie spływa po powierzchni terenu i dostaje się do kanału. Z tej ostatniej ilości, która spływa do kanału, potrącić trzeba znów część pewną, która służy do wypełnienia przekroju kanałowego. Na zwilżenie terenu i wypełnienie nierówności jego zużywa się część opadu równa warstwie 1—3 m/m grubej zależnie od jakości i dobroci ułożenia nawierzchni. Znacznie więcej pozostaje w lasach i łąkach, gdzie prócz tego woda deszczowa powstrzymana w odpływie przez ściółkę liści lub trawę, łatwiej jeszcze wsiąka i paruje. Te ostatnie dwa czynniki działają zatem w tym samym kierunku tak, iż z krótkich deszczów nawalnych, spadłych na wyschniętą zwykle ziemię pól i łąk, odpływa procent bardzo mały lub nawet żaden. Z ulic i placów miejskich odpływ jest znacznie większy, a zwłaszcza bardzo wielki procent odpływa z dachów krytych blachą i z ulic asfaltowanych. Odliczając pojemność kanałów, która odpowiada jednostajnie rozłożonej warstwie opadu średnio 1·5 m/m grubej, zestawień można następujące przybliżone cyfry procentowego odpływu z opadu:

1. z dachów	100—85%
2. ulic o szczelnej nawierzchni brukowanej	95—70%
3. ulic o mniej szczelnej nawierzchni brukowanej	70—30%
4. dróg żwirowanych	60—25%
5. ogrodów, plantacji	25—0%

W przecięciu miasta posiada:

20—25%	powierzchni dachowych,
20—25%	„ ulic,
60—50%	„ ogrodów i t. d.

W każdej dzielnicy miasta można zanalizować stosunek, jaki zachodzi pomiędzy poszczególnymi rodzajami powierzchni i ustalić w ten sposób odpowiadający im przeciętny procent odpływu. Przeważnie przyjmuje się następujące procenta odpływu dla czterech typowych przypadków:

I. Śródmieście zwarto zabudowane z nawierzchnią szczelną tak ulic jak i podwórzy, bez plant i ogrodów daje procent odpływu	90%
--	-----

- II. Przyległe działnice, z nawierzchnią mniej szczelną, ogrodami i plantami 60%
- III. Willowo zabudowane działnice, z licznymi i obszernymi ogrodami, nawierzchnią ulic żwirowaną 40%
- IV. Działnice niezabudowane, lasy, ogrody 20%

Ze względu na niepewność i niestałość tych podziałów nie należy komplikować obliczenia sieci kanałowej przyjęciem zbyt wielkiej liczby kategorii terenu, lecz powinno się przyjmować cyfrę małą, w małych miastach jedną, w średnich dwie, dużych trzy i wyjątkowo cztery kategorie.

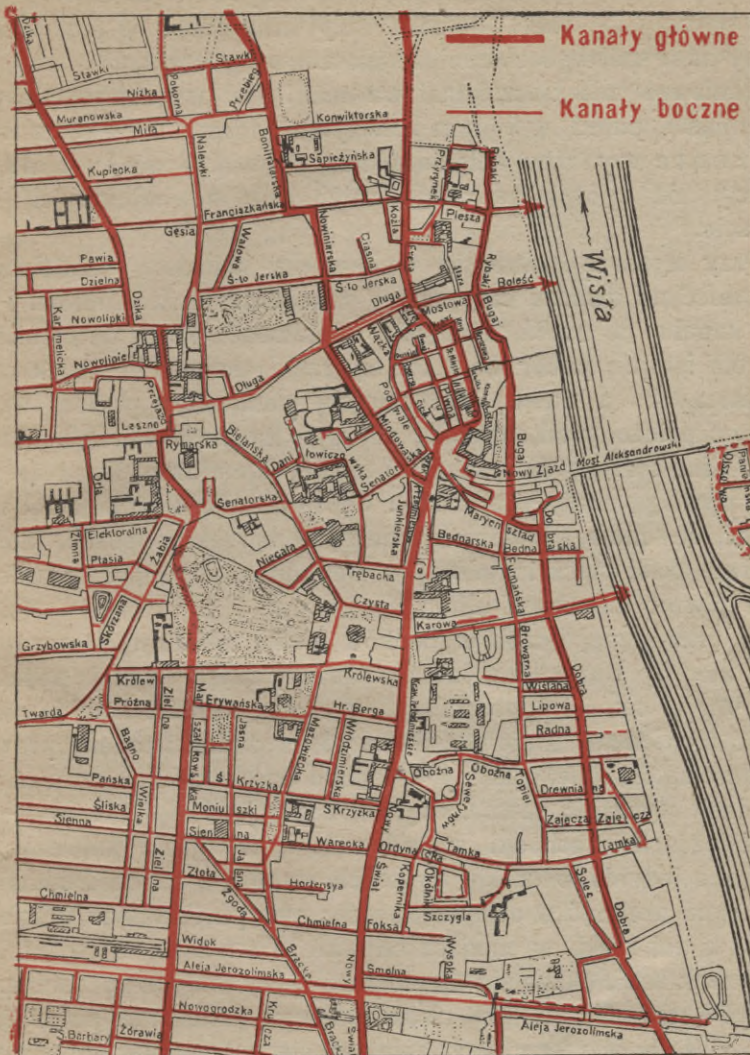
7. Rozkład sieci kanałowej.

Sieć dobrze założona powinna odpowiadać dwu warunkom: po pierwsze chyżość przepływu cieczy kanałowej powinna się mieścić w granicach od 0·6 m/sk. do 2·0 m/sk., a następnie musi istnieć możliwość łatwego płukania całej sieci i to zapomocą samej cieczy kanałowej.

Celem uzyskania pierwszego warunku trzeba kanały boczne, posiadające mały przekrój i prowadzące małą ilość cieczy, założyć w spadach dużych, aby w niekorzystnym dla ruchu wody małym przekroju uzyskać przecież chyżość wystarczająco dużą, przeciwnie zaś kanały główne, które zbierają większe ilości cieczy, trzeba kłaść w spadkach małych, aby w tych hydraulicznie korzystnych przekrojach nie dopuścić do powstania nadmiernych i szkodliwych chyżości. Zbyt małe chyżości powodują powstawanie na ścianach kanału osadów a następnie ich gnicie, nadmierne zaś chyżości wywołują niszczenie dna kanału przez unoszony cieczą piasek, gruz ceglany lub żwir sflukany z nawierzchni ulic i t. d.

Powyższe warunki dobrego założenia sieci osiągnąć można kładąc sieć sposobem tak zwanym „równoległym“, który polega na tem, iż kanały główne leżą w małych spadach równolegle do siebie i do biegu ścieku, zaś kanały boczne w spadach stoków, a zatem spadach największych terenu, pomiędzy dwu kanałami głównymi. (Ryc. 5.). Ponieważ górny koniec każdego kanału bocznego łączy się z kanałem głównym, wyżej leżącego systemu, istnieje zawsze możliwość wprowadzenia całej cieczy kanału głównego, systemu górnego, w dowolny kanał boczny, systemu niższego i tem samem możliwość intensywnego przepłukania kanału bocznego. W tym celu

w punkcie, w którym górny koniec bocznego kanału wchodzi w kanał główny, założyć trzeba na kanale głównym zasuwę lub zastawę, zaś na bocznym zamykającą klapę. Przez zamknięcie zasuwy



Ryc. 5.

a otwarcie kłapy, można prąd cieczy skierować z kanału głównego w dowolny kanał boczny.

W ten sposób kładąc sieć i łącząc boczne kanały z głównymi

uzyskać można wszędzie dostateczne płukanie ciągów samą cieczą kanałową, i ograniczyć do minimum cyfrę ślepych końców kanałowych, gdzie z konieczności uciec się trzeba do bardziej kosztownej metody płukania, zapomocą wody wodociągowej. W danym przypadku staramy się kilka końców ślepych złączyć w jeden węzeł płukany ze wspólnego zbiornika, tak zwanej płuczki.

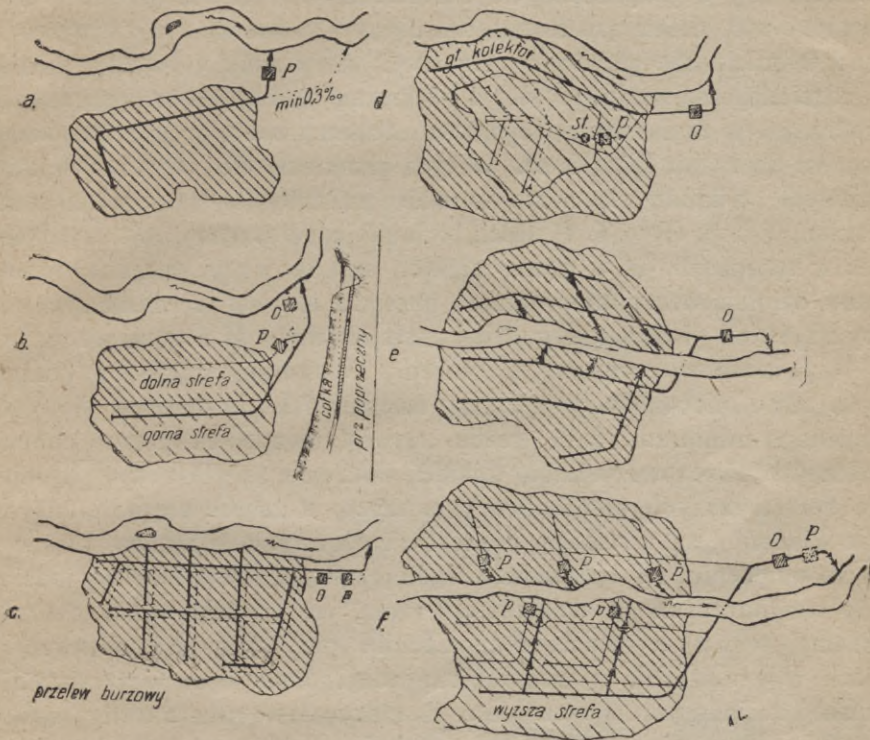
Ponieważ cała ciecz kanałowa musi być wyprowadzona poza obręb miasta, punkt, w którym kończy się główny kolektor, a zatem położenie wylotu kolektora, ma oczywiście wpływ decydujący na sposób założenia całej, lub pewnej części sieci w mieście.

Przy wyborze położenia wylotu dla kolektora ostatecznego, trzeba mieć na uwadze cały szereg zasadniczych warunków. I tak, wylot kanału do rzeki musi się znajdować poniżej miejsca, w którym istnieje pobór wody z tej rzeki do jakichkolwiek celów gospodarczych, a nawet fabrycznych, następnie: poziom wylotu musi być położony tak wysoko, aby była możliwość wbudowania pomiędzy nim a rzeką oczyszczalni cieczy kanałowej, która ze swej strony wymaga straty spadu od 1 do 3-ch m. W końcu wylot musi tak leżeć, aby nie był podtopiony wielką wodą rzeki w sposób, któryby szkodliwie cofał ciecz kanałową w sieć miejską, i mógł powodować zalanie piwnic lub nawet ulic.

W przeważnej liczbie wypadków niema naturalnych warunków takich, któreby wszystkim lub przeważnej części wyżej podanych postulatów w całości odpowiadały. W rzeczywistości istnieje różnorodność wypadków, które nie dadzą się w żadne ustalone prawidła ująć, które zatem należy każdy z osobna traktować i rozwiązać. Można jednak wyróżnić pewne, częściej zdarzające się wypadki.

Najczęściej zachodzi wypadek taki, iż ujście kolektora jest podtopione jedynie w czasie wysokich stanów w rzece. Podtopienia tego można uniknąć w dwojaki sposób: albo przekładając ujście kolektora w dół rzeki w miejsce odpowiednio niższe, albo też, gdy takie przedłużenie okaże się niemożliwe (przy małych spadach rzeki) lub zbyt kosztowne, należy ciecz kanałową sztucznie podnieść do poziomu wody w rzece, t. j. założyć stację przełaczania cieczy. (Ryc. 6a.). Jeśli miasto leży nad rzeką, i posiada kanalizację wspólną, t. j. liczoną na wody tak zużyte jak i opadowe, można kwestję przepompowywania cieczy rozwiązać odmiennie. Wdłuż brzegu tej rzeki lub po obu brzegach leżeć będą kanały główne, zbierające ciecz zużyta i opadową z miasta, nie dopuszczając jej do wiania

się w obrębie miasta do rzeki. Tego rodzaju założenie jest ze względów zdrowotnych oczywiście niezbędne. Te kanały zbierające, w miarę przyjmowania coraz większych ilości cieczy, będą otrzymywać coraz to większe rozmiary. Poniżej miasta złączą się w jeden wspólny kolektor, a na końcu kolektora stanie odpowiednich rozmiarów stacja przelączania. Tę samą ilość cieczy można jednak przelączyc do rzeki nietylko na końcu kolektora zapomocą j e d n e j stacji pomp,



Ryc. 6. a), b), c), d), e), f).

lecz, założywszy w odpowiednich punktach nadbrzeżnego kolektora małe stacje, tę samą ilość cieczy, tą samą ogólną pracą mechaniczną przerzucić do rzeki w obrębie miasta. W tym drugim wypadku główny kolektor otrzyma odpowiednio znacznie mniejsze rozmiary, co na koszt całej sieci dodatnio wpłynie. Wprowadzie kilka zakładów pomp kosztuje więcej niż jeden zakład wspólny, lecz przy popędzie elektrycznym i użyciu pomp odśrodkowych, różnica w kosztach zakładów przelączania jest tak mała, iż z reguły to drugie

rozwiązanie, tj. decentralizacja zakładów jest tańsza od pierwszego. (Ryc. 6. f.).

Przerzucenie części cieczy kanałowej do rzeki w obrębie miasta jest dopuszczalne jednak dopiero wtedy, gdy ciecz kanałowa jest silnie rozpuszczona wodą deszczową (4—8-krotnie). Wychodząc więc z założenia, że ciecz kanałowa, o ile jest silnie rozpuszczona wodą deszczową, może być do rzeki wprowadzona nawet w obrębie miasta, zakłada się w przybrzeżnych kolektorach tak zwane przelewy burzowe, działające automatycznie w ten sposób, iż zatrzymują one w kolektorze głównym całą ilość wody zużytej oraz powstałą z rozcieńczenia wody zużytej 4—8-krotną ilością wody deszczowej, natomiast w razie silniejszego rozcieńczenia nadmiar odprowadzają wprost do rzeki. (Ryc. 6. e). W tych punktach, na przelewach burzowych, zakłada się także w razie potrzeby wyżej wspomniane zakłady pomp. (Ryc. 6. f). Ruch tych zakładów trzeba sobie wyobrazić w ten sposób, iż w czasie niskich stanów wody w rzece, przelewy działają bez pomocy stacji pomp, a jedynie w czasie stanów wyższych od poziomu cieczy w kanale, zakłady te w ruch wchodzi.

Jest rzeczą naturalną, iż staramy się uniknąć zakładów pomp, a w razie nieodzownej potrzeby rozmiar ich ograniczyć do niezbędnego minimum. I tu trzeba zwrócić uwagę na pewne dalsze momenta. Przedewszystkiem zakłady tłoczenia są potrzebne jedynie na czas wyższych stanów wody w rzece, a zatem wezbrań, które, jak wiadomo, są wynikiem deszczów rozlewnych, o słabym stosunkowo natężeniu. W tym czasie wykluczyć jednak trzeba wypadek, aby równocześnie z wezbraniem rzeki, w mieście spadł deszcz ulewny o najwyższym natężeniu, przyjętem dla obliczenia sieci. Równocześnie z wezbraniem zdarzać się będą deszcze stosunkowo słabszych natężeń tak, iż stację tłoczenia nie trzeba liczyć na przetłoczenie objętości odpowiadającej najwyższemu opadowi, lecz odpowiednio niższemu.

Wielkość zakładu da się też często znacznie ograniczyć, jeśli się z ich zlewni wyłączy wyżej położone części miasta, z których przelewami burzowymi można oddać nadmiar cieczy wprost do rzeki, bez potrzeby uciekania się do zakładu przetłoczenia. Tego rodzaju kanał z przelewu burzowego, założonego w górnej części miasta, będzie przechodził przez dolną część miasta jako kanał szczelny bez wpustów ulicznych, a zwłaszcza domowych, i w czasie wysokich stanów będzie wodą rzeki podtopiony. (Ryc. 6. b i f).

Zdarza się niekiedy, iż miasto leży tak nisko, iż przy należytej głębokości kanałów, część sieci lub całość jej byłaby stale podtopioną wodą rzeki. W tym wypadku stosuje się najczęściej kanalizację rozdzielczą, a mianowicie nisko położoną sieć kanałów, liczonych na wodę zużyłą, łączy ze stacją przetłaczania, podczas gdy sieć kanałów deszczowych, jako dość wysoko położona otrzymuje wylot wprost do rzeki. (Ryc. 6. c).

Jeśli w obrębie dostatecznie wysoko położonego miasta, mała jego częśćka leży za nisko i nie da się włączyć do ogólnej sieci kanałowej, wówczas dla tej części stosuje się system rozdzielczy w ten sposób, iż kanały deszczowe łączy się wprost z siecią miejską, podczas gdy kanały wody zużytej wprowadza do studni, zbiornika, skąd pompa odśrodkowa zebraną ciecz przetłacza do najbliższego kanału sieci ogólnej. (Ryc. 6. d).

8. Materiały budowlane.

Do budowy kanałów używa się następujących materiałów:

1. kamionki;
2. cegły;
3. kamienia;
4. betonu,

nadto do tak zwanej armatury czyli uzbrojenia:

5. żelaza.

1. **Kamionka** jest najlepszym materiałem, gdyż posiada dużą wytrzymałość mechaniczną, oraz odporność na działania chemiczne, przy równoczesnej doskonałej gładkości ścian. Kamionki używa się we formie rur (Ryc. 7.) o przekroju kołowym 15 cm do 50 cm, rzadziej 60 cm średnicy, jako okładzinę kanałów betonowych w postaci płyt, prostych i żłobków, wkońcu wykonuje się

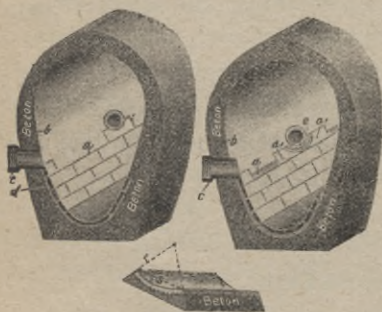


Ryc. 7.

z niej spody i wpusty kanałów murowanych z cegły. (Ryc. 8, 9). Dużym zaletom kanałów kamionkowych odpowiada jednak stosunkowo wysoka cena, która w pewnym stopniu ogranicza jej rozpowszechnienie. Rury kamionkowe łączy się na rękawy, zalewając

złączenia asfaltem. Używany w tym celu niekiedy cement daje połączenie sztywne, zaś ilt — niezupełnie szczelne. Spody i wkładki osadza się i łączy ze sobą na zaprawie cementowej.

2. Cegła. Niemal równie wyborowym materiałem jak kamionka jest cegła. (Ryc. 9.). Do budowy kanałów używa się cegły małego formatu, o ścianach równoległych, oraz pewnej liczby kłińców i cegieł studziennych. Cegła musi być dobrze wypalona, wykonana maszynowo, tak, iżby powierzchnie zwrócone do kanału



Ryc. 8.

były zupełnie gładkie, zaś powierzchnie, stykające się ze zaprawą, chropowate. Materiał surowy powinien być w miarę chudy w tym celu, aby cegła w ogniu utrzymała swe ostre i proste krawędzie i nie dostała pęknięć.

Kanały z cegły buduje się od rozmiarów najmniejszych, t. j. około 50×95 do największych. Małe kanały, w gruncie dobrym buduje się na grubość pół cegły,

kanały większe lub w gruncie cisnącym, w odpowiedniej liczby pierścieniach po $\frac{1}{2}$ cegły grubych, niełączonych jednak ze sobą. Dobrze wykonane kanały w cegle nie jest łatwe, natomiast kanał, należycie wykonany z odpowiedniej jakości cegły, zachowuje się wyśmienicie, nie traci na szczelności i wymaga małej konserwacji. Dowodem są kanały warszawskie, wykonane w latach 80-tych, które dziś jeszcze mają wygląd budowli zupełnie nowych.

3. K a m i eń używa się rzadko; jako kamień łamany daje mur gruby i mało szczelny, względnie wymagający dużej ilości zaprawy; zaś kamień ciosowy jest zbyt kosztowny. Natomiast używa się ciosów w kanałach budowanych z cegły łam, gdzie przychodzą powierzchnie zawiłe lub nieregularne, n. p. przy połączeniu dwu kanałów, które w cegle ani kamionce nie dają się należycie wyrobić.

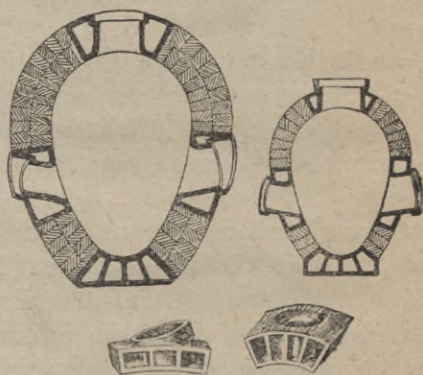
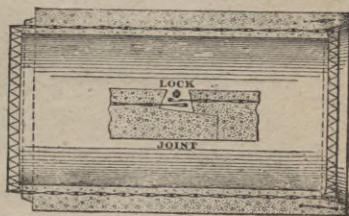


Fig. 9.

Do wyrobu ciosów używa się granitów lub piaskowców. Wapienie są niedopuszczalne w budowlach kanałowych, gdyż ciecz kanałowa niszczy ten materiał.

4. Beton jest materiałem najczęściej używanym, zwłaszcza w kanalizacjach taniach, gdzie na wygląd zewnętrzny mało lub żadnej uwagi się nie kładzie. Jest to jednak materiał zupełnie odpowiedni, o ile tylko jest w stosowny sposób użyty. W robotach kanałowych używa się betonu w stosunku mieszanki około 1:3:6 (cementu do piasku do żwiru). Wszystkie do mieszania użyte materiały muszą być czyste a proces mieszania powinien się odbywać maszynami, a zatem mechanicznie. Beton w miarę zwilżony wodą i doskonale ubity, powinien spoczywać na rusztowaniu kanału aż do chwili z u p e ł n e g o stwardnienia. Dno i przyległe do dna ściany kanału, najbardziej na



Ryc. 10.

zniszczenie narażone, wyklada się we większych miastach płytkami kamionkowymi. Żelazobeton stosuje się rzadko i to tylko w kanałach dużych, o przekroju złożonym. Przyczyna leży w tem, iż ułożenie wkładek żelaznych i ubijanie cieńkiej warstwy betonu napotyka w wązkim z reguły wykopie kanałowym na trudności, które podwyższają koszty wykonania do tego stopnia, że uzyskana oszczędność na betonie nie opłaca zwiększonego kosztu wkładek i budowy. (Amerykański system łączenia rur żelazno-betonowych, Ryc. 10.).

Żelazo stosuje się do wyrobu zasuw, klap i wrot znajdujących się we wnętrzu kanałów, oraz przykryw i krat leżących na powierzchni terenu lub w nawierzchni ulicy. Z reguły używa się żelaza lanego, rzadziej kutego. Przyczyna leży w tem, iż wyroby z żelaza lanego są tańsze, niż z kutego, mają grubsze wymiary i w mniejszym stopniu ulegają rdzewieniu. Ponieważ urządzenia żelazne, które znajdują się wewnątrz kanałów, są narażone na działanie cieczy lub gazów kanałowych, powleka się je silnym lakiem asfaltowym i powłokę tę raz lub dwa razy do roku odnawia.

Żelazo kute stosuje się częściej jedynie w syfonach które przeprowadzają ciecz kanałową pod ciśnieniem popod rzekę, kanał i t. p. W tych wypadkach użyty materiał zależy jednak często od metody zastosowanej przy budowie syfonu. Syfony z żelaza kutego

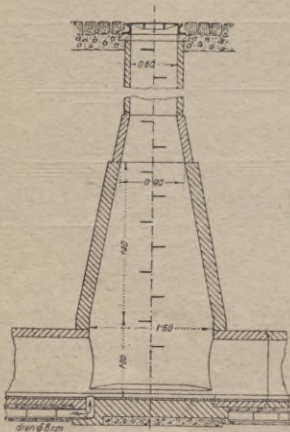
chroni się często przed niszczeniem działaniem cieczy kanałowej, zapomocą płaszcza z betonu.

9. Objekta kanałowe.

W sieci miejskiej znajduje się cały szereg obiektów, służących do różnych szczególnych celów. Typowe objekta są następujące:

1. Włazy rewizyjne i szyby śniegowe;
2. Szyby świetlne i wentylacyjne;
3. Połączenia i rozgałęzienia kanałów;
4. Przelewy burzowe;
5. Płuczki;
6. Klapy, zasuw, wrota;
7. Wpusty uliczne;
8. Połączenia domowe;
9. Przekroczenia ścieków, dróg, rzek itd.

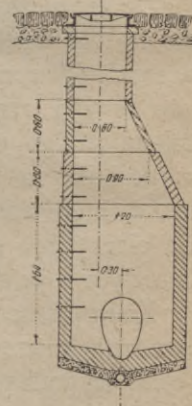
Właz eliptyczny 60x90



Ryc. 11.

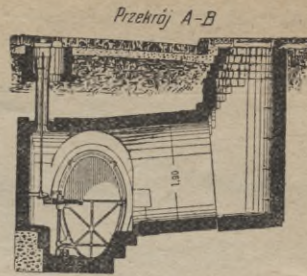
Włazy rewizyjne (Ryc. 11 i 12) służą, jak sama nazwa wskazuje, do rewizji kanału, a zatem umożliwiają zejście z ulicy w głąb kanału. Zwykle stawia się włazy bezpośrednio ponad kanałem i nadaje im kształt kołowy lub prostokątny. Włazy okrągłe mają rozmiar: w dolnej części od 0'6, lub 0'8 do 1'2 m. średnicy, u góry są węższe tak, aby przykrywa zamykająca je miała 0'5 do 0'6 m, t. j. wymiar jeszcze wystarczający do wygodnego pomieszczenia się i wejścia do środka. Ponieważ otwarcie włazu w ulicy ruchliwej tworzy przeszkody dla ruchu, a jest równocześnie połączone z niebezpieczeństwem dla personelu obsługującego kanał, zakłada się niekiedy włazy boczne (Ryc. 13.), pomieszczone z boku ulicy i złączone krótkim podziemnym chodnikiem ze samym kanałem. Włazy są za zawsze budowane w ten sposób, iż w dnie jego jest wyrobiona rynna kształtu spodniej części kanału, i tą rynną płynie ciecz kanałowa, zaś po obu jej stronach są założone w spadkach (1 : 10) ławeczki, na których spokojnie i suchą nogą można stanąć.

Właz kołowy 6/120



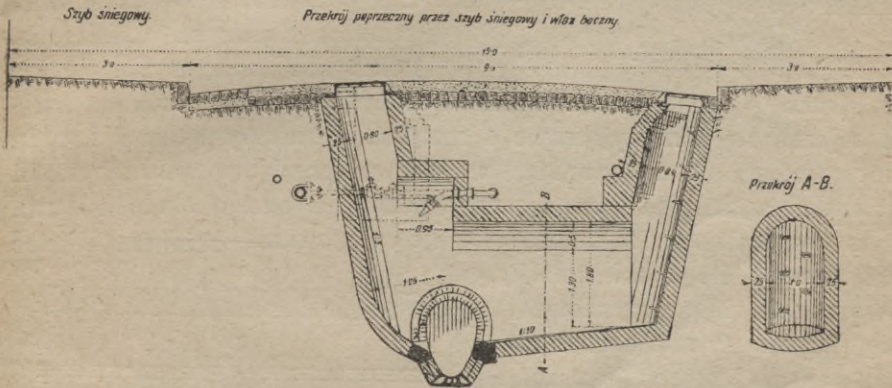
Ryc. 12.

Podobny do szybu rewizyjnego lecz obszerniejszy i o przekroju równym od góry do dołu jest szyb śniegowy (Ryc. 14), który służy do rzuca-
nia śniegu do kanału. Często zakłada się w danym punkcie kanału z jednej strony właz boczny, z drugiej śniego-
wy. Robotnik stojący we włazie bocznym zesuwa z przeciwka rzucany śnieg w kanał.



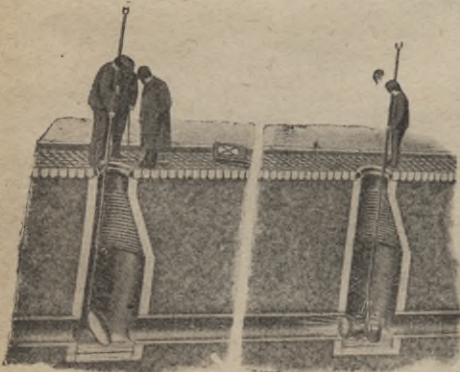
Ryc. 13.

2. Szyby świetlne buduje się na małych, nie przełazo-
wych kanałach, pomiędzy dwu włazami rewizyjnymi. Wpuszcza-



Ryc. 14.

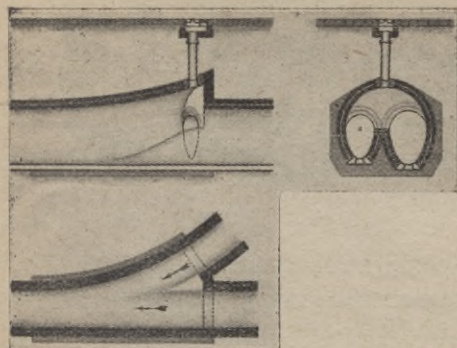
jąc w szyb silnie świecąca latarnię (Ryc. 15) z najbliższego włazu re-
wizyjnego można cały kanał oświetlić i umożliwić jego rewiz-
ję. Na przestrzeni pomiędzy dwu szybami, kanał musi
oczywiście leżeć w prostej i w jednolitym spadzie. Stosownie do celu, jakiemu
taki szyb służy, jego wymiar może być ograniczony do 30
a nawet 20 cm średnicy.



Ryc. 15.

Podobnie budowany jest szyb
wentylacyjny, różni się od po-
przedniego, jedynie rodzajem
przykrywy, w tym wypadku zaopatrzonej w kratę.

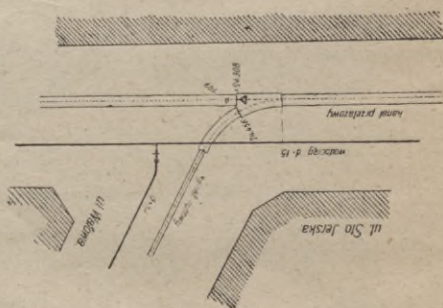
3. Połączenia kanałów (Ryc. 16.) ze sobą są najczęściej w większym obiekcie w sieci. Rozróżnić tu trzeba połączenia



Rys. 16.

kanałów nieprzełazowych, t. j. małych rurowych, od połączeń kanałów o dużych rozmiarach. Pierwszy łączy się zwykle na szybach włączowych w ten sposób, iż kanały leżą między szybami w prostych, zaś na włączach w dnie ich wyrabia się krótkie łukowe koryta, które łączą dna kanału ze sobą. Inaczej przedstawia się połączenie kanałów o dużych rozmiarach. Połączenie takie wykonuje się

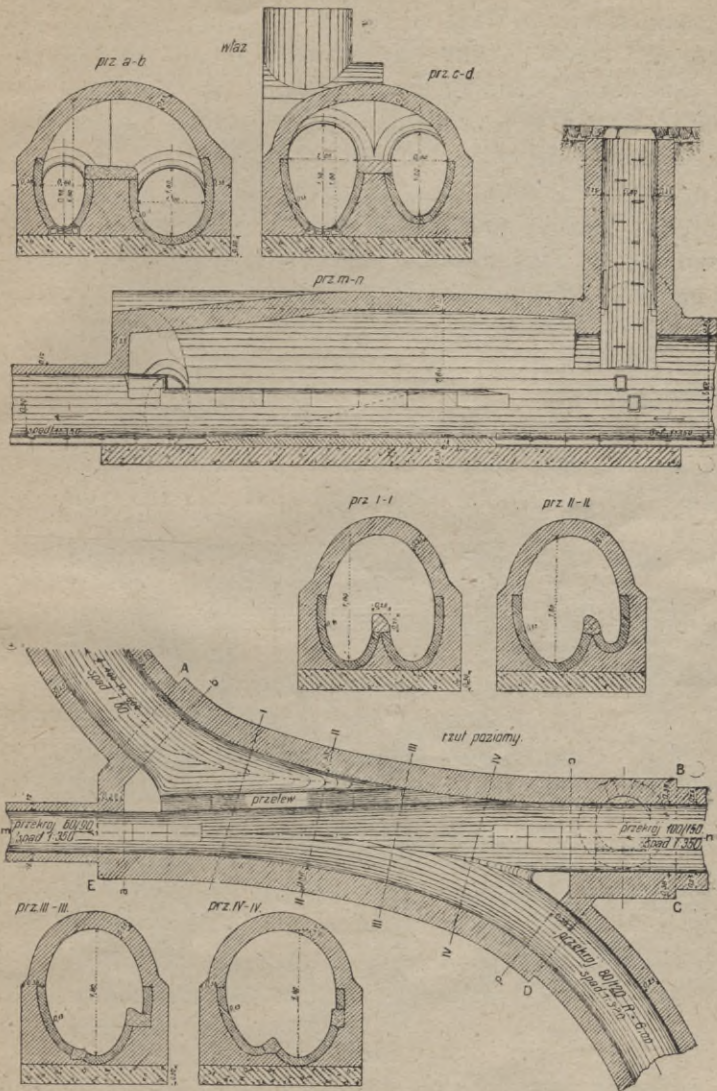
w łukach o promieniu równym 5-krotnej szerokości kanału, najmniej zaś 10—6 m wyjątkowo 4 metrów. Normalny przekrój kanału doprowadza się do punktu, w którym pomiędzy wewnętrznymi ściankami sąsiednich dwu kanałów pozostaje odstęp około 50 cm, i w tym miejscu zakańczą się je pionowymi ściankami, które leżą prostopadle do osi kanałów. W dalszym ciągu przeprowadza się jedynie ściany boczne zewnętrzne, łącząc je z kanałem wspólnym, powstałym poniżej połączenia. Całą w ten sposób powstałą trójkątną przestrzeń przykrywa się sklepieniem lub płytą żelazno-betonową. Przenikanie ścian wewnętrznych dwu sąsiednich kanałów tworzy charakterystyczny nos, którego ostrą krawędź zaokrągla się w górnej części łukiem o promieniu najmniej 5 cm.



Rys. 17.

Sklepiąc trójkątną przestrzeń sklepieniem tego samego typu, co kanał (n. p. pół kolistym, koszowym i t. d.) uzyskuje się kształt sklepienia wznoszącego się ku czołowym ścianom kanałów. W punkcie najwyższym takiego sklepienia założyć trzeba szyb wentylacyjny. Kanał nieprzełazowy kładzie się w prostych, łuk na połączeniu takiego kanału wydobywa się albo w dnie szybu rewizyjnego, albo wykonuje przekrojem przez łożyskowy. (Ryc. 17.)

4. Przelewy burzowe (Ryc. 18.) służą do odprowadzania w bok nadmiaru cieczy ponad pewną ilość wody zużytej, rozcieńczonej wodą deszczową. Powyżej przelewu mamy zatem kanał,



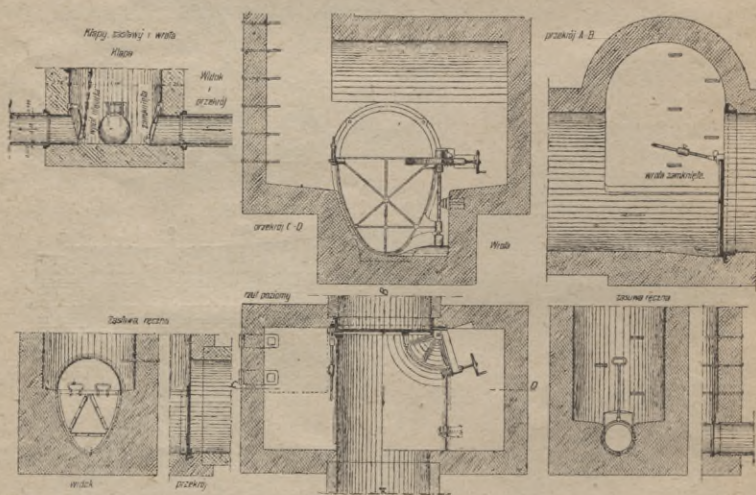
Ryc. 18.

który prowadzi całą ilość wód zużytych i deszczowych, poniżej przelewu kanał obliczony na ciecz w ilości określonej przyjętem rozcieńczeniem wody zużytej, z boku zaś kanał, służący do odpro-

wadzenia różnicy poprzednich ilości. Przelew będzie budowany zatem w ten sposób, iż kanał główny prowadzący całą ilość cieczy stopniowo przejdzie w przekrój odpowiadający ilości cieczy rozcieńczeniem określonej, zaś w poziomie napełnienia tegoż kanału zmniejszoną ilością cieczy zakłada się w ścianie kanału krawędź przelewu, oddzielającego kanał główny od bocznego kanału burzowego. Kanał boczny (burzowy) powinien się odgałęziać w łagodnym łuku lub nawet leżeć wprost w przedłużeniu osi głównego kanału tak, ażeby wskutek zmiany kierunku nie było żadnych strat spadu wywołanych przez wir i zaburzenia płynącej cieczy.

Odrębny sposób oddzielenia pewnej ilości cieczy z głównego kanału polega na zastosowaniu tak zwanej przepadki. Jest to otwór w dnie kanału, który łączy się z idącym spodem kanałikiem na wody zużyte — odpowiednio rozcieńczone — podczas gdy wody deszczowe, nie mieszcząc się w otworze, górą przechodzą do kanału burzowego.

5. Płuczki są to zbiorniki podziemne, zawierające zwykle tylko parę (2—4 m³) wody i złączone z kanałem za pomocą rury syfonowej. Do zbiornika dopływa woda w skąpych ilościach



Ryc. 19.

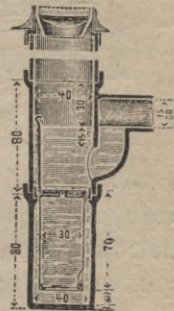
tak, iż wypełnia go całkowicie dopiero po upływie 24 do 48 godzin. W chwili, gdy zbiornik jest pełny, syfon wchodzi w działanie i cały zbiornik nagle się wypróżnia. Powstały w ten sposób silny prąd wody płucze szczytową część kanału.

6. Zasuwy, kłapy i wrota (Ryc. 19.) służą do zam-

knięcia pewnej części kanału, celem nagromadzenia w nim cieczy kanałowej, a następnie, przez otwarcie zamknięcia, wytworzenie sztucznej silnej fali, która porywa zanieczyszczenia i unosi ze sobą. Zasuwy są budowane na zasadzie klinu wchodzącego w odpowiednie łożyska. Wyjmowanie i zakładanie zasów odbywa się od ręki lub zapomocą przeniesienia mechanicznego. Wrota poruszające się w zawiasach na osi pionowej przyryka się przeciw prądowi cieczy. Klamka przytrzymująca wrota w położeniu zamkniętym, pod wpływem parcia nagromadzonej cieczy, może się otwierać samoczynnie przy pewnym ustalonym z góry poziomie cieczy; klapy służą do zamknięcia kanałów małej średnicy, 25—35 cm.

Przykrywy leżą zwykle w nawierzchni ulicy, zamykając wstęp do włazów i szybów. Spoczywają one na pierścieniach, które ze swej strony leżą albo wprost na murze szybów, lub, przy mniejszych średnicach szybów (szyby świetlne i wentylacyjne), na osobnym podmurowaniu szyb otaczającym. Górna powierzchnia przykrywy jest wyrabiana w żłóbki lub kostki w tym celu, aby podkowy koni nie ślizgały się po gładkiej powierzchni żelaza. Otwory w przykrywie służą do zaczepiania haków przy podnoszeniu jej, a równocześnie spełniają zadanie wentylacji kanału. W nawierzchniach asfaltowanych lub posiadających bruk drewniany daje się niekiedy przykrywy, wyłożone odpowiednim materiałem nawierzchni, wobec czego nie przerywają one jednolitości tejże.

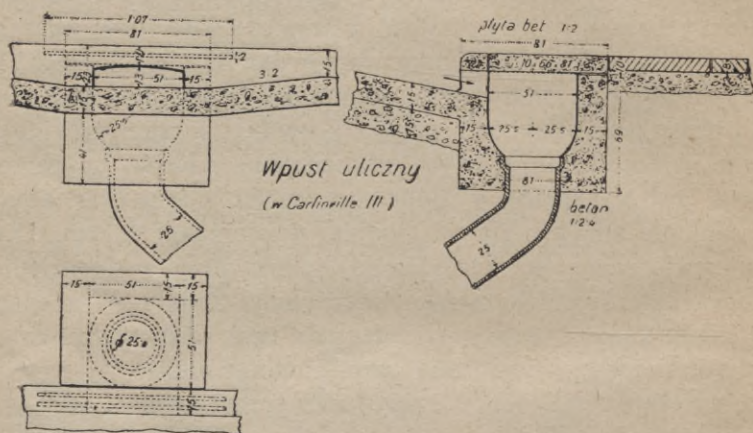
7. Wpusty uliczne (Ryc. 20.) zbierają wodę deszczową z rynsztoków i odprowadzają ją do kanału ulicznego. Wpusty zakłada się w zagłębieniu rynsztoku wynoszącym około 5 cm i zakrywa kratą o szczelkach ułożonych prosto padłe do osi ulicy i rynsztoku. Rozmiar kraty przyjmuje się zwykle na 45×45 cm. Pod kratą znajduje się kamionkowa lub betonowa studzienka, zaopatrzona w osadnik z wyciągalnym kubłem blaszanym, a z boku w otwór i zamknięcie wodne łączące wpust z kanałem ulicznym. Wpust tego typu wymaga periodycznego czyszczenia osadnika z nagromadzonego piasku i błota. W najnowszych czasach odstępuje się często od zakładania osadników na studzienkach wpustów, ponieważ powodują one zbyt duże koszty wyjmowania mułu i piasku. Czynność oczyszczania cieczy z tych materiałów pozostawia się w tym wypadku mechanicznym urządzeniom.



Ryc. 20.

oczyszczalni cieczy kanałowej. Tak samo uważa się dziś za dopuszczalne zaniechanie zamknięć wodnych na wpustach, wskutek czego wentylacja sieci kanałowej odbywa się między innymi także przez wpusty uliczne. Jest to zupełnie dopuszczalne, ponieważ wpustów jest wielka liczba i na jeden z nich przypada wentylacja niewielkiej ilości powietrza kanałowego. Poza to, w dobrze założonej i funkcjonującej sieci kanałowej, ciecz jest dobrze rozwodniona czystą wodą wodociągową, pozostaje świeżą i nieprzeziętą, wskutek czego wydziela tylko znikome ilości gazów cuchnących.

Ten nowszy typ wpustu przedstawia ryc. 21.



Ryc. 21.

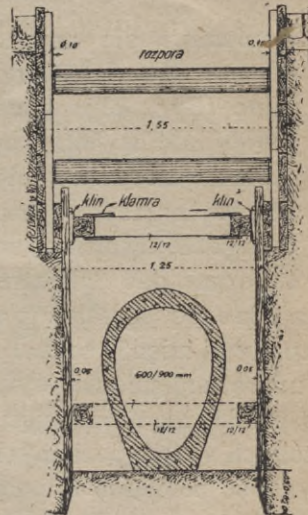
8. Połączenia domowe wykonuje się zwykle zapomocą rur o średnicy 15–20 cm, leżących w spadach najmniej 50% i połączonych w piwnicy domów z pionowymi rurami spustowymi. Miski zlewów i klozetów, spusty wanien i t. d. są złączone z główną rurą spustową zapomocą zamknięć wodnych tak, iż powietrze kanałowe nie może się wdrzeć do wnętrza domów. Na samych zaś głównych rurach spustowych niema zamknięć wodnych i rury te wyprowadza się ponad dach domu tak, iż wentylacja kanału odbywa się główną rurą spustową. Podobnie bez zamknięć wodnych są złączone z kanałem rynny dachowe. W piwnicy, w tych miejscach, gdzie się kanalik domowy rozgałęzia celem przyjęcia wlotów rur spustowych, zakłada się szyby rewizyjne, szczelnie zamknięte przykrywkami. Pomiedzy szybami leżą kanały w prostych tak, iż oczyszczenie ich nie przedstawia żadnych trudności. Zbyteńne zwiększanie

rozmiaru kanałów domowych nie jest wskazane, gdyż ciecz w ob- szernym kanale tworzy osady, które nie są dostatecznie splukiwane, gniją i zatrują powietrze jakoteż i ciecz samą.

10. Wykonanie budowy.

a) Wykonanie wykopu.

Budowa sieci kanałowej jest rzeczą niełatwą zwłaszcza w mia- stach dużych i starych. Kanał kładzie się głęboko pod terenem wśród płątaniny przewodów innego rodzaju jak gazu, wody, elek- tryczności i t. d., przyczem trzeba się podkopywać popod wszystkie owe objekta. Ponieważ ulica musi służyć dla ruchu pieszego i ko- łowego, który nie może być wstrzymany, a da się tylko do pewnego stopnia ograniczyć, powstają stąd jeszcze dalsze trudności. Wreszcie, gdy kanał leży poniżej fundamentów domów, zachodzi obawa, zwłaszcza w wązkich ulicach, iż może być naruszony stan równo- wagi tych fundamentów. Przed rozpoczęciem budowy musi się wy- konać zdjęcie (1 : 500) tej ulicy, w której kanał ma się budować. W zdjęciu muszą być uwidocznione wszystkie ciągi i objekta, jakie się w głębi terenu i na jego powierzchni znajdują. W tak opraco- waną sytuację można dopiero włożyć osta- teczną trasę projektowanego kanału z gru- bościami ścian, rozmiarem potrzebnego wy- kopu, przynależnymi obiektami, jak włazami, szybami i t. d. Nie rzadko zajdzie potrzeba przełożenia któregoś z istniejących prze- wodów, i ta czynność musi poprzedzić rozpoczęcie budowy kanału. Trasę defini- tywnie ustaloną nanosi się w teren, na- wiązując do tychże samych punktów stałych, które służyły za podstawę wykreślenia zdje- cia szczegółowego. Przedewszystkiem wyzna- czyć trzeba punkta przecięcia prostych, tak zwane punkta wierzchołkowe, następnie po- czątki i końce łuków. Pozatem, ustala się wszędzie punkta osi kanału w odstępach 20 m, a w łukach nawet mniejszych (10 m). Punkta znaczy się kołkami drewnianymi lub żelaznymi i „zabezpiecza“ się następnie zapomocą dwu kołków bitych na prostopadłej do osi,



Ryc. 22.

w równym od niej odstępie, oraz w odległości takiej, aby leżały najmniej na 50 cm poza krawędzią przyszłego wykopu.

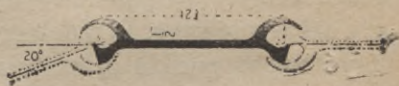
Wykop. Wydobyty z wykopu materiał składa się na brzegu rowu, oddzielnie żwirówkę i bruk, oddzielnie zwykłą ziemię. Ściany rowu wybiera się pionowo, a przed usunięciem chroni zapomoć „obudowy”. (Ryc. 22.). Obudowa ta składa się z desek 5—8 cm grubych, kładzionych poziomo wzdłuż wykopu i rozpartych zapomoć belków (około 12×12 lub krągłych), rozpór również poziomych i poprzecznie do osi kładzionych. Rozpory opierają się nie bezpośrednio o poziome deski opierzenia, lecz o brusy pionowe, które łączą opierzenie w jedną całość. Opierzenie daje się szczelne, lub też pozostawia pomiędzy brusami wolne przestrzenie wtedy, gdy zwięzłość gruntu tego dozwala oraz gdy



Ryc. 23.

wykopany rów ma stać otwarty przez krótki przeciąg czasu. Brusy pionowe kładzie się w odstępach 2—3 metro- wych, rozpory w pionowych odle- głościach mniejszych niż 1 m, za- leżnie od głębokości i jakości gruntu. Małe różnice pomiędzy długością rozpory a wolnym odstępem brusów

wyrównuje się zapomoć klinów. Drewniane rozpory wbija się młotem; lecz lepsze od drewnianych są rozpory żelazne rozkrę- calne (Ryc. 22.), łatwiejsze tak do włożenia jak i usunięcia. Przy pogłębianiu wykopu opierzenie uzupełnia się u dołu, przyczem jednak jest nieuniknione czasowe naruszenie pionowych brusów, przytrzymujących opierzenie oraz rozluźnianie rozpór. Przy głębszych wykopach, zwłaszcza w gruncie mało zwięzłym, jest też wobec tego wskazane dać opierzenie z brusów pionowych, które są przy- trzymane brusami poziomymi, rozpartymi między sobą. Brusy pionowe w miarę pogłębiania wykopu po kole się pobijają, nie naruszając na górze za- łożonych rozpór poziomych. Oczywiście czynność pobijania brusów musi postę- pować bardzo oględnie, aby nie

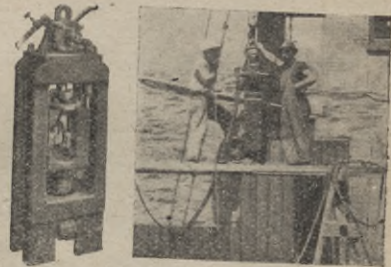


Ryc. 24.

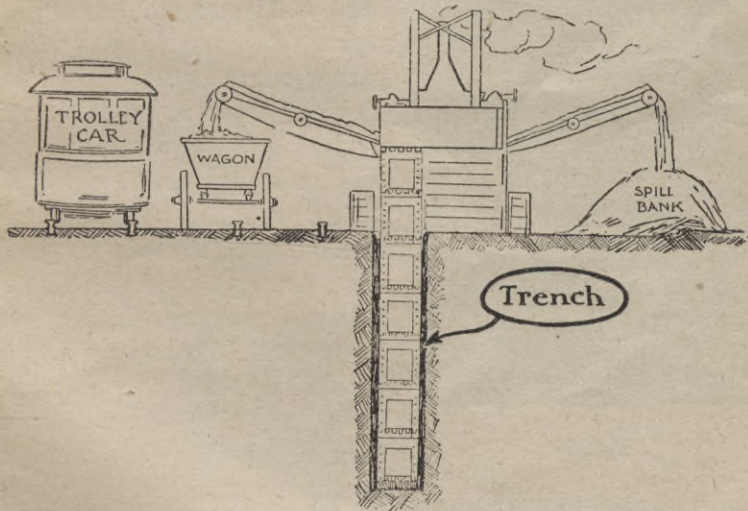
narazić całej jednej ściany opierzenia na przesunięcie w dół względem drugiej, gdyż w tym wypadku nieuniknienie musiałyby nastąpić rozluźnienie rozpór, a za niem i zawalenie się całego opie-

Opierzenie ścian wykopu w obecności wody gruntowej musi nastąpić zapomocą bitych ścian szczelnych, zaopatrzonych we wnęki. Ściany te bije się często dopiero od poziomu wody gruntowej, a w czasach nowszych zastępuje ścianę drewnianą, ścianami żelaznymi (Lakavanna steel Co. Ryc. 23.). Pobijanie odbywa się zapomocą młota nasadzonego na ścianę, poruszanego parą lub ścieśnionem powietrzem (Ryc. 24).

Wykop rowu wykonuje się od ręki łopatą, rzucając materiał do koryta podstawionego około 2'0 m wyżej. Z koryta tego drugi robotnik przerzuca go wyżej, skąd odbierają następni, tak długo dopokąd materiał nie osiągnie poziomu ulicy, skąd go się odwozi lub składa w deponie. Większe i głębsze wykopy wykonuje się w ten sposób, iż na dnie wykopu ustawia się kubły lub skrzynie, zawieszane na linie przeciągniętej przez bloki. Ręcznie lub zaprzęgiem konia podnosi się skrzynie ponad wykop i wypróżnia, podczas gdy robotnicy tymczasem drugą skrzynię materia-



Ryc. 24.

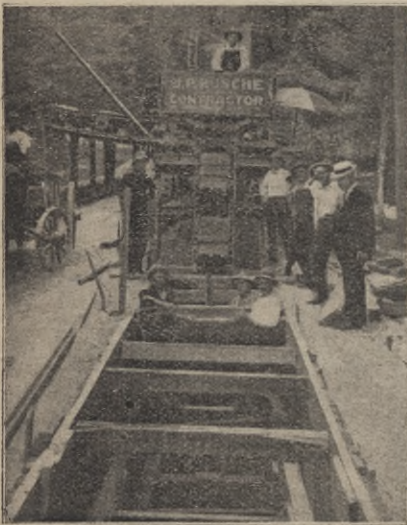


R

łem napełniają. Przy wielkich wykopach pracę wyciągania skrzyni spełnia żuraw ruchomy, poruszający się na torze wzdłuż wykopu.

Niekiedy skrzynia wykonana jest w ten sposób, iż maszyna sama ją wykopem napelnia, podnosi w górę i materiał na bok składa. W Ameryce są rozpowszechnione maszyny do kopania rowu kanałowego czy wodociągowego, odrazu na pełną jego szerokość i głębokość. (Ryc. 25.). Maszyny te same wyrzucają wykopany materiał na bok, na odkład czy też do podstawionych wózków. Pracują one ekonomicznie i szybko, nawet w zwięzłym i kamienistym gruncie.

W o d a g r u n t o w a. We wykopie znajduje się zawsze woda gruntowa i to zwykle w znacznych ilościach. Wykop rowu kanałowego sięga zwykle znacznie niżej poziomu wody w gruncie, wskutek czego staje się on *d r e n e m*, do którego się wypróżnia cały zapas wody zawartej w sąsiadującym gruncie. Ponieważ kanał kładzie się zawsze *o d d o ł u w g ó r ę*, jest tem samem zapewniony zawsze odpływ zbierającej się wody w dół kanału, wobec tego jednak, iż dno samego kanału leży *p o n a d d n e m* wykopu, nie da się uniknąć pewnego podnoszenia wody, względnie jej wyczerpywania z rowu kanałowego. Do czerpania służą pompy, zwykle ręczne, przy dopływających dużych objętościach pompy odśrodkowe, pędzone motorem elektrycznym lub wybuchowym. W gruncie piaszczystym, przepojonym wodą, pompuje się niekiedy wodę ze studzien założonych poza wykopem, i obniża poziom wody tak, iż wykop sam da się wykonać na sucho.



Ryc. 26.

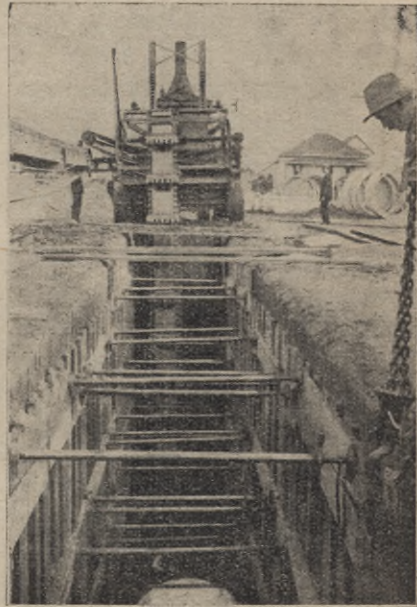
Do odprowadzania wody w czasie samego zakładania kanału służą drenaży, dużego kalibru, 8—10 cm, leżące pod dnem kanału i otoczone żwirem. Zakłada się albo jeden dren w osi kanału, lub też dwa, symetrycznie po obu stronach osi. Drenaży te, po

wykonaniu kanału i odpowiedniemu obniżeniu się poziomu wody gruntowej przestają działać zupełnie, lub też prowadzą tylko małe ilości wody. Zatykanie się ich późniejsze jest zatem bez znaczenia dla należytego działania sieci kanałowej, zwłaszcza, iż wzdłuż gładkich ścian kanału

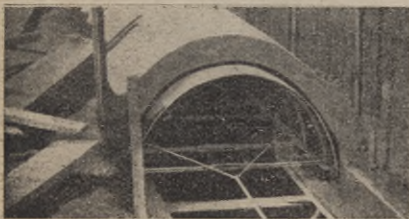
tworzy się samoczynnie strumień wód gruntowych, przeciekających z gruntu, a zmierzający do wylotu kanału.

B) Budowa kanału.

Z a łoż e n i e kanału z rur kamionkowych polega na kładzeniu ich w osi do sznura i zalaniu rękawów asfaltem. Rury układa się w dobrym gruncie wprost na dnie wykopu, w gorszym na podbitce żwirowej, wyjątkowo na betonie. Gotowe rury betonowe układa się podobnie w osi do sznura, i łączy rękawy zapomocą zaprawy cementowej, rzadziej zaś otaczając styki wieńcem ze zaprawy cementowej. Rury betonowe wymagają ułożenia na bardzo równej powierzchni, a zatem na deskach, podbitce żwiru, lub ławie betonowej. W złym gruncie ława ta ze swej strony spoczywa na pilotach drewnianych. Rury gotowe, bite w długościach 1·0—0·75 m są dla większych wymiarów kanału zwykle za ciężkie i trudne do ułożenia, jakkolwiek w Ameryce układa się gotowe rury do 2 m średnicy. Niekiedy dzieli się rury na części (Ryc. 1.) i składa we wykopie z dwu części, t. j. spodniej, po sklepieniu i samego sklepienia lub czteru, t. j. spodu, dwu boków i sklepienia.



Ryc. 27.



Ryc. 28.

Najczęściej jednak wykonuje się duże kanały na miejscu we wykopie, ubijając beton na odpowiednich formach. W tym celu na przygotowanym podłożu wykonuje się najpierw spód kanału wraz z ewentualnem ubezpieczeniem dna płytkami, następnie ustawia na gotowym spodzie szablon i ubija boki pomiędzy szablonem a ścianami

wykopu lub opierzenia, wreszcie, po związaniu betonu i założeniu

odpowiednich krągach ubija się sklepienie. Formy są tak przecięte, aby się dały rozłożyć na części i wyjąć przez właz kanałowy.ⁿ Większe kanały ubija się na formach ustawionych w całości na przygotowanym spodzie. W tym wypadku unika się fug poziomych w miejscu złączenia się betonu w różnych czasach ubijanego. W Ameryce używa się form z blachy, posuwanych naprzód w miarę postępu budowy (Ryc. 27.). Nie tak pojedynczo przedstawia się wykonanie kanału w cegle. Na ułożonych kamionkowych spodach ustawia się formę drewnianą i wykreśla na niej linie stosug między ceglami. Podział na stosugi opracowuje się w biurze. Na takiej formie buduje się dopiero pierwszy pierścień, ściśle stosując się do oznaczonego podziału, zaś na gotowym pierścieniu ewentualnie dalsze. Przy budowie w cegle można formę natychmiast przesunąć naprzód, rozluźniwszy odpowiednie kliny. Budowa włazów i połączeń kanałowych, która w budowlach z betonu jest stosunkowo łatwa do wykonania, w cegle wymaga opracowania projektu ułożenia cegieł w każdym wypadku z osobna. Nie trzeba dodawać, iż cegła użyta do budowy, musi być czysta, myta i napojona wodą. Stosugi wewnątrz kanału, wyskrobuje się na około 1 cm. głęboko i zakłada czystym cementem.

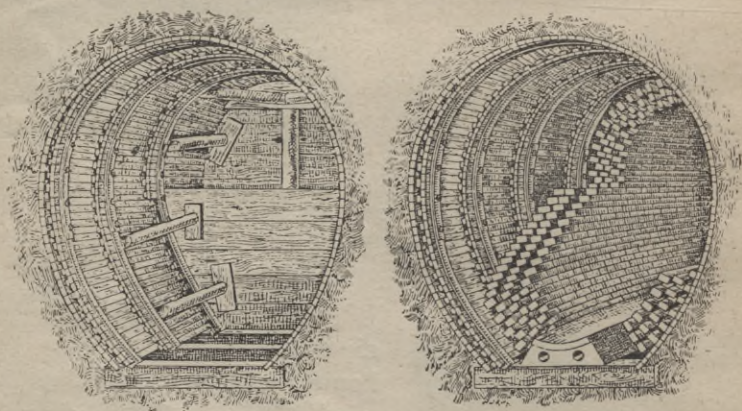
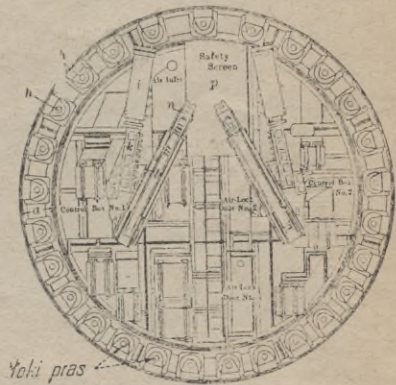
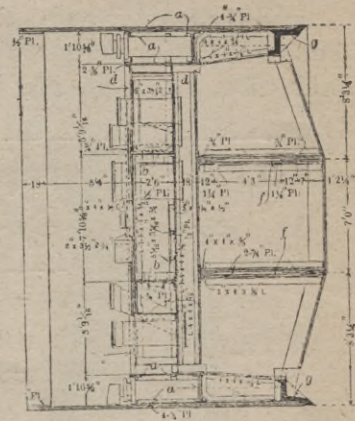


Fig. 29.

Budowa w cegle ma tę dobrą stronę, iż natychmiast po wykonaniu kanału, można formy wyjąć i wykop wraz z kanałem zasypać. Kanał z cegły może być łatwo wykonany w tunelu, co jest niemal wykluczone przy budowie z betonu. Liczne doświadczenia wykazały, iż poniżej głębokości 7 m w ulicach, zwłaszcza wąskich

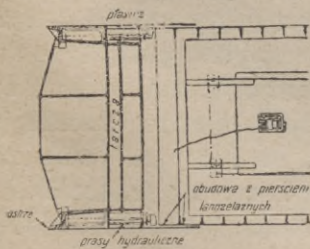
i posiadających silny ruch, budowa tunelowa w cegle staje się tańszą, niż budowa na dnie, w otwartym wykopie. Niekiedy inne okoliczności zmuszają do przekroczenia wyniosłości terenu tunelem. Tunel rozpoczyna się od szybów wjazdowych, które służą do transportu wykopu i materyałów. Kierunki dłuższych zwłaszcza tuneli sprawdza się zapomocą otworów wierconych, wykonanych z powierzchni ulicy, a sięgających tunelu. Obudowa wykopu jest zwykle lekka, składa się z pierścieni wykonanych ze szyn żelaznych, ześrubowanych ze sobą i opartych o progi drewniane. Pierścienie te stoją w odstępnie 1 m od siebie i dźwigają deski opierzenia. W miarę postępu muru, pierścienie się rozśrubowuje i usuwa. Deski te często dają się wyjąć i w innym miejscu z powrotem użyć (Ryc. 29).

W gruncie złym, przepojonym wodą, jak n. p. popod dnem rzek i t. d., buduje się tunele kanałowe w ochronie tarczy i płaszczu (shield, bouclier) (Ryc. 30.) w ściśnionem powietrzu. Metoda ta, bardzo obecnie rozpowszechniona, polega na użyciu przesuwalnego płaszczu, mającego kształt kanału i rozmiar tak duży, aby się w nim mieścił kanał wraz z całą swą obudową. Płaszcz jest zaopatrzony z przodu w ostrze, zaś w pewnej odległości poza ostrzem jest zamknięty przeponą, t. j. tarczą. Opierając hydrauliczne prasy o wykonany



Ryc. 30.

już mur budowy, można płaszcz wepchnąć w grunt naprzód, wybrać materyał pomiędzy ostrzem a tarczą, podmurować poza tarczą nowy pierścień kanału i opierając o niego tłoki pras przesunąć tarczę wraz z płaszczem o nowy skok naprzód. Mur wykonuje się zatem zawsze w ochronie przesuwalnego płaszczu i ruchomej tarczy. W ten sposób był budo-

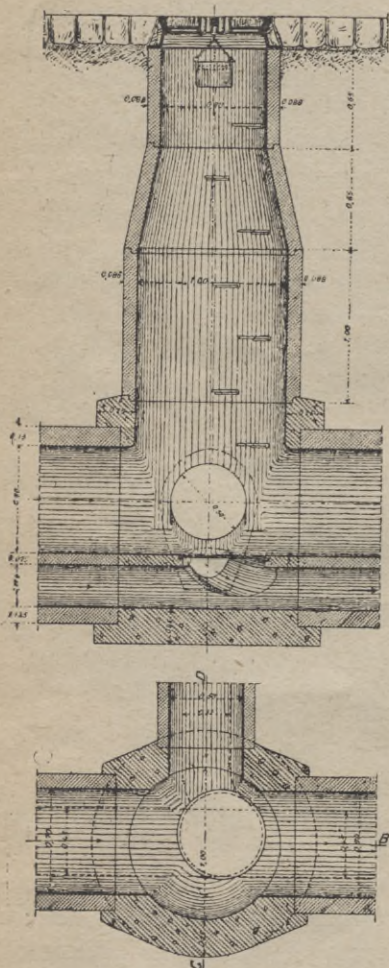


Ryc. 31.

wany syfon w Asnières pod Sekwaną, w Kilonii pod kanałem północnym i t. d.

11. Kanalizacja rozdzielcza.

Kanalizacja rozdzielcza może polegać albo na jednym systemie kanałów, które służą wyłącznie do odprowadzenia wód zużytych albo wyłącznie wód deszczowych, podczas gdy wody drugiego rodzaju są na innej drodze usuwane. I tak, można ciecz z klozetów zbierać w dołach kloacnych i wywozić beczkowozami, zaś sieć kanałową budować wyłącznie na wody deszczowe, lub też odwrotnie, wodę deszczową wypuszczać rynsztokami do rowów otwartych, a tylko wodę zużytą odprowadzać kanałami. W obu tych wypadkach niema istotnych różnic pomiędzy siecią wspólną a siecią rozdzielczą. Różnica polega tylko na obliczeniu pojemności sieci, a dla sieci wód wyłącznie deszczowych na mniejszych dopuszczalnych głębokościach, niż dla sieci wspólnej. Jeśli kanalizację rozdzielczą rozwiążemy w postaci podwójnej sieci ulicznej, z której każda ma swój cel i działanie odrębne, w obliczeniu i wykonaniu tych sieci niema również nic szczególnego. Takie sieci zakłada się zwykle symetrycznie po obu stronach ulicy, a ponieważ sieć wód zużytych leży głęboko, zaś deszczowych płytko, połączenia domowe i uliczne z każdą ze sieci zupełnie sobie nie przeszkadzają. Oczywiście, że tak rozwiązane zadanie kanalizacji rozdzielczej jest połączone z niezwykle dużymi kosztami. Taniej wypadnie kłaść oba kanały we wspólnym wykopie



Ryc. 32

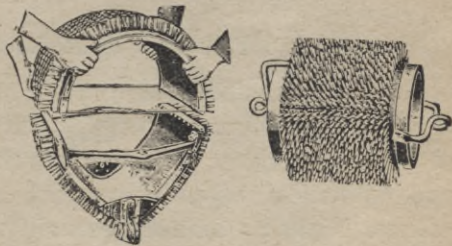
odpowiednio szerszym o b o k siebie, gdyż można wtedy wykonywać nawet pewne objekta wspólne, dwudzielne, najtaniej jest jednak połączyć obie sieci w j e d e n kanał, dzielac go poziomą ścianą na dwie części. Dolna część służy do odprowadzenia wód zużytych, zaś górna wód opadowych. (R. 32.).

12. Przewietrzenie i czyszczenie sieci kanałowej.

Z cieczy wydzielają się cuchnące, a niekiedy i zapalne gazy. Gazów tych tworzy się tem więcej, im dłużej ciecz pozostaje w kanale, a zatem będzie ich więcej w obszernych, starych a źle utrzymanych kanałach i połączeniach domowych, oraz w źle utrzymanych osadnikach, niż w sieci wązkiej, gładkiej, założonej w silnych spadach. Gazy wydzielone z cieczy powinny być usunięte z wnętrza kanału. Dzieje się to przez nieszczelności lub otwory w przykrywach na szybach rewizyjnych, przez odrębne na ten cel założone szyby wentylacyjne, przez wpusty uliczne, niezaopatrzone w zamknięcia wodne, w końcu przez wszystkie rury spustowe połączeń domowych, oraz rynny dachowe. Wentylacja zapomocą wszystkich tych środków jest tak silna i dokładna, że odpada potrzeba sztucznych urządzeń takich, jak dawniej budowanych wież i kominów wentylacyjnych.

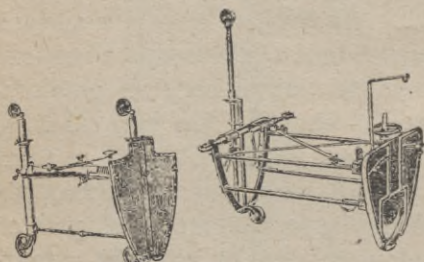
Natomiast niezbędnem okazuje się peryodyczne czyszczenie sieci kanałowej z osadzonego na dnie piasku i mułu, oraz papierów i resztek strawy itd. na ścianach kanału. Czyszczenie to odbywa się w dwa sposoby: 1. przez przepłukiwanie kanału i 2. przez czyszczenie mechaniczne.

Płukanie kanałów polega na zastosowaniu klap i zasuw piętrzących (p. Ryc. 18) ciecz w kanale, a następnie po otwarciu zamknięcia wypuszczeniu silnej fali, która porywa i na pewną odległość unosi osadzone nieczystości. Postępując tak z góry w dół, można systematycznie całą sieć kanałową przepłukać. W Dreźnie sieć jest podzielona na rejony, oddane grupom robotników, z których każda przechodzi swój rejon i przepłukuje kanały w ciągu tygodnia, a po ukończeniu pracę na nowo od góry rozpoczyna.

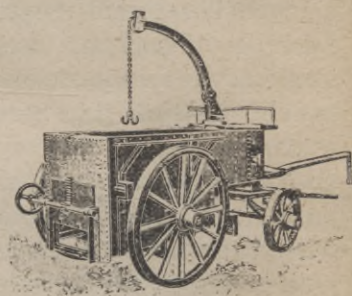


Ryc. 33.

Środek ten nie wystarcza jednak do usunięcia silnie przywartej do ścian i dna kanału skorupy, składającej się z najrozmaitszych zanieczyszczeń. Dla usunięcia tejsze zachodzi potrzeba bardziej intensywnejszych środków czyszczących. Środkiem takim są szczotki i tarcze, które są umieszczone na wózkach lub czółnach, zaś przy większych kanałach posiadają nawet pomieszczenie dla robotnika i lampę. (Ryc. 33, 34). Tarcza znajduje się u przodu takiego wózka i przylega szczelnie do ścian kanału. U dołu posiada ona tylko mały otwór, dający się zasuwą od ręki regulować. Przed otworem jest pomieszczony silny kolec, który działa jak lemiesz i przecina stwardniałe



Ryc. 34.



Ryc. 35.

nieczystości. Tarcza porusza się wolno, przeciągana linką lub przepychana parciem wody, która piętrzy się za tarczą i wąskim otworem na dnie kanału ze siłą wypływa, wynosząc nagromadzone nieczystości. Równocześnie boki tarczy oczyszczają ściany. Na włączkach zatrzymuje się tarczę, nieczystości wyrzuca na ławeczkę, a później kubłem i windą wyciąga na powierzchnię ulicy i wywozi. (Ryc. 35). Takie mechaniczne oczyszczenie sieci odbywa się około dwa razy do roku.

13. Potrzeba czyszczenia cieczy kanałowej.

Ciecz kanałowa zawiera z natury rzeczy wielką ilość składników organicznych, podlegających gniciu. Ciecz taka nieoczyszczona i wprowadzona w znaczniejszych ilościach w płynące wody, jak potoki i rzeki, wywołuje w nich zmiany w wysokim stopniu szkodliwe. I tak, na dnie osadza się warstwa czarnego mułu, który gnijąc zakaża swą wonią w dalekim okręgu całą okolicę. Wskutek procesów gnilnych zostaje zużyty tlen, zawarty we wodzie, a niezbędny do utrzymania życia ryb, które sną, względnie zakażoną przestrzeń rzeki opuszczają. Woda sama staje się niezdadną do użytku gospo-

darczego, a często nawet na cele przemysłowe, liczne zarazki, splukane z miasta i znajdujące w brudnej wodzie doskonałe podłoże do swego rozwoju, rozszerzają epidemie wśród ludności nadbrzeżnej, poniżej położonych miejscowości. Najbardziej niebezpieczne są zarazki tyfusu i cholery, które długi czas mogą żyć we wodzie. Tem też tłumaczy się fakt, dlaczego te dwie epidemie rozszerzają się zawsze wzdłuż biegów rzek, postępując z górnego biegu w dół rzeki.

W uregulowanych stosunkach zdrowotnych nie podobna zatem dopuszczać cieczy kanałowej wprost do wód otwartych, bez poprzedniego należytego ich oczyszczenia. Kwestya oczyszczenia wód została najdawniej postawiona w Anglii, gdzie istnieje największa liczba dużych skupień ludzkich, a następnie w Ameryce, zwłaszcza w stanie Massachussetts. W obu państwach powołano do życia szereg komisji zdrowia, „boards of health“, oraz komisji czuwających nad czystością rzek „river pollution commisions“, które uregulowały sprawę czyszczenia cieczy kanałowych zrazu mniej racjonalnemi i zbyt drakońskimi prawami, później w sposób coraz bardziej postępowy i racjonalny. Wprawdzie ustawodawstwo wszystkich państw nowoczesnych posiada paragraf, zabraniający zanieczyszczania wód bieżących, lecz w większości wypadków pozostał on martwą literą, pium desiderium, nie poparty żadnymi szczegółowymi przepisami. Przykład angielsko-amerykański podziałał jednak skutecznie i na inne kraje i państwa, które z czasem przystąpiły również do uregulowania sprawy zanieczyszczenia wód otwartych.

Zanim omówię środki służące do oczyszczania cieczy kanałowej, przytoczyć muszę poprzód skład tych zanieczyszczeń, gdyż oczywiście od składu zależeć będzie wybór środków i sposobów oczyszczenia.

14. Skład cieczy kanałowej.

Ciecz zawiera nieczystości toczone po dnie, unoszone na powierzchni, zawieszona, a w końcu rozpuszczone. Po dnie toczy się: piasek, fusy kawy, kości, gruz itd., na powierzchni płyną: papiery, łupy, słoma, drewno, liście, korki, zawieszona są: rozłarte fekalia, cząstki strawy, tłuszcze, w końcu rozpuszczone: sole organiczne i nieorganiczne. W jednym metrze sześciennym cieczy znajduje się średnio:

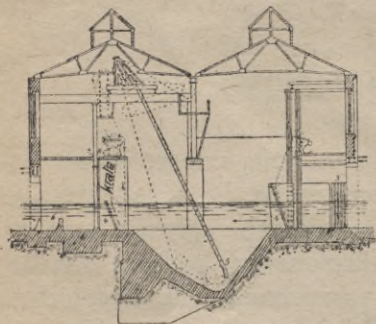
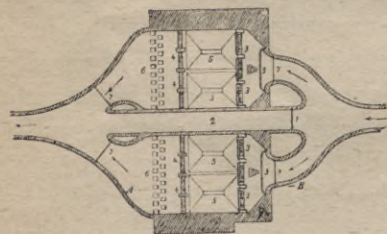
	organ.	nieorgan.	razem
1. toczonych po dnie	11 gr.	105 gr.	116 gr.
2. płynących	65 „	7 „	72 „
3. zawieszonych	350 „	175 „	525 „
4. rozpuszczonych	325 „	1155 „	1480 „
Razem	751 gr.	1442 gr.	2193 gr.

Na dobę i głowę mieszkańca miasta przypada w przecięciu 211 gr. ogólnej wagi suchej materii, w tem 88 gr. części organicznych i 123 gr. nieorganicznych.

Dla trzech pierwszych kategorii zanieczyszczeń można zastosować sposoby mechanicznego czyszczenia, dla ostatniej, ciał rozpuszczonych oraz kolloidów w metodę odmienną, biologiczną.

15. Mechaniczne oczyszczenie cieczy.

Odpowiednio do zamierzonego celu stosuje się środki mechaniczne takie, jak: osadniki piasku, dla uchwycenia toczonych po dnie kanału nieczystości, kraty i sита, dla wydzielenia płynących na powierzchni przedmiotów, w końcu osadniki mułu, dla uchwycenia zawieszonych drobnych cząstek zanieczyszczeń.

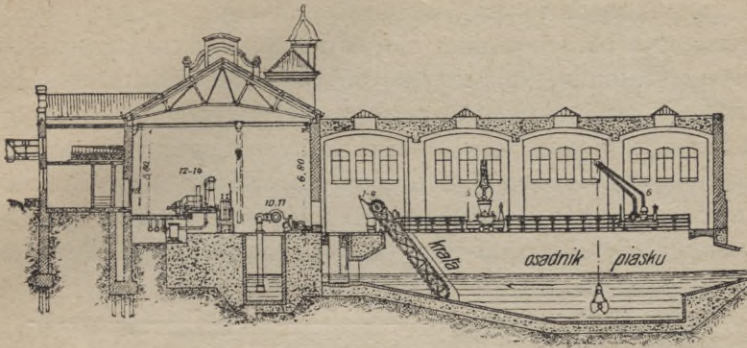


Ryc. 36.

1. Osadniki piasku (Ryc. 36.) są to zagłębienia założone w dnie kanału, tak obszerne, aby chyżość przepływu cieczy spadła w nich do około 20 cm na sek. Przy tak małej chyżości piasek opada na dno, skąd też od ręki czy też za pomocą maszyn bywa czerpany i wyrzucany do wózków. Piasek ten jest stosunkowo słabo zanieczyszczony materiami organicznymi tak, iż po przeschnięciu może być użyty wprost do zasypywania dołów, wyrównania terenu i t. d.

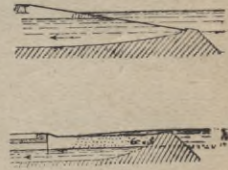
2. Kraty i sита służą do uchwycenia i wydzielenia cząstek płynących wodą. Rozróżniamy tu dwa rodzaje krat, rzadką, złożoną z gru-

bych prętów, lub rur stojących w odstępie około 30 cm kratka służy do uchwycenia przypadkowo do kanału dostających się większych przedmiotów, jak polan drzewa, padliny itd., oraz kratę gęstą, posiadającą otwory 10 mm — 5 mm, a nawet do 3 mm



Ryc. 37.

światła, za pomocą której wyławiają się najdrobniejsze zawieszone cząstki. Kraty te stoją odchylone od pionu w ten sposób, iż grabiami łatwo jest od ręki ściągnąć osiadłe nieczystości i wrzucać je do rynienki umieszczonej tuż ponad nią. Kraty takie stałe urządza się niekiedy niemal poziome (Ryc. 37.) i wtedy czyszczenie jej od ręki jest jeszcze łatwiejsze. Jeśli jednak kratka jest bardzo gęsta, a ilość przepływającej przez nią cieczy duża, te prymitywne urządzenia nie wystarczają, i urządza się najczęściej kraty ruchome, oczyszczane mechanicznie również za pomocą ruchomych szczotek. Tego rodzaju urządzenia są stosowane n. p. w Hamburgu w postaci łańcucha, złożonego z krótkich krat, nawijających się na dwa bębny, znajdujące się jeden u dołu, drugi ponad cieczą. (Ryc. 38.) W innych miastach używa kół kratowych, prostych lub łukowo zgiętych, czyszczonych na zewnątrz lub też do środka.

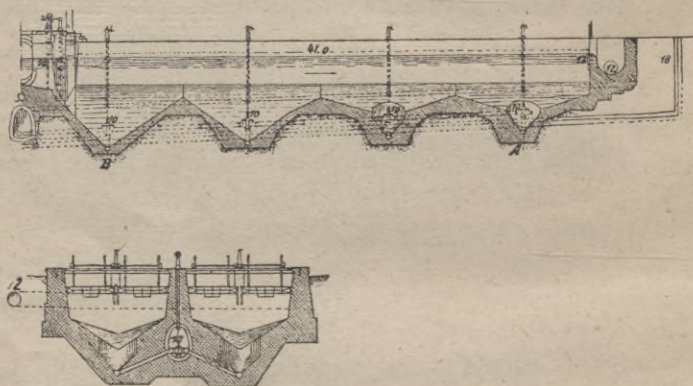


Ryc. 38.

W miejsce krat stosuje się także sita blaszane o podłużnych otworach (np. 20 × 5 mm). Sita są obracane maszyną i podnoszą zebrane na sobie zanieczyszczenia ponad poziom cieczy. W tej wysokości czyszczą je szczotki, prąd wody, lub prąd powietrza.

3. Osadniki mułu (Ryc. 39.) służą, jak nazwa wskazuje, do wydzielenia mułu, tj. tych zanieczyszczeń, które już przechodzą

między szczeblami kraty, a nie są dość ciężkie, aby opaść na dno w osadniku piasku. Zanieczyszczenia te są pochodzenia tak organicznego, jak i nieorganicznego. Rozmiar ich cząstek jest różny i schodzi aż do wymiaru cząstek koloidalnych. Wielka zawartość części koloidalnych sprawia, iż wydzielenie ich z cieczy jest trudne, następuje bardzo wolno, a wydzielony muł zawiera wielki procent wody (najmniej 90%, zwykle 95%, a nawet 98%). Doświadczenia wykazały, iż muł, osadzony w ciągu pierwszych $\frac{1}{2}$ do 1 godziny, zawiera znacznie mniejszy procent wody niż muł osadzony w czasie późniejszym. Wobec tego buduje się obecnie osadniki, w których ciecz pozostaje tylko przez czas $\frac{1}{2}$ do 1 g., a przepływa przez nią z chyżością 20 do 40 mm na sekundę. Osadniki takie zatrzy-



Rys. 39.

mują z cieczy kanałowej 50—65% całej zawartości mułu. Reszta mułu musi być usunięta w sposób odmienny.

Osadniki buduje się przeważnie jako komory podłużne, o przekroju prostokątnym. Ponieważ przeważna część mułu osadza się w początkowej części osadnika, jest on w tej części znacznie głębszy niż w dalszej.

Osadzony muł jest płynny w tak wysokim stopniu, iż można go bez trudności wypompować i wyłoczyć na miejsca składowe. Celem ułatwienia odpompowania mułu zakłada się w osadnikach szereg zagłębień w kształcie studzien, do których muł się ześlizguje po silnie nachylonych skarpach dna osadnika, wyłożonych w tym celu wewnątrz gładkimi płytkami porcelanowymi. Muł zebrany w studniach czerpią w odpowiednich odstępach czasu pompy mułowe. Pompy nie wydobywają jednak mułu wprost z osadnika,

lecz wyciągają powietrze z kotłów tak zwanych „montejusów“, połączonych rurociągiem z dnem studzien. Pod wpływem ciśnienia powietrza atmosferycznego, muł ze studzien osadników napływa do kotłów i wypełnia je całkowicie. Tłocząc następnie powietrze do kotła i załączając inny rurociąg, wypycha się muł na odpowiednie miejsca składowe.

Ciecz kanałowa opuszcza namulnik zapomocą przelewu, umieszczonego w taki sposób, aby odpływała zawsze tylko górna, najlepiej oczyszczona warstwa cieczy. Ciecz tę poddaje się następnie zwykle dalszemu procesowi oczyszczania, muł zaś odtłacza na odpowiednie miejsca składowe.

Muł jest plagą każdej oczyszczalni. Nie przedstawia on żadnej wartości, zabiera wiele miejsca, gnije i cuchnie. Od dawna próbowano więc w jakiś sposób uczynić muł nieszkodliwym lub łatwiejszym do wywozu. Miasta nadmorskie radzą sobie w ten sposób, iż ładują muł na statki i zatapiają w morzu, Londyn. We wielu miastach angielskich próbowano muł zakopywać w rowach, nie prowadziło to jednak do celu. W innych wyciskano z mułu wodę, poddając go działaniu pras hydraulicznych. W Niemczech skonstruowano nawet wirownice dla centryfugowania mułu. Muł prasowany lub centryfugowany zawiera już tylko 50—65% wody, daje się brać na łopatę i transportować wozem. Przedstawia on pewną wartość nawozową, a nawet silnie ususzony daje się użyć do produkcji gazu. Mimo to zastosowanie odwodnienia mułu jest mało rozpowszechnione, gdyż sam proces odwadniania jest kosztowny i przenosi kilkakrotnie wartość użytkową mułu.

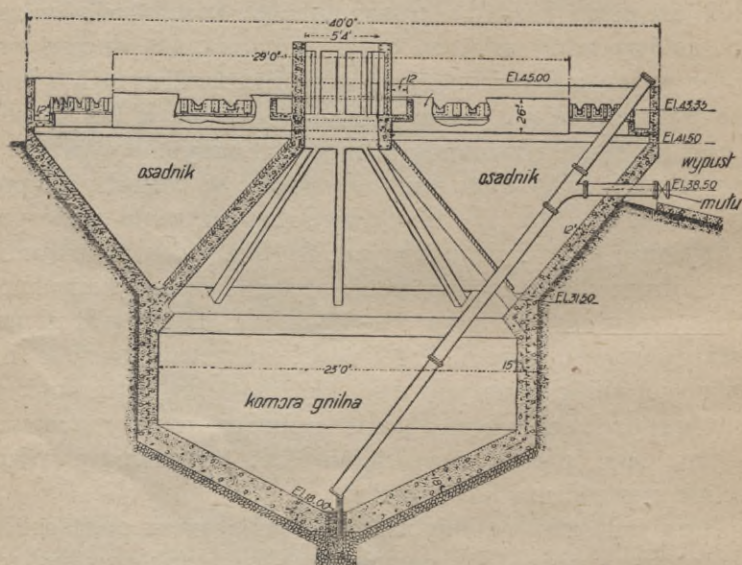
Sprawa unieszkodliwienia mułu nie jest jeszcze ostatecznie zadowalniająco rozwiązana. Pewne polepszenie stosunków w tym względzie da się osiągnąć przy pomocy tak zwanych osadników gnilnych.

Jeśli surową ciecz kanałową zostawi się przez długi czas w spoczynku, powstają intensywne procesa gnilne, które zmieniają chemiczne jakoteż fizykalne właściwości tak mułu, jak i samej cieczy. Ciecz, która uległa przegnicciu, otrzymuje barwę czarną, cuchnie i bardzo trudno ulega dalszemu procesowi oczyszczania, mianowicie biologicznemu. Wskutek przegniccia, zmieniają się zatem właściwości cieczy, na jej niekorzyść. Przeciwnie ma się rzecz z mułem. Proces gnicia sprawia, iż części koloidalne ścinają się, koagulują, w gruzelki znaczniejszych rozmiarów, które posiadają już pewien znaczniejszy ciężar i łatwiej spadają na dno osadnika. Przegnity muł zawiera wskutek tego znacznie mniejszy procent wody

niż muł surowy, zaś rozścielony w basenach drenowanych, ocieka łatwo z wody i w tym stanie daje się kopać i wywozić.

Celem wyzyskania korzystnych stron gnicia mułu wykonano w Ameryce osadniki systemem *Travisa*, które później w cokolwiek zmienionej postaci znalazły znaczne zastosowanie tak w Ameryce, jak i w Europie, pod nazwą studzien *Imhoffa* (*Imhoff tanks*) (Ryc. 40.).

Osadniki tego typu składają się z dwu części. Górna jest zwyczajnym osadnikiem, przez który ciecz wolno przepływa w ciągu $\frac{3}{4}$ do 2 godzin, dolna, kilka metrów (8—10 m) głęboka, składa z sze-



Ryc. 40.

regu studzien, stożkowo zakończonych, w których dnie jest umieszczony kosz rury służącej do odpływu mułu. Ciecz kanałowa przepływa przez część górną tak zupełnie, jak w zwykłym osadniku, i opuszcza go nieprzeznita. Natomiast muł wpada szparami do części dolnej, tam się gromadzi i ulega gnicciu. Po pewnym czasie, najniższą i najlepiej przegnitą część mułu z głębi studni wypompowaną, odprowadza się na baseny wyścielone żużlem i silnie drenowane. Po kilku dniach do 2 tygodni (w zimie) muł ocieka zupełnie z wody, i da się ładować na taczki względnie fury i wywieźć.

Zupełnie wyjątkowo używa się odmiennego typu osadników,

a mianowicie takiego, w którym ruch cieczy odbywa się nie w kierunku poziomym, lecz pionowym, z dołu w górę. Ponieważ ruch ten jest przeciwny kierunkowi opadania mułu, z góry w dół, stosować trzeba bardzo małe chyżości przepływu: 1 m/m na sek. lub nawet mniej. Ten typ osadników jest bardziej kosztowny, niż typ osadników podłużnych, natomiast zajmuje mniejszą powierzchnię.

16. Biologiczne oczyszczanie cieczy kanałowej.

A. Nawadnianie.

Ciecz, opuszczająca osadnik mułu, zawiera conajmniej 20% a zwykle 40% z całości mułu znajdującego się w cieczy surowej, a ponadto jeszcze wielką ilość ciał organicznych gnilnych w stanie rozpuszczonym. Tego rodzaju ciecz może być wprowadzona w ścieki otwarte jedynie wtedy, jeśli one prowadzą bardzo wielkie ilości wody czystej, w przeciwnym razie trzeba ciecz poddać dalszemu jeszcze procesowi oczyszczania.

Mechaniczne środki oczyszczenia tej cieczy zawodzą zupełnie i nie prowadzą do celu, chemiczne działają niedostatecznie, względnie są za kosztowne, pozostaje zatem jedyny tylko sposób, będący naśladowaniem procesu odbywającego się w samej naturze, sposób biologiczny.

Postępujące zanieczyszczenie rzek angielskich cieczą kanałową zmusiły w końcu rząd do utworzenia „królewskiej komisji zdrowia“, która miała sprawę zbadać i wyszukać środki służące do zaradzenia złemu. Prace komisji wypadły na czas największego rozpowszechnienia nauki Liebiega o wartości nawożonej cieczy kanałowej. Wartość nawozową liczono na 10 do 15 kor. na głowę mieszkańca i rok. Gdy królewska komisya nakazała miastom całą ciecz kanałową obrócić na nawadnianie pól, nie spotkała się z opozycją, gdyż miasta spodziewały się w myśl nauki Liebiega ciągnąć z irygacji niezwykle duże dochody. Rozczarowanie jednak przyszło bardzo szybko. Pola irygacyjne nie tylko nie przynosiły żadnych dochodów, lecz owszem dawały poważną stratę. Okazało się z czasem, iż adaptacja pól dla irygacji pochłania ogromne koszty, następnie, że pola otrzymują zbyt wiele cieczy, aby rośliny mogły całą zawartość pożywną użytecznie sobie przyswoić, wreszcie, iż nawadnianie odbywa się przeważnie w porach niewłaściwych, gdy roślina

nie potrzebuje tej ilości wody, jaką się jej dostarcza. Rezultat gospodarczy nawadnień był więc zupełnie ujemny, natomiast pod względem czystości odpływających, cieczy uzyskane wyniki jak najbardziej korzystne. Z tego też powodu irygacja pól, jako sposób oczyszczenia cieczy kanałowej, utrzymała się do dziś dnia i jest jedną z najlepszych metod czyszczenia biologicznego.

Techniczne przygotowanie terenów pod nawodnienie cieczą kanałową, zasadza się przeważnie na tworzeniu basenów, zamkniętych grobelkami, w których ciecz pozostawia się w spokoju tak długo, póki sama w głąb gruntu nie wsiąknie. Rzadziej stosuje się, bardziej kosztowne, nawadnienie stokowe, lub grzędowe. Pierwsze trafia się jeszcze najczęściej przy nawadnianiu łąk, drugie jest w użyciu w ogrodach warzywnych i owocowych. Na prowadzenie gospodarstwa w terenach nawadnianych niezmiernie ujemnie wpływa konieczność nawadniania, bez względu na chwilową rzeczywistość potrzebę wody. Ujawia się to najlepiej w cyfrach sum dzierżawnych, płaconych za użytkowanie pól irygacyjnych. W Asnières, pod Paryżem, dzierżawcy płacą za hektar gruntu nawadnianego 500 fr. czynszu wtedy, gdy dzierżawca może nawadniać w dowolnej, a przez siebie wybranej porze; natomiast czynsz wynosi tylko 60 fr., gdy nawadnianie jest obowiązkowe w każdej porze wyznaczonej przez zarząd kanalizacji.

Dla małych ilości cieczy można założyć dobrze rentujące się nawadnianie w ten sposób, iż ciecz, mechanicznie oczyszczoną, rozprowadza się podziemnymi rurociągami po polach, a w odpowiednich miejscach pobiera ją w podobny sposób, jak i z wodociągu miejskiego, za pomocą hydrantów i węży gumowych. Cieczą tą skrapia się pola i ogrody.

Do nawadniania nadają się jedynie grunta przepuszczalne. Grunta nieprzepuszczalne nie dadzą się polepszyć i należyce zaadaptować nawet zapomocą drenowania, gdyż ciecz przecieka szczelinami zasypu wprost do drenów i odpływa niemi zgoła nieoczyszczona. Równocześnie zaś grunt sam się zabagnia. Grunta nieprzepuszczalne nadają się zatem jedynie do nawadniania stokowego i to małymi ilościami cieczy, gdyż inaczej następuje zupełne ich zabagnienie. O ile zatem na większych przestrzeniach nie ma warunków naturalnych do nawadniania, musi się stosować inne metody biologiczne, a są niemi: filtracja naturalna (Franklanda) i biologia sztuczna, zapomocą złoża zatapianych lub skrapianych, wreszcie świeżo powstała metoda oczyszczania zapomocą stawów rybnych.

Zwykłe metody irygacyjne dopuszczają oczyszczenie cieczy na 1 ha pól nawadnianych w ilościach, odpowiadających z reguły 250 do 300 głów, wyjątkowo 600 głów mieszkańców. Na ogół zatem obszar pól irygacyjnych musi być równy obszarowi miasta, a nawet większy ze względu na potrzebę użycia pewnej przestrzeni pod budynki, rowy, drogi itd.

B) Filtracja naturalna (Franklanda).

W r. 1871 wykonał Anglik Frankland laboratoryjne doświadczenia, które stały się punktem wyjścia nowych metod biologicznych. Wziąwszy rurkę szklaną 1·8 m wysoką, wypełnioną żwirkiem, napełniał ją cieczą kanałową Londynu i przekonał się, że można uzyskać zupełne oczyszczenie tej cieczy, jeśli napełnianie rurki następuje peryodycznie raz na 12 godzin i jeśli złożo żwirku pozostaje przez parę godzin na dobę w stanie spoczynku pod działaniem dopływu powietrza. Ilość oczyszczanej dziennie cieczy tworzyła 10 cm grubą warstwę. Stosując większe ilości cieczy, lub skracając czas spoczynku i regeneracyi filtru, sprowadzał niechybne zatkanie się złoża żwirku.

Znacznie późniejsze badanie przyczyn tego procesu wykryły następujące fakta. Na skutek przepuszczania cieczy kanałowej przez złożo, ziarna żwirku otaczają się w krótkim przeciągu czasu warstewką koloidalną, o ogromnie silnie rozwiniętej powierzchni, która działa adsorbcyjnie na kolloida, bakterye i inne zanieczyszczenia, zawarte w surowej cieczy. Ten proces adsorbcyi jest bardzo intensywny i trwa niesłychanie krótko, bo zaledwie parę minut. Błona organiczna, powstała w ten sposób, w czasie spoczynku filtru, wchłania w siebie tlen z powietrza, i nagromadzonym w ten sposób zapasem tlenu umożliwia rozwój licznych kolonii bakteryi, które spalają i mineralizują organiczne związki, jakie błona z cieczy adsorbowała. Wskutek tego procesu powstają nieszkodliwe i proste sole mineralne, które oczyszczona ciecz, odpływając z filtru, wyługuje, podczas gdy bezwodnik kwasu węglowego uchodzi swobodnie w powietrze.

Na podstawie poznania istoty procesu, który zachodzi we filtrze, ustalić można zasady, jakie się musi dopełnić, jeżeli proces filtrowania ma dać korzystne rezultaty. Materiał, z którego filtr jest zbudowany, musi posiadać grube i jednolite ziarno w tym celu, aby istniała w złożu filtra duża objętość prze-

strzeni wolnych, a w niej tylko mały $\%$ przestworów włóskowatych. Doświadczenia wykazały, iż miarodajna grubość ziarna (effective size) powinna leżeć w granicach od 0.24 do 0.46 mm, współczynnik jednostajności (uniformity coeff.) pomiędzy 2 a 3, ogólna suma przestrzeni pustych powinna wynosić 35 do 45 $\%$, a współczynnik pojemności niewłóskowatych przestworów 20—30 $\%$. Pomiedzy dwu następującymi po sobie napełnieniami filtru musi istnieć czas dostateczny do wniknięcia powietrza w głąb filtru i do jego zupełnej regeneracji, w końcu, ilość cieczy musi być tak dobrana, aby złożo było w stanie ją przerobić, t. j. zanieczyszczenia w całości zmineralizować. W razie doprowadzenia nadmiaru cieczy, i wskutek tego gromadzenia się w nim części nierozłożonych, filtr się wkrótce nieodwołalnie zatyka.

Metoda ta została w praktyce wypróbowana i rozwinięta, szczególnie w Ameryce w stanie Massachussets, który obfituje w terena piaszczyste, nadające się dobrze do takiego użytku. Na akr filtru (0.4 ha) wprowadza się tam jednorazowo 300—400 m³ cieczy, co odpowiada warstwie 8—10 cm grubej, jednostajnie przykrywającej całą powierzchnię filtru. Na powierzchni filtrów sadzą tam niekiedy kukurudzę, którą pod zimę ścinają wysoko, w ten sposób, aby pozostała w gruncie łodyga do 30 cm wysoka. Na końcach łodyg spiera się w zimie powłoka lodowa tak, iż pod nią proces filtrowania odbywa się nadal zupełnie swobodnie. W tym samym celu, dla oparcia płyty lodowej, sypią niekiedy osobne kopczyki z ziemi, lub powierzchnie filtru przeorują.

C) Biologia sztuczna.

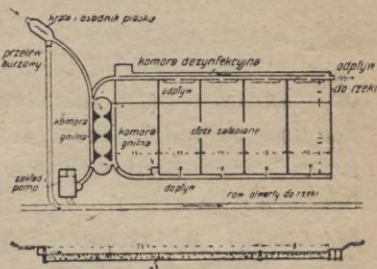
Doświadczenie Franklanda, oraz wyniki ogłoszone w sprawozdaniach komisji zdrowia stanu Massachussets, wzbudziły duże zainteresowanie w Anglii. Rozwijając dalej myśl przewodnią Franklanda, wykonano w r. 1890, w Barking pod Londynem, instalacje próbne, a następnie, w roku 1892, w mieście Suttan, definitywnie pierwsze sztuczne złoża biologiczne.

Złożo jest niczem innym jak tylko filtrem, utworzonym sztucznie z wybranego materiału, i umieszczonem w odpowiednio przygotowanej obudowie. Złożo (contact bed) napełnia się cieczą surową, pozostawia ją tam w spoczynku przez czas około dwóch godzin, następnie ciecz oczyszczoną odpuszcza, i złożo po-

zostawia przez przeciąg czterech dalszych godzin pod wpływem regenerującym powietrza. Wysokość złoża jest ograniczona do najwyższej 1·8 m, a zwykle obraca się pomiędzy 0·9 a 1·5 m, a to ze zrozumiałego powodu, iż w złożu wysokie powietrze wchodzi niezbyt łatwo, i regeneracja nie następuje tak skutecznie, jak w złożach płytkich. Grubość ziarna powinna wynosić 4—8 mm, przy czym złoża wysokie muszą mieć ziarno grubsze, niż złoża płytkie. Ważnym jest dobór materiału, z którego złożo się buduje. Materiał ten musi być niewrażliwy na reakcje chemiczne zachodzące w złożu, musi słabo przewodzić ciepło, i musi być porowaty z możliwie rozwiniętą powierzchnią. Materiałem, który tym warunkom w zupełności odpowiada, jest koks lub żużel kotłowy. Tłuczony kamień i cegła znacznie gorzej nadają się do budowy złoża. Jest rzeczą godną uwagi, iż w złożu jest potrzebna pewna zawartość żelaza. W koksie i żużlu żelazo znajduje się zawsze w ilościach dostatecznych, w złożach budowanych z kamienia lub cegły, powinno się dodać około 1% żelaza w formie gwoździ lub opitek, bardzo jednostajnie w złożu rozmieszczonych. Żelazo gra, jak się zdaje rolę katalizatora, który wiąże tlen powietrza i oddaje go bakteriom na cel spalania związków organicznych. Równocześnie przyspiesza ono koagulację kolloidów.

Często buduje się złoża dwustopniowe, t. j. takie, w których ciecz podczyszczona w jednym złożu, splywa następnie, celem zupełnego oczyszczenia, w złożo położone niżej. W takim wypadku górne złożo otrzymuje grubsze ziarno, 10—25 mm, dolne drobniejsze, 5—10 mm. W złożach jednostopniowych wypada na każdy metr sześcienny cieczy surowej, oczyszczanej w ciągu jednej doby, 1·5 do 1·7 m³ materiału złoża. W złożach dwustopniowych stosunek ten jest wyższy i dochodzi do 2·0, a nawet 2·2 m³ złoża na 1 m³ cieczy czyszczonej na dobę.

Ryc. 41. przedstawia rys poziomy i przecięcie złoża zatapianych, wybudowanych w Marseburgu. Ciecz surową wprowadza się z kanału do jednej komory złoża tak długo, póki nie wypełni wolnych przestrzeni, następnie pozostawia w nim przez pewien czas w spoczynku, wreszcie wpuszcza do kanału, i pozostawia złożo pod działaniem powietrza.



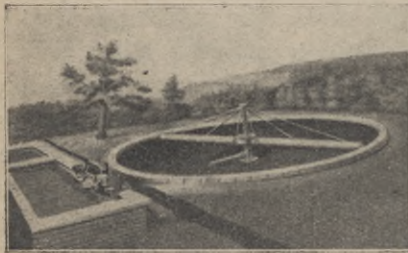
Ryc. 41.

Obok umieszczona komora służy w razie epidemii do wprowadzenia środków desinfekcyjnych w ciecz już oczyszczoną. Wprowadzenie tych środków do cieczy surowej spowodowałoby sterylizację samego złoża, t. j. zabicie bakterii i zanik czyszczących właściwości złoża.

Złoża zatapiane posiadają tę wadę, iż trzeba je peryodycznie napełniać i wypróżniać, czyli że wymagają dużej i skrupulatnej obsługi. Złoża mogłyby działać lepiej, gdyby proces czyszczenia zmienić na ciągły, t. j. doprowadzać do złoży równocześnie i ciecz surową i regenerujące złoże powietrze.

Rzeczywiście obmyślono taki typ złoża, który przyjął się w praktyce, a nawet w wielu wypadkach wyparł typ starszy. Typem tym są złoża zraszane.

Jak sama nazwa wskazuje, są to złoża, stojące wolno na powietrzu, zraszane z góry cieczą surową, która spływa po ziarnach złoża w dół, czyszcząc się po drodze, podczas gdy równocześnie regenerujące powietrze przenika przez ściany i kanały w głąb złoża, i płynie z dołu w górę. Myśl sama jest niezmiernie prosta, prostem również i wykonanie złoża, jedyna trudność polega na zupełnie jedn



Ryc. 42.

stajnym rozproszaniu cieczy po górnej powierzchni złoża. Do tego celu służą najrozmaitsze przyrządy (sprinkler).

Najczęściej jest używany przyrząd znany we fizyce pod nazwą koło Segnera (Ryc. 42.). W środku złoża, budowanego w kształcie kołowym, znajdują się

do pionowej rury luźno przymocowane dwa lub cztery poziome koryta, względnie rury. Koryta te otrzymują dopływ cieczy kanałowej z rury pionowej, a wypuszczają ją przez otwory, umieszczone po jednej i tej samej stronie koryt. Reakcja, wypływającej cieczy, sprawia koryta w ruch obrotowy, wskutek czego wypływająca ciecz jednostajnie skrapia całe złoże. Ciecz oczyszczona zbiera się na dnie złoża w odpowiednich kanalikach i odpływa do kanału głównego.

Przy złożach, posiadających duże rozmiary, koryta są za ciężkie, aby sama reakcja cieczy mogła je w ruch wprowadzić. W tych wy-

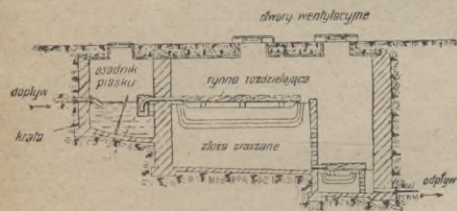
padkach koryto umieszcza się na wózku, który obiega całe złoże i jest uruchomione zapomocą motoru elektrycznego. W tym też wypadku nie jest nieodzowny kształt kołowy złoża, lecz może ono mieć rys poziomy prostokątny, a koryto posuwa się wprzód i wstecz, wzdłuż dłuższej osi złoża.

Oprócz rozkraplaczy ruchomych używa się również rozkraplaczy stałych, umieszczonych stale na złożu. Przyrządy te rozpylają ciecz po złożu w postaci wodotrysku. Przez nałożenie odpowiednich nasad na munsztuki rozkraplaczy, można uzyskać kwadratowy rzut poziomy powierzchni objętej działaniem wodotrysku (Ryc. 43). W końcu, przez automatyczną a peryodyczną zmianę ciśnienia w ciągu doprowadzającym ciecz do wytrysków, osiąga się peryodyczną zmianą odległości rzutu cieczy z wytrysku tak, iż cała przestrzeń złoża może być jednostajnie zroszona cieczą.



Ryc. 43.

Dunbar podaje jeszcze jeden sposób rozprowadzania cieczy po powierzchni złoża, a to za pomocą warstwy materiału o bardzo drobnym ziarnie. Tego rodzaju małe złoże dla oczyszczalni domowej przedstawia Ryc. 44.



Ryc. 44.

W złożach zraszanych zachodzi ten sam stosunek, co w złożach zatapianych pomiędzy potrzebną pojemnością złoża a objętością czyszczonej na dobę cieczy. Tak samo buduje

się niekiedy złoże dwustopniowe, które z reguły dają efekt oczyszczenia lepszy niż jednostopniowe.

Ciecz, która opuściła złoże biologiczne, czy to zatapiane czy też zraszane, traci zupełnie własności gnilne, nie cuchnie, ma barwę jasno żółtą, lekko opalizuje i unosi w zawieszeniu cząstki brunatne, posiadające właściwości zwykłej humusowej gleby. Często znajduje się w niej niższa fauna wodna, czyli tak zwany „plankton“, wypłukany z wnętrza złoży. Ciecz ta może być wprowa-

dzona bez najmniejszej szkody we wody bieżące a nawet stojące, stawy, gdzie nietylko nie niszczy życia organizmów wyższych, lecz przeciwnie, rozwój jego skutecznie popiera, dostarczając obfitego pokarmu.

D) Stawy rybne.

Możliwość wprowadzenia oczyszczonej cieczy kanałowej do stawów rybnych stała się bodźcem do dalszych badań w tym kierunku, czy nie możnaby s a m y c h s t a w ó w użyć jako elementu w procesie biologicznego oczyszczania cieczy. Badania, prowadzone przez prof. Höfera w laboratorium biologicznym w Monachium, dały tak korzystne wyniki, iż zasłosoowano nowy system biologicznego oczyszczania w kilku mniejszych miejscowościach, a zamierzonym jest zastosowanie go w miastach wielkich, między innymi w Monachium.¹

Ciecz kanałowa, mechanicznie podczyszczona, i dwu lub trzykrotnie rozcieńczona wodą czystą, wprowadza się w systemie Höferowskim w stawy rybne, mające po kilka hektarów powierzchni. Stawy są płytkie (około 1 m głębokości), doprowadzenie do nich rozcieńczonej cieczy odbywa się bardzo równomiernie, na dłuższej przestrzeni brzegu. Niedopuszczalne są skupione wpusty, prowadzące naraz większe ilości cieczy. Objętość cieczy kanałowej przypadająca na 1 ha powierzchni stawu odpowiada liczbie około 2000 mieszkańców miasta. W stawach powstaje liczny plankton, w braku jego trzeba z początku nawet sztucznie go zaszcześcić, oraz rozwijają się bujnie algi i inne rośliny wodne. Plankton żywi się odpadkami z cieczy kanałowej wprost, lub za pośrednictwem bakterii. Rośliny pochłaniają bezwodnik kwasu węglowego wywołany wskutek rozkładu związków organicznych, i oddają wodzie tlen potrzebny do życia planktonu i ryb. Planktonem tym żyją nietylko ryby, lecz także hodowane na jego powierzchni kaczk. Przyrost ryb w takich stawach, na 1 ha. a powierzchni stawu, dochodzi do 10 c e t n a r ó w m e t r y c z n y c h r o c z n i e, kaczek można utrzymać na jednym hektarze do 300 sztuk.

Pod zimę ryby się wyławia, gdyż w wodzie zimnej przestają

¹ W Polsce sprawą tą zajmuje się znany biolog Prof. H. Wielowiejski w Krakowie, który projektuje tego rodzaju urządzenia dla Krakowa.

one żerować i zasypiają. Stawy jednak spełniają nadal swe zadanie, a rolę oczyszczającą ciecz kanałową przyjmuje wówczas na siebie sam plankton, wodorosty i algi. Zima nie przeszkadza zatem gospodarce stawowej.

Przy tym sposobie oczyszczania niezbędną jest bardzo sumienna uwaga ze strony dozorującego personelu. Codziennie trzeba wykonywać analizy wody stawowej pod względem zawartości w niej tlenu. Jeśli ta zawartość spada poniżej pewnej granicy, musi się natychmiast odciąć dopływ cieczy kanałowej, a wzmocnić dopływ wody czystej.

Na ogół stwierdzić można, iż przy pomocy obecnych sposobów czyszczenia cieczy kanałowej można uzyskać zupełnie dowolny stopień oczyszczenia. Przy wyborze samej metody trzeba mieć na uwadze z jednej strony, siłę finansową danej miejscowości, z drugiej, wielkość i jakość recypienta. Najtańszą jest oczyszczalnia wyłącznie mechaniczna, lecz taki sposób czyszczenia jest możliwy jedynie tam, gdzie recypient prowadzi dostateczną objętość wody, aby zapewnić należyte rozcieńczenie i unieszkodliwienie cieczy kanałowej. Gdzie natomiast recypient jest zbyt mały, lub ilość cieczy za wielka, musi nastąpić bardziej dokładne oczyszczanie jedną z metod biologicznych. Mamy więc do wyboru albo biologię naturalną, a więc przedewszystkiem pola irygacyjne, następnie filtracje, albo sztuczną, na złożach zapianych lub skrapianych. Stosowanie każdej z tych metod daje finansową stratę, lecz metody naturalne wymagają więcej wkładów niż sztuczne, a ponadto dadzą się zastosować tylko tam, gdzie istnieją zupełnie odpowiednie przepuszczalne grunta. Druga metoda jest tańsza, wymaga mało miejsca, lecz polega na zniszczeniu bądź co bądź cennych materiałów nawozowych, które znajdują się w cieczy kanałowej. Wobec tego metody sztuczne ze względów ogólnogospodarczych powinny być potępione. Najodpowiedniejsza będzie zdaje się trzecia metoda, oczyszczania za pomocą stawów rybnych, gdyż jest mniej kosztowna, niż irygacja pól, a daje od niej znacznie większe dochody, przy równoczesnym pełnym wyzyskaniu odżywczej wartości cieczy. Metoda ta jest jednak dopiero u początków swojego rozwoju, i dla niej brak jeszcze doświadczeń miarodajnych, przeprowadzonych na wielką skalę.

17. Koszt kanalizacji.

Ocena kosztu kanalizacji miasta jest sprawą jeszcze znacznie trudniejszą, niż ocena kosztu urządzenia wodociągu. Na głowę mieszkańca wypadają np. następujące koszty w kilku różnych miejscowościach:

Monachium	110·55 Mk.
Warszawa	47·80 Rb.
Lwów	100·00 K.
Frankfurt	62·00 Mk.
Norymbergia	33·00 Mk. itd.

Na głowę mieszkańca przypada długość sieci od 1·40 m do 0·25 m, zwykle około 0·5 m.

Ze sposobów oczyszczania najdroższą jest irygacja. W Berlinie kosztowała sama adaptacja pól irygacyjnych 2500 Mk. na ha, prócz kosztu zakupu gruntu. Natomiast tańszą jest biologia sztuczna, przy której na głowę mieszkańca wypada koszt 4—10 Mk. w miastach ponad 10.000 mieszkańców, zaś w miastach małych, odpowiednio więcej. Najtańszą jest metoda czyszczenia za pomocą stawów rybnych, brak jednak na razie doświadczeń dla ustalenia dat szczegółowych.



U-86

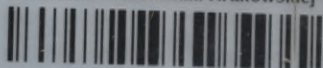
S. 61

7. Dr. Edward Taylor: O istocie współdzielczości. Kor. 1'20. Wobec coraz bardziej rosnącego znaczenia współdzielczości dla naszego społeczeństwa pożądane jest gruntowne wniknięcie w istotę tego pojęcia i w genezę tego ruchu, co właśnie jest przedmiotem niniejszej pracy wybitnego pracownika na polu kooperacyi w Galicyi.
8. Zofia Wygodzina: Kobieta wiejska jako czynnik gospodarczy i kulturalny. Kor. 1'20. Niniejsza praca ma na celu ugruntować przekonanie, że kobieta jest na wsi równorzędnym z mężczyzną czynnikiem gospodarczym i kulturalnym i skłonić społeczeństwo do wyciągnięcia nasuwających się z tego wniosków i wprowadzenie ich w pełnej mierze w życie.
9. Józef Bek: Kooperatywy spożywcze. Kor. 1.
10. Dr. Paweł Łoziński. Czem się zajmuje i czego uczy towarzonawstwo? Kor. 1.
11. Dr. A. Szczepański: Przemysł żelazny Galicyi i warunki jego rozwoju. Kor. 1.
12. Józef Bek: Opieka nad sierotami. Kor. 1.
13. Bujak Fr. Rozwój gospodarczy Galicyi (1772—1914)

Dalsze prace w druku.

MAPA GALICYI NOWE WYDANIE NA R. 1917

RYSOWANA PRZEZ A. HERRICHA, NA NOWO PRZEJRZANA I UZUPEŁNIONA PRZEZ INŻ. FR. BARAŃSKIEGO W FORMACIE 70 + 109 cm., W SKALI 1:600.000 Z PODZIAŁEM ADMINISTRACYJNYM NA POWIATY. — CENA TEJ DUŻEJ MAPY, ZŁOŻONEJ W WYGODNYM FORMACIE ÓSEMKI KOR. 4.—. ❖ ❖ ❖



II-347794

WYDAWNICTWO KSI

BERNARDA POŁONIECKI

ZAGADNIENIA TECHNICZNE

Kdn. 524. 13. IX. 54

popularne wydawnictwo o technicznej stronie odbudowy kraju.

1. Górski Kazimierz. Przedsiębiorstwa miejskie. Cena K. 1'50.
2. Dr. Pomianowski K., prof.: Wodociągi. Cena 1'50.
3. Krzyczkowski D. prof.: Materiały budowlane. Cena K. 2'—
4. Rybczyński M. Kierownik kraj. biura hydrograficznego. Studnie. Cena K. 1'50.
5. Szaynok Wł., inż.: Rzeźnie. Cena 1'50.
6. A. Kühnel. Inżynier miejski we Lwowie. Drogi i ulice. Objaśnione 32 ilustracjami. Cena K. 2'—.
7. Dr. Jan Łopuszański prof. politechniki lwowskiej: Zakłady o sile wodnej. Objaśnione 38 ilustracjami. Cena K. 3'—.
8. Wacław Günther, doc. polit. lwow. Motory elektryczne. K. 6'—.
9. Mieczysław Rybczyński, Kierownik kraj. biura hydrograficznego. Regulacja rzek. Cena K. 2'—.
10. Ignacy Drexler, docent politechniki lwowskiej. Odbudowanie wsi i miast na ziemi naszej. Cena K. 6'—.
11. Aleksander Wierzbicki, dyr. Biura melioracyjnego Wydz. Kraj. Melioracje rolne. K. 3'—.
12. Dr. Pomianowski K., prof.: Kanalizacja miejska. Z 44 ilustracjami.
13. Dr. Chrzanowski Wiesław prof.: Wybór silnika. Z 5 tabelami w tekście i 10 tablicami osobnymi. Cena K. 6'—.
14. Dr. Matakiewicz M., prof.: Drogi wodne w Polsce. Z dwiema tablicami.

Dalsze prace w druku.

