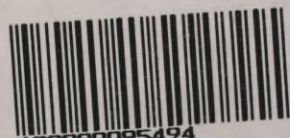




Politechnika Krakowska
Biblioteka Główna



100000095494





O BUDOWIE DRÓG I MOSTÓW.



O BUDOWIE DRÓG I MOSTÓW.

PRZEZ

Stanisława Jarmunda.

Tom II.

BUDOWA I UTRZYMANIE DRÓG BITYCH, SMOŁOWCOWYCH
I BRUKOWANYCH.

Z TABLICAMI.

WARSZAWA.

HENRYK NATANSON.

1863.



161704/2

II-352556

Wolno drukować, pod warunkiem złożenia w Komitecie Cenzury,
po wydrukowaniu, prawem przepisanej liczby egzemplarzy.

w Warszawie d. 9 (21) Maja 1862 roku.

p. o. Cenzora,

ASSESSOR KOLLEGIALNY, J. A. Rogalski.

CZĘŚĆ PIĘRWSZA.

WIADOMOŚCI PRZYGOTOWAWCZE.

ROZDZIAŁ I.

PLANY.

§ 1.

Podaliśmy w pierwszej części niniejszej pracy, sposoby mierzenia na gruncie odległości, czyli linii prostych, zdejmowania kątów między temi liniami zawartych, sprowadzania takowych do poziomu i t. d.; słowem, wszelkie prawidła oznaczania położzeń punktów jednych względem drugich: teraz z kolei mówić nam przychodzi o sposobach jasnego i zrozumiałego przedstawiania na rysunku wypadków za pomocą tych środków otrzymanych.

§ 2.

Mówiąc o samej czynności zdejmowania planów, podzieliśmy je na dwa główne rodzaje, odpowiednio wielkości obejmowanej przestrzeni; przy przedstawieniu na rysunku wypadków czynności na gruncie dokonanych, ten sam podział istotnie i stanowi o wyborze sposobu, jaki do tegoż planu użyty być powinien.

Jeżeli przestrzeń nie jest zbyt rozległą, i część powierzchni kuli ziemskiej objęta przez nią, bez wielkiej niedokładności za

płaszczyznę uważaną być może, narysowanie planu jest nadzwyczaj łatwem i żadnej nie ulega trudności. Cała czynność w takim razie zależy na oznaczeniu na planie wszystkich kątów zdjętych na gruncie i sprowadzonych do poziomu w naturalnej ich wielkości, i nakreśleniu linii wymierzonych, zmniejszając takowe w pewnym stałym stosunku przez wielkość *skali* czyli *podziałki* oznaczonym. Jeśli wszystkie te kąty i linie w tym samym porządku jak się znajdują na gruncie, rozłożymy na rysunku, utworzy nam się figura podobna do istniejącej w naturze, a stopień dokładności w ten sposób sporządzonego planu, zależy jedynie będzie od ścisłości, z jaką cała czynność równie w polu jak i na rysunku dokonaną została.

§ 3.

Sporządzenie planów, wielkie obszary, jak np. całe kraje lub prowincye obejmujących, większe przedstawia trudności. Kulisty kształt ziemi z natury swój nie dający się rozwinąć w płaszczyznę, nie dozwala na rysunku płaskim przedstawić kształtów w naturze na powierzchni kulistej istniejących. Im większą przestrzeń planem objąć zechcemy, tém bardziej wzmagają się trudności z przyczyny tej pochodząca; dla usunięcia jej przyjęto rozmaite sposoby przedstawiania znacznych obszarów powierzchni, które jakkolwiek w zupełności, niedogodnościom z natury rzeczy wynikającym zaradzić nie mogą, i nie przedstawiają na rysunku kształtów dokładnie podobnych do tych, jakie się w rzeczywistości znajdują; mają jednak na celu zachowanie o ile możności tego podobieństwa, równie jak i właściwego stosunku w odległościach rozmaite punkta stałe przedzielających.

Liczne sposoby, jakie przy przedstawieniu rysunkowem znacznych ziem przestrzeni weszły w użycie, na dwa główne rodzaje podzielić się dadzą.

§ 4.

Do pierwszego z nich należą sposoby znane pod nazwiskiem *rzutów stereograficznych*. Zależą one na przypuszczeniu, iż oko patrzącego jest umieszczone w pewnym miejscu stale

oznaczoném, pomiędzy zaś tém okiem a przestrzenią, którą przedstawić zamierzamy, przypuszcza się przechodzącą płaszczyznę; promienie idące od oka do wszystkich punktów stałych, na powierzchni zdejmowanej położonych, spotkać muszą tę płaszczyznę, jeżeli więc oznaczamy wszystkie jej punkta przecięcia z temi promieniami ocnymi, utworzy nam się na płaszczyźnie obraz przestrzeni, którą przedstawić zamierzaliśmy, widziany podług zasad zwyczajnej perspektywy.

Widoczną jest rzeczą, iż jakiegokolwiek w takim razie będzie położenie oka i płaszczyzny, zawsze nakreślone obrazy pozostaną nader niedokładnymi; dlatego też sposób ten bywa jedynie używany do sporządzania kart geograficznych, całe półkula ziemskie obejmujących, i w tym razie od wszelkich innych jest dogodniejszym.

Zwrócić tu należy uwagę, iż równie w sposobie powyżej opisanym, jak i w innych o których mówić zamierzamy, niepodobniestwem byłoby wynajdywać rzuty wszelkich punktów stałych; ogranicza się więc do wyznaczenia rzutów linii geograficznych, to jest południków i równoleżników, których ilość w miarę potrzeby i wielkości podziałki może być powiększona. Przez nakreślenie linii geograficznych tworzy się sieć całą przestrzeń przedstawić się mającą pokrywającą, i służy za wskazówkę, podług której szczegóły pojedyncze umieszczane być winny.

§ 5.

W drugim rzędzie mieszczą się sposoby znane pod nazwiskiem *rzutów rozwiniętych* (projection par developpement), opierają się one na zasadzie następującej. Jeżeli przedstawimy sobie powierzchnię kulistą otoczoną inną powierzchnią krzywą, lecz dającą się rozwinąć w płaszczyznę, jak np. walcową lub ostrokregową; jeżeli następnie na tej powierzchni krzywej oznaczymy rzuty wszystkich szczegółów na kulistej się znajdujących, i rozwiniemy ową powierzchnię krzywą w płaszczyznę: otrzymamy obraz przedmiotów widzianych na kuli, jeżeli nie zupełnie wierny, to przynajmniej o tyle do prawdziwego zbliżony, o ile na to pozwalają różne dwóch tych powierzchni własności.

Na przytoczonej powyższej zasadzie opierają się różne sposoby rysowania planów i kart geograficznych: wspomnimy tu o niektórych w krótkości.

§ 6.

Rzuty okręgowe. Przedstawmy sobie ostrokąg ścięty, styczny do równoleżnika przechodzącego przez środek przestrzeni, której obraz na rysunku przedstawić zamierzamy. Jeżeli na powierzchni tego ostrokręgu oznaczymy rzuty przedmiotów na powierzchni kuli się znajdujących i rozwiniemy go w płaszczyznę, utworzy nam się wycinek kołowy przedstawiający na rysunku płaskim obraz przedmiotów pasem kulistym objętych. Zauważyć tu należy, iż przy użyciu tego sposobu równoleżnik średni, do którego ostrokąg był stycznym, przedstawi się na rysunku w właściwej wielkości; inne przeciwnie będą za wielkie i w miarę oddalania się od środkowego w obie strony, różnica pomiędzy ich właściwą a przedstawioną na rysunku wielkością wzrastać będzie.

Oznaczmy przez D liczbę stopni długości geograficzej, objętych przestrzenią przedstawić się mającą, przez d liczbę stopni szerokości geograficzej, przez l zaś stopień szerokości pod którym średni równoleżnik jest położony. Jeżeli promień kuli przyjmiemy za jedność, kąt u wierzchołka wycinka kołowego, który nazwiemy S (fig. 1) wyrazi się przez:

$$S = D \text{ wst. } l.$$

Równoleżnik średni AB , do którego stycznym miał być nasz ostrokąg, przedstawi nam się na rysunku, jako łuk koła, którego środek w punkcie S przypadnie.

Długość promienia tego koła będzie:

$$SA = \text{dost. } l.$$

Długość zaś rozwinięta równoleżnika średniego:

$$AB = \frac{\pi D \text{ dost. } l}{180}$$

Wynalazłszy w powyżej opisany sposób, wielkość kąta u wierzchołka, długość promienia i t. d., można przystąpić do

wykreślenia na papierze rzutu ostrokąowego przestrzeni, którą przedstawić zamierzamy.

Po obraniu punktu S , i wykreśleniu przy nim właściwej wielkości kąta, na jedném z ramion takowego oznacza się długość SA i tąż długością, jako promieniem zatacza łuk AB przedstawiający nam rzut średniego równoleżnika. Od punktu A w obie strony na ramieniu kąta odcina się równe sobie długości AM i Am , których wielkość wyrażona będzie przez $\frac{\pi d}{90}$.

Punkta M i m wskażą położenie równoleżników skrajnych przedstawianej przestrzeni, ze wspólnego zatém środka S zatoczywszy odpowiednie łuki MN i mn , otrzymamy rzuty tych równoleżników. Odległości AM i Am dzielą się na tyle równych części, ile chcemy na sporządzanej karcie przedstawić równoleżników i rzuty takowych otrzymują się nakreśleniem łuków odpowiedniemi każdemu z podziałów promieniami.

Nakreślenie południków żadnej nie ulega trudności; są to linie proste zbiegające się z sobą w punkcie S . Dla oznaczenia ich kierunku należy średni równoleżnik AB podzielić na tyle równych części, ile południków oznaczonych mieć chcemy, i punkta tych podziałów z wierzchołkiem S liniami połączyć prostemi.

Tym sposobem otrzymana sieć czworokątów, posłuży do oznaczenia położenia wszelkich punktów, na przestrzeni zdejmowanej znajdujących się. Przy oznaczaniu jednak tych punktów na rysunku nie należy zapominać, że odległości pomiędzy niemi w kierunku równoleżników uważane, tylko na środkowym równoleżniku w właściwej mogą być przedstawione wielkości; postępując zaś w górę, lub na dół od tej środkowej linii, odległości te należy zmniejszać w stosunku, jaki zachodzi pomiędzy długością każdego z pojedynczych równoleżników przedstawioną, na rysunku płaskim, a długością jaką też równoleżniki na kuli nakreślone miećby powinny. Rachunek wykazujący ten stosunek jest nadzwyczaj łatwy i żadnego bliższego nie wymaga objaśnienia. Czasami w miejsce ostrokągu stycznego do równoleżnika przez środek przedstawionej przestrzeni przechodzącego, używa

się ostrokągu stycznego do dwóch równoleżników skrajnych. W takim razie kąt wierzchołkowy O (fig. 2) będzie

$$O = \frac{\text{szer. } A + \text{szer. } B}{2}$$

Promienie zaś, podług których wycinki kołowe na rysunku nakreślone być winny, będą:

$$OB = \frac{\text{dost. (szer. } B)}{\text{wst. } \frac{1}{2}(\text{szer. } A + \text{szer. } B)}$$

$$OA = \frac{\text{dost. (szer. } A)}{\text{wst. } \frac{1}{2}(\text{szer. } A + \text{szer. } B)}$$

§ 7.

Rzuty Flamsteeda. Sposób przedstawiania rysunkowego znacznych przestrzeni znany pod nazwiskiem *rzutów Flamsteeda* na następnych polega zasadach:

Linia prostopadła AM (fig. 3) wyobraża południk przez środek zdejmowanej przestrzeni przechodzący. Jeżeli na tej linii od punktu M , np. zaczynając odetniemy podziały Ma , ab , bc , cd , równe sobie i równe wedle przyjętej podziałki długości odpowiedniego łuku, południka ziemskiego i przez wszystkie te podziały przeprowadzimy linie proste równoległe; linie te przedstawiać nam będą równoleżniki, a odległość pomiędzy nimi zachowana będzie rzeczywistą.

Następnie na każdym z tak otrzymanych równoleżników oznaczyć należy, według podziałki po obu stronach podziały $Mp = Mp, = p'q = p'q' = ao = a'o' = on = o'n'$, $bx = b'x' = xy = x'y'$ $cs = e's' = st = s't'$, $du = d'u' = nv = n'v'$ i t. d. równe rozwiniętym łukom odpowiednich równoleżników ziemskich, a połączywszy otrzymane w ten sposób szeregi punktów $u, s, x, o, p,; v, t, y, n, q$, i t. d. na jednej długości geograficznej położonych, za pomocą linii krzywych utworzy nam się sić czworoboków podług zasady *Flamsteeda* przedstawiająca rzuty na płaszczyznę, linii geograficznych przestrzeni rozpoznawaną pokrywających.

Obrachowanie długości jednego stopnia któregokolwiek z równoleżników jest nader łatwem, jeżeli bowiem długość jednego stopnia równika przyjmiemy za jedność, wówczas dla

równoleżnika położonego pod szerokością geograficzną, l długość ta równać się będzie *dost. l.*

Przy użyciu powyżej podanego sposobu, wszelkie odległości mierzone wzdłuż południków, lub równoleżników zachowują właściwą sobie wielkość; kształt jednak części położonych bliżej brzegów karty, ulega zmianom, co pochodzi z téj przyczyny, że figury zawarte między równoleżnikami i południkami, które są prostokątami kulistemi, na rysunku płaskim przedstawiają się w kształcie pewnego rodzaju trapezów, które jakkolwiek równe tamtym co do powierzchni i długości boków, kąty innéj zupełnie mają wielkości, i im bliżej brzegów rozpoznawanéj przestrzeni są położone, tém bardziej ukośnemi się stają.

§ 8.

Rzuty używane przez sztab główny francuzki. (Depôt de la guerre). Dla zapobieżenia powyżej przytoczonej niedogodności, inżynierowie sztabu francuzkiego przy pomiarach Francyi, następne wprowadzili ulepszenie.

Na linii pionowej OX (fig. 4) oznacza się długość rozwiniętego czyli wyprostowanego głównego południka, następnie z punktu O wziętego na tejże saméj linii, promieniem równym stycznému łuku równoleżnika przez środek rozpoznawanéj przestrzeni przechodzącego, zakreśla się łuk BAC , który oznaczy rzut tego środkowego równoleżnika.

Wszystkie inne równoleżniki otrzymują się przez zakreślenie z tegoż samego punktu O łuków przechodzących przez punkta D , X i t. d., których odległość od punktu A równać się ma odpowiedniej odległości mierzonej po wyprostowanym południku ziemskim.

Na każdym z tak otrzymanych równoleżników odcina się po prawej i lewej stronie głównego południka PX podziały równe stopniom długości geograficznój. Że zaś każdy z równoleżników innéj jest długości, przeto i podziały na każdym z nich inną będą miały wielkość. Połączenie szeregow tak wynalezionych punktów, utworzy linie krzywe Pm CM , P G J K , P' G' J' K' , Pm' BM' , które nam rzuty południków przedstawiają.

Przypomnieć tu należy, iż długości łuków, jeden *np.* stopień obejmujących, na różnych równoleżnikach uważane są do siebie w stosunku prostym dostaw odpowiednich każdemu z tych równoleżników szerokości geograficznych.

Użycie powyżej podanego sposobu rysowania kart geograficznych usuwa niedogodności, inne sposoby cechujące; podobieństwo kształtów, prawie zupełnie zachowanem zostaje; unika się zbytniej ukośności czworokątów, między południkami i równoleżnikami zawartych, a odległości wzdłuż tych linii mierzone w prawdziwej się przedstawiają wielkości.

Jedyną ważniejszą niedogodnością, jaką przy użyciu tego sposobu się napotyka, jest trudność nakreślenia równoleżników, jako łuków kół zbyt wielkiego promienia, zapobiega się jednak temu przez obrachowanie dla każdego z nich szeregu punktów dosyć do siebie zbliżonych, które łącząc z sobą otrzymuje się łuki szukane. Obrachowanie to dokonywa się odnośnie do dwóch współrzędnych; główny południk OX uważa się tu jako oś rzędnych, prostopadła zaś Oy przez punkt O przechodząca jest osią odciętych. Jeżeli oznaczymy:

Długość geograficzną poczynając od południka głównego przez λ ; szerokość geograficzną miejsca m szukanego przez λ ; szerokość geograficzną średniego równoleżnika przez L , promień kuli przez P ; kąt XOM odpowiadający długości geograficznej λ na równoleżniku położonym pod szerokością l przez θ , długość łuku południka między średnim równoleżnikiem a punktem szukanym zawartego czyli łuku $(L-l)$ przez d . (Przy obrachowaniu téj długości należy liczyć na jeden stopień szerokości geograficznej po IIIIII,^m III... metrów) będzie w trójkącie OEm .

$$Em = X = Om \text{ dost. } \theta$$

$$OE = Y = Om \text{ wst. } \theta$$

Z drugiej strony:

$$Om = OD = OA - AD = P. \text{ dotycz. } (L-d)$$

Wstawiając wartość tę w równania powyższe otrzymamy:

$$X = (P. \text{ dotycz. } (L-d) \text{ dost. } \theta$$

$$Y = (P. \text{ dotycz. } (L-d) \text{ wst. } \theta$$

Dla oznaczenia wielkości kąta θ zauważyć należy, iż w sposobie, który nas zajmuje, łuki każdego równoleżnika kulistego, są przedstawiane na rysunku przez łuki tejże samej długości, lecz innego promienia; ilość zatem stopni zawartych w każdym łuku równoleżnika kulistego i odpowiedniego mu równoleżnika na rysunku, mają się do siebie w stosunku odwrotnym odpowiednich im promieni; będzie więc:

$$P. \text{ dotycz. } (L-d) : P. \text{ dost. } l = \lambda : \theta$$

$$\text{z\text{t}\text{a}\text{d } } \theta = \frac{\lambda. P. \text{ dost. } l}{P. \text{ dotycz. } (L-d)}.$$

§ 9.

Oprócz powyżej opisanych sposobów przedstawiania na rysunku znacznych ziemi obszarów, jest jeszcze wiele innych, z którymi obeznać się chcących, odsyłamy do dzieł wyłącznie wykładowi geodezyi poświęconych.

Podaliśmy tu w krótkości niektóre z tych sposobów najczęściej używane, jedynie dla dania wyobrażenia o tym przedmiocie, jakkolwiek we wszelkich czynnościach do budowy dróg się odnoszących, nader rzadko mogą one znaleźć zastosowanie, zazwyczaj bowiem plany w tym celu zdejmowane, takie tylko obejmują przestrzenie, w których na kulisty kształt ziemi żadnej nie potrzeba zwracać uwagi. Pomiedzy długością łuku koła wielkiego kuli ziemskiej 100 wiorst wynoszącego, a styczną do tegoż łuku w połowie jego długości poprowadzoną, różnica nie dochodzi 1^s,50.

Przy użyciu zwykłych narzędzi mierniczych, błędy z samej natury tych narzędzi wynikające o wiele są wyższemi, tak więc mało znaczna różnica, bez naruszenia dokładności roboty, pominiętą być może. Plany zatem przy budowie dróg zdejmowane wyłącznie prawie w zakresie, jakiśmy dla planów topograficznych zakreślili pomieszczone być mogą, a przedstawianie ich na rysunku żadnej nie ulega trudności.

§ 10.

Jakiegokolwiek sposobu do narysowania zdjętego planu użyjemy, zawsze posłuży nam to jedynie do przedstawienia

w rzucie na płaszczyznę poziomą kształtów na gruncie istniejących, żadnego o wypukłościach i wklęsłościach ziemi nie dając wyobrażenia; gdy tymczasem poznanie tych nierówności, zwłaszcza w czynnościach do budowy dróg odnoszących się, jest rzeczą nadzwyczaj ważną. Wprawdzie do tego celu służą wyłącznie profile niwellacyjne, o których poniżej mówić będziemy, dogodną jednak jest rzeczą, jeżeli z samego planu ogólne przynajmniej wyobrażenie o wzniesieniach rozmaitych punktów na nim objętych utworzyć sobie możemy.

Naprostszym sposobem zadość uczynienia pomienionej potrzeby, jest wypisanie na planie rzędnych niwellacyjnych przy każdym punkcie, którego wysokość oznaczyć chcemy. Sposób ten często jest używany i w wielu razach bardzo korzystny, gdy idzie np. o oznaczenie na planie kierunku drogi, która przez pewne dane punkta koniecznie ma być przeprowadzoną, i chodzi tylko o wybranie punktów pośrednich. Rozpatrzenie w takim razie i porównanie rzędnych rozmaitym punktom odpowiadających dozwoli obrać taki kierunek, iż droga unikając ile można zbyt wysokich gór, wąwozów, i innych przeszkód w sposób najtańszy i najdogodniejszy do zamierzonego celu doprowadzoną będzie. Czynność podobna nadzwyczaj jest mozolną, potrzeba bowiem odczytywać znaczną ilość rzędnych, i porównywać je z sobą, a plan w sposób powyższy nierówności gruntu przedstawiający na pierwszy rzut oka żadnego o nich nie daje wyobrażenia; starano się więc o wynalezienie sposobu, któryby za pomocą samego rysunku wyniosłości i wklęsłości na powierzchni ziemi się znajdujące mógł uwydatnić. Dopóty usiłowania te, z mniejszym lub większym skutkiem przedsiębrane ostatecznie żądania nie rozwiązały, dopóki nie przyjęto za podstawę *krzywych poziomych*, które przy pomocy cieniów kreskowanych, z kierunkiem i wymiarami stale oznaczonemi wszelkim wymaganiom odpowiedzieć są w stanie.

§ 11.

Pierwszą myśl krzywych poziomych powziął geograf francuzki Buache w r. 1732 i sporządzając kartę kanału La Manche,

użył ich do oznaczenia jednakowych głębokości morza, geograf zaś Ducarla w końcu zeszłego wieku pomysłowi temu obszerniejsze nadał zastosowanie. Główna podstawa, na której sposób ten przedstawiania nierówności gruntu spoczywa jest następująca. Jeżeli przedstawiamy sobie wyniosłość jakąś na powierzchni ziemi znajdującą się, przeciętą przez pewną liczbę płaszczyzn poziomych jednakowo jedna po nad drugą wzniesionych, płaszczyzny te spotykając powierzchnię ziemi, przecinają się z nią podług linii krzywych poziomych, a rzuty tych linii oznaczone na planie dać mogą wyobrażenie o kształcie powierzchni rozpoznawanej wyniosłości. Chcąc *np.* przedstawić na rysunku nierówności powierzchni ziemi tworzące wzgórze *AB CD* (fig. 5), którego profil podług linii *EF* oznaczony jest na fig. 6, wyobraźmy sobie szereg płaszczyzn poziomych *ab, bc, cd* i t. d. w pewnej stałej odległości *np.* co sążni dwa, jedna po nad drugą przeprowadzonych. Płaszczyzny te spotykając powierzchnię ziemi przetną ją w punktach *a, b; c, d; e, f; g, h;* i t. d. Rzuty na płaszczyznę poziomą punktów *a, c, e, g,* po jednej stronie położonych, tym bardziej będą do siebie zbliżone, im pochyłość ziemi jest raptowniejszą, i naodwrot, przy łagodniejszym spadku od siebie się oddalają: z ich odległości zatem na planie wnosić można o stopniu nachylenia powierzchni rozpoznawanego wzgórza w kierunku przez profil *EF* wskazanym. Jeżeli następnie w miejsce jednego profilu przeprowadzimy ich tyle, iż punkta przecięć dostatecznie będą do siebie zbliżone, połączenie z sobą odpowiednich, to jest do jednej płaszczyzny należących punktów, wskaże nam ślad przecięcia całej płaszczyzny z powierzchnią wzgórza; ponieważ zaś pochyłość ziemi we wszystkich kierunkach nie może być jednakową, ślady te w jednych miejscach zbliżać, w drugich oddalać się od siebie muszą, słowem utworzą linie krzywe, których główną cechą będzie to, iż każda z nich w całej długości na jednym poziomie znajdować się musi: od téj téż własności linie te krzywemi poziomemi zwykle są nazywane. Bliższe rozpatrzenie rysunku na figurze 5^{tej} przedstawionego wyjaśni dokładniej układ podobnych linii.

§ 12.

Wykreślenie na planie krzywych poziomych żadnej nie ulega trudności i w rozmaity może być dokonane sposób. Można *np.* wytknąć je na gruncie wyszukując za pomocą narzędzia niwellacyjnego wszystkich punktów na jednym położonych poziomie, a otrzymane tym sposobem krzywe zwykłym sposobem na planie pooznaczać. Łatwiejszy jeszcze sposób wynalezienia krzywych następuje dostateczna liczba profilów w stosownie obranych kierunkach przeprowadzona. Profile takie mogą wedle miejscowości, albo wszystkie w jednym zbiegać się punkcie *np.* u wierzchołka wzgórza, albo być względem siebie równoległymi, lub wreszcie w dowolnych przeprowadzonych kierunkach. Na tak przygotowanych profilach oznacza się punkta na wysokości każdej z płaszczyzn poziomych położone i przenosi się takowe na plan, gdzie połączone liniami krzywymi wskażą przecięcia płaszczyzn z powierzchnią ziemi. Używając tego sposobu najdogodniej jest oznaczyć na każdym profilu położenie płaszczyzn poziomych, tak jak to na figurze 6^{tej} wskazaliśmy; wówczas cała ta czynność ograniczy się na przeniesieniu na plan punktów przecięć wskazanych na profilach i połączeniu tych punktów za pomocą linii krzywych. Można jeszcze wykreślić krzywe poziome, jeżeli mamy pod ręką plan, na którym wysokości znacznej liczby punktów zostały wyznaczone; wówczas należy za pomocą proporceyi, wyszukiwać punktów na jednym poziomie położonych, czynność więc staje się dłuższą i mozolniejszą.

Odległość pomiędzy płaszczyznami poziomymi do oznaczenia krzywych służącymi zależy od podziałki planu, i tém mniejszą być może, im plan podług większej podziałki jest dokonywanym. Na karcie Francyi *np.* przez Sztab Główny zdejmowanej na podziałkę $\frac{1}{400000}$, odległość płaszczyzn na 10^m00 przyjętą została, taż sama karta w wydaniu sztychowaném o połowę mniejszém, krzywe o 20^m00 od siebie odległe przedstawia.

§ 13.

Jako dopełnienie krzywych poziomych przy przedstawieniu nierówności ziemi, służą cienie kreskowane w kierunku

linij największej pochyłości przeprowadzone. Cienie te kreslą się w przestrzeniach zawartych na planie pomiędzy krzywymi poziomymi, i przerzynają się przy spotkaniu każdej z tych krzywych, tak, iż kreski w pasach przyległych sobie położone zazwyczaj nie znajdują się na wzajemnym przedłużeniu. Powierzchnie nierówności gruntowych uważać można, jako utworzone, w każdym pasie między dwiema krzywymi poziomymi zawartym, przez linię prostą posuwaną po dwóch przyległych sobie krzywych, i zachowującą do nich stale kierunek prostopadły.

Tym sposobem w miejsce nieregularnych zakrzywień w naturze istniejących podstawioną zostaje powierzchnia skośna, dla której krzywe poziome są kierownice, linię zaś posuwaną, za tworzącą uważać należy. Zadaniem kreszek cieniowych jest przedstawienie na rysunku rozlicznych położań, jakie tworząca w czasie posuwania swego w przestrzeni zajmowała. Powinna ona być stale prostopadłą do kierownicy, rzuty jęj więc na planie podobnie prostopadłemi do nich być winny. Jeżeli dwie krzywe poziome, równoodległe są od siebie, albo dostatecznie zbliżone, warunek ten z łatwością zachować się daje, w razie przeciwnym, kreski przybierają kształt z lekka zakrzywiony, który im dozwala do dwóch nierównoległych być jednocześnie prostopadłemi. Podstawienie to krzywych w miejsce prostęj tworzącej w niczem nie zmienia przyjętej poprzednio zasady tworzenia się powierzchni tego rodzaju, przypuścić tu bowiem można, iż przestrzeń zawarta dwiema nierównoległemi krzywymi podzieloną została przez dostateczną liczbę płaszczyzn poziomych, których przecięcia z powierzchnią ziemi tak do siebie będą zbliżone, iż je bez błędu za równoległe od siebie uważać można. W takim przypuszczeniu kierunki nadzwyczaj małych tworzących stanowić musiały linię łamaną, w miejsce której przedstawia się na rysunku krzywą mało się od nięj różniącą. Tym sposobem kierunek w jakim kreski cieniowe prowadzone być mają, stale jest oznaczonym, i dozwala przy pewnej wprawie na pierwszy rzut oka o kształcie powierzchni gruntu dość dokładne utworzyć sobie wyobrażenie.

Oprócz kierunku kresek przyjęto inne jeszcze zasady, których znajomość o wiele ułatwia zrozumienie w ten sposób sporządzonych planów. I tak: odległość pomiędzy przyległemi kreskami, powinna być równą jednej czwartej ich długości; grubość kresek jest w odwrotnym stosunku do wysokości, to jest im niżej kreski są położone, tém grubsze być powinny i naodwrot. Przechodząc od gruntu pochyłego do miejsc prawie poziomych, kreski o ile można najcieniiej zakończone być winny tak, aby przejście od cieniów do białego papieru niezna- czném prawie się stawało. Figura 7^{ma} przedstawia plan z cie- niami kreskowanemi podług powyższych zasad dokonanemi, tegoż samego wzgórza, które na figurze 5^{tej} z krzywemi pozio- memi, na figurze 6^{tej} w profilu podłużném było oznaczone.

§ 14.

Skala czyli podziałka. Stosunek długości linii na planie przedstawionych do linii w naturze istniejących, oznaczony jest przez podziałkę. Stosunek ten winien być ile możności jak naj- prostszym, to jest, iż długość przyjęta w podziałce za jednostkę miary długości powinna być częścią wspólną np. $\frac{1}{100}$ $\frac{1}{500}$ $\frac{1}{1000}$ i t. d., jednostki miar rzeczywistych np. pręta, sążnia i t. d.

Wielkość podziałki zależy od obszerności zajmowanej pla- nem przestrzeni, od przeznaczenia jakie planowi naznaczamy i stopnia dokładności jaki mu nadać zamierzamy.

Wielkość podziałki dla każdego rodzaju planów bywa za- zwyczaj przepisami władz rządowych oznaczona, i dla całego kraju obowiązującą. Jednostajność tego rodzaju nadzwyczaj jest dogodną, oko przyzwyczajone do pewnych wielkości podziałek z łatwością na każdym planie może oceniać przez przybliżenie odległości, a plany częściowe w różnych celach zdejnowane, w razie potrzeby bez przerabiania mogą być z sobą łączone, oszczędzając bezpotrzebnej pracy i wydatków.

Najczęściej używane podziałki są: dla kart topograficznych od $\frac{1}{10000}$, do $\frac{1}{100000}$, dla planów $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{2500}$, $\frac{1}{5000}$ lub $\frac{1}{10000}$ naturalnej wielkości.

§ 15.

Zwyczajnie używane u nas podziałki mają kształt prostokątny wskazany na fig. 8^{mej}. Wysokość tego prostokąta podzieloną jest na 10 równych części liniami poziomymi. Większe podziały w kierunku długości oznaczają zwykle pewną dziesiątą ilość miar używanych np. 10, 100... prętów sążni i t. d.

Pierwszy z tych większych przedziałów podzielony bywa na 10 małych tak w górze jak i w dole. Linie łączące te małe podziały nie są prostopadłe, pierwszy bowiem przedział górny połączony jest z drugim dolnym, drugi z trzecim i t. d. Tym sposobem dwa skrajne tworzą trójkąty, z których każdy podzielony będzie na 10 części liniami poziomymi równoległymi do podstawy. Długość tych linii jest w stosunku prostym do wysokości na jakiej w trójkącie są położone, ztąd przedział pierwszy od góry wyrazi $\frac{1}{10}$ dolnego, drugi $\frac{2}{10}$, trzeci $\frac{3}{10}$ i t. d. Tak więc za pomocą podobnej podziałki można brać setne części dużych przedziałów, co przy inném urządzeniu byłoby nadzwyczaj trudnóm. Podziałki takie rysują się zwyczajnie na planie, prócz tego bywają one wyryte na linijkach mosiężnych. Pomimo całej swjej pozorniej dogodności w wielu krajach wyszły one już zupełnie z użycia, potrzeba bowiem wymiary brać na nich za pomocą cérkla i przenosić na papier, co przy bardzo małych częściach niepodobnóm jest prawie do wykonania.

We Francyi za podziałkę przenośną służy linijka zwykle dwa decimetry długa z brzegami ostro zakończonemi, na których wyryty jest podział na centimetry, millimetry, a nawet i części millimetrów. Brzeg linijki jest tak ostry, że po położeniu jej na rysunku, przedziały te bezpośrednio z papierem się stykają, i za pomocą ostro zakończonego ołówka wprost bez brania w cérkiel mogą być oznaczane. Podziałka taka nietylko do planów, lecz do wszelkiego rodzaju rysunków technicznych, w budownictwie, mechanice i t. d. jest wyłącznie używaną, i stała się nieodzownym towarzyszem każdego technika.

Przy budowie kolei żelaznej Warszawsko-Petersburgskiej miejsce metra francuzkiego, zastępuje jakeśmy to już poprzednio

powiedzieli, sążeń rossyjski na dziesiątne, setne, tysięczne części podzielony, do rysunków téż za podziałkę służyć linijki $\frac{1}{10}$ sążnia długości mające, z jak najdrobniejszymi podziałami. Zbyteczną zdaje się nam byłoby rzeczą, obszerniej nad dogodnościami podobnych podziałek się zastanawiać; każdy po pierwszym użyciu ocenić je musi, to tylko dodamy, że przy użyciu podziałki tego rodzaju rysunek o połowę mniej czasu wymaga, dokładność wzrasta, a rozpatrzenie się i sprawdzenie gotowego już rysunku, o wiele łatwiejszym i mniej mozolnym się staje. Polecamy zatem jak najusilniej wszystkim technikom polskim, wprowadzenie do prac swoich powyżej opisanego ulepszenia.

ROZDZIAŁ II.

PROFILE NIWELACYJNE.

§ 16.

Sposoby przedstawiania nierówności powierzchni ziemi, o których mówiliśmy dotąd, mogą tylko dać ogólne wyobrażenie kształtów w naturze istniejących, co do wypracowania projektu zbudować się mającej drogi, wystarczającym być nie może. Główną podstawą, na której budowa dróg się opiera, jest zastąpienie w danym kierunku powierzchni naturalnej ziemi, z powodu mniej lub więcej przykrych nierówności, do przejazdu niezdatnej, przez inną powierzchnię sztuczną, przedstawiającą pochyłości łagodne i warunkom dogodności drogi odpowiadającą.

Podobne utworzenie powierzchni sztucznej wymaga wykonania nasypów w miejscach zbyt niskich i naodwrot wykopów w miejscach zanadto wzniesionych. Praca tego rodzaju z wielkimi połączona być musi kosztami, ważną jest więc rzeczą, dokładne przedstawienie nierówności istniejących, tak dla obrachowania naprzód wydatków, jak dla zastosowania kształtów owej sztucznej powierzchni w taki sposób, aby przy wykonaniu robót koniecznych, uniknąć bezpotrzebnych prac i nakładów.

Do przedstawienia w sposób tak dokładny naturalnych kształtów, równie jak i zastąpić je mających sztucznych, służą profile piwellacyjne.

Przy budowie dróg chodzi zwykle o dokładne rozpoznanie wąskiego pasa ziemi, przez który droga ma przechodzić; w kierunku więc tym, to jest w kierunku osi zbudować się mającej drogi, sporządzony być winien jeden profil, który zazwyczaj *profilem podłużnym* się nazywa.

Co pewną odległość, a szczególnie przy każdej ważniejszej nierówności ziemi, sporządzają się profile prostopadłe do osi zbudować się mającej drogi, a zatem i do zdjętego po niej profilu podłużnego; profile te *poprzecznymi* są zwane.

Każdy profil przedstawia przecięcie gruntu płaszczyzną pionową, podług linii po której profil jest sporządzony; w profilach więc podłużnych podług osi drogi, w poprzecznych podług prostopadłej do osi. Jeżeli profil podłużny starannie wszelkie nachylenia gruntu przedstawia, a poprzeczne dostatecznie do siebie są zbliżone, i w właściwie obranych miejscach umieszczone, utworzy nam się szereg takich przecięć, dozwalający z całą ścisłością kształty powierzchni istniejące i projektowane oznaczyć i bryłowatość ziemi nasypać, lub skopać się mającej obliczyć.

§ 17.

Sporządzenie profilu podłużnego odbywa się w sposób następujący:

W kierunku długości papieru u dołu lub u góry, stosownie do tego jakie przy poziomowaniu położenie dla płaszczyzny porównawczej przyjętém zostało, kreśli się linia pozioma tąż płaszczyznę przedstawiająca.

Równoległe do téj linii kreśli się kilka innych, których przeznaczenie poniżej opiszemy; następnie odmierzając podług przyjętej podziałki odległości punktów, których przy poziomowaniu wysokości zostały oznaczone, kreśli się na każdym z nich prostopadłą przedstawiającą rzędną punktu do niej należącego.

Położenie tych punktów na gruncie oznaczone bywa liczbowaniami palikami, numer odpowiadający każdemu z nich powinien na jednej z linii poziomych, o których wyżej, być wypisanym. Druga linia pozioma służy do oznaczenia odległości pomiędzy palikami. Dla ułatwienia w późniejszych obliczeniach, odległość pomiędzy palikami powinna być zachowana stała, w liczbie okrągłej całkowitej wyrażona, np. 20, 25, 50 sążni. Jeżeli przy poziomowaniu okaże się, iż pomiędzy dwoma w stałej odległości umieszczonymi palikami, znajdują się nierówności powierzchni, których pominąć nie należy, ustawia się na każdym podobnym punkcie osobny palik, tenże sam co poprzedni numer i literę porządkową *a, b, c, d*, i t. d. noszący, i wynajduje się odpowiadającą mu rzędną. Na profilu podłużnym paliki te pośrednie w tenże sam co i na gruncie sposób oznaczone być winny, a odległości pomiędzy nimi i odnośnie do palika głównego ściśle oznaczyć należy. Oś projektowanej drogi, równie jak położenie wszystkich palików powinny być nie tylko na profilu lecz i na planie właściwymi numerami poznaczane. Układ taki ułatwia zestawienie planu z odpowiednim mu profilem, co do dokładniejszego obeznania się z miejscowością bardzo jest użytecznym. Trzecia linia pozioma służy do zapisywania odległości każdego palika od początku profilu, czwarta wreszcie do oznaczenia większych podziałów, jak np. wiorst, mil, i t. p.

Zapełniwszy linie powyższe, oznacza się na prostopadłych, o których wyżej, długość rzędnych każdemu punktowi odpowiadających. Długość ta odcina się podług podziałki, poczynając od linii oznaczającej płaszczyznę porównawczą, że jednak najczęściej przypuszcza się iż płaszczyzna ta, w takiej odległości po nad lub po pod powierzchnią ziemi przechodzi, iż rysowanie rzędnych w całkowitej wielkości, zbyt wiele zabierałoby miejsca; przeto zmniejsza się na rysunku wszystkie rzędne o pewną stałą ilość, np. o sążni 20, 30 i t. d., co na kształt powierzchni przedstawionej żadnego wpływu nie wywiera. Ilość o którą wszystkie rzędne profilu zmniejszonymi zostały, powinna na początku przy płaszczyźnie porównawczej być zapisaną. Wielkość rzędnych zapisuje się na jednej z linii poziomych bez zmniejszenia,

a punkta na prostopadłych odcięte łączą się z liniami prostemi, które w swym ciągu przedstawiają przecięcie pionowe gruntu: podług osi drogi, czyli właściwy profil.

§ 18.

Ile razy projektowana droga napotyka inną jaką, punkt spotkania na profilu powyższej linii gruntu winien być oznaczony z wyrażeniem skąd i dokąd przecięta droga prowadzi; podobnie przy spotkaniu strumyków, rzeczek lub rzek, nazwiska ich i punkta spotkania oznaczone z dokładnością być mają. Podziałka, podług której profile podłużne sporządzane bywają, rozmaitej może być wielkości, najczęściej zachowuje się taż sama, jaka przy wygotowaniu planu przyjętą została.

Dawniej długości i wysokości na profilach podług jednej i tejże samej przedstawiane bywały podziałki. Układ taki nie dosyć uwydatniał pochyłości powierzchni gruntu, przyjęto więc zasadę, aby wysokości w profilach podług większej niż długości rysowane były podziałki. Zwyczaj przyjęty podaje dla wysokości podziałkę dziesięć razy większą niż dla długości, stosunek ten jednak bywa czasami daleko większy, zwłaszcza jeżeli podziałka dla długości jest bardzo małą.

Prócz powyżej wymienionych linii poziomych, nakreślić należy jeszcze trzy, lub cztery przy drugim brzegu papieru. Z tych jedna służyć będzie do oznaczenia gmin, lub wsi i miast, przez których grunta, droga ma być przeprowadzona, z wyrażeniem długości na każdym z ich terytoryów przebieganych. Druga posłuży do oznaczenia przecinanych przez drogę okręgów, trzecia powiatów, czwarta wreszcie województw, gubernij, departamentów i t. p.

Na tak przygotowanym profilu podłużnym, przystąpić można do nakreślenia linii projektu, przedstawiającej ową powierzchnią sztuczną miejsce naturalnej zastąpić mającą. Zasady których przy sporządzeniu trzymać się należy, poniżej w właściwem podamy miejscu; tutaj to tylko nadmienić należy, iż linia projektu na profilu podłużnym, kreśli się zazwyczaj kolorem

czerwonym, składa się ona z linii poziomych i pochyłości w górę, lub na dół zstępujących.

Punkta zetknięcia się dwóch takich pochyłości, lub pochyłości z częścią poziomą, powinny z dokładnością na profilu być oznaczone. Linia projektu powinna dokładnie podług podziałki dla profilu przyjętej być nakreślona, najmniejszy bowiem błąd w tym względzie zmienia położenie *punktów przejścia*, tojest punktów, w których linia projektu, linię powierzchnię gruntu oznaczającą przecina, przechodząc z nasypu do wykopu i naodwrot.

Powierzchnie zawarte między linią kształt gruntu przedstawiającą i linią projektu; jeżeli leżą powyżej téj ostatniej, oznaczają wykop, w razie przeciwnym nasyp: w pierwszym razie kolorem żółtym, w drugim różowym powinny być przeciągane.

Równolegle do linii poziomych o których powyżej mówiliśmy, przeciąga się kolorem czerwonym, trzy inne dla pomieszczenia w nich wskazań do projektu się odnoszących.

Pierwsza z nich mieści rzędne linii projektu, na każdym paliku kolorem czerwonym zapisane. W częściach poziomych rzędne te się nie zmieniają, przy spadkach zaś na każdym paliku dokładnie powinny być obrachowane.

Spadki te linii projektu obrachowują się w sposób następujący:

Rzędne skrajne każdej pochyłości, tojest odpowiadające jej początkowi i zakończeniu muszą być znane, zależą one od położenia, jakie linii projektu nadać zechcemy, opierając się na zasadach, o których poniżej w właściwem mówić będziemy miejscu. Mniejsza z tych dwóch rzędnych skrajnych, odejmuje się od większej; różnica wskaże nam spadek, jaki ma linia w całej swjej długości; jeżeli zatem podzielimy różnicę rzędnych przez tę długość pochyłości wyrażoną *np.* w sążniach, otrzymamy *spadek na jeden sążeń* przypadający. Iloraz powinien być doprowadzony najmniej do trzech, lub czterech dziesiątych. Dla obrachowania rzędnej, na każdym paliku, mnoży się *spadek na jeden sążeń* przez odległość między palikami, i wypadek otrzymany dodaje lub odejmuje od rzędnej palika poprzedzającego, stosownie do

tego czy pochyłość linii projektu w górę lub na dół jest skierowana.

Jako sprawdzenie cząstkowych tych obrachowań, służyć może ostateczny wypadek, który z rzędną końcową zgodzić się powinien. Wyrażanie w podobny sposób pochyłości linii, to jest przez wskazanie ile taż linia na jeden *np.* sążeń długości wznosi się do góry lub zniża na dół, dogodniejszym jest od używanego u nas zwykle wyrażenia ułamkowego, *np.* spadek na $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$ i t. d., które niedostatecznie stopień pochyłości na pierwszy rzut oka przedstawia, i wymaga zbliżeń z ułamkami zwyczajnemi; życzyłyby przeto należało, aby sposób tak dogodny w innych krajach a mianowicie we Francyi wyłącznie używany i u nas się także rozpowszechnił.

Równolegle do linii mieszczącej rzędne projektu prowadzi się druga linia służąca do oznaczenia jęj pochyłości, to jest równie stopnia nachylenia, jak i długości, na której to nachylenie istnieje, oraz długości części poziomych.

Trzecia wreszcie linia wskazuje kierunek osi drogi projektowanej, to jest objaśnia czy droga w linii prostej i na jakiej długości postępuje, czy też od takowej zbacza; w ostatnim razie oznaczyć należy rodzaj krzywizny, jęj promień i długość rozwiniętego w linię prostą łuku.

Po uzupełnieniu powyższych szczegółów na każdym paliku dwie rzędne liczbami oznaczone znajdować się będą: jedna kolorem czerwonym, druga czarnym, to jest jedna do linii projektu, druga do linii gruntu się odnosząca. Różnice pomiędzy dwiema temi rzędnemi, najważniejszą nieledwie część profilu stanowią, wskazują bowiem dla każdego punktu wysokości wykonać się mającego nasypu lub wykopu, powinny zatém z jak największą ścisłością być obliczone i tuż przy linii projektu zapisane z zachowaniem tęg ostrożności, iż te które się odnoszą do nasypu wypisują się nad linią projektu, przeciwnie zaś głębokości wykopu oznaczające, poniżej tęg linii umieszczone być winny.

Linia projektu w miejscach gdzie droga z nasypu do wykopu, lub z wykopu do nasypu ma przechodzić, przecina się z linią oznaczającą powierzchnię gruntu naturalnego. Położenie

punktów tych przecięć, *punktami przejścia* zwanych, powinno być z dokładnością obrachowane i na profilu podłużnym odnośnie do najbliższych dwóch palików oznaczone. Sposób zaś obrachowania jest następujący:

Przypuśćmy, iż odległość pomiędzy dwoma palikami równa się d (fig. 9), wysokość nasypu na pierwszym z nich oznaczymy przez n , głębokość zaś wykopu na drugim przez w , odległość szukaną punktu przejścia p od pierwszego palika nazwiemy x , od drugiego y . Będziemy mieli proporcję następującą:

$$x : y = n : w \text{ ztąd}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{n}{w} \text{ z drugiej strony summa dwóch odległości}$$

częstkowych x i y równa się całkowitej odległości pomiędzy dwoma palikami, będzie więc:

$$d = x + y$$

Z dwóch powyższych równań łatwo wyznajdziemy następnę wartości dla x i y .

$$x = \frac{d n}{n + w}$$

$$y = \frac{d w}{n + w}$$

Wartości w ten sposób wynalezione, oznaczają się i zapisują na profilu. W końcu oznaczone być winny na profilu w miejscu właściwem, wszelkie budowy jakie projektem drogi zostały przewidziane, np. mosty z wyrażeniem rodzaju, otworu, wysokości: wreszcie jeżeli świdrowania w miejscach pod budowy przeznaczonych dla zbadania natury ziemi zostały dokonane, wypadki takowych na profilu z oznaczeniem grubości i rodzaju każdej warstwy, umieścić należy.

Dla łatwiejszego zrozumienia wszystkich podanych powyżej przepisów, załączamy tu wzór profilu podług powyższych zasad sporządzonego (fig. 10), z nadmienieniem, iż przy robotach małoznacznych i niewielkie przestrzenie obejmujących, wzór ten uproszczonym być może opuszczeniem niektórych, stosownie do miejscowości mniej ważnych części.

§ 19.

Na każdym z palików na profilu podłużnym oznaczonych, zdjęty powinien być profil poprzeczny w kierunku prostopadłym do osi projektowanej drogi. Im więc grunt więcej przedstawia nierówności, tém paliki w mniejszych odległościach jeden od drugiego się umieszczają; ztąd téż i profile poprzeczne bardziej do siebie zbliżone być muszą.

Długość takich profilów powinna najmniej dwa razy być większą od szerokości zajmowanego przez drogę gruntu, odnosi się one winny do tejże samej płaszczyzny porównawczej, która dla profilu podłużnego przyjętą została; ztąd rzędna na paliku, tojest na osi projektowanej drogi, powinna być wspólną, tak dla profilu podłużnego, jak i poprzecznego; wypisuje się ona większemi liczbami, lub innym jakim sposobem uwydatnia, by od pierwszego rzutu oka od innych można ją było odróżnić.

Profile poprzeczne rysują się zwykle jeden pod drugim w kierunku długości papieru, podziałka zaś najczęściej używana jest 0,005 na 1 czyli $\frac{1}{200}$ naturalnej wielkości równie dla długości, jak i dla wysokości.

Na tak przygotowanych profilach gruntu naturalnego, przystępuje się do nakreślenia profilów projektowanej drogi; kształt tych ostatnich powinien naprzód być obmyślony równie na przypadek nasypu jak i wykopu. Jeżeli więc na rzędnej odpowiadającej na profilu poprzecznym osi, odetniemy rzędną projektu na profilu podłużnym, dla tegoż samego punktu już wynalezioną, narysowanie całego profilu projektowanej drogi, żadnej już nie ulega trudności; używa się do tego czasem dla większego ułatwienia szablonów z papieru grubego wyciętych, a przedstawiających kształt profilu poprzecznego projektowanej drogi: szablon taki przyłożony na wysokości rzędną na osi wskazanej, dozwoli za jedném ołówka pociągnięciem narysować cały profil poprzecznej projektowanej drogi.

§ 20.

W jakikolwiek sposób narysowanie projektu na profilach poprzecznych dokonaniem zostanie, pierwszym warunkiem ich

użyteczności jest obrachowanie rzędnych na wszystkich punktach, gdzie się łamie bądź linia projektu, bądź linia gruntu naturalnego, a to dla wynalezienia różnic, czyli wysokości nasypu lub wykopu, każdemu z tych punktów odpowiadających.

Jeżeli załamanie linii projektu następuje w punkcie na którym rzędna gruntu jest oznaczona, wynalezienie téj różnicy żadnej nie ulega trudności; w razie przeciwnym, prócz rzędnej projektu, należy jeszcze wyrachować rzędną gruntu: wyrachowanie to dokonywa się za pomocą prostéj proporcji. Przypuśćmy, iż różnica między dwiema rzędnymi znanymi, najbliższemi punktu szukanego, po jednéj i drugiéj stronie równa się r ; wiadomą odległość między dwiema temi rzędnymi oznaczmy przez d , odległość zaś punktu szukanego od jednéj z dwóch rzędnych przez l , wreszcie szukaną różnicę wysokości pomiędzy jedną z rzędnych znanych, a rzędną punktu, o który nam chodzi przez x , będziemy mieli proporcję:

$$d : r = l : x \text{ ztąd}$$

$$x = \frac{rl}{d}$$

Wartość tę dla x trzeba dodać lub odjąć od rzędnej, od której odległość przez l wyraziliśmy, a to stosownie do tego czy linia gruntu w górę lub na dół jest pochyloną. Tym sposobem wyrachowana rzędna gruntu, wpisuje się w właściwém miejscu na profilu i różnica pomiędzy nią a rzędną odpowiednią projektu, oznaczy wysokość nasypu, lub wykopu do wykonania.

Linia projektu podobnie jak na profilach podłużnych, przecina się tu często z linją gruntu naturalnego, obliczenie położenia punktów przejścia w tenże sam co na profilu podłużnym dokonywa się sposób; prócz tego należy jeszcze obrachować po obu stronach każdego profilu poprzecznego odległości między ostatnią rzędą skrajną projektu, a punktem w którym koniec linii projektu grunt naturalny napotyka.

Dwa się tu mogą przedstawić przypadki: albo linia projektu w tymże samym co i grunt naturalny pochylona jest kierunku, lub przeciwnie. Przypuśćmy iż linia BC (fig. 11) oznacza grunt naturalny, linia zaś AC linję projektu. Różnica

rzędnych skrajnych gruntu i projektu w punkcie B , czyli głębokość wykonać się mającego wykopu wyrażona będzie przez $AB = W$. Linie BC i AC w jednym są nachylone kierunku, i idzie o obrachowanie długości linii poziomej $DC = X$, to jest odległości punktu C , w którym koniec linii projektu linię gruntu napotyka, od rzędnej skrajnej AB .

Pochyłość linii projektu na jeden sążeń długości wyrażmy przez P , pochyłość zaś linii BC grunt naturalny przedstawiającą przez P' , będziemy mieli:

$$\begin{aligned} AD &= W + BD = X \times P \\ BD &= X \times P' \end{aligned}$$

W pierwsze z tych równań wstawiając wartość BD wziętą z drugiego, będzie:

$$\begin{aligned} W + XP' &= XP \text{ ztąd} \\ X &= \frac{W}{(P - P')} \end{aligned}$$

W drugim przypadku przypuścimy, iż linia BC' oznacza grunt naturalny. Nachylenia téj linii i linii projektu AC w przeciwnym idą kierunku. Wartość pierwszego z nich na jeden sążeń długości podobnie jak poprzednio oznaczymy przez P' , drugiego przez P , punkt C' jest punktem wzajemnego tych linii spotkania, idzie więc o wyznaczenie wartości dla $D'C' = X'$.

W takim razie będziemy mieli:

$$\begin{aligned} AD &= W - BD' = X'P \\ BD' &= X'P' \end{aligned}$$

ztąd

$$\begin{aligned} W - X'P' &= X'P \\ X' &= \frac{W}{P + P'} \end{aligned}$$

Widzimy ztąd, iż odległość pozioma punktu spotkania się końca linii projektu z gruntem naturalnym, od rzędnej skrajnej, równa się:

1^o. Przy nachyleniu gruntu i projektu w jednym kierunku, wysokości nasypu lub wykopu podzielonej przez różnicę pochyłości.

2^o. Przy przeciwnych nachyleniach: téjże wysokości nasypu, lub wykopu podzielonej przez summę pochyłości. Figura 12 i 12^{bis} (Tablica IV i V) podaje wzory profilów poprzecznych odnoszących się do profilu podłużnego na tablicy III przedstawionego.

§ 21.

Po sporządzeniu profilu podłużnego i dostatecznej liczby poprzecznych, można przystąpić do narysowania dokładnego projektu drogi na planie i oznaczenia skarp przy nasypach i wykopach. Plan na którym w podobny sposób projekt ma być narysowany, powinien być sporządzony podług dosyć wielkiej podziałki, inaczéj bowiem rysunek byłby zbyt niewyraźnym; zazwyczaj podziałka takich planów 0^o001 lub 0^o002 na 1^o00 wynosi; samo narysowanie projektu żadnej nie ulega trudności. Oznacza się najprzód kierunek osi drogi za pomocą linii grubéj, najczęściej kropkowanej; dwie linie równoległe po obu stronach téj osi przeprowadzone, przedstawiają szerokość drogi w koronie tojest u wierzchu, linie te oznaczać więc będą krawędzie boczne drogi, czyli przecięcie jéj powierzchni z powierzchnią skarp tak przy nasypie, jak przy wykopie; przecięcie to zawsze podług linii równoległych, do osi następuje, wyjąwszy w przypadku, gdyby droga nierównéj miała być szerokości, co bardzo rzadko ma miejsce. Następnie przystępuje się do oznaczenia linii przecięć skarp, z powierzchnią gruntu naturalnego. Przecięcia te z powodu nieregularnych kształtów gruntu, następują w rzeczywistości podług linii krzywych, w rysunku jednak zastąpione być muszą łamanami, których dokładność na największém zbliżeniu do owych krzywych polega. Do oznaczenia tych przecięć posłużą nam profile poprzeczne, na których projekt drogi już został narysowany. Oznacza się najprzód za pomocą linii prostych prostopadłych do osi położenie każdego z tych profilów, następnie bierze się według projektu na profilu odległość punktu przecięcia skarpy z gruntem naturalnym, od krawędzi drogi i punkt ten podług właściwéj podziałki na planie oznacza, powtarzając téż samą czynność dla obu końców

każdego z profilów poprzecznych. Jeżeli pomiędzy dwoma najbliższymi sobie profilami, cała przestrzeń znajduje się w wykopie lub nasypie, połączenie punktów tak otrzymanych wskaże linią przecięcia powierzchni skarpy, z powierzchnią gruntu naturalnego; jeżeli przeciwnie jeden z profilów przedstawia nasyp, drugi wykop, pomiędzy nimi znajdować się musi punkt przejścia, który wynaleźć należy w sposób już nam wiadomy. W punkcie tym skarpa niknie zupełnie, linia więc przedstawiająca przecięcie jęj z gruntem, zbiega się z linią oznaczającą szerokość drogi w koronie; następnie od tego punktu, aż do następnego profilu, znowu się od niej oddala, tworząc dwa trójkąty stykające się wierzchołkami z sobą.

Rozpatrzenie się we wzorze podług podanych tu zasad narysowanego planu (fig. 13), posłuży do lepszego zrozumienia tej rzeczy. Plan ten przedstawia część projektowanej drogi; profil podłużny i profile poprzeczne, któreśmy poprzednio podali, odnoszą się do tegoż samego projektu. Dodać tu należy, iż przy mostach i we wszelkich punktach gdzie nasypy, lub wykopy szczególny kształt przedstawiają, rzuty ich na planie z całą możebną ścisłością oznaczone być winny, i wówczas miejsce linii łamanych mogą zająć krzywe, naturalny kształt dokładniej przedstawiające. Do łatwiejszego zrozumienia rysunku, posłuży zachowanie następnej ostrożności. Wszystkie linie przedstawiające na planie obecny stan rzeczy, powinny być tuszem czarnym wyciągane, do linii zaś projekt oznaczających, używać należy koloru czerwonego; następnie skarpy przy wykopach, przeciągać można kolorem żółtym, przy nasypach zaś różowym.

§ 22.

Profil podłużny z dostateczną liczbą poprzecznych w sposób dopiero co opisany sporządzonych, przedstawia wszelkie dane, za pomocą których kształty powierzchni, ograniczających wykopy, lub nasypy oznaczyć, a tém samém i bryłowatość ich obliczyć możemy. Zwrócić tu jednak należy uwagę, iż linie proste z których profile są złożone, nie przedstawiają z zupełną

ściśłością nieregularnych kształtów gruntu, a stopień dokładności zależy tu jedynie od większej lub mniejszej odległości pomiędzy rzędnymi, oraz od stosownego obrania punktów, na których też rzędne i profile poprzeczne zdjętymi zostały.

Profile poprzeczne dzielą drogę w kierunku jej długości na części płaszczyznami pionowymi w obu końcach ograniczone; każda taka część może być jeszcze w myśli podzielona na mniejsze za pomocą płaszczyzn pionowych, równoległych do osi drogi, cała więc sztuka obliczenia bryłowości nasypać się, lub wykopać mającej ziemi, przestrzeń tę zapełniającej, zależy na umiejętności obliczenia bryłowości każdej z tych części z osobna. Części te są to graniastosłupy, których powierzchnie boczne, jak to dopiero powiedzieliśmy, stanowią płaszczyzny, jedna z podstaw mianowicie ta, która od strony linii projektu leży, jest także zwykle płaską; powierzchnia bowiem projektowanej drogi z płaszczyzn bywa złożoną, druga tylko podstawa grunt naturalny przedstawiająca, nie zawsze jest płaszczyzną, i dlatego oznaczenie o ile można najdokładniejsze jej kształtu, potrzebnym jest do obliczenia bryłowości całego graniastosłupa. Powierzchnia ta uważaną jest zwykle jako powierzchnia skośna do utworzenia której służyły za kierownice dwa najbliżej siebie położone profile poprzeczne, za tworzącą zaś linia prosta, która w czasie swego ruchu wzdłuż tych kierownic, wciąż pozostawała na płaszczyźnie pionowej równoległej do osi projektowanej drogi. Rozumie się samo przez się, iż powierzchnia podobna tym dokładniej nierówności na gruncie istniejące przedstawia, im kierownice, czyli profile poprzeczne bardziej do siebie są zbliżone, i im właściwsze dla nich obrano położenie.

ROZDZIAŁ III.

OBLICZANIE BRYŁOWATOŚCI NASYPÓW I WYKOPÓW.

§ 23.

Obliczanie sposobem ścisłym. Powiedzieliśmy poprzednio, iż cała przestrzeń zajmowana przez obliczyć się mające nasypy lub wykopy, rozdzielona być może na graniastosłupy ograniczone z boków ścianami płaskimi, z których dwie przynajmniej równoległymi będąc do osi drogi, są równoległe i względem siebie. Podstawy takiego graniastosłupa mogą być, albo obie dwie płaszczyznami, lub jedna płaszczyzną a druga powierzchnią skośną, lub obie wreszcie skośnemi.

Podobny graniastosłup *np.* $ABCD A'B'C'D'$ (fig. 14), może być zawsze podzielony za pomocą płaszczyzny $abcd$ prostopadłej do jego krawędzi na dwa graniastosłupy proste, z których każdy miałby jedną przynajmniej podstawę poziomą i płaską, drugą zaś skośną lub płaską, nachyloną lub prostopadłą względem krawędzi pionowych; nauka zatem obliczania bryłowości, nasypów i wykopów, zasadza się na umiejętności obliczania bryłowości podobnego graniastosłupa.

Niech będzie graniastosłup $ABCD A'B'C'D'$ (fig. 15), którego bryłowość jest do obliczenia. Dolna jego podstawa $A'B'C'D'$ jest płaszczyzną poziomą, krawędzie zaś BC i AD lub AB i CD mogą być uważane za kierownice, które posłużyły do utworzenia powierzchni skośnej $ABCD$ podstawę górną stanowiącej. Ściany boczne AB' i DC' są płaszczyznami równoległymi względem siebie.

Przedstawmy sobie dwie płaszczyzny, z których jedna przechodzi przez linie BC i CD , druga przez AB i AD , płaszczyzny te przetną się podług linii BD . Wyobraźmy sobie nadto dwie drugie płaszczyzny: jedną przechodzącą przez krawędzie AB i BC , drugą przez krawędzie AD i DC , przecinające się wzajemnie podług linii AC . Linie AC i BD nie przetną

powierzchni skośnej $ABCD$, gdyż płaszczyzny, na których te linie są położone, także jej nie przecinają, nadto nie będą one znajdować się na tej powierzchni; jedynymi bowiem liniami prostymi, które na podobnych powierzchniach położone być mogą są *tworzące*. Linie zatem AC i BD znajdować się będą powyżej, lub poniżej powierzchni $ABCD$ i to w ten sposób, iż jeżeli jedna z nich AC położona jest poniżej, druga BD po nad tą powierzchnią znajdować się musi. Tym sposobem jeżeli przedstawimy sobie płaszczyzny przeprowadzone przez linie AC i $A'C'$, tudzież przez linie BD i $B'D'$, każda z nich przedzieli nasz graniastosłup na dwa inne mniejsze, a summa bryłowości dwóch graniastosłupów $AA'DC'DC$ i $AA'B'C'BC$ odpowiadających podziałowi AC , będzie mniejszą, summa zaś dwóch drugich $AA'BB'DD'$ i $BB'DD'CC$, utworzonych przez podział BD , będzie większą od szukanej bryłowości całego graniastosłupa; pozostaje nam tylko do udowodnienia, iż bryłowość szukana będzie średnią pomiędzy dwiema temi summami.

Czworościan, czyli ostrosłup trójkątny $ABCD$ utworzony za pomocą przeprowadzonych przez nas poprzednio płaszczyzn ADB , ACB , DAC i DBC , przedstawia różnicę jaka między summą dwóch pierwszych i summą dwóch drugich graniastosłupów zachodzi. Przez jakikolwiek punkt J wzięty na AD , przeprowadźmy płaszczyznę pionową, równoległą od dwóch bocznych ścian graniastosłupa, przechodzących przez krawędzie AB i DC . Płaszczyzna ta przetnie powierzchnię skośną podług linii JJ'' , która jako położona na płaszczyźnie pionowej równoległej do ścian bocznych AB' i DC' i znajdująca się zarazem na powierzchni skośnej, wskaże jedno z położzeń, jakie zajmowała tworząca podczas swojego wzdłuż kierownic posuwania. Nadto przetnie ona płaszczyzny DAC i DBC podług linii JJ' i $J''J'''$, równoległych do DC i płaszczyzny ADB i ACB podług linii JJ''' i $J'J''$ równoległych do AB , figura zatem $JJ' J''J'''$, której dwa boki równoległe są do AB , dwa zaś drugie do DC jest równoległobokiem, a linia JJ'' jako przekątnia dzieli ten równoległobok na dwie równe części. Toż samo miałoby miejsce względem każdej innej płaszczyzny równoległej do AB' i DC' przeprowa-

dzonej; równoległobok przez każdą z takich płaszczyzn utworzony dzieliłaby na dwie równe części przekątnia, położenie kierownicy wskazująca. Widzimy ztąd, iż powierzchnia skośna podstawę gorną graniastosłupa rozpoznawanego stanowiąca i przechodząca przez wszystkie takie przekątnie, dzieli ostrosłup $ABCD$ na dwie równe części, co właśnie potrzeba nam było udowodnić. Bryłowatość zatem szukana graniastosłupa G , równać się będzie summie S dwóch większych składających go graniastosłupów, mniej połową ostrosłupa górnego O , lub summie S' dwóch graniastosłupów mniejszych, więcej połową ostrosłupa O ; będzie więc: $G = S - \frac{1}{2} O$

$$G = S' + \frac{1}{2} O$$

$$\text{z kąd } G = \frac{S + S'}{2}$$

§ 24.

Oznaczmy h' h'' h''' h^{IV} długości czterech pionowych krawędzi graniastosłupa, cztery zaś trójkąty stanowiące podstawy graniastosłupów trójkątnych, na któreśmy graniastosłup rozpoznawany dzielili przez B' B'' B''' B^{IV} zachowując tę ostróżność, aby trójkąt przeciwległy krawędzi h' oznaczony był przez B' , przeciwległy h'' przez B'' i t. d. Bryłowatości pierwszych dwóch graniastosłupów trójkątnych $AA'—BB'—DD'$ i $BB'—DD'—CC'$, których summe oznaczyliśmy przez S równać się będzie

$$S = \frac{B' (h' + h''' + h^{IV})}{3} + \frac{B''' (h' + h'' + h^{IV})}{3}$$

Summa zaś dwóch drugich oznaczona przez S' da się wyrazić przez

$$S' = \frac{B'' (h' + h''' + h^{IV})}{3} + \frac{B^{IV} (h' + h'' + h''')}{3}$$

Ztąd bryłowatość całego graniastosłupa będzie:

1° Przy podstawie mającej kształt jakiegokolwiek czworokąta:

$$G = \frac{B' (h' + h''' + h^{IV})}{3} + \frac{B'' (h' + h''' + h^{IV})}{3} + \frac{B''' (h' + h'' + h^{IV})}{3} + \frac{B^{IV} (h' + h'' + h''')}{3} \dots (A).$$

2° Jeżeli podstawa graniastosłupa ma kształt trapeza, powierzchnie trójkątów B' i B'' oraz B''' i B^{IV} , będą sobie równe,

jako mające podstawy wspólne i wysokości równe; ztąd równanie (A) przybierze kształt

$$G = \frac{B' (h' + h'' + 2h''' + 2h^{IV})}{6} + \frac{B'' (h''' + h^{IV} + 2h' + 2h'')}{6} \quad (B).$$

Jeżeli oznaczymy przez l wysokość trapeza czyli odległość między dwoma równoległymi bokami podstawy, nadto przez b'' i b^{IV} długości tychże boków, z których pierwszy zawarty jest między krawędziami graniastosłupa h' i h'' , drugi zaś między h''' i h^{IV} równanie (B) następnej ulegnie zmianie:

$$G = \frac{b^{IV} l}{2} \cdot \frac{h' + h'' + 2h''' + 2h^{IV}}{6} + \frac{b'' l}{2} \cdot \frac{h''' + h^{IV} + 2h' + 2h''}{6} \dots (B').$$

3° Jeżeli podstawa graniastosłupa jest prostokątem, dwa boki równoległe trapeza stają się równymi sobie; będzie więc $b'' = b^{IV}$, oznaczywszy wspólną ich długość przez b równanie (B') w następującym przedstawi się kształcie:

$$G = bl \frac{h' h'' h''' h^{IV}}{4} \dots \dots \dots (C).$$

4° W przypadku podstawy graniastosłupa trójkątnej, oznaczymy przez b podstawę trójkąta, przez l jego wysokość, krawędzie zaś graniastosłupa wierzchołkom jego odpowiadające przez h' , h'' , h''' . W takim razie w równaniu (B') będzie $b^{IV} = 0$, $b'' = b$ i $h''' = h^{IV}$ gdyż dwie te krawędzie zlewają się w jedną. Wstawiając te wartości w równanie (B) otrzymamy:

$$G = \frac{bl}{2} \cdot \frac{h' + h'' + h'''}{3} \dots \dots \dots (D).$$

5° Przy podstawie trójkątnej mogą dwie krawędzie graniastosłupa stać się równymi zeru, przez co figura zmieni się w piramidę trójkątną; wówczas oznaczywszy przez h pozostałą krawędź będzie: $h' = h$, $h'' = 0$, $h''' = 0$ równanie więc (D) przedstawi się w kształcie następującym:

$$G = \frac{bl}{2} \cdot \frac{h}{3} \dots \dots \dots (E).$$

Prócz wymienionych tu przypadków mogą się wydarzyć inne, gdy niektóre z krawędzi graniastosłupa stają się równymi zeru, nie wchodzimy jednak w szczegółowy ich rozbiór, równania bowiem powyższe wystarczą, ze stosownymi zmianami na wszelkie możebne przypadki.

§ 25.

Poznawszy sposoby obliczania bryłowości graniastosłupów, których podstawy są powierzchniami skośnemi, wypada nam wykazać, iż wszelkie wykopy, lub nasypy na tego rodzaju graniastosłupy podzielone być mogą, oraz podać sposób zastosowania ogólnie podanych zasad do szczegółowych przypadków.

Przypuśćmy, iż jest do obrachowania bryłowość nasypu i wykopu na przestrzeni zawartej między dwoma profilami poprzecznymi $B'A'C'$ i b', a', c' , (fig. 16), na których linie projektu w sposób podany już przez nas w właściwem miejscu, nakreślone, oraz wszelkie wymiary obrachowane i wypisane zostały. Pierwszy z tych profili całkowicie położony jest w wykopie; drugiego zaś część mh w wykopie, część zaś ht znajduje się w nasypie. Punkt h jest punktem przejścia z nasypu do wykopu. Linia Aa oznacza oś projektowanej drogi, linie zaś $B'C'$ i $b''e''$ wskazują na płaszczyźnie poziomej przez Aa przechodzącej, ślady linii łamanych profile te stanowiących.

Powierzchnię gruntu naturalnego pomiędzy dwoma temi profilami zawartą przedstawić sobie możemy, jako podzieloną na trzy części: pierwsza z nich utworzoną została przez linię prostą równoległą do płaszczyzny pionowej przez Aa przechodzącej posuwaną po liniach $B'L$ i $b'l$, które jako kierownice służące do utworzenia tej powierzchni skośnej uważać należy. W drugiej części między L i A , końce tworzącej wspierały się na liniach LA' i la' , w trzeciej nakoniec części linie AE i ae służyły za kierownice.

Jeżeli przez punkta N i n , O i o , P i p , i t. d. to jest przez wszystkie punkta, w których się załamują linie, grunt naturalny lub powierzchnię drogi projektowanej oznaczające, przeprowadzimy płaszczyzny pionowe, równoległe do osi drogi Aa , cała przestrzeń między dwoma zajmującemi nas profilami zawarta, podzieloną zostanie na odpowiednią liczbę graniastosłupów prostych, z jedną podstawą skośną, których bryłowość obliczać już umiemy.

Przestrzeń $N' n' H' h'$, w której wykopy w obu profilach naprzeciw siebie są położone, składa się z pięciu graniastosłupów, których podstawy na płaszczyźnie poziomej oznaczone są prostokątami $N'' O'' n'' o''$, $O'' P'' o'' p''$ i t. d.; obliczenie więc téj części żadnej nie ulega trudności, należy tu tylko zastosować wzór (C), powyżej podany podstawiając w miejsce l odległość między dwoma profilami, w miejsce b długości $N'' O''$, $O'' P''$, $P'' L''$ i t. d., w miejsce zaś h' , h'' , h''' , h^{IV} , różnice między rzędnymi gruntu naturalnego a rzędnymi projektu każdej z krawędzi pionowych graniastosłupów odpowiadającymi. Na lewo od płaszczyzny Nn spotykamy burtę rowu, która z powierzchnią skośną grunt naturalny przedstawiającą przecinać się musi.

Linie, podług których przecięcia tego rodzaju następują, oznaczają się kolorem niebieskim, są one zazwyczaj krzywymi i stanowią część hyperboli, że jednak krzywizna ich nadzwyczaj jest mała, przy rachunku można je bez błędu za linie proste uważać, a do oznaczenia ich położenia wystarcza wynalezienie dwóch punktów, które kierunek całej linii wskażą. Tym sposobem w przypadku, który obecnie nas zajmuje, oznaczenie linii przecięcia żadnej nie ulega trudności, mamy bowiem na obu profilach wskazane punkta przecięcia linii, grunt naturalny i powierzchnię projektowaną oznaczających. Punkta te należą do linii szukanéj, pozostaje więc tylko połączyć je za pomocą linii prostéj $M m$, której ślad na płaszczyźnie poziomej przyjmie położenie linii $M'' m''$. Podstawa zatém zajmującej nas części wykopu, rzucać się będzie na płaszczyznę poziomą w kształcie trapezu $M'' m'' n'' N''$ i do obrachowania jéj bryłowatości użyć należy wzoru (B) powyżej wskazanego podstawiając w miejsce l , odległość obadwa profile rozdzielającą, w miejsce zaś b'' i b''_H długości $M'' N''$ i $m'' n''$. Co się tyczy krawędzi pionowych graniastosłupa, we wzorze przez h' , h'' , h''' , h^{IV} , oznaczonych, zwrócić należy uwagę, iż dwie z nich przyległe linie $M'' m''$ stają się równymi zeru, dwie zaś drugie zastąpione być winny przez różnice rzędnych gruntu naturalnego i projektu w punktach N'' i n'' obrachowane.

Przejdźmy teraz do części położonej po prawej stronie linii Hh , w której wykop pierwszego profilu odpowiada nasypowi drugiego. Zacząć tu należy od wynalezienia linii rozgraniczających nasyp od wykopu, które jak już powiedzieliśmy, pomimo lekkiój krzywizny za proste uważane być mogą. Dostatecznym więc będzie dla każdój z nich wynaleźć dwa punkta, które kierunek całej linii wskażą.

Na drugim profilu grunt naturalny przecina się z linią projektu w punkcie h , którego rzutem na płaszczyźnie poziomej jest punkt h'' , będący zarazem początkiem linii przez nas szukanój. Drugi koniec téj linii znajdować się musi na płaszczyźnie przez Qq przechodzącej w punkcie, w którym brzeźna krawędź projektowanej drogi przecina się z linią tworzącą gruntu naturalnego. Znając odległość między profilami, oraz wysokości nasypu i wykopu, każdemu z nich odpowiadające, można wyznaczyć położenie tego punktu przejścia za pomocą rachunku w rozdziale o profilach wskazanego.

W miejsce rachunku można tu także użyć sposobu wykreślonego. Jeżeli płaszczyźnie pionowej $Q'Q''q'q''$, biorąc linię $Q''q''$ za oś, nadamy obrót o 90° , padnie ona wraz z liniami na nięj położonemi na płaszczyznę poziomą, a mianowicie linia $Q'q'$, oznaczająca położenie tworzącej gruntu naturalnego, zakreśli swemi końcami łuki $Q'Q'''$ i $q'q'''$ i przyjmie położenie $Q'''q'''$; podobnież linia Qq oznaczająca krawędź projektowanej drogi nakreśli łuki QQ^{IV} i qq^{IV} i rzuci się na płaszczyznę poziomą podług linii $Q^{IV}q^{IV}$. Jeżeli z punktu G , wspólnego przecięcia się śladów dwóch tych linii poprowadzimy prostopadłą Gg do spotkania z linią $Q'q'$, punkt g oznaczy przejście z nasypu do wykopu i należeć będzie do linii toż przejście oznaczyć mającej, której wynalezienie nas zajmowało, a której rzutem na płaszczyźnie poziomej będzie linia $h''g$.

Posuwając się dalej ku prawej stronie, widzimy w profilu pierwszym przedstawiony rów, którego w drugim już nie znajdujemy; kończy się on na przestrzeni profile te przedzielającej, chodzi więc o oznaczenie, dla każdój z krawędzi, punktu spotkania z gruntem naturalnym, a połączenie tych punktów

liniami prostymi wskaże granice wykopu. Dla oznaczenia tych punktów przejścia należy na drugim profilu wykreślić tymczasowo rów $q r s u$ odpowiadający temu, który się na pierwszym profilu znajduje, a przecięcia linii $R r$, $S s$, z gruntem naturalnym oznaczają się sposobem dla linii $Q q$ powyżej wskazanym.

Tym sposobem wynaleziony już punkt g oznaczy spotkanie burty rowu z gruntem naturalnym, punkt zaś g' przecięcie pierwszej krawędzi dna rowu, a linia $g g'$ będzie granicą wykopu. Podobnie wynaleźć możemy położenie punktu g'' drugą krawędź dna rowu oznaczającego, i linii $g' g''$, przecięcie powierzchni dna z powierzchnią gruntu naturalnego, przedstawiającej. Wreszcie punkt T , którego rzutem poziomym jest T'' oznacza na profilu przecięcie burty zewnętrznej rowu z gruntem naturalnym, połączywszy więc punkt T'' z punktem g'' , otrzymamy ostatnią część linii ograniczającej wykop.

Co się tyczy linii oznaczających granice nasypu, widzimy najprzód linię $h'' g$, która jest wspólną dla nasypu i wykopu, następnie zaczyna się w wykopie rów nikiący od strony nasypu. W przypadku na figurze przedstawionym, burta tego rowu ma też samo nachylenie co i skarpa nasypu, połączenie więc dwóch tych powierzchni żadnej nie przedstawia trudności; w przypadku jednak gdyby skarpy nasypu i wykopu niejednostajne miały nachylenie, połączenie ich jedynie za pomocą powierzchni skośnej nastąpićby mogło. W takim razie rów zazwyczaj przedłuża się bez zmiany kształtu, aż do spotkania z gruntem naturalnym, jak to już mówiąc o wykopie wykazaliśmy, część zaś skarpy $q r$ odpowiadająca wewnętrznej burcie rowu zamienia się w powierzchnię skośną, której kierownicami są linie qr i gg' , tworzącą zaś, linia równoległe do osi drogi po nich się posuwająca. Tym sposobem linia $g g'$ będzie granicą, na której nasyp spotyka się z wykopem. Poniżej punktu r skarpa nasypu pozostaje płaszczyzną i spotyka grunt naturalny w punkcie t , którego rzutem poziomym będzie t'' ; połączywszy zatem ostatni ten punkt z punktem g' otrzymamy ostatnią część linii łamaną $h'' g g' t''$ nasyp ograniczającą.

Po nakreśleniu w sposób powyżej opisany granic nasypu i wykopu, widzimy iż wykop po prawej stronie linii Hh położony, dzieli się na cztery części, z których trzem pierwszym za podstawy służą trapezy $H'h'' Q'g$, $Q'g g' R''$, $R'' g' g'' S''$, czwartej zaś trójkąt $S'' T'' g''$. Dla utworzonych tym sposobem czterech oddzielnych brył wysokości w punktach h'' , g , g' , g'' , T'' , równe są zeru, w innych zaś oznaczone są przez różnice rzędnych gruntu naturalnego i projektu; obliczenie zatem bryłowatości czterech tych części, żadnej nie ulega trudności, i za pomocą zastosowania odpowiednich wzorów dokonaniem być może. Nasyp, od punktu h'' poczynając rozdzielony został na trzy części, podstawa jednej z nich rzuca się poziomo w kształcie trapeza $g g' q'' r''$, dwóch zaś innych w kształcie trójkątów $h'' g q''$, $g' r'' t''$, wysokości brył tak utworzonych we wszystkich punktach wyjąwszy q'' i r'' równe są zeru. Zastosowanie właściwych wzorów posłuży do obliczenia bryłowatości, w ten sposób podzielonego nasypu.

Opisany powyżej sposób postępowania da się zastosować do wszelkich tego rodzaju obliczeń i obejmuje wszystkie zdarzyć się mogące przypadki; jest on najdokładniejszym, ale nader mozolnym i długim wymaga rachunków: dlatego też jedynie w przypadkach robót nadzwyczaj kosztownych, np. wykuvania drogi w skale i t. p. używany bywa.

§ 26.

Sposób obliczenia bryłowatości nasypów i wykopów za pomocą średniej dwóch powierzchni skrajnych. — W miejsce opisanego powyżej sposobu obliczenia bryłowatości nasypów i wykopów, używa się zwykle innego pośpieszniejszego, który zależy na wynalezieniu dwóch powierzchni skrajnych, ściany równoległe bryły obliczyć się mającej stanowiących, wzięciu średniej dwóch tych powierzchni i rozmnożeniu jęj przez odległość dwie te równoległe ściany przedzielającą.

Powróćmy do graniastosłupa: $ABCD A'B'C'D'$ (fig. 15) którego bryłowatość już obliczaliśmy pierwszym sposobem. Ściany boczne AB' i $C'D'$, jak to już w pierwszym razie założy-

liśmy, są płaszczyznami od siebie równoodległemi, każdej z nich należy obrachować powierzchnię, oznaczając zatem wymiary temi samemi głoskami, któreśmy poprzednio użyli, będzie:

$$\text{Powierzchnia } AB A'B' = b'' \frac{(h' + h'')}{2}$$

$$\text{Powierzchnia } DC D'C' = b'''' \frac{(h''' + h''')}{2}$$

$$\text{Średnia dwóch tych powierzchni} = b'' \frac{(h' + h'')}{2} + b'''' \frac{(h''' + h''')}{2}$$

Rozmnożywszy ten wypadek, przez odległość dwie ściany równoległe przedzielającą, którą oznaczyliśmy przez l , otrzymamy jako bryłowość szukaną:

$$G = \frac{b'' l \frac{(h' + h'')}{2} + b'''' l \frac{(h''' + h''')}{2}}{2} \quad (F)$$

Wzór powyższy nie jest ściśle dokładnym, a wypadki za jego pomocą otrzymywane, w szczególnych tylko razach zupełnie się zgadzają z wypadkami wzoru (C) ścisłego. I tak: jeżeli mamy $b'' = b'''' = b$ czyli jeżeli podstawą graniastosłupa jest prostokąt, oba wzory (C, F) tenże sam dają wypadek, jak o tém przez porównanie ich przekonać się można. Jeżeli podstawa graniastosłupa ma kształt trapezu, wypadki za pomocą obudwu wzorów (B' i F) otrzymane nie zgadzają się z sobą, a różnica będzie następująca:

$$R = \frac{l}{2} \left(\frac{(h' + h'') - (h''' + h''')}{6} \right) (b'''' - b'')$$

Zastanawiając się nad wyrażeniem powyższém, znajdujemy najprzód potwierdzenie tego, cośmy o podstawie graniastosłupa prostokątnej dopiero co powiedzieli, uczyniwszy bowiem $b'''' = b''$ cała wartość dla R , czyli różnica między dwoma wzorami stanie się równą zeru, nadto jeżeli średnie wysokości obu ścian, których powierzchnie obliczaliśmy, są równe sobie, to jest jeżeli mamy $\frac{h' + h''}{2} = \frac{h''' + h'''}{2}$, różnica podobnie jak w poprzednim razie, staje się zerem i oba wzory do tegoż samego doprowadzają wypadku.

§ 27.

Z tego cośmy powyżej o wyznajdowaniu bryłowości za pomocą średniej dwóch skrajnych, równoległych względem siebie powierzchni, powiedzieli, wynika w zastosowaniu do obliczenia wykopów i nasypów, że jeżeli cała przestrzeń między dwoma profilami poprzecznymi, którą obliczyć zamierzamy, znajduje się w wykopie lub nasypie, jeżeli przytém wszystkie części, na które ten nasyp lub wykop płaszczyznami pionowymi równoległymi do osi drogi podzielić można, rzucają się na płaszczyznę poziomą podług prostokątów: wówczas rachunek za pomocą średniej skrajnych powierzchni zupełnie jest dokładnym, i należy tylko obrachowawszy powierzchnie nasypu lub wykopu, na obu profilach poprzecznych położone, wziąć połowę ich summy i takową przez odległość między profilami rozumnożyć.

Zastanowiwszy się nad podobnym sposobem obliczania bryłowości widzimy, iż za główną zasadę służy tu następane przypuszczenie. Na przestrzeni dwa profile przedzielającej powierzchni wszystkich przecięć pionowych, równoległych do tychże profilów i jednostajnie od siebie oddalonych, zmniejszają się, lub wzrastają w stosunku arytmetycznym; narysowawszy więc trapez (fig. 17), którego długość będzie proporcjonalną do odległości między profilami, a każdy z boków równoległych proporcjonalnym do powierzchni nasypu lub wykopu na jednym z tych profilów, powierzchnia całego trapeza będzie w takim razie proporcjonalną do szukanój bryłowości nasypu lub wykopu.

Jeżeli z dwóch profilów, pomiędzy którymi bryłowość robót ziemnych, jest do obliczenia, jeden znajduje się całkowicie w wykopie, drugi całkowicie w nasypie, zastosowanie powyższej zasady do następnego prowadzi wypadku: nakreśliwszy linię poziomą AB odległość między profilami przedstawiającą (fig. 18) i wyprowadziwszy w górę w jednym z jej końców prostopadłą AD długości proporcjonalnej do powierzchni wykopu, na jednym z profilów obliczonej, w drugim zaś końcu spuściwszy podobną prostopadłą BC na dół i nadawszy jej długość proporcjonalną do powierzchni nasypu, na drugim profilu wy-

nalezionej, wówczas linia łącząca końce C i D obu prostokątnych, utworzy dwa trójkąty, których powierzchnie będą proporcjonalne do bryłowości odpowiednich sobie nasypów, lub wykopów. Bryłowość zatem nasypu, lub wykopu, równać się będzie powierzchni profilu, rozmożonej przez połowę odległości tegoż profilu od punktu przejścia z nasypu do wykopu i naodwrot. Punkt O , w którym linia DC przetnie linię AB , podzieli tę ostatnią na dwa odcinki proporcjonalne, do powierzchni przyległych im trójkątów; położenie zaś tego punktu wynalezione być może za pomocą wzoru powyżej do obliczenia punktów przejścia na profilach podanego. Wynajdywanie w podobny sposób punktu przecięcia, prowadzi do przypuszczenia, iż linia rozgraniczająca nasyp od wykopu i przez punkt ten przechodząca, jest prostą i równoległą do obu profili poprzecznych, co jak wiemy z poprzedniego, chyba w nader rzadkich szczególnych przypadkach miejsce miećby mogło.

W pierwszym z dwóch przypadków powyżej rozbieganych, to jest jeżeli obadwa profile poprzeczne, przyległe sobie znajdują się całkowicie w nasypie lub wykopie, i jeżeli szerokość zajmowana na obudwu jest jednakową, wypadek obliczeń będzie zupełnie dokładnym. Przy nierównych szerokościach wypadek sposobem powyższym otrzymany, będzie za wielki, a błąd złąd wynikający, równać się będzie połowie piramid skrajnych, któreby odpadły od strony profilu szerszego, gdybyśmy odpowiednio szerokości mniejszego poprowadzili płaszczyzny równoległe do osi drogi.

W drugim przypadku, gdy wykopy jednego profilu położone są naprzeciw nasypów drugiego, wysokość błędu jest zmienną i ocenienie jej staje się trudniejszym.

§ 28.

Przejdźmy do wyprowadzenia wzorów służących do obrachowania nasypów i wykopów w rozmaitych przypadkach, jakie zdarzać się mogą.

Jeżeli przestrzeń dwoma profilami poprzecznymi objęta cała jest w nasypie, lub wykopie, oznaczywszy przez w powierz-

chnię wykopu na pierwszym profilu, przez w' takąż powierzchnię na drugim profilu, lub przez n powierzchnię nasypu na pierwszym, przez n' na drugim profilu, przez d zaś odległość między dwoma profilami będzie:

$$W = \left(\frac{w + w'}{2}\right) d \text{ albo } N = \left(\frac{n + n'}{2}\right) d$$

Jeżeli powierzchnia wykopu w na jednym profilu znajduje się naprzeciw powierzchni nasypu n , w drugim profilu, w takim razie należy najprzód wynaleźć położenie punktu przejścia z nasypu do wykopu. Wiadomo już z poprzedniego, iż odległość pomiędzy profilami podzieloną będzie na dwa odcinki proporcjonalne do powierzchni nasypu i wykopu, będzie więc dla odcinka po stronie wykopu położonego $\frac{d w}{w + n}$, dla drugiego zaś od strony nasypu $\frac{d n}{w + n}$. Rozmnożywszy każdą z tych długości przez połowę powierzchni odpowiadającego jej nasypu lub wykopu, czyli przez $\frac{n}{2}$ i $\frac{w}{2}$ na wyrażenie bryłowatości, otrzymamy wzór następujący:

$$W = \frac{w}{2} \times \frac{d w}{w + n} = \frac{d}{2} \times \frac{w^2}{w + n}$$

$$N = \frac{n}{2} \times \frac{d n}{w + n} = \frac{d}{2} \times \frac{n^2}{w + n}$$

Dla uproszczenia rachunków w miejsce wynajdywania średniej powierzchni obliczonych na dwóch profilach i mnożenia takowej przez odległość, zwykle bierze się powierzchnię nasypu lub wykopu na każdym z profilów i mnoży takową przez połowę sumy odległości dwóch najbliższych profilów, po obu jego stronach położonych. Wypadek tym sposobem otrzymany, w niczém się od poprzedniego nie różni. Przedstawmy bowiem sobie dwa trapezy $aa'bb'$ i $bb'cc'$ (fig. 19), których powierzchnie wyrażają bryłowatość nasypu lub wykopu na przestrzeni pomiędzy trzema profilami zawartej. W miejsce każdego z tych trapezów podstawić można po dwa równoważne im prostokąty $a'd$, db' i $b'f$, fc' , których wysokości równać się będą przyległym bokom trapezów, a długości połowom długości tychże trapezów.

W miejsce zatem obliczania trapezu $aa'bb'$, można obrachować dwa równoważne mu prostokąty $a'd$ i db' ; w miejsce trapezu $bb'cc'$, prostokąty $b'f$ i fc' , czyli chcąc obrachować nasyp na całej téj przestrzeni, można wynaleźć dla profilu w punkcie a położonego, prostokąt $a'd$ dla profilu b prostokąt podwójny de , dla profilu c wreszcie prostokąt fc' . Widzimy ztąd, iż dla szeregu profilów wciąż w nasypie, lub wykopie po sobie następujących, należy powierzchnię pierwszego z nich i ostatniego rozmnożyć przez połowę odległości od najbliższych im profilów, dla wszystkich zaś pośrednich, mnożyć powierzchnię przez połowę summy odległości od dwóch najbliższych profilów.

Taż sama zasada da się zastosować do obliczenia bryłowatości robót ziemnych na przestrzeni zawartéj między dwoma profilami, z których jeden całkowicie w nasypie, drugi w wykopie jest położony. Wiemy iż w takim razie odpowiednie bryłowatości przedstawione być mogą, za pomocą dwóch przeciwniegiących sobie wierzchołkami trójkątów. Każdy z takich trójkątów $a'a'm$ i mbb' (fig. 20) jest równoważnym prostokątowi mającemu téż samą co i trójkąt wysokość i podstawę o połowę mniejszą, bryłowatość więc zawsze równać się będzie iloczynowi z powierzchni profilu przez połowę odległości tegoż profilu, od punktu przejścia z nasypu do wykopu.

§ 29.

Dwa przypadki, nad którymi dotąd zastanawialiśmy się, są najprostszymi ze wszystkich, jakie przy obliczaniu robót ziemnych zdarzyć się mogą; często jednak napotkać można dwa profile obok siebie położone, z których jeden lub obadwa znajdują się częścią w wykopie, częścią w nasypie i to w ten sposób, iż nasypy i wykopy jednego nie odpowiadają nasypom i wykopom drugiego: w takim razie przestrzeń pomiędzy profilami, dzieli się w stosowny sposób na części, z których każda osobno obliczona być może. Przypadki na jakie w użyciu najczęściej natrafic się zdarza, są następujące:

1^o. Jeżeli dwa profile obok siebie położone znajdują się częścią w nasypie, częścią w wykopie, lecz nasypy i wykopy

w obudwu leżą naprzeciw siebie, podział żadnej nie ulega trudności i uskuteczniiony być może, albo przez przeprowadzenie płaszczyzn pionowych, równoległych do osi drogi przez każdy punkt przejścia w obu profilach napotykanym, albo też przez połączenie punktów przejścia jednego profilu z takimiż punktami drugiego; w obu razach obliczenie bryłowości nasypu i wykopu dopełnia się przez proste zastosowanie do każdej z tych części podanych powyżej wzorów.

2^o Jeżeli naprzeciw profilu całkowicie w nasypie lub wykopie położonego, znajduje się profil w części nasyp, w części wykop przedstawiający, obliczenie bryłowości w dwojaki może nastąpić sposób:

Najprzód obliczając podług podanych wzorów powierzchnie jednego rodzaju na dwóch profilach znajdujące się, powierzchnię zaś drugiego rodzaju uważając za podstawę piramidy, której wierzchołek na przeciwnym znajduje się profilu, i mnożąc taką przez $\frac{1}{3}$ odległości między profilami. Sposób ten jest pośpieszny lecz bardzo niedokładny.

Drugi sposób zależy na tém, aby przez punkt przejścia na profilu mieszanym przeprowadzić płaszczyznę, która przedzieli przestrzeń obliczać się mającą na dwie części; jedna całkowicie na obu profilach znajdować się będzie w nasypie, lub wykopie, i podług wzoru na ten przypadek podanego obliczona być może; druga w której nasyp jednego profilu odpowiada wykopowi drugiego, oblicza się osobno, wedle odpowiedniego temu przypadkowi wzoru.

3^o Gdy w dwóch profilach częścią w nasypie, częścią w wykopie położonych, nasypy jednego leżą naprzeciwko wykopów drugiego, cała przestrzeń między profilami podzieloną być może na dwie części, a w każdej z nich całkowicie w wykopie będącej, odpowie na przeciwnym profilu powierzchnia w nasypie i naodwrot, zastosowanie więc wzorów właściwych i w tym razie żadnej nie napotka trudności.

§ 30.

Trzeci sposób obliczania bryłowości robót ziemnych, za pomocą powierzchni przecięcia w połowie długości bryły umieszczonego. W miejsce podanego powyżej pospiesznego sposobu obliczania bryłowości nasypów i wykopów, którego wypadki jak widzieliśmy nie zawsze zgadzają się z wypadkami za pomocą ścisłych obliczeń otrzymanymi, Noël inżynier francuzki podał inny sposób polegający na obliczeniu powierzchni przecięcia poprzecznego, w połowie długości rozpoznawanej bryły położonego i rozmnożeniu takowej przez długość tejże bryły.

Wyprowadźmy wzór ogólny do obliczania bryłowości tym sposobem posłużyć mogącej. Oznaczając wymiary bryły temiż samemi, co przy poprzednich sposobach głoskami będzie:

$$\text{Podstawa przecięcia} = \frac{b_{II}' + b_{IV}'''}{2}$$

$$\text{Wysokość przecięcia} = \frac{h' + h'' + h''' + h^{IV}}{4}$$

Ztąd jako bryłowość graniastosłupa otrzymamy:

$$G = l \left(\frac{b_{II}' + b_{IV}'''}{2} \right) \left(\frac{h' + h'' + h''' + h^{IV}}{4} \right) \dots (G).$$

Jeżeli wzór powyższy (G) odejmiemy od odpowiedniego mu wzoru (B'), sposobem ścisłym otrzymanego znajdziemy:

$$R' = \frac{l}{2} \left(\frac{h' + h'' - h''' - h^{IV}}{12} \right) (b_{II}' - b_{IV}''')$$

Wyrażenie to wskazuje wysokość różnicy wypadków, jaką otrzymamy obliczając bryłowość jednego i tegoż samego graniastosłupa, najprzód za pomocą sposobu ścisłego, następnie przez wynalezienie przecięcia środkowego. Porównywając różnicę tę z otrzymaną poprzednio w podobny sposób różnicą, dla sposobu obliczania za pomocą średniej powierzchni skrajnych, widzimy, iż jest od tamtej o połowę mniejszą, ale ze znakiem przeciwnym. Wzór zatem (G) daje wypadki bardziej przybliżone; lecz jeżeli tamte były za wielkie, te będą za małe. Widzimy nadto, iż różnica ta w tychże samych przypadkach, jak dla sposobu powierzchni skrajnych, staje się równą zeru, co oznacza, iż w podobnych razach można bez różnicy w wypadku użyć któregokolwiek z trzech opisanych sposobów.

Pomimo tój pozornój korzyści, sposób ten rzadko zastosowanie znaleźć może, z powodu niedogodności jakie z nim są połączone. Potrzeba tu wynajdować profil pośredni, bądź za pomocą rachunku, bądź zdejmując go wprost na gruncie, przez co praca przygotowawcza o wiele powiększoną zostaje; nadto zastanowiwszy się bliżej nad zasadą, na której opiera się ten sposób, widzimy, iż w przypadku, gdy nasyp jednego profilu leży naprzeciw wykopu drugiego, przecięcie w połowie odległości pomiędzy temi profilami uskutecznione, nie będzie połową summy dwóch powierzchni na profilach skrajnych obliczonej, lecz połową ich różnicy; ztąd też bryłowatość tym sposobem wynaleziona stanowiłaby tylko różnicę między nasypem i wykopem, gdy tymczasem przedmiotem obliczeń tego rodzaju musi być ściśle oznaczenie objętości tak jednego jak i drugiego z osobna. Z tych to powodów sposób ten obliczania robót ziemnych prawie nigdy używanym nie bywa.

§ 31.

Na zakończenie niniejszego rozdziału podającego sposoby liczenia bryłowatości robót ziemnych podamy tu wzory, podług których rachunki układane być winny. Ważną jest rzeczą, żeby układ rachunków tak długich i mozolnych był jasnym, zrozumiałym, żeby wskazywał wszystkie cząstkowe działania pozwalając sprawdzić takowe w razie potrzeby. Zdaje nam się, iż wzory, które tu podajemy warunkom powyższym w zupełności odpowiadają. Liczby podane w poniżej zamieszczonych tablicach odnoszą się do profilów na figurach 10 i 12 przedstawionych.

**1-egz Wzór rachunku bryłowości robót ziemnych sposobem ścisłym
dokonanego.**

Wymienienie profili ograniczających przestrzeń obliczoną	Wskazanie brył pojedynczych	WYMIARY BRYŁ			BRYŁOWATOŚCI		U W A G I.	
		Boki podstawy		Średnia krawędzi pionowych	Wykopu			Nasypu
		Prostopadłe do osi drogi	Równoległe do osi drogi		Brył pojedynczych	Całej przestrzeni między dwoma profilami zawar- tej		
				Brył pojedynczych				Całej przestrzeni między dwoma profilami zawar- tej
125—125 ^a	Trapez I	0s.56	12s.00	0.612	4.113			
		0s.29	12.00	0.370	1.288			
	Prostokąt II	0s.20	12.00	0.818	1.963			
	Prostokąt III	0.45	12.00	0.661	3.569			
	Prostokąt IV	1.00	12.00	0.492	5.904			
	Prostokąt V	1.50	12.00	0.446	8.019			
	Prostokąt VI	1.10	12.00	0.363	4.792			
	Trapez VII	0.70	12.00	0.318	2.671	38 ^s .616		
		0.70	8.41	0.323	1.902			
	Trapez VIII	0.225	11.05	0.431	1.072			
		0.225	8.41	0.379	0.717			
	Trapez IX	0.100	11.05	0.483	0.534			
		0.100	10.78	0.483	0.348			
Trójkąt X	0.495	10.78	0.323	1.724				
Trójkąt XI	0.700	3.59	0.093	"	"	0.234		
Trapez XII	0.225	3.59	0.109	"	"	0.088		
	0.225	0.85	0.072			0.014		
Trójkąt XIII	0.150	0.85	0.036			0.005		
					Ogółem	38 ^{ss} .616	0 ^{ss} .341	

Liczby w powyższym wzorze zamieszczone odnoszą się do przestrzeni objętej dwoma profilami na figurze 12^{tej} przedstawionemi. Zdaje nam się, iż układ tego wzoru żadnych nie wymaga objaśnień, pamiętać tylko należy, iż dla każdego z trapezów obliczać się mających pozostawiać potrzeba po dwie linie.

2-gi Wzór rachunku za pomocą średniej dwóch powierzchni skrajnych dokonanego.

Wymienienie profilów ograniczających przestrzeń obliczaną	Odległość profilów	POWIERZCHNIE CZĄSTKOWE			WYMIARY CAŁKOWITYCH BRYŁ			OBJĘTOŚĆ BRYŁ		Bryłowość nasypu lub wykopu na całej przestrzeni profilami objętej		UWAGI		
		Wskazanie figur	Szerokość	Długość	Powierzchnie		Długości	W wykopie	W nasypie	Wykop	Nasyp			
					Wykopu	Nasypu								
125—125 ^a	12.00	125	Trójkąt	1.12	$\frac{1.062}{2}$	3.445	"	6.00	28.194			Poczynając od profilu 126 dla skrócenia nie wymieniono szczegółowo figur.		
	Trapez		0.20	$\frac{1.062 + 1.052}{2}$										
	Trapez		0.45	$\frac{1.052 + 0.730}{2}$										
	Trapez		2.50	$\frac{0.730 + 0.605}{2}$										
	Trapez		1.10	$\frac{0.605 + 0.627}{2}$										
	Trójkąt		0.58	$\frac{0.58}{2}$										
	Prostokąt		0.20	0.58										
125 ^a	Trapez		0.45	$\frac{0.58 + 0.28}{2}$										
	Prostokąt		1.00	0.28										
	Trapez		1.50	$\frac{0.28 + 0.22}{2}$										
	Trójkąt		1.10	0.11										
	Trapez		1.40	$\frac{0.627 + 0.655}{2}$										
125	Trapez	0.45	$\frac{0.655 + 0.964}{2}$											
	Trapez	0.20	$\frac{0.964 + 0.968}{2}$											
	Trójkąt	0.99	$\frac{0.968}{2}$											
	Trójkąt	1.40	$\frac{0.28}{2}$											
	Trójkąt	0.60	$\frac{0.28}{2}$											
125 ^a —126	8.00	125 ^a	Jak wyżej			"	0.280	1.50	"	0.420	"	4.020		
			126	Trapez	1.40	$\frac{0.55 + 0.62}{2}$	"	0.280	4.00	"	5.608			
				Trójkąt	1.00	$\frac{0.62}{2}$								
			126	Trójkąt	0.21	$\frac{0.15}{2}$	"	1.122						7.560
				Trapez	2.50	$\frac{0.15 + 0.30}{2}$								
				Trapez	1.10	$\frac{0.30 + 0.55}{2}$								
			126 ^a —127	20.00	125 ^a	Jak wyżej		1.254	"	2.16	2.709	"	2.709	34.970
	126	"	"	"	"	2.183	10.00	"	21.830					
	127	"	"	"	"	1.314	10.00	"	13.140					
127—128	20.00	127	"	"	"	"	0.782	10.00	"	20.640	22.513			
		128	"	"	"	"	1.282	"	"	"				
128—129	20.00	127	"	"	"	"	0.532	3.52	"	1.873	6.330			
		128	"	"	"	"	0.977	6.48	6.330	"				
		128	"	"	"	"	"	1.265	10.00	"		16.330		
		129	"	"	"	"	0.368							
		128	"	"	"	"	"	0.017	5.00	"		0.035		
129	"	"	"	"	"	0.017	5.00	0.085	"	42.015				
	128	"	"	"	"	0.977	10.00	40.930	"		16.415			
	129	"	"	"	"	3.116								
									Ogółem	^{ss} 88.638	^{ss} 81.878			

Wzór rachunku za pomocą średniej dwóch powtarzalnych obserwacji

WYMIAR CIECZKI	WYMIAR CIECZKI	WYMIAR CIECZKI		WYMIAR CIECZKI
		WYMIAR CIECZKI	WYMIAR CIECZKI	
0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

We wzorze powyższym pierwsze dwa profile są też same, któreśmy poprzednio we wzorze pierwszym jako przykład rachunku podali, bryłowatość zatém nasypów i wykopów pomiędzy niemi zawartych, dwojakim sposobem została obrachowana, różnica wypadków w obu razach otrzymanych jest tu widoczną. Podział przestrzeni obliczanéj został tu dokonany przez przeprowadzenie płaszczyzny pionowéj przez punkt przejścia na drugim profilu, równoległe do osi drogi. Tym sposobem po lewéj stronie téj płaszczyzny pozostały do obliczenia same wykopy, po prawéj zaś naprzeciw wykopu w jednym, pozostał nasyp w drugim profilu. Sposób ten układania rachunków mało jest używany, jakkolwiek bowiem mniej od pierwszego mozolny, nie dość jednak jest pośpiesznym; podajemy poniżej inny, którego zastosowanie dogodniejszém nam się wydaje.

3-ci Wzór obliczenia bryłowości robót ziemnych.

Numer profilów	WYKOPY					NASYPY					Ogólne wskazanie niektórych działań częściowych
	Powierzchnie				Bryłowości	Powierzchnie				Bryłowości	
	Po lewej stronie osi	Po prawej stronie osi	W całym profilu			Po lewej stronie osi	Po prawej stronie osi	W całym profilu			
125	s. 6.00	s. kw. 2.767	s. kw. 2.657	s. kw. 5.424	s. s. 32.544	"	"	"	"	"	$\frac{1.12 \times 1.062}{2} = 0.595$ $\frac{1.062 + 1.052}{2} \times 0.2 = 0.101$ $\frac{1.052 + 0.73}{2} \times 0.45 = 0.401$ $\frac{0.73 + 0.605}{2} \times 2.50 = 1.670$ Ogółem 2.767
a 125	s. 10.00	s. kw. 1.133	s. kw. 0.121	s. kw. 1.254	s. s. 12.540	"	s. kw. 0.280	s. kw. 0.280	s. s. 2.800	"	$\frac{0.605 + 0.655}{2} \times 2.50 = 1.575$ $\frac{0.655 + 0.964}{2} + 0.45 \times 0.405$ $\frac{0.964 + 0.968}{2} \times 0.20 = 0.193$ $\frac{0.968 \times 0.990}{2} = 0.484$ Ogółem 2.657
126	s. 14.00	"	"	"	"	s. kw. 0.594	s. kw. 1.589	s. kw. 2.183	s. s. 30.562	"	$\frac{0.58 \times 0.58}{2} = 0.168$ $\frac{0.58 \times 0.20}{2} = 0.116$ $\frac{0.58 + 0.28}{2} \times 0.45 = 0.194$ $\frac{0.28 \times 1.00}{2} = 0.280$ $\frac{0.28 + 0.22}{2} \times 1.50 = 0.375$ Ogółem 1.333
128	s. 20.00	"	"	"	"	s. kw. 0.698	s. kw. 0.616	s. kw. 1.314	s. s. 26.280	"	$\frac{0.22 \times 1.10}{2} = 0.121$ $\frac{0.28 \times 1.40}{2} = 0.196$ $\frac{0.28 \times 0.60}{2} = 0.084$ Ogółem 0.280
129	s. 10.00	"	"	"	"	s. kw. 3.133	s. kw. 3.133	s. s. 31.330	s. kw. 0.368	"	Razem wykopy .. 95.954
											Razem nasypu... 88.962

W rachunku powyższym całkowitą powierzchnię nasypu i wykopu w każdym profilu mnoży się przez sumę połowy długości, profil

ten od następnego i poprzedzającego oddzielających, i ta to właśnie summa połowy długości powinna być w kolumnie drugiej zapisana.

Zastosowanie téj zasady w przypadkach, gdy profil, całkowicie w nasypie położony, następuje po profilu zupełnie w wykopie się znajdującym, stałoby się przyczyną zauadto widocznych błędów; dlatego téż w takich razach nie bierze się za mnożnik połowy odległości, dwa takie profile rozdzielając, ale dla każdego właściwą długość się oblicza.

Weźmy *np.* cztery profile, z których:

Powierzchnia 1^{go} jest częścią w wykopie = W' częścią w nasypie = N'
 — 2^{go} całkowicie w wykopie = W'' — N''
 — 3^{go} całkowicie w nasypie = N'''
 — 4^{go} częścią w wykopie = W''' częścią w nasypie = N'''

Oznaczmy przez l odległość pomiędzy pierwszym profilem, a profilem który go poprzedził; przez l' odległość między pierwszym i drugim i t. d. Długości do zapisania w takim razie w kolumnie drugiej będą wyrażone przez

$$\begin{aligned} \text{Pierwszy profil} & \dots \dots \frac{l + l'}{2} \\ \text{Drugi profil} & \dots \dots \frac{l'}{2} + \frac{l''}{2} \cdot \frac{W''}{W' + N'''} \\ \text{Trzeci profil} & \dots \dots \frac{l''}{2} \cdot \frac{N'''}{W' + N'''} + \frac{l'''}{2} \\ \text{Czwarty profil} & \dots \dots \frac{l'' + l'''}{2} \end{aligned}$$

Zazwyczaj przy takim rachunku pomiędzy dwoma profilami, z których jeden całkowicie w nasypie, drugi całkowicie w wykopie jest położony, wpisuje się profil pośredni, którego powierzchnia równa się zeru, długość zaś tak ma być obrachowana, aby jój summa wraz z odcinkami obliczonymi dla każdego z profilów przyległych, stanowiła całkowitą odległość między temi profilami. Tym sposobem summa długości w kolumnie drugiej zapisanych, równać się winna całej długości obliczanej.

Okoliczność ta za sprawdzenie rachunku pod tym względem posłużyć może.

R O Z D Z I A Ł I V .

OBLICZANIE BRYŁOWATOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH ZA POMOCĄ STOSOWNYCH TABLIC.

§ 32.

Jakkolwiek przez zastosowanie, opisanych w rozdziale poprzednim, sposobów pośpiesznych obliczania bryłowości robót ziemnych, czynność ta o wiele uproszczoną została; jednakże gdy idzie o wygotowanie projektu drogi znacznej długości, rachunek staje się nadzwyczaj długim i mozolnym, starano się więc skrócić takowy obliczeniem stosownych tablic, o których z kolei mówić nam wypada. Używając zwykłych sposobów obliczania bryłowości robót ziemnych, potrzeba najprzód, na każdym profilu poprzecznym projekt drogi narysować, a następnie obliczać kolejno na każdym z tych profilów powierzchnię zawartą między liniami grunt i projekt oznaczającami. Rysunek ten i obliczanie powierzchni stanowi najdłuższą i najmozolniejszą część czynności przygotowawczych, tablice więc, o których mówić zamierzamy mają to na celu, aby uwalniając od rysowania profilów poprzecznych za pomocą wysokości nasypu, lub wykopu na osi drogi, i pochyłości gruntu w górę lub na dół idącej wskazać bez obliczania powierzchnię nasypu, i wykopu całym profilem objętą.

Przypuśćmy, iż profil poprzeczny przyjęty dla zbudować się mającej drogi, ma kształt wskazany na fig. 21. Koryto nq $n'q'$ jest przeznaczone do pomieszczenia bruku, lub nasypki szabru. Ponieważ do obliczenia bryłowości robót ziemnych nie wchodzi w rachunek ilość kamieni na bruk, lub nasypkę szabrową użyć się mających; przeto powierzchnia koryta od powierzchni profilu odciągniętą być powinna.

Dla łatwiejszego obliczenia powierzchni liniami temi łamanemi objętej, należy wynaleźć stosowne położenie dla linii prostej $p p'$, któraby mogła zastąpić łamaną $m n q q' n' m'$, czyli była na takiej wysokości przeprowadzoną, żeby powierzchnie $m p n o$ i $m' p' n' o'$ ponad nią się znajdujące, a od profilu odcięte, równemi były powierzchni $o q e o' q'$ pod nią umieszczonej, i która dla zrównowazenia, w miejsce odciętych części do ogólnej powierzchni profilu dodana być powinna. Oznaczmy przez l szerokość $m n$, przez l' szerokość $n n'$ nasypki szabrowej, przez p , głębokość $n q$ wyżłobienia. Przypuśćmy nadto, iż wygięcie w górę krzywój stanowiącej dno koryta $\frac{1}{50}$ czyli $0, 02$ jego szerokości, a pochylenie na zewnątrz linii $m n$ i $m' n' O^s O^s$ na jeden sążeń długości, wynosi. Oznaczmy wreszcie przez x małą wysokość $m h$, na którą punkta m i m' wzniesione są ponad szukaną linią $p p'$, a przez y odległość $n o$ punktów n i n' od tejże linii, ztąd ponieważ jako pochyłość dla linii $m n$ przyjęliśmy $O^s O^s$ będzie:

$$y = x + 0, 04 l.$$

Powierzchnia części $m n h o$ ponad linią $p p'$ położonej, równać się będzie $(x + y) l$, opuszczając małe trójkąciaki skrajne. Nadto ponieważ wysokość $o q$ jest równa $p - n o = p - y$, gdyby więc dno koryta stanowiło linię prostą $q q'$, część powierzchni tegoż koryta poniżej linii $p p'$, położona, wyraziłaby się przez $(p - y) l'$; ponieważ jednak linia $q e q$ stanowiąca dno jest krzywą, od powierzchni téj zatem odjąć potrzeba powierzchnię zawartą między krzywą $q e q'$ i prostą $q q'$. Że zaś wzniesienie punktu e ponad linią $q q'$ wynosi $0, 02 l'$ można więc przyjąć, iż powierzchnia odcinka $q e q'$ równa jest $\frac{2}{3}$ prostokąta mającego linię $q q'$ za podstawę a $0, 02 l'$ za wysokość.

Część więc powierzchni koryta poniżej linii $p p'$ położona będzie równa $(p - y) l' - \frac{0, 04 l'^2}{3}$. Linia $p p'$ takie ma zajmować położenie, aby części odcięte przez nią z powierzchni profilu równały się częściom dodanym będzie więc

$$l(x + y) = (p - y) l' - \frac{0, 04 l'^2}{3}.$$

Wstawivszy zamiast y jego wartość i rozwiązavszy powyższe równanie, otrzymamy:

$$x = \frac{3 l (p - 0.04 l) - 0.12 l^2 - 0.04 l^2}{3 (2 l + l)}$$

Przez oznaczenie w powyższy sposób położenia linii p p' kształt profilu poprzecznego zostanie uproszczonym. Przy wykonaniu drogi zazwyczaj robotom ziemnym nadaje się tymczasowo taki kształt uproszczony i dopiero na wykończeniu w właściwy go się zmienia sposób.

Przy obliczaniu tablic nasypów i wykopów wprowadza się inne jeszcze uproszczenie, przypuszcza się bowiem, iż grunt naturalny, z każdej strony osi drogi może być na profilu poprzecznym przedstawiony przez jedną linię prostą, mniej lub więcej pochyłą. Przypuszczenie to zazwyczaj prawie zupełnie z rzeczywistością się zgadza. Jeżeli grunt jest płaski, można przy niweliacji wynajdywać jednocześnie rzędną na osi drogi, i dwie inne dla punktów po obu stronach téjże osi o dziesięć sążni położonych; tym sposobem ułatwi się obliczenie pochyłości linii grunt naturalny przedstawiających, dostatecznym jest bowiem w takim razie odjąć rzędną osi drogi, od rzędnej punktu boczego, lub naodwrot, w otrzymanym wypadku posunąwszy przecinek o jedną liczbę ku prawej ręce, otrzymamy spadek całej linii na jeden sążeń długości.

§ 33.

Uprościwszy sobie w ten sposób zadanie przystąpić można do obrachowania tablic nasypów i wykopów. Przedstawić tu się mogą następujące przypadki:

- 1) Na osi wykop, grunt nachylony w górę (fig. 22).
- 2) Na osi wykop, spadek gruntu na dół (fig. 23).

(Widzimy na figurze, iż w tym razie trzy się mogą przedstawić przypadki, stosownie do mniej lub więcej łagodnego nachylenia gruntu).

- 3) Na osi nasyp, grunt wznosi się do góry (fig. 24).
- (Tu podobnież trzy przypadki zdarzyć się mogą):

4) Na osi nasyp, grunt pochyłony na dół (fig. 25).

(Dwa przypadki).

Mamy więc ogółem dziewięć przypadków, w których obliczyć mamy powierzchnię profilów za pomocą ilości stałych z typu profilu poprzecznego wynikających, i dwóch ilości zmiennych, to jest wysokości i nasypu, lub wykopu na osi, przez y wyrażonej, i pochyłości gruntu w górę lub na dół, którą przez x oznaczać będziemy.

Ilości stałe z przyjętego najprzód kształtu profilu wynikające, oznaczymy przez l, l', l'', f, h , w sposób na fig. 26 przedstawiony. t i t' wyrażać będą pochyłości skarp nasypu i wykopu; N i W nasyp i wykop; F powierzchnię rowu powyżej linii ab , nareszcie L całą szerokość gruntu z jednej strony osi pod drogę zajmowanego.

Rozbierzmy teraz szczegółowo pierwszy z przypadków, któreśmy wyliczyli, to jest gdy oś drogi znajduje się w wykopie, a grunt naturalny ma pochyłość w górę idącą (fig. 22).

W tym przypadku nigdy nie może być nasypu, powierzchnię zaś wykopu wynajdziemy, jeżeli obliczywszy powierzchnię trójkąta CBQ odejmiemy od niej powierzchnię trójkąta ABp i do różnicy dodamy powierzchnię rowu $m p n o$.

Widzimy iż powierzchnia $CBQ = \frac{1}{2} CB \times QL$

W miejsce CB i QL należy ustawić ich wartości:

$$CB = y + AB \text{ zaś } AB = l' t$$

$$\text{więc } CB = y + l' t$$

$$\text{Z drugiej strony mamy } QL = \frac{LB}{t}$$

$$LB = CB + CL = y + l' t + CL$$

$$CL = QL \times x$$

Będzie więc:

$$QL = \frac{y + l' t + QL \times x}{t}$$

$$\text{zskąd } QL = \frac{y + l' t}{t - x}$$

Powierzchnia więc trójkąta $CBQ = \frac{1}{2} \left((y + l' t) \frac{(y + l' t)}{t - x} \right)$

$$\text{czyli } CBQ = \frac{(y + l' t)^2}{2 (t - x)}$$

Powierzchnia zaś trójkąta $ABp = \frac{1}{2} AB \times Ap =$

$$= \frac{l t \times l}{2} = \frac{l^2 t}{2}$$

Będziemy zatem mieli na wartość całej powierzchni wykopu na połowie profilu:

$$W = \frac{(y + l' t)^2}{2 (t - x)} - \frac{l^2 t}{2} + F$$

W ten sam, mniej więcej sposób, postępując znaleźć można wartość nasypów lub wykopów we wszystkich dziewięciu przypadkach, które poprzednio wymieniliśmy.

Tablica poniżej umieszczona podaje wzory już wyprowadzone, które na każde z tych wypadków służyć mogą.

<p>y w wykopie x pochyłość w górę</p>	<p>1</p>	<p>$N = 0$</p>	<p>$W = \frac{(l''t+y)^2}{2(t-x)} - \frac{l'^2t}{2} + F$</p>	<p>$L = \frac{l''t+y}{t-x}$</p>
<p>y w wykopie x pochyłość na dół</p>	<p>2 3 4</p>	<p>$N = 0$ $N = \frac{(lt-y)^2}{2(t-x)} + \frac{y^2}{2x} - \frac{l^2t}{2}$ $N = \frac{(l't-y)^2}{2(t-x)} + \frac{y^2}{2x} - \frac{l^2t}{2}$</p>	<p>$W = \frac{(l''t+y)^2}{2(t+x)} - \frac{l'^2t}{2} + F$ $W = \frac{(l''t+y)^2}{2(t+x)} - \frac{l'^2t}{2} + F + N$ $W = \frac{y^2}{2x}$</p>	<p>$L = \frac{l''t+y}{t+x}$ $L = \frac{l't+y}{t-x}$</p>
<p>y w nasypie x pochyłość w górę</p>	<p>5 6 7</p>	<p>$N = \frac{(l't+y)^2}{2(t'+x)} - \frac{l^2t'}{2}$ $N = \frac{(lt+y)^2}{2(t+x)} - \frac{l^2t}{2}$ $N = \frac{y^2}{2x}$</p>	<p>$W = 0$ $W = \frac{(l''t-y)^2}{2(t-x)} - \frac{l'^2t}{2} + F + N$ $W = \frac{(l''t-y)^2}{2(t-x)} - \frac{l'^2t}{2} + F + N$</p>	<p>$L = \frac{l't+y}{t'+x}$ $L = \frac{l''t-y}{t-x}$</p>
<p>y w nasypie x pochyłość na dół.</p>	<p>8 9</p>	<p>$N = \frac{(lt+y)^2}{2(t-x)} - \frac{l^2t}{2}$ $N = \frac{(l't+y)^2}{2(t'-x)} - \frac{l^2t}{2}$</p>	<p>$W = \frac{(l''t-y)^2}{2(t+x)} - \frac{l'^2t}{2} + F + N$ $W = 0$</p>	<p>$L = \frac{l''t-y}{t+x}$ $L = \frac{l't+y}{t'-x}$</p>

Ostatnia kolumna oznaczona przez L daje szerokość połowy drogi od osi, do zewnętrznej krawędzi nasypu, lub wykopu włącznie z rowem. Sposób wyprowadzania wzorów w tej kolumnie umieszczonych podamy później.

Przy wygotowaniu projektu drogi, poznanie wartości dla L nadzwyczaj jest ważnym i służy za wskazówkę przy nabywaniu gruntów pod drogę zajmując się mających.

§ 34.

W wyprowadzonych powyżej wzorach widzimy, iż wszystkie wchodzące do nich ilości są stałe i z przyjętego naprzód kształtu profilu wynikają, z wyjątkiem dwóch zmiennych x i y dla każdego szczegółowego profilu, inną wartość mieć mogących; jeżeli zatem oznaczymy najprzód szerokość drogi i kształt jej przecięcia poprzecznego, możemy za pomocą tych wzorów nadając stopniowo zacząwszy od zera, coraz większe wartości dla x i y obliczyć tablice, które na każdy zdarzyć się mogący przypadek od razu powierzchni nasypu, lub wykopu na danym profilu wskażą. Zarząd Dróg i Mostów we Francyi uznając użyteczność podobnych tablic, polecił inżynierowi Coriolis wygotowanie takowych.

W tablicach P. Coriolis na rozmaite szerokości drogi obrachowanych, wartości dla x rosną po $0,^m005$ począwszy od zera, aż do $0,^m10$. Zaczynając zaś od $0,^m10$ aż do $0,^m25$ po $0,^m01$. Wartość dla y powiększają się o $0,^m01$ zacząwszy od 0 aż do $1,^m00$, a o $0,^m02$ od $1,^m00$ aż do $3,^m00$.

Tablice te są tak urządzone, iż u wierzchu każdej stronicy wypisana jest wartość dla y poniżej zaś następuje szereg powierzchni obrachowanych odpowiednio stopniowanym wartościom dla x . Kształt tych tablic jest następujący:

0,^m34 Wykop na osi.

0,^m34 Nasyp na osi.

Pochyłość gruntu na 1, ^m 00 <i>x</i>	Pochyłość w górę	Pochyłość na dół		Pochyłość w górę		Pochyłość na dół	
	Wykop	Wykop	Nasyp	Wykop	Nasyp	Wykop	Nasyp
0, ^m 000	2, ^m 42	2, ^m 42	„	0, ^m 10	1, ^m 42	0, ^m 11	1, ^m 42
0, ^m 005	2, 51	2, 34	„	0, ^m 12	1, 37	0, 08	1, 46
.....
.....

Gdy oś drogi jest w wykopie, a grunt ma pochyłość ku górze idącą, nasyp w takim razie, miejsca mieć nie może, dla tego też w powyższej tablicy przypadkowi temu jedna tylko odpowiada kolumna, dla innych zaś przypadków osobne kolumny do oznaczenia nasypu i wykopu są przeznaczone.

Użycie tych tablic żadnej nie przedstawia trudności. Mając wartość dla *y* dla danego punktu wynalezioną, szuka się odpowiadającej téj wartości stronnicy, następnie odszukuje się w kolumnie pierwszej liczbę odpowiadającą wynalezionéj wartości dla *x* i w tymże samym wierszu napotyka się szukane powierzchnie nasypu lub wykopu. Tym sposobem wynalazszy powierzchnie odpowiadające jednéj połowie profilu, téż samą czynność powtarza się dla drugiey a dodawszy dwa cząstkowe wypadki, otrzymamy wartość powierzchni nasypu i wykopu na całym profilu rozpoznawanym.

§ 35.

Przy wyprowadzeniu wzorów służących do obliczania powierzchni nasypów i wykopów przypuściliśmy, iż nachylenie gruntu na każdéj połowie profilu może być przez jednę linią prostą przedstawione; jeżeli jednak nierówności gruntu tak są wyraźne, iż podobne uproszczenie zastosowania znaleźć nie może, tablice powyżej opisane do wynalezienia wprost powierzchni nasypu lub wykopu użytymi być nie mogą. W takim razie

chcąc użyć tablic, potrzeba w następujący postąpić sposób. — Przypuśćmy iż linia łamana CbQ (fig. 27) oznacza grunt naturalny. Przedstawivszy sobie linie Cb lub bQ przedłużone do punktów Q i C' , za pomocą tablicy wynaleźć możemy wartość powierzchni ACQ' *on m*, lub $AC'Q$ *on m*.

Od tak wynalezionej wartości odjąć należy w pierwszym razie powierzchnię trójkąta $bQ'Q'$, w drugim bCC' a wypadek da nam powierzchnię szukaną. W ogóle podobne postępowanie utrudnia użycie tablic, dla tego też profile, w których grunt naturalny za pomocą dwóch linii, na osi tylko drogi się załamujących, przedstawiony być nie może, najlepiej zwyczajnym obliczać sposobem.

§ 36.

Zasady któreśmy powyżej wyłożyli w różny rozwinięte sposób, posłużyły inżynierom francuzkim i niemieckim do ułożenia rozmaitych tablic mniej, lub więcej w użyciu dogodnych, w których szczególny opis wchodzić tu nie możemy; dla uzupełnienia tylko wiadomości tego przedmiotu dotyczących, wskażemy jeszcze zasadę odmienną od poprzedzającej, na której p. Macaire, konduktor dróg i mostów we Francyi, oparł obliczenie tablic przez siebie ogłoszonych.

Rozbierzmy podobnie jak poprzednio pierwszy z czterech zdarzyć się mogących przypadków, to jest przypuśćmy iż mamy do obliczenia profil, którego oś jest położona w wykopie, a grunt ma nachylenie idące ku górze. Skarpa wykopu pochylona jest jak zwykle pod 45° . Jeżeli wyprowadzimy dwie prostopadłe przez punkta p i Q przechodzące (fig. 28) ich długość V i V' może być wyrażoną za pomocą ilości stałych z kształtu profilu wynikających, i zmiennych danemu przypadkowi odpowiednich, po oznaczeniu zaś długości prostopadłe te posłużą nam do wynalezienia całej powierzchni wykopu. Zachowując te same głośki, które nam poprzednio do oznaczenia rozmaitych wymiarów profilu służyły, będzie:

$$V' = y + l' x.$$

Co się tyczy drugiej prostopadłej V widzimy naprzód iż:

$$V = V' + Q a$$

Ponieważ zaś pochylenie linii $p Q$ wynosi 45° przeto linia $p Q' = Q Q' V$ będzie więc

$$Q a = V x$$

Wstawiając wartość tę w pierwsze równanie mamy:

$$V = V' + V x$$

$$\text{czyli } V(1 - x) = V' \quad \text{zład}$$

$$V = \frac{V'}{1 - x}$$

Za pomocą dwóch tych prostopadłych obliczyć można powierzchnię wykopu, linię $AQ' = L$, czyli szerokość zajętego pod drogę pasa ziemi; wreszcie $PQ = T$ czyli szerokość skarpy.

Widzimy najprzód, iż powierzchnia wykopu równa się w tym przypadku summie powierzchni dwóch trójkątów ApQ i aCQ powiększonej powierzchnią rowu. Oznaczywszy powierzchnię pierwszego trójkąta przez S , drugiego zaś przez S' będziemy mieli:

$$W = S + S' + F$$

W miejsce zaś S i S' wstawiając ich ważności, będzie:

$$W = \frac{l' V}{2} + \frac{y(l'' + V)}{2}$$

Szerokość drogi wyrazi się przez

$$L = l' + V$$

Szerokość skarpy przez

$$T = V\sqrt{2}$$

We wszystkich innych przypadkach na jakie przy obliczaniu nasypów, lub wykopów natrafic można, postępując powyższym wskazanym sposobem, wyprowadzimy odpowiednie wzory, których zbiór posłużył p. Macaire do obliczenia ogłoszonych przez niego tablic nasypów i wykopów.

§ 37.

Tablice rysunkowe do obliczania nasypów i wykopów służące. Opisane powyżej tablice nasypów i wykopów nie wątpliwie obliczenia tego przedmiotu dotyczące, o wiele skracają i ułatwiają; starano się jednak dla większej jeszcze dogodności i pośpiechu w użyciu wypadki w nich zamieszczone uwydatnić na rysunku, tak aby stawały się widocznymi od pierwszego nieledwie rzutu oka: ztąd powstały tablice rysunkowe do obliczania nasypów i wykopów służące. Zasady, na których się tablice te opierają, podane są przez geometryę analityczną.

Wiadomo z téj nauki, że jeżeli pomiędzy dwiema ilościami zmiennymi zachodzi stosunek stały, a jedną z tych ilości przyjmujemy jako rzędną, drugą jako odciętą i jeżeli narysujemy na płaszczyźnie równoległej do dwóch osi współrzędnych cały szereg zmiennych wartości dla obu tych linii, wówczas przecięcia odpowiadających sobie odciętych i rzędnych utworzą szereg punktów położonych na téj płaszczyźnie i stanowiących w swym ciągu linię prostą, lub krzywą, za pomocą której mając jedną z dwóch ilości zmiennych, drugą można znaleźć.

Tym sposobem wszelka tablica dająca wartości dla jednej ilości zmiennój, odpowiednie wartościom drugiej zmiennój, może być zastąpiona przez linię krzywą na płaszczyźnie nakreślonej. Tak *np.* tablica logarytmów dająca szereg wartości dla dwóch zmiennych, to jest liczby i jój logarytmu, których wzajemny stosunek wyrażony jest przez równanie $y = \log x$, może być zastąpiona przez krzywą, z równania tego wynikającą, tak iż proste odmierzenie na rysunku rzędnej y , wskaże odpowiednią jój wartość dla odciętej x , która będzie jój logarytmem.

Jeżeli w miejscu dwóch, mamy trzy ilości zmienne, w takim pomiędzy sobą stosunku zostające, iż wielkość każdój z osobna od wielkości dwóch innych zależy, linia krzywa na płaszczyźnie nakreślona, nie wystarczy już do uwydatnienia takiego między trzema zmiennymi stosunku.

W tym właśnie przypadku znajdują się tablice nasypów i wykopów, gdzie wysokość nasypu lub wykopu na osi, pochy-

Ilość gruntu, i powierzchnie nasypu lub wykopu są trzema ilościami zmiennymi, a wielkość trzeciej, to jest powierzchni od dwóch pierwszych bezpośrednio zależy.

Stosunek taki między trzema ilościami zmiennymi może być przedstawiony, nie przez linię, lecz przez płaszczyznę krzywą do trzech osi współrzędnych prostokątnych odniesioną. — Zdaje się napozór, iż przedstawienie takiej płaszczyzny krzywój, do trzech osi współrzędnych odniesionój, na płaszczyźnie narysowaném być nie może, i wymaga wszystkich trzech wymiarów przestrzeni właściwych; jeżeli jednak przypomnimy sobie wiadomości podane poprzednio o krzywych poziomych, do przedstawienia nierówności gruntu służących, przekonamy się, iż używszy tego samego sposobu, można jasno i zrozumiale, kształt powierzchni krzywój a tém samém i stosunek między trzema ilościami zmiennymi na rysunku przedstawić.

Przypuśćmy, iż równanie $f(x, y, z) = 0$ wyraża powierzchnię krzywą, którą na płaszczyźnie czynić zamierzamy.

Czyniąc w tém równaniu kolejno $z = a, z = 2a, z = 3a...$ otrzymamy równanie wyrażające szereg krzywych poziomych, przedstawiających przecięcia powierzchni krzywój, za pomocą płaszczyzn jednostajnie jedna od drugiej oddalonych i równoległych od płaszczyzny xy . Jeżeli wreszcie na każdój z tak otrzymanych krzywych wypiszemy odległość jój od płaszczyzny xy przez $a, 2a, 3a...$ wyrażoną, przedstawienie rysunkowe powierzchni krzywój uzupełnioném zostanie.

Na powyżej wyłożonych zasadach oparta tablica rysunkowa, pozwoli odszukać bez rachunku wszelką wartość dla z odpowiadającą dwóm danym wartościom x i y . Jeżeli bowiem podzielimy osi współrzędne na równe części i przez wszystkie punkta podziaily te oznaczające, przeprowadzimy odcięte i rzędne; jeżeli następnie wykreślimy w sposób już opisany linie krzywe, przecięcia powierzchni krzywój z płaszczyznami poziomymi oznaczające, dostateczném będzie dla wynalezienia wszelkiej szukanej wartości dla z , odszukać na rysunku odpowiednią dwóm danym rzędną i odciętą, a prowadząc okiem po dwóch tych liniach, zatrzymać się na wspólném ich przecięciu.

Przecięcie to pada, albo na samą krzywą poziomą, lub między dwiema; w pierwszym razie odczytanie wysokości zapisanej na krzywej wskaże wartość dla z , w drugim trzeba od oka lub podług podziałki wziąć na rysunku odległość przecięcia od poprzedzającej go krzywej, i tak wynaleziony ułamek do wartości dla z przez samą krzywą wskazaną dołączyć.

§ 38.

Zasady powyższe zastosowane zostały po raz pierwszy w roku 1843 przez inżyniera francuzkiego Lalanne do ułożenia tablic nasypów i wykopów. Urządzanie tych tablic jest następujące:

Cztery tablice osobne, na jednym arkuszu papieru pomieszczone, odpowiadają czterem wydarzyć się mogącym przy obliczeniach tego rodzaju przypadkom, to jest wykopowi, lub nasypowi na osi drogi, z nachyleniem na dół, lub w górę gruntu naturalnego. Oś rzędnych podzielona jest na równe części odpowiadające wysokości nasypu, lub wykopu na osi drogi; oś odciętych w podobny sposób jest podzielona na części odpowiadające rozmaitym pochyłościom gruntu naturalnego. Krzywe w kształcie paraboli, przez odpowiednie punkta przechodzące, wskazują wielkość powierzchni nasypów, lub wykopów. Figura 29 przedstawia jedną z czterech w ten sposób urządzonych tablic.

Dla uniknienia niedogodności od wykreślenia linii krzywych nie odłącznych, Lalanne przez zaprowadzenie stosownych zmian w swoich tablicach na właściwem stopniowaniu wielkości podziałów na osi rzędnych i odciętych opartych, doszedł do ułożenia tablic z samych linii prostych złożonych. Wzór takich tablic podaje figura 30, a wypadki za pomocą nich otrzymywane w zupełności się zgadzają z wypadkami na parabolach odczytywanymi.

Prócz tablic Lalann'a znane są jeszcze tablice Davain'a i inne; zakres naszego pisma nie pozwala nam wchodzić w szczegółowy opis ich układu, ograniczamy się więc na przypomnieniu, iż dla wszystkich za wspólną zasadę służy możność przed-

stawienia na rysunku wzajemnego stosunku pomiędzy trzema ilościami zmiennymi zachodzącego.

ROZDZIAŁ V.

PRZEWOŻENIE ZIEMI DLA WYKONANIA NASYPÓW

I WYKOPÓW.

§ 39.

Po obrachowaniu którymkolwiek ze sposobów powyżej podanych, objętości nasypów i wykopów, na przestrzeni projektowanej drogi wykonać się mających, należy rozpoznać i ocenić odległości wykopy od nasypów oddzielające, w celu użycia ziemi pochodzącej z pierwszych dla wykonania drugich.

Dla oceny tych odległości następujące ogólne prawidła posłużyć mogą:

1^o Jeżeli naprzeciw wykopu, leży nasyp równy mu co do objętości, jeżeli nadto położenie jednego względem drugiego jest takie, iż przewózka ziemi odbywać się może podług linii równoległych, średnią odległością nasypu od wykopu, będzie wówczas odległość ich środków ciężkości przedzielająca.

Jeżeli więc mamy wykop *W* (fig. 31) położony naprzeciw nasypu *N*, równy mu co do objętości i podobny lub symetryczny kształtem, należy przeprowadzić pewną ilość płaszczyzn równoległych, które tak nasyp jak i wykop podzielą na części wzajemnie sobie odpowiadające i równe. Każda więc z tych części w kierunku równoległym do dzielących płaszczyzn, z wykopu do nasypu przewiezioną być winna.

2^o Jeżeli drogi po których ziemia z wykopu do nasypu ma być przewożona, nie mogą być względem siebie równoległe, odległość średnia między nasypem a wykopem, będzie większą od odległości pomiędzy ich środkami ciężkości zawartą; starać się jednak należy, drogi te tak urządzić, aby się z sobą nie krzyżowały, gdybyśmy bowiem wykop w punkcie *a* położony (fig.

32) przewieźć chcieli na miejsce równego mu co do objętości nasypu w punkcie b' , wykop zaś z punktu b na punkt a' skierowali: widoczną jest rzeczą, iż summa odległości $ab' + ba'$ byłaby większą od summy odległości branych w kierunku prostym to jest $aa' + bb'$.

Jeżeli zatem wykop W (fig. 33) położony jest naprzeciw nasypu N równego mu co do objętości, lecz odmiennego kształtu, w takim razie należy przeprowadzić pewną ilość płaszczyzn pionowych tak, aby odcięta przez każdą z nich część nasypu i wykopu równej była objętości. Kierunek tych płaszczyzn będzie zarazem kierunkiem, jaki drogom przy przewożeniu ziemi nadać należy.

Jeżeli przeciwnie objętość wykopu W (fig. 34) większą się od nasypu N okazuje, płaszczyzny rozdzielające powinny być zakończone wspólnymi przecięciami w punktach np. a, b . Pojedyncze części wykopu, odgraniczone każdymi dwiema najbliższymi sobie płaszczyznami, równe być mają co do objętości, odpowiednim częściom nasypu, część więc wykopu oddzielona przez powierzchnię krzywą $abcd$ będzie równą całemu nasypowi, pozostała zaś część wykopu w inne powinna być przewieziona miejsce.

3^o Jeżeli na drodze pomiędzy nasypem a wykopem znajduje się jaki przymusowy punkt do przebycia, np. most na rzece (fig. 35) lub t. p., w takim razie kierunki dróg przewozowych do wykopu idących zbiegać się w tym punkcie powinny, po przebyciu zaś punktu rzeczonoego na nowo w właściwym rozbiegają się kierunku. Odległością średnią w takim razie będzie summa odległości środków ciężkości nasypu i wykopu, od punktu przymusowego przejścia.

Niektóre z podanych powyżej zasad znajdują dosyć częste w użyciu zastosowanie, w ogóle jednak przy wykonaniu robót ziemnych, jakich zbudowanie drogi wymaga, ziemia przewożona bywa w dwóch głównych kierunkach, to jest albo prostopadle do osi budującej się drogi, co wtenczas ma miejsce, gdy profil poprzeczny częścią się znajduje w nasypie, częścią w wykopie, albo w kierunku osi drogi.

W obu tych razach, drogi po których przewożenie ziemi się odbywa, za równoległe względem siebie mogą być uważane; średnia zaś odległość nasypu i wykopu równa się odległości, ich środki ciężkości przedzielającej.

§ 40.

Rozkład robót ziemnych. Ważną nadzwyczaj rzeczą pod względem oszczędności w wydatkach jest stosowne i właściwe rozłożenie i użytkowanie ziemi pochodzącej z wykopów.

W ogóle przeznaczeniem ziemi wykopanej jest użycie jej na wykonać się mające nasypy; dlatego też w każdym projekcie drogi starać się o to należy, aby nasypy i wykopy o ile możliwości równoważyły się z sobą. Prawidło to ogólne nie zawsze zastosowaniem być może, w miarę bowiem odległości przewozu, wzrastają i koszta. Ziemia zatem z wykopów pochodząca, na najbliższe tylko nasypy użytą być może, i częstokroć okaże się korzystniejszym, jak to później obszerniej wykażemy, złożenie części ziemi wykopanej w usypaną na boku drogi groblę, aniżeli przewożenie jej do nasypów dalej położonych. Podobnie co do nasypów, zamiast przywożenia do nich ziemi z oddalonych wykopów, lepiej czasami obok drogi wybrać rów, który dostarczy potrzebnej na nasyp ziemi. Pamiętać jednak w obu tych razach należy, iż równie pod nasypianie grobli bocznej, jak na wykonanie rowu ziemi dostarczającego, potrzeba nabyć grunt na zewnątrz pasa pod drogę właściwie zajętego, co zwykle z osobnemi połączone bywa kosztami. Zasady ocenienia liczebnego, który z tych sposobów oszczędniejszym się okaże, podajemy poniżej, tu zaś nadmieniliśmy tylko tyle, ile do zrozumienia ważności stosownego rozłożenia ziemi niezbędnie jest potrzebnem. Przedmiotem rozkładu robót ziemnych jest więc wskazanie szczegółowo dla każdej części wykopu, w jaki sposób ziemia wykopana ma zostać użytą, dla każdej zaś części nasypu, z kąd ziemia na wykonanie takowego wzięta być powinna.

Rozkład taki dwojakim może być przedstawiony sposobem, to jest na rysunku, lub w liczbowej tablicy.

O obu tych sposobach z kolei mówić zamierzamy.

§ 41.

Przypuśćmy, iż jest do przedstawienia rozkład robót ziemnych na przestrzeni zawartej pomiędzy sześcioma profilami, które przez A, B, C, D, E, F , (fig. 36) oznaczymy.

Na linii poziomej AF wyprowadza się prostopadłe w punktach $A, B, C, D \dots$

Odległość między temi punktami powinna być oznaczona podług przyjętej podziałki i równać się odległości pomiędzy profilami odpowiedniami zawartej.

Na tak wyprowadzonych prostopadłych odcina się podług podziałki, zazwyczaj większej niż przy odległościach, długości proporcjonalne do powierzchni nasypów i wykopów na każdym profilu obliczonych, z zachowaniem téj ostrożności, iż wszystkie wykopy oznaczają się powyżej, wszystkie zaś nasypy poniżej linii AF . Jeśli następnie koniec tych prostopadłych połączymy z sobą liniami prostemi, utworzy nam się pewna liczba trójkątów i trapezów, z których każdy objętość odpowiedniej części nasypu lub wykopu przedstawiać będzie.

Dla profilów w których same tylko nasypy, lub same wykopy się znajdują i położone są naprzeciwko tego samego rodzaju powierzchni w następnych profilach, przedstawienie to będzie dokładnem, w przeciwnym razie potrzeba je uzupełnić w sposób, który poniżej podajemy.

Itak przypuśćmy, iż pierwszy profil A całkowicie w wykopie jest położony, następny zaś B znajduje się częścią w wykopie, częścią w nasypie. Jak wiadomo w takim przypadku przy obliczaniu robót ziemnych, powierzchnia profilu A powinna być rozdzielona na dwie części, to jest jedną w której wykop w profilu A jest położony naprzeciw wykopu w profilu B , drugą, w której wykop pierwszego profilu odpowiada nasypowi drugiego. Przypuśćmy więc, iż pierwsza z tych cząstkowych powierzchni na profilu A przedstawiona jest przez długość $A \alpha$,

druga zaś przez $A \alpha_2$. Profil B położony jest częścią w wykopie, częścią w nasypie, odpowiednio więc do wielkości tych dwóch powierzchni odcina się na prostopadłej długości $B \beta$ po nad linią AF , która oznaczy powierzchnię wykopu, poniżej zaś téj linii długość $B b$ do oznaczenia powierzchni nasypu posłużyć mającą. Jeżeli punkt α_1 połączymy linią prostą z punktem β , utworzy nam się trapez $AB\beta\alpha_1$, który przedstawi objętość pierwszej z dwóch tych części wykopu.

Jeśli następnie punkt α_2 z punktem b połączymy podobnie linią prostą, utworzą się nam dwa trójkąty, z tych pierwszy $A l \alpha_2$ przedstawi wykop, drugi zaś $B l b$ odpowiadający mu nasyp. Trójkąt $A l \alpha_2$ pokrywa część trapezu $A \alpha_1 \beta B$; dla przedstawienia więc całkowicie objętości wykopu, potrzeba na zewnątrz tego trapezu dodać trójkąt równoważny co do powierzchni trójkątowi $A l \alpha_2$. W tym celu przedłuża się linia $A \alpha_1$ aż do punktu α tak, aby część przydana $\alpha\alpha_1$, równa była części $A \alpha_2$. — Następnie z punktu l wyprowadza się prostopadłą do spotkania się z linią $\alpha_1 \beta$ w punkcie l' . Połączywszy punkt l' z punktem α , utworzy nam się trójkąt $\alpha_1 \alpha l'$ mający równą podstawę i wysokość z trójkątem $A l \alpha_2$ a zatem równoważny mu co do powierzchni. Tym sposobem objętość całego wykopu pomiędzy profilami A i B położonego wyrazi się przez figurę $A \alpha l' \beta B$.

Postępując w podobny sposób na przestrzeni zawartej pomiędzy profilami B i C otrzymamy najprzód trapez $b B C c_2$ i położony na nim trójkąt $i C c_1$, który zastąpić należy przez równoważny mu trójkąt $i' c_2 c$. Objętość więc nasypu pomiędzy dwoma temi profilami wyrazi się przez powierzchnię $b B C c i'$, objętość zaś wykopu przez powierzchnię trójkąta $B \beta i$.

Profile C i D obadwą są położone całkowicie w nasypie, połączenie więc linią prostą punktu c z punktem d , wystarczy do przedstawienia całego nasypu, na téj się znajdującego przestrzeni. Za pomocą podobnego sposobu otrzymamy na wyrażenie objętości nasypu pomiędzy profilami D i E powierzchnię $D E e h' d$, na wyrażenie zaś wykopu trójkąt $h e E$; pomiędzy profilami wreszcie E i F trapez $E F f e$ wyrazi nasyp, trapez zaś $E e \omega F$ wykop.

Przedstawivszy, w opisany powyżej sposób zapomocą figur prostokreślnych, objętości nasypów i wykopów na całej zajmującej nas przestrzeni znajdujących się, przystąpić należy do właściwego rozkładu, to jest wskazania na rysunku, gdzie ziemia pochodząca z każdego szczegółowo wykopu ma być przewieziona, i z kąd należy brać ziemię na wykonanie każdej części nasypu. W tym celu wszędzie, gdzie pomiędzy dwoma profilami znajduje się jednocześnie wykop i nasyp, jak to ma miejsce w przykładzie nas zajmującym między profilami A i B , B i C , D i E , E i F należy powierzchnię większą, bez względu czy ona nasyp czy wykop przedstawia, rozdzielić na dwie części tak, aby jedna z nich była równą i symetryczną, lub tylko równoważną owęj mniejszej powierzchni.

I tak pomiędzy profilami A i B trójkąt $l B b$ oznacza nasyp wykonać się mający: Jeżeli z powierzchni figury $A a l \beta B$ wyrażającej objętość wykopu na téjże samej przestrzeni, odetniemy trójkąt $l B b'$, równy i symetrycznie położony z trójkątem $l B b$, oznaczy on część ziemi, która pochodząc z wykopu, i równą będąc z zajmującym nas nasypem objętości, na wykonanie takowego ma być użyta. Tym sposobem pomiędzy profilami A i B część wykopu zużywa się na miejscu, pozostała zaś część przez figurę $A a' l' \beta' b' l$ przedstawiona pozostaje rozporządzalną do użycia na dalsze nasypy.

Podobnie pomiędzy profilami B i C napotykamy jednocześnie nasyp i wykop, — odciawszy więc od nasypu figurę $B b' i' \beta'' i$ równoważną trójkątowi $B \beta i$ widzimy iż po zużyciu na miejscu całego, pomiędzy temi profilami znajdującego się wykopu, pozostaje nam jeszcze nasyp przez figurę $\beta'' i C c$ wyrażony, który ziemią z innego miejsca wziętą zapełnić należy. W ten sam sposób dopełnić należy rozdziału między profilami D i E tudzież E i F .

Po dopełnieniu téj czynności pozostanie nam tylko dwie figury skrajne $A a' l' \beta' b' l$ oraz $e'' \varphi f'$ przedstawiające nie użyty dotąd wykop, po środku zaś figura $i h \varepsilon'' e h d c \beta''$ oznaczająca nasyp, na wykonanie którego, w miejscu ziemi nie znajdujemy; potrzeba więc pozostające bez użytku wykopy, obrócić na wy-

konanie tego nasypu. W tym celu przeprowadzić należy linią $\bar{x} y$, która z całej figury rozpoznawanej nasyp przedstawiającej, odetnie β'' i $x y c$ równoważną wykopowi $A \alpha' l' \beta' b' l$. Pozostało nam dwie już tylko figury: $x h e'' e h' y$ przedstawiająca nasyp i $e'' \varphi f'$ wykop nie zużyty.

Gdyby dwie te figury były równoważne sobie co do powierzchni, wówczas cały wykop przeznaczonyby został na wykonanie nasypu; przypadek podobny nader rzadko tylko zdarzyć się może, i widzimy w zajmującym nas przykładzie, iż trójkąt $e'' \varphi f'$ oznaczający wykop, większym jest od powierzchni niezapełnionej dotąd nasypu; należy więc przeprowadzić linię $p q$ w taki sposób, aby trójkąt $e'' p q$ równoważył z powierzchnią nasyp przedstawiającą, część zaś pozostała wykopu $q p \varphi f'$ nie znajdując odpowiedniego przeznaczenia, odwieziona być musi na boki drogi i usypaną w groblę podłużną.

Gdyby przeciwnie nasyp ostatniej figury większym był od wykopu, należałoby część jego po środku a zatém najdalej od wykopu położoną oddzielić linią prostopadłą do $A F'$, w ten sposób, aby część nasypu, po prawej stronie téj nakreślonej linii położona, równoważyła z rozporządzalnym wykopem, część zaś pomiędzy tąż linią a linią $x y$ zawarta, nie znajdując w wykopach ziemi potrzebnej, zapełnionaby została zapomocą ziemi wykopanej z rowu bocznego, na ten cel wykonanego.

Zdarzyć się wreszcie może przy większej odległości wykopu od nasypu, iż korzystniej jest ziemię wykopaną złożyć w groblę na boku drogi, nasyp zaś ziemią z bocznego rowu zasilić, niżeli dowozić nań ziemię z odległego wykopu. Niepodobna naprzód oznaczyć stałej odległości nasypu od wykopu, od której zaczynając, użycie powyżej podanego sposobu korzystnymby się stawało; zależy ona od ceny robotnika, ceny przewozu, i wartości gruntów, które na zewnątrz pasa zajętego pod drogę na umieszczenie grobli i rowu bocznego nabyć należy. Obrachowanie w każdym przypadku nadzwyczaj jest łatwém, zwrócimy tu tylko uwagę, iż odległość ta rośnie w stosunku zmniejszania ceny przewozu ziemi; dlatego téż przy użyciu wagonów po kolei żelaznej przebiegających, o wiele dalej

z korzyścią ziemia może być przewożona, niż w razie użycia zwykłych środków przewozu.

Dokonawszy rozkładu w sposób dopiero co opisany, pozostają jeszcze do oznaczenia średnie odległości przedzielające nasypy, od mających dostarczyć ziemi wykopów, to jest odległości przewozu ziemi. W tym celu wynajduje się sposobem znanym ze statyki, dla każdej z figur położenie środka ciężkości.

Jeżeli rysunek wykonanym został z pewną dokładnością, dostatecznym jest w takim razie użyć sposobów wykreślnych, i wynalazłszy w przykładzie nas zajmującym położenie punktów $\gamma, g', g_1, \gamma_1$ wymierzyć na figurze podług podziałki długość linii $\gamma g'$ i $g' \gamma_1$ to jest odległość poziomą punkta te przedzielającą. Jeżeli oznaczenie to odległości z większą chcemy wykonać dokładnością, użyć należy rachunku, który żadnej nie przedstawia trudności, jest jednak dość długim; dlatego też środek ten nadzwyczaj rzadko używanym bywa.

Po oznaczeniu odległości należy zastosować do nich ceny przewozu, podług zasad które poniżej wskazać zamierzamy.

§ 42.

Cały podany powyżej sposób przedstawiania na rysunku rozkładu nasypów i wykopów, jest dosyć mozolnym i długiego wymaga czasu; dlatego też rzadko używanym bywa: miejsce zaś jego zastępują zwykle tablice, które za pomocą liczb pomieszczonych w stosownych kolumnach, przedstawiają zarówno wypadki całego rachunku nasypów i wykopów, jak rozkład pochodzącej z nich ziemi.

Podajemy tu wzór podobnej tablicy.

Przy zapełnianiu liczbami kolumn powyższej tablicy, uważa się zazwyczaj, jakoby cała objętość nasypu lub wykopu z jednej i drugiej strony każdego pojedynczo profilu położona, skupioną została w miejscu samego profilu; czyli co na jedno wychodzi, jakoby środek ciężkości każdej z tych brył padał na linię profilu oznaczającej. Widoczną jest rzeczą, iż przypuszczenie to jest fałszywem, najprzód co do profilów skrajnych, które tylko z jednej strony mogą mieć nasypy lub wykopy; powtóre co do profilów pośrednich, gdy środek ciężkości w oddaleniu od takowych przypada, jak to często miejsce mieć może. Z tém wszystkiém błędy ztąd wynikające w ostatecznym wypadku zazwyczaj równoważą się prawie zupełnie, oznaczanie zaś dokładne środków ciężkości wszystkich figur, utrudniałoby użycie tablic i zmuszało do przedstawiania rysunkowego rozkładu robót, który jak to poprzednio już powiedzieliśmy, zanadto mierzalnym nam się wydaje.

W tablicy powyższej kolumny 1, 2, 5, są powtórzeniem wypadków przy obliczaniu objętości nasypów i wykopów otrzymanych.

Przypuszcza się zazwyczaj, iż pewna ilość, *np.* sążeń sześcienny ziemi wykopanej i użytej na nasyp, zajmie tę samą przestrzeń po przewiezieniu; w takim przypadku kolumny 3 i 4 pozostają niezapełnione: zdarzyć się jednak może, szczególnie przy wykopach w ziemiach bardzo ścisłych, lub skale dokonywanych, iż po poruszeniu pierwotna objętość, mniej lub więcej, się powiększa i sążeń wykopu daje przeszło sążeń sześcienny nasypu: powiększenie to zapisuje się w kolumnie 3. Liczby zaś w tej kolumnie pomieszczone i dodane do liczb kolumny 2 służą do zapełnienia kolumny 4.

Liczby kolumny 6 oznaczają ilość ziemi wykopanej, która w miejscu na nasyp ma być użytą, to jest przeniesiona tylko w kierunku poprzecznym do osi drogi; jest to więc powtórzenie mniejszej z dwóch liczb w kolumnach 4 i 5 zamieszczonych. Różnica między dwiema temi liczbami zapisuje się w kolumnie 7 lub 9, stosownie do tego, czy objętość wykopu, czy nasypu jest przewyższającą.

Kolumny 8 i 10 otrzymują się przez dodanie liczb bezpośrednio po sobie następujących w kolumnie 7 lub 9: to jest, jeżeli w ciągu kilku jeden po drugim idących profilów, wciąż otrzymujemy przewyżkę nasypu, lub wykopu, potrzeba przez dodanie tych bezpośrednio po sobie następujących przewyższek obliczyć całą objętość brakującej, lub zbywającej w jednym ciągu ziemi.

Kolumny 11 i 12 zawierają właściwy rozkład ziemi pochodzącej z wykopów, a nie zużytej na miejscu.

W pierwszej z nich zamieszcza się ziemia, mająca być przewieziona wzdłuż osi drogi, dla wykonania dalszych nasypów; w drugiej ziemia, dla której nie znajduje się stosownego w nasypach umieszczenia.

W tej kolumnie zamieszcza się także objętość wykopu, który na jaki szczegółowy użytek obrócić chcemy, *np.* skały wydobytej z wykopu, która na wykonanie murów służyłaby mogła.

Kolumna 13 daje objętość ziemi, którą z rowu bocznego wydobyć należy, dla zapełnienia braku w nasypach.

W kolumnie 14 zapisują się numera profilów, na które ziemia z wykopu pochodząca ma być przewieziona, lub oznacza się miejsce, w którym pomocnicze groble, lub rowy boczne założyć zamierzamy.

Kolumna wreszcie 15 służy do oznaczenia przewozu każdej części wykopu. Wiemy już z poprzedniego, iż właściwą odległością nasypu od wykopu jest odległość ich środki ciężkości przedzielająca. Przy użyciu sposobu który obecnie nas zajmuje, położenie środków ciężkości nie jest znanem i z dokładnością oznaczonem być nie może; odległości zatem między nasypami a wykopami tylko w przybliżony sposób ocenione być mogą. Co się tyczy ostatnich czterech kolumn, wiadomości które poniżej podajemy posłużą za objaśnienie i użytek ich wskażą.

§ 43.

Wybór sposobów użyć się mających do przewożenia ziemi.
Widoczną jest rzeczą, iż na wysokość kosztów, jakie wykonanie danego nasypu za sobą pociąga, wpływa przeważnie odległość,

z jakiej ziemia na ten nasyp przeznaczona ma być przewożoną; dlatego też w obliczeniach, których wzory powyżej już podaliśmy, dla każdej części nasypu lub wykopu szczegółowo odległość przewozu wskazać należy. Gdyby jednak do każdej znalezionej odległości potrzeba było odpowiednią cenę przewozu zastosować, rachunek stałby się nadzwyczaj długim i zawikłanym.

Z drugiej strony cena przewozu nie jest proporcjonalną do odległości, zwłaszcza gdy przewożenie wozami dokonane być musi; strata bowiem czasu przy kładzeniu i składaniu z wozów ziemi, im mniejsza jest odległość przewozu, tém niekorzystniej na cenę roboty wpływać musi. Dwa przytoczone powyżej powody skłoniły do przyjęcia w tego rodzaju obliczeniach zasady następującej. Przy obliczaniu kosztów przewozu ziemi, mającego się dokonać zapomocą rozmaitych środków przewozowych *np.* taczek, wozów, wagonów i t. d., ustanawia się dla każdego z tych sposobów przewozu, cenę średnią przewiezienia jednego sążnia sześciennego ziemi na jeden sążeń odległości i ceny te do wszelkich się szczegółowych zastosowywa przypadków.

Im przewóz jest dalszy, tém siła do wykonania go użyta większą być powinna; tak *np.* przewożenie w mniejszych odległościach zapomocą siły ludzkiej zastosowanej do taczek z korzyścią może być dokonane; — na większe odległości dogodniej użyć wozów końmi zaprzężonych, na większe zaś jeszcze, jeżeli okoliczności na to pozwalają, najlepiejby było po tymczasowo ułożonych kolejach żelaznych wagonami przewóz ziemi uskuteczniać.

Oznaczenie największej i najmniejszej odległości, na jaką dany sposób przewożenia z korzyścią użyty być może, od wielu zależy okoliczności; podajemy poniżej sposób wynalezienia takich granic rozdzielających jeden rodzaj przewozu od drugiego; to jest takich odległości, w których z równą korzyścią użyć można jednego lub drugiego sposobu, *np.* taczek, lub wozu, wozów, lub wagonów. Po wynalezieniu takich granic oznacza się cena stała dla każdego rodzaju przewozu i roboty które *np.* taczkami dokonane być mają, bez względu na nieco większą lub

mniejszą odległość, byle w owych granicach zawarta, po jednej cenie obliczone być winny.

§ 44.

Przystąpmy teraz do wyprowadzenia wzoru, zapomoćą którego w każdym razie granice pomiędzy korzystnym użyciem jednego lub drugiego rodzaju przewózki wynalezione być mogą.

Oznaczmy więc przez:

P. Cenę dnia roboczego przy użyciu pierwszego sposobu przewożenia.

C. Objętość ziemi, która za jednym ładunkiem przewieziona być może.

L. Całą drogę przebieganą przez czas trwania pracy dziennęj, wyrażoną w sążniach—rachując połowę téj drogi na przewóz ziemi, drugą zaś na powrót próznego wozu.

d. Odległość jakąby przebieść można było z ładunkiem przez czas nakładania i składania z wozów.

X. Cenę przewozu sążnia sześciennego ziemi na odległość *D*.

Jeżeli czas trwania pracy w ciągu dnia jednego przyjmiemy za jedność, czas potrzebny na przebieżenie jednego sążnia drogi wyrazi się przez $\frac{1}{L}$.

Żeby dokonać przewozu na odległość *D*, trzeba przebieść całą drogę tam i napowrót, czyli przebieść $2 D$, prócz tego stracić czas na nakładanie i zrzucanie ziemi z wozu potrzebny a odpowiadający odległości *d*; czas więc potrzebny na jeden obrót, czyli podróż tam i napowrót odpowiada odległości $2 D + d$ i wyrazi się przez $(2 D + d) \frac{1}{L}$.

Rozmnożywszy powyższe wyrażenie przez *P*, otrzymamy $\frac{P(2 D + d)}{L}$; ułamek ten oznacza wysokość kosztu na jeden obrót przypadającego, ponieważ zaś za tę cenę przewozi się ilość ziemi oznaczona przez *C*, dzieląc więc powyższe wyrażenie przez

C otrzymamy cenę przewozu na odległość D jednego sążnia, sześciennego ziemi, i będzie:

$$X = \frac{P(2D + d)}{L \times C}$$

Wynajdując w podobny sposób cenę odpowiadającą przewozowi jednego sążnia, przy użyciu innego sposobu przewożenia otrzymalibyśmy np.:

$$X' = \frac{P'(2D + d')}{L' \times C'}$$

Wyrażenie, w którym głoski kreskowane zatrzymują toż samo znaczenie jak w pierwszym wzorze, odległość zaś D w obu przypadkach pozostaje ta sama.

W obu tych wartościach dla X i X' dane, oznaczone przez powyższe głoski mogą być dla każdej miejscowości wyprowadzone z doświadczenia, wstawiając więc w miejsce głosek odpowiednie im wartości liczebne, otrzymamy wysokość ceny przewozu sążnia ziemi jednym, lub drugim sposobem dokonanego. Jeżeli zaś chcemy wynaleźć granicę dwa te sposoby przewozu przedzielającą, czyli odległość, w której przewóz z równą korzyścią jednym, lub drugim sposobem może być dokonany, zauważyć należy, iż przypadek ten wtedy ma miejsce, gdy X i X' są sobie równe; będzie więc:

$$\frac{P(2D + d)}{L C} = \frac{P'(2D + d')}{L' C'}$$

z ąd jako wartość dla odległości D otrzymamy: |

$$D = \frac{P' d' L C - P d L' C'}{2(P' L' C - P L C)}$$

Wzory powyżej wyprowadzone z korzyścią zastosować się dają do obliczeń kosztów przewozu ziemi za pomocą wozów wszelkiego rodzaju, dwu lub czterokołowych, jedno lub dwu konnych, za pomocą wagonów, statków wodnych i t. p.; przy robocie jednak zapomocą tacek dokonywanéj, która najczęściej się zdarza, potrzeba w nich pewną zaprowadzić zmianę.

Czas potrzebny na wyładowanie ziemi z tacek jest prawie żadnym, podobnie przy dobrze prowadzonych robotach,

ładowanie na taczki przewożącemu wcale czasu nie zabiera, każdy bowiem robotnik wracający z próżną tawką, powinien zastać już inną napelnioną; z tego powodu ilość d w powyżej wyprowadzonych wzorach staje się równą zeru, będzie więc:

$$X'' = \frac{2 P'' D}{L'' C''} \quad (a)$$

W takim razie dla wynalezienia granicy, która przewóz tawkami od przewożenia wozem oddzielać winna, należy nam wynaleźć ważność dla D z następnego równania:

$$\frac{2 P' D}{L'' C''} = \frac{P (2 D + d)}{L C} \quad \text{z kąd}$$

$$D = \frac{P L'' C' d}{2 P' L C - 2 P L' C''}$$

Odległość ta zazwyczaj około trzydziestu kilku lub czterdziestu sążni wynosi.

To cośmy powyżej o wyborze środków do przewożenia ziemi użyć się mających powiedzieli, posłużyć może za wyjaśnienie, potrzebne do zrozumienia czterech ostatnich kolumn przytoczonej powyżej tablicy. Dwie pierwsze z nich służą do zapisywania ziemi tawkami przewozić się mającej, dwie drugie wozami. Gdyby inne jeszcze sposoby miały być użytemi, np. wagony lub wozy dwu i cztero kołowe i t. p., należałoby odpowiednio tym podziałom, przydać kolumn w tablicy.

(a) Doświadczenia przez francuską Administracją Dróg i Mostów zarządzone wykazały, iż praca dzienna jednego robotnika licząc połowę czasu na przewóz, drugą na powracanie z próżną tawką, równa się przewiezieniu 800,000 kilogramów na 1^m odległości.

Ciężar gatunkowy ziemi wynosi około 1,600 kilogramów na metr sześcienny; można więc przyjąć, iż jeden robotnik przewozi tawkami na odległość jednego metra 500 metrów sześciennych.

Doświadczenie to może być wskazówką do obliczania robót i u nas, jakkolwiek miejscowe okoliczności, większa, lub mniejsza pracowitość robotników, mogłyby na zmianę podanych tu liczb wpłynąć; dopóki jednak nie znajdzie się ktoś chcący doświadczenie tego rodzaju u nas powtórzyć, możemy śmiało wypadki we Francyi otrzymane za podstawę naszych obliczeń przyjmować.

W kolumnie 16 i 18 zamieścić należy objętość ziemi przewieźć się mającej, w kolumnie zaś 17 i 19 iloczyny z tych objętości przez odpowiednią odległość, czyli co na jedno wychodzi, w miejsce przewozu pewnej ilości ziemi na daną odległość, przedstawia się inna, która przewieziona na jeden sążeń odległości, też samą ilość pracy zużyje. Tym sposobem do tak otrzymanego wypadku można zastosować ceny na przewóz *np.* jednego sążnia sześciennego ziemi, na sążeń odległości ustanowione. — Jeżeli summę liczb w kolumnie 17 zamieszczonych, podzielimy przez summę liczb kolumny 16, wypadek da nam średnią odległość przewozu ziemi taczkami na całej obliczanej przestrzeni. Podobnie podzielivszy summę liczb kolumny 19 przez summę liczb 18, otrzymamy średnią odległość przewozu ziemi wozami.

§ 45.

Mówiliśmy dotąd jedynie o odległościach poziomych przedzielających środki ciężkości wykopów i nasypów, często się jednak zdarza, iż nasyp dokonać się mający leży znacznie wyżej od wykopu, który ma nań ziemi dostarczyć; w takim razie powiększenie pracy staje się widoczném, nietylko bowiem potrzeba ziemię przewieźć na odległość wskazaną, ale jeszcze w miarę potrzeby wznieść ją do góry. Okoliczność ta wpływająca na znaczne powiększenie wydatków w rachunku odległości przewozu ziemi, pominiętą być nie powinna, dlatego też podajemy tu zasady posłużyć mogące do właściwego jój ocenienia.

Drogom, po których w podobnych przypadkach przewóz ziemi taczkami ma się dokonywać, dają zazwyczaj nachylenie $\frac{1}{12}$; większa bowiem pochyłość zanadto byłaby męczącą dla robotników. Podług doświadczeń przez inżynierę francuską dokonanych, prędkość przewozu przy takiem nachyleniu zmniejsza się o $\frac{1}{3}$. Tym sposobem przewiezienie ziemi po drodze, której spadek $\frac{1}{12}$ wynosi na odległość *np.* 10 sążni, też samą ilość pracy zużyje, co przewóz po drodze poziomej na 15 sążni długiiej, i odpowiednio do tego zapłacony być powinien. Chcąc więc przewieźć ziemię na wysokość *h*, trzeba urządzić drogę

długości $12 h$, a ponieważ przewóz na 10 sążni po pochyłości odpowiada przewozowi 15 sążni po drodze poziomej, każdy więc sążeń drogi pochyłej płacony być winien jak $1^{\circ},50$ poziomej, ostatecznie zatem odległość przewozu wyrazi się przez:

$$12 h \times 1^{\circ}50 = 18 h$$

Czyli co na jedno wychodzi, należy dodać $6 h$ do odległości rzeczywiście przebieganéj, która pod żadnym względem mniejsza niż $12 h$ być nie może.

Z tego wynika iż częstokroć przy urządzeniu drogi do przewozu ziemi taczkami z głębokiego wykopu na nasyp, nie można się trzymać kierunku prostego, odległość bowiem pozioma środka ciężkości nasypu, od środka ciężkości wykopu, może być mniejsza niż $12 h$, to jest niż 12 razy wzięta różnica ich względnych wysokości. W takim razie chcąc zachować kierunek prosty, musielibyśmy nadać drodze spadek większy niż $\frac{1}{12}$ jej długości, co jak już powiedzieliśmy, pod żadnym względem dopuszczoném być nie powinno.

Przykład następujący wskazuje sposób lepszego zastosowania do użytku podanych powyżej zasad.

Przypuśćmy, iż ziemię pochodzącą z wykopu $ABCD$ (fig. 37) przewieźć potrzebujemy w boczny wał EFH . Jeżeli poprowadzimy linie ID i EK nadając im nachylenie $\frac{1}{12}$ ich długości wynoszące, ziemia pochodząca z trójkąta AID będzie mogła być wprost do wału przewieziona. Gdyby to przewożenie mogło się odbyć po drodze poziomej średnią odległością wykopu od skrajnej krawędzi wału, byłoby $MD + DE$, czyli odległość pozioma środka ciężkości G od téjże krawędzi. Podobnież przypuszczając drogę poziomą, odległość przebiegana w samym nasypie byłaby oznaczoną przez linię OE . Gdy jednak oba środki ciężkości G i G' nie znajdują się na jednej poziomej, potrzeba do wynalezionéj przez nas ich odległości poziomej dodać sześć razy wziętą różnicę ich względnych wysokości.

Jeżeli więc oznaczymy przez V bryłowatość ziemi pochodzącéj z wykopu wyrażonego przez trójkąt AID , przez h odległość pionową środka ciężkości G od poziomej AH ; przez V'

bryłowatość części nasypu przez trójkąt EKH przedstawioną; wreszcie przez h' odległość środka ciężkości G' , od téj samej poziomój AH : otrzymamy na iloczyn z objętości przewożonej ziemi przez odległość przebieganą (kolumna 17) dla ziemi wydobytej z wykopu i przewiezionej do krawędzi wału bocznego $V(MD + DE + 6h)$, dla trójkąta zaś EKH przedstawiającego nasyp $V(E\theta + 6h')$.

Pozostaje nam do rozpoznania wykop $DIBC$ i nasyp KEF : pierwszego z nich środek ciężkości znajduje się w punkcie G'' drugiego w punkcie G''' . Odległością pionową pierwszego od linii poziomój AH będzie h'' , drugiego h''' ; przewożenie ziemi nie będzie mogło odbywać się w kierunku prostym, odległość bowiem pomiędzy środkami ciężkości mniejszą jest niż $12(h'' + h''')$; potrzeba więc urządzić drogi ukośne: ponieważ zaś te drogi przez cały czas roboty pozostać muszą nienaruszonymi i dopiero na ukończeniu wywózki ziemia je podtrzymująca wywieziona być może, nie można przeto w każdym miejscu ich urządzić. Zazwyczaj odległości drogi jednéj od drugiej daje się około sążni 10, tym sposobem ziemia wywieziona po każdej z nich rozsypuje się na 5 sążni na jednę i drugą stronę; środek więc ciężkości każdego z takich częściowych nasypów jest położony w kierunku długości wału o $2^s,50$ od końca drogi; część wykopu przez tęż drogę przewieźć się mająca w podobny sposób ma swój środek ciężkości o $2^s,50$ oddalony od początku drogi.

Jeżeli więc oznaczymy część wykopu przedstawioną zapomocą figury $DIBC$ przez V , nasyp zaś FEK przez V_1 ; odległość pierwszego z nich, aż do skrajnej krawędzi wału będzie: $18h'' + DE + 2^s,50$; drugiego zaś od téjże samej krawędzi aż do środka ciężkości $18h''' + 2^s,50$. Tym sposobem jako całkowity iloczyn z objętości ziemi przewożonej przez odległość otrzymamy:

$$V(MD + DE + 6h) + V'(EO + 6K) + V_1(18h'' + DE + 2^s,50) + V_2(18h''' + 2^s,50)$$

W zwyczajnych robotach podziału wykopu i nasypu na część wyższą i niższą, najczęściej się nie dokonywa cały nasyp z wykopem od razu porównywając; jeżeli jednak wykop jest

bardzo szeroki przy stosunkowo małej głębokości, okoliczność ta powinna być objęta rachunkiem.

Jeżeli wykop jest bardzo głęboki, urządzenie dróg z pochyłością $\frac{1}{12}$ staje się niepodobnym, lub nader kosztownym, w miejsce więc przewozu taczkami, wyrzuca się ziemię rydlami na ławki, w kształcie wschodów urządzone i mniej więcej $0^{\circ},80$ jedna po nad drugą wzniesione, albo też zatrzymując przewóz taczkami wydobywa się je z dołu, zapomocą stosownych przyrządów mechanicznych np. korb i płaszczyzn mocno pochyłych i t. p.

W podobnych razach cena wydobywania i przewozu ziemi powinna być ustanowiona zapomocą stosownych doświadczeń lub porównania z innymi w podobnych okolicznościach dokonaniem robotami.

W tablicy zaś obliczenie przewozu podającej, odpowiednie kolumny dla każdego rodzaju przewozu dodać należy.

CZĘŚĆ DRUGA.

PROJEKT DROGI.

ROZDZIAŁ I.

§ 46.

Projekt drogi z następujących składać się powinien części:

1^o Mappa okolicy, przez którą droga ma przechodzić, z oznaczeniem zapomocą linii czerwonej kierunku ośi projektowanej drogi. Do tego użytku dobrze posłużyć mogą istniejące już sztychowane karty topograficzne; dla Królestwa *np.* mamy kartę przez kwaterymistrzostwo polskie sporządzoną i wydaną, która wszelkim warunkom zupełnie odpowiada.

2^o Plan ogólny pasu ziemi zajętego pod drogę, rozciągający się na kilkadziesiąt sążni na obie jej strony. Na planie takim oprócz kierunku drogi ma być oznaczona jej szerokość, skarpy dokonać się mających nasypów i wykopów, granice gruntu zajętego pod drogę, mosty zbudować się mające, i wszelkie inne szczegóły.

3^o Profil podłużny ośi drogi, sporządzony podług zasad i z oznaczeniem wszelkich szczegółów, któreśmy mówiąc o tego rodzaju profilach wyliczyli.

4^o Dostateczną liczbę profilów poprzecznych z rysunkiem przedstawiającym wykonać się mający na nich wykop lub nasyp. Na początku umieszczone być winny wzory ogólne czyli typy na przypadek nasypu i wykopu naprzód obmyślane.

5^o Obliczenie bryłowości nasypów i wykopów, którymkolwiek ze sposobów wyżej podanych dokonane.

6^o Obliczenie odległości przewozu ziemi z zachowaniem odpowiednich cen dla każdej.

7^o Wreszcie opis sposobów jakie do wykonania robót ziemnych użytemi być mają, szczegółów odnoszących się do nasypki żwirowej, lub bruku oraz wszelkich okoliczności, których poznanie do oceny projektu może być potrzebnem.

Prócz tego załącza się projekta i opisy mostów i wszelkich potrzebnych budowli o czém w właściwem miejscu mówić będziemy.

Wiadomości dotąd przez nas podane wystarczą, o ile nam się zdaje do sporządzenia wszystkich tych części, projekt składających; mówiliśmy jednak dotąd jedynie o ich części, że się tak wyrażę zewnętrznej. Umiemy *np.* wytknąć na gruncie i oznaczyć na planie kierunek obrany dla drogi, nie wiemy jednak, jaki w danym przypadku kierunek będzie najkorzystniejszy; umiemy oznaczyć na profilu podłużnym spadki i nachylenie osi drogi, potrzeba jednak znać zasady, które do obrania tych a nie innych spadków skłaniać nas powinny; wiemy jak się oznaczają na profilach poprzecznych dokonać się mające nasypy i wykopy, nie znamy jednak zasad, które przy obraniu pewnych kształtów przecięć poprzecznych, do danych miejscowych okoliczności najwłaściwszych, przewodniczyć powinny. Obecnie przystępujemy do rozbioru téj wewnętrznej i najważniejszej części projektu zaczynając od rozpoznania, jaki na dogodność drogi wpływ wywierają jój kierunek i spadki podłużne.

§ 47.

Wpływ na dogodność drogi kierunku, podług linii krzywych prowadzonego.

Niewątpliwie kierunek drogi prosty najdogodniejszym jest w każdym razie, siła bowiem ciągnąca w tym kierunku działając, najskuteczniejszy wpływ na opór wywiera; nie zaw-

sze jednak kierunek prosty drodze może być nadany: często dla połączenia z sobą dwóch, pod pewnym kątem nachylonych do siebie linii prostych, potrzeba użyć krzywój; często dla uniknięcia przeszkód w kierunku prostym napotykaných: np. znacznych budowli, gór, błót, wąwozów i t. p. potrzeba drogę z kierunku prostego zwrócić, a powstające ztąd linie krzywe mogą niekorzystnie na dogodność jój wpłynąć, wpływ ten przeto rozpoznać nam wypada.

Siła ciągnięcia którą konie na wóz wywierają, działa zazwyczaj w kierunku prawie równoległym do powierzchni drogi. Siła ta musi pokonywać opór wywołany przez tarcie powstające najprzód w piastach kół obracających się około swój osi, powtóre tarcie dzwon opierających się na powierzchni drogi. Jeżeli wóz postępuje po nachyleniu idącym w górę, siła ciągnąca przewyciężyć musi prócz tego część siły ciężkości działającej w kierunku równoległym do pochyłości drogi.

W wozach czterokołowych ós tylna jest nieruchoma, przednia zaś utwierdzona jedynie zapomocą zwoźnia, może przybierać rozmaite położenia na płaszczyźnie równoległej do powierzchni drogi. Jeżeli wóz postępuje w kierunku prostym, obiedwie osi pozostają względem siebie równoległemi, i opór wywołwany przez tarcie, równie w piastach jak i przy dzwonach kół, działa jedynie w sposób powyżej opisany. Na drodze w kształcie jakiegokolwiek, byle niezbyt małego łuku zakrzywionój, ós przednia przestaje być równoległą do tylnej. W takim przypadku wóz może być zawsze ustawiony w ten sposób, aby obiedwie osi znajdowały się w kierunku normalnym względem krzywój, po której przebiegać mają; jeżeli wóz w takim położeniu zostający pociągniętym zostanie, dwa koła od strony zewnętrznej krzywizny położone opiszą łuki większe, dwa drugie nakreślą łuki mniejsze, współśrodkowe względem pierwszych. Środki obudwóch osi przebiegną też samą odległość, długości zaś łuków przez koła zewnętrzne i wewnętrzne przebieganych będą do siebie w stosunku odpowiednich sobie promieni, to jest odległości, pomiędzy środkiem krzywizny a zewnętrznym lub wewnętrznym kołem wozu zawartój. W ciągu

posuwania się w sposób powyżej opisany, wozu po łuku, osi zostawać będą w kierunku normalnym względem jego krzywizny i jedynym skutkiem zakrzywienia drogi będzie to, iż koła zewnętrzne trochę większą, wewnętrzne zaś trochę mniejszą przebiegną odległość, tarcie zaś w każdym kole, równie w piąście jak przy dzwonach wywoływane, w ten sam zupełnie, jak na prostej drodze odbywać się będzie sposób.

Jeżeli jednak promień łuku drogi jest tak mały, że dla ustawienia obu osi wozu w kierunku normalnym do krzywizny łuku, oś przednia musiałaby przybrać większe nachylenie, aniżeli to, jakie przy urządzeniu wozu było przewidzianem, wówczas kąt utworzony przez przedłużenie kierunku obu tych osi, nie padnie na środek koła, do którego łuk należy, i łuki zakręślone przez przednie i tylne koła wozu nie będą współśrodkowe (fig. 38) i znaczna część siły ciągnącej zużyta być musi na ciągłe naprowadzanie przedniej osi do kierunku względem krzywój normalnego, co równie dla wozu jak i dla drogi szkodliwem być musi.

Łuki zbyt małego promienia wywołują inną jeszcze niedogodność, niekorzystny wpływ wywierającą na siłę pociągu. Przy wozach zaprzężonych wzdłuż czterema, sześcioma lub więcej koniami, każda para koni stara się utrzymać postępując, przy środku drogi, gdyby więc ciągnięcie, jakie wywierać muszą, nie stawało im na przeszkodzie, uszykowałyby się one wzdłuż zakrzywionej osi drogi, jak to figura 39 wskazuje; lecz siła wywierana przez konie przodkowe usiłuje wyprostować linię, po której odbywa się ciągnięcie, i przeto spycha ku środkowi łuku konie za nimi postępujące. Tym sposobem każdy koń zużywa część swojej siły na stawienie oporu siłę przez inne wywieranej. Jeżeli droga jest wązka, dla zachowania przy postępowaniu naprzód linii o ile można najbardziej do prostej przybliżonej, wóz musi się znajdować przy jednej z burt drogi, gdy konie przodkowe po nad drugą postępują, co może stać się przyczyną niebezpiecznych przypadków. Wszystkie te okoliczności nadzwyczaj niekorzystnie wpływają na dogodność i bezpieczeństwo drogi, dlatego też budując nowe drogi, unikać na-

leży jak najtroskliwiej łuków nazbyt małego promienia. Nadto ponieważ przykre spadki podobnie jak przykre zwroty na dogodność drogi niekorzystny wpływ wywierają, najstaranniej więc unikać wypada połączenia na jednym punkcie dwóch tak ważnych niedogodności; dlatego to we wszystkich częściach drogi, których kierunek z linii prostej zbacza, spadki powinny być łagodne, i tém łagodniejsze, im promień krzywizny drogi mniejszym będzie. Ostróżność ta szczególniej zachowaną być winna przy drogach, które mają być przebiegane przez znaczną liczbę wozów wielkimi ciężarami naładowanych i w takich razach promień łuku drogi nigdy mniej niż $15^{\circ},00$ wynosić nie powinien. Zresztą im promień łuku jest mniejszy, tém szerokość drogi na zakręcie powinna być większa a jój powierzchnia bardziej płaska.

§ 48.

Wpływ spadków podłużnych na dogodność drogi.

Koń ciągnąc wóz drogą idącą pod górę, musi oprócz zwyyczajnego oporu przez tarcie kół w piastach i przy dzwonach wywołanego, przewyciężyć opór powstający z téj części ciężaru własnego i ciężaru wozu wraz z ładunkiem, która działa w kierunku równoległym do powierzchni drogi. Przeciwnie, jeżeli koń po spadku w dół idącym postępuje, jego własny ciężar równie jak ciężar wozu, nietylko żadnego oporu sile ciągnionój nie stawia, ale wraz z tą siłą do pokonania oporu z tarcia pochodzącego dąży.

Jeżeli spadek jest zbyt gwałtowny, wówczas w obu kierunkach, to jest równie pod górę, jak na dół, może się stać trudnym, a nawet niepodobnym do przebycia; w pierwszym razie przypadek ten będzie miał miejsce, jeżeli opór przewyższy siłę ciągnącą, w drugim jeżeli część ciężaru konia i wozu z ładunkiem razem wzięta i po wypadkowej równoległej do powierzchni drogi działająca, przewyższy znacznie opór przez tarcie wywołany. Ponieważ droga w obu kierunkach przez wozy musi być przebiegana, każdy przeto jój spadek raz, jako w dół, drugi

raz, jako pod górę idący musi być uważany, i przy budowie drogi takie mu tylko nachylenie naznaczyć można, które tak w jednym, jak drugim kierunku, zbyt szkodliwego wpływu na siłę pociągową wywierać nie może.

Dla oceny dokładniejszego zmian, jakim natężenie siły ciągnącej jeden i ten sam ciężar; po różnych pochyłościach ulega, wyprowadzimy wzór ogólny, rozpoznając naprzód spadek idący pod górę. W tym celu oznaczymy przez:

T. Siłę ciągnącą.

P. Ciężar wozu z ładunkiem.

p. Ciężar konia.

m. Stosunek tarcia kół do ciężaru wozu, który od stanu powierzchni drogi i lepszej lub gorszej budowy samego wozu zależy.

θ . Kąt nachylenia spadku.

h. Wielkość nachylenia na jeden sążeń długości.

Wartość dla siły ciągnącej wyrazi się przez:

$$T = m P \text{ dost } \theta + (P + p) \text{ wst } \theta \dots\dots\dots (1)$$

Widzimy, iż w trójkącie prostokątnym (fig. 40)

$$\text{wst } \theta = \frac{h}{\sqrt{1+h^2}} \quad \text{dost } \theta = \frac{1}{\sqrt{1+h^2}}$$

Ponieważ *h* jest zawsze ilością nader małą i najwyżej może 0^s,07 lub 0^s,08 wynosić, przeto wyrażenie $\sqrt{1+h^2}$ mało się od jedności różnić będzie i jako taka przyjętą być może; wzór więc powyższy przyjmie kształt następujący:

$$T = m P + (P + p) h \dots\dots\dots (2).$$

Ten sam wzór służyć może dla spadków w dół nachylnych, lecz w takim razie *h* będzie miało znak ujemny i będzie:

$$T = m P - (P + p) h \dots\dots\dots (3).$$

Jeżeli więc na spadku w dół idącym będziemy mieli

$$m P = (P + p) h \text{ czyli } h = \frac{m P}{P + p} \text{ siła ciągnięcia stanie}$$

się równą zeru; w przypadku zaś gdyby było $h > \frac{m P}{P + p}$ po-

trzeba, albo hamować wóz, albo koń go musi postępując wstrzymać: w pierwszym razie zużywa się część siły ciągnącej na puszcie wozu i drogi; w drugim zamiast użycia téj siły w odpowiedni jój przeznaczeniu sposób, musi ją obracać na zatrzymanie wozu w biegu: największém więc nachyleniem jakie dopuścić można, będzie $h = \frac{m P}{P + p}$. Widzimy iż wartość dla h przy jednakowych ciężarach wozu i koni czyli P i p zależną jest od ilości m , która wyraża tarcie przez posuwanie się wozu wywołwane; że zaś im droga lepiej utrzymana i im budowa wozów jest dokładniejszą, tym tarcie mniejszém być musi, przeto na drodze przez dobrze zbudowane wozy przebieganéj i dobrze utrzymanéj, spadki mniejszemi być powinny, od spadków dróg zwyczajnych, miernie utrzymanych, i przez nędzne przebieganych wózki. Dlatego téż w krajach gdzie budowa i utrzymanie dróg szczególnéj ulega ze strony rządów troskliwości, np we Francyi, w miarę polepszania się stanu dróg, rozporządzenia władzy, przy nowo budowanych drogach zalecają spadki łagodne i naznaczają pochyłościom granice, których przekroczyć nie wolno. I tak: dawniej granicą taką był spadek $\frac{1}{20}$ czyli 0,05, później został zmniejszony na 0,04, 0,03; dziś wreszcie przy nowych drogach nie przyjmują zazwyczaj większego nachylenia nad 0,025 czyli $\frac{1}{40}$ długości. Spadek ten dozwala koniom w zaprzęgu przebiegać kłusem nachylenia, równie w dół, jak pod górę, bez zbytecznego wysilenia.

Wartości dla m w skutek doświadczeń wynalezione, wynoszą dla dróg z nasypką żwirową (szose) przy średniém utrzymaniu $\frac{1}{20}$, lub $\frac{1}{25}$ ciągniętego ciężaru, największy więc spadek 0,05 lub 0,04 wynosić może. Dla dróg brukowanych tarcie równa się $\frac{1}{33}$ ciężaru, a spadek 0,03 przenosić nie powinien.

Drogi brukowane płytami kamienia ciosowego, dają tarcia $\frac{1}{90}$, spadek więc 0,011 może być na nich dopuszczony: na kolei żelaznej, po której ciężary końmi mają być przewożone, tarcie $\frac{1}{250}$ wynosi, co odpowiada spadkowi 0,004.

§ 49.

Przejdźmy teraz do rozpoznania skutków, jakie na siłę pociągową, wywiera szereg spadków nadół i pod górę nachylonych i bezpośrednio po sobie następujących.

Jeżeli długość spadku oznaczymy przez L , podług wyprowadzonego poprzednio wzoru (2), ilość pracy zużytej przez siłę pociągową postępującą pod górę wyrazi się przez:

$$L (m P + (p + P) h).$$

Jeżeli po tym spadku następuje drugi, którego długość L' a pochyłość przez h' oznaczywszy, spadek ten z góry na dół ma być przebiegnięty a ilość zużytej na to pracy będzie wyrażona przez:

$$L' (m P - (p + P) h').$$

Dodając dwa powyższe wyrażenia otrzymamy summe całkowitą pracy zużytej na przebieżenie pierwszego spadku pod górę, drugiego na dół i będzie:

$$L (m P + (p + P) h) + L' (m P - (p + P) h').$$

Jeżeli całkowitą wysokość pierwszego spadku oznaczymy przez H (fig. 41), drugiego zaś przez H' będziemy mieli:

$$H = L h \quad H' = L' h'.$$

Wstawiając te wartości w powyższe wyrażenie będzie:

$$L m P + H (p + P) + L' m P - H' (p + P) \text{ czyli} \\ m P (L + L') + (p + P) (H - H').$$

Przypuśćmy teraz, iż droga przechodzi przez kilka wzgórz, których wierzchołki przez $S, S' \dots S^n$ oznaczymy.

Długość spadków ztąd powstających nazwiemy

$$L, L', L'' \dots L^n.$$

Wysokość zaś $H, H' H'' \dots H^n$ (fig. 42).

Wzór powyższy przybierze w takim razie kształt następujący:

$$m P (L + L' \dots L^n) + (p + P) (H - H' + H'' \dots \pm H^n).$$

Widzimy tu, iż współczynnik, przez który mnoży się wyraz $(p + P)$ jest równy summe wysokości wszystkich spadków idących pod górę, zmniejszonej summą wysokości spadków pochyłych na dół, wyraża on zatem różnicę wysokości względnych

dwóch punktów skrajnych; jeżeli więc oznaczymy przez U i U' rzędne odpowiadające tym punktom, wzór nasz przybierze kształt:

$$m P (L + L' \dots + L^n) \pm (p + P) (U - U').$$

Wzór powyższy wyraża ilość pracy zużytej przez konia ciągnącego ciężar z wozem po szeregu spadków pod górę i na dół pochyłonych. Wyprowadzićby można z tego wyrażenia wnioszek, iż byle żaden ze spadków nie miał pochylenia większego, nad to, jakie dla każdego rodzaju drogi za najwyższe przyjęliśmy, koń może bez różnicy w znużeniu większą, lub mniejszą ilość wyższych, lub niższych wzgórz przebywać, a ilość zużytej przez niego pracy, jedynie od różnicy wysokości skrajnych punktów i odległości zależeć będzie. Wypadków jednak w ten sposób otrzymanych z bezwarunkową ufnością przyjmować nie należy. Wzór nasz dla jakiegokolwiek maszyny, *np.* lokomotywy byłby ściśle prawdziwym; w maszynie bowiem ilość pracy zużyta na osiągnięcie wierzchołka góry, zostaje jęj zwrócona, przy przebiegnięciu spadku tęj samęj wysokości w dół pochyłonego: inaczej się rzecz ma jednak z końmi, i w ogóle z wszelkiemi zwierzętami do pociągów służącemi.

Koń postępujący z wozem na dół, nie potrzebuje na to tak wielkiego wysilenia, jak ciągnąc wóz pod górę; nie przychodzi mu to jednak bez pewnej pracy: nietylko więc praca zużyta na spadku w górę pochyłonym, nie zwraca mu się napowrót przez odpoczynek, ale nadto dodaje do nięj mniejszą wprawdzie, zawsze jednak pewną ilość pracy nowęj na schodzenie w dół zużytej. Nadto niewątpliwą jest rzeczą, iż im koń na większą ilość gwałtownych wysileń w ciągu swęj pracy zdobyć się musi, tēm prędsz znużonym będzie, i tēm mniejszą ilość pracy w ciągu całego dnia uskuteczni.

Dla tych to przyczyn, przy obmyśleniu profilu podłużnego drogi, unikać należy jak najstaranniej niepotrzebnych spadków, które niekorzystny wpływ na siłę pociągową wywierają. Z drugiej strony spadki bardzo łagodne i niezbyt długie, raz dla utrzymania w dobrym stanie drogi, jak to późnięj zobaczymy, powtóre dla samęj siły pociągowej mogą być użyteczne; koń bowiem przechodząc z łagodnego spadku pod górę nachylonego,

na spadek w dół idący i naodwrot, zmienia rodzaj pracy i unika ciągłego natężenia jednych i tych samych muszkułów, przez co mniejszemu ulega znużeniu.

§ 50.

Jeżeli droga przeznaczona jest głównie do przewozu ciężarów, spadki jój nie powinny przechodzić granicy $h = \frac{m P}{p + P}$ to jest nachylenia, na którym potrzeba zacząć albo koła wozu hamować, albo go siłą koni wstrzymywać; jeżeli zaś droga, jak to najczęściej ma miejsce, zarówno dla przewozu ciężarów, jak i podróży służyć powinna, spadki jój powinny być takie, aby po nich bez wysilenia konie kłusem postępować mogły, nie można więc nadawać im nachylenia większego nad $0^{\circ}025$ lub $0^{\circ}03$. Zwrócić tu jednak należy uwagę, iż częstokroć, szczególnie w okolicach górzystych, zmniejszenie spadku pociąga za sobą przedłużenie drogi, dla dojścia bowiem do wierzchołka wzgórza po daném nachyleniu, potrzeba pewnej długości, która w kierunku prostym może być niedostateczną; należałoby więc w takim razie zwracając się z linii prostej dobrowolnie drogę przedłużyć. W podobnych przypadkach należy obliczyć korzyści i straty z takiego zboczenia wynikające: jeżeli np. dla uniknięcia spadku $0^{\circ}05$ wynoszącego, i zamienienia go na spadek $0^{\circ}03$ potrzeba w tym samym stosunku, to jest jak 3 do 5 przedłużyć drogę, nietylko, iż żadnej ztąd korzyści nie osiągniemy, tego samego bowiem czasu koń kłusem idący po téj dłuższej drodze potrzebować będzie, jakiby mu wystarczył na dojście do wierzchołka wzgórza stępem po drodze krótszej chociaż przykrzejszy spadek mającej, ale nadto przedłużenie takie niekorzystny wpływ na siłę pociągową wywrze, konie bowiem dłuższą drogą bardziej będą zmęczone.

W okolicach górzystych, często jest rzeczą trudną, a czasem nawet niepodobną, uniknięcie przykrzejszych spadków. Niedogodność ta jednak nie tyle jest uciążliwą, jeżeli podobne spadki w ciągu całej drogi często się powtarzają, wielkość bo-

wiem ładunków po całej drodze przewożonych, od początku może być do tych spadków zastosowana. Przeciwnie na płaszczyznach, gdzie droga tylko słabe ma nachylenia, jeżeli po środku drogi umieścimy jeden spadek przykrzejszy od innych, wozy które z pewnym ładunkiem po całej drodze przebiegaćby mogły, przy naszym spadku musiałyby się zatrzymywać; z tego więc powodu, albo od samego początku drogi mniejszy ładunek brać byłyby zmuszone, albo przyprzegać nowe konie do przebycia spadku, zbyt przykrego. W pierwszym przypadku straty dla ogółu przewozów byłyby nadzwyczaj wielkie, w drugim niedogodności z przyprzegania koni, które zwykle wynajmować potrzeba, o wiele koszta i czas przewozu musiałyby powiększać.

R O Z D Z I A Ł II.

O WYBORZE KIERUNKU DROGI.

§ 51.

Na wybór ogólnego kierunku drogi wpływają najprzód względy polityczne, a raczej polityczno-wojskowe, następnie ogólnego gospodarstwa krajowego. Rozpoznanie pierwszych nie wchodzi w zakres prac inżynierii cywilnej, dlatego też szczegółowo tej rzeczy rozbierać nie będziemy; przeciwnie ocenienie ogólnego pożytku, jaki droga dla gospodarstwa krajowego przynosić powinna, i zastosowanie jej kierunku w sposób najkorzystniejszy dla ogółu, jest rzeczą inżyniera drogę budującego i z największą troskliwością przez niego zbadane być powinno.

Pytanie jakie najczęściej w tym zakresie nastęrczyć się może, jest następujące: Czy korzystniej będzie przechodzić mającą drogę opodal od jakiego miasta, lub wsi zwrócić z najprostszego kierunku, i przez tę miejscowość przeprowadzić; czy też lepiej pozostawiając ją na boku, najkrótszą drogą do obranego dążyć celu. Pytanie to najczęściej z zupełną ścisłością

rozwiązane być nie może, odpowiedź bowiem zależeć musi od oceny wpływu, jaki przeprowadzenie drogi przez daną miejscowość na jej rozwinięcie, wyrzucić będzie mogło. Gdyby chodziło jedynie o czas terażniejszy, odpowiedź byłaby łatwiejszą, opierając się bowiem na danych statystycznych możnaby liczebnie oznaczyć w sposób przynajmniej przybliżony:

1^o Ilość przewożonych towarów i osób, jaką dana miejscowość dostarczyć jest w stanie.

2^o Wysokość strat, jakie ogół przewozu po zbudować się mającej drodze dokonywanego, ponosiłby musiał przez przedłużenie drogi, zboczeniem spowodowanem.

3^o Podwyższenie kosztów budowy drogi przez zboczenie wywołane.

4^o Podwyższenie kosztów utrzymania drogi.

Za pomocą takich danych, obliczenie łatwemby się stało, a wypadki otrzymane wskazałyby liczebnie, czy strata przez ogół przewozu ponoszona, wraz z powiększeniem wydatku na budowę i utrzymanie, dostatecznie przez korzyści miejscowe może być pokryta; od takiego wypadku zależałoby rozstrzygnięcie stawianego na początku zapytania. Przy budowie jednak drogi nie może chodzić jedynie o stan rzeczy obecny, wiadomo bowiem, iż przeprowadzenie dobrych dróg nadzwyczaj korzystny na rozwinięcie handlu i przemysłu wpływ wywiera; miejscowość więc dziś mało znacząca, może się stać z czasem, skutkiem przeprowadzenia drogi ważnym punktem handlowym, byleby inne warunki podobnemu rozwinięciu sprzyjały.

Oceny wszystkich okoliczności tego rodzaju, z trudnością liczbami wyrażone być może, jedynie więc dokładna znajomość miejscowych stosunków i pewna wprawa w ich ocenie za wskazówkę posłużyć tu będą mogły. Wystrzegać się jednak należy przesadzonego ocenienia korzyści, przez rozwój handlowy i przemysłowy danej miejscowości osiągnąć się mające, zwłaszcza, iż jednocześnie z powiększeniem się handlu jednego miasteczka, wzrasta i ogólny handel krajowy, a w miarę tego i potrzeba szybkich i o ile można najtańszych środków przewozu; przedłużenie więc drogi dwa znaczniejsze punkta handlo-

we łączącej niekorzystnie na ogół interesów pomiędzy temi dwoma punktami prowadzonych wpływaćby mogło. Najczęściej zatem jeżeli ważność handlowa jakiej miejscowości w obecnym stanie rzeczy zboczenia drogi nie usprawiedliwia, z czasem zboczenie to jeszcze szkodliwszémby się stało. Zresztą na obranie kierunku drogi w takich razach wpływa jeszcze szybkość i taniość przewozów po niej odbywać się mających. I tak, przy budowie kolei żelaznych, gdzie lekkie przedłużenie drogi przy nadzwyczajnej szybkości przewozu, ani czasu, ani kosztów zbytecznie nie powiększa, zboczenie może rzeczywiste przedstawiać korzyści; przeciwnie dla dróg zwyczajnych najmniejsze powiększenie odległości wolnym krokiem przebieganych, niekorzystnie czuć się daje; dlatego téż najczęściej przy budowie dróg kołowych korzystniejszém się okaże obranie kierunku najprostszego, z dodaniem w razie potrzeby odnóg osobnych, któreby ważniejsze miejscowości z główną drogą łączyły. W takim razie i pozostała na boku osada do korzystania z dobrodziejstw drogi powołaną być może, i ogół przewozu nie zostanie przez to obciążony.

§ 52.

Po rozstrzygnięciu wątpliwości co do najwłaściwszego kierunku drogi pod względem strategicznym, i ogólnego dla kraju pożytku; przystąpić należy do szczegółowego rozpoznania wszystkich pojedynczych części tego kierunku, pod względem technicznym.

Dwa rozbierane dotąd przez nas względy, to jest polityczny i ogólnego dla kraju pożytku doprowadzą do wskazania pewnej ilości punktów pośrednich, przez które droga przechodzić powinna; zachowując więc te punkta nienaruszone, rozpoznać należy pod względem technicznym, jaki będzie kierunek drogi każde dwa takie punkta łączącej, najkorzystniejszy, tak pod względem oszczędności w budowie i utrzymaniu, jak i pod względem kosztów przewozu towarów i osób. Tym sposobem wybór kierunku pod względem technicznym odbywa się w ograniczonym już zakresie, bo zawsze między dwoma tylko najbliższymi

siebie stałymi punktami; z téj téż przyczyny jest łatwiejszym i z większą ścisłością dokonany być może.

§ 53.

Wyznaczenie kierunku drogi poprzedzone być winno rozpoznaniem położenia na gruncie. Jeżeli grunt jest płaski i żadnymi przeszkodami nie poprzecinany, najwłaściwszym jest kierunek prosty; wytyka się więc linię osi drogi oznaczającą, która służyć będzie za podstawę do zdjęcia potrzebnych planów i dokonania niwellacyi. Jeżeli przeciwnie grunt przedstawia nierówności, których nachylenia są większe od spadków, jakie droga mieć może, co pociągałoby za sobą potrzebę wykonania znacznych robót ziemnych, lub jeżeli linia prosta napotyka różne przeszkody jak *np.* rzeki, bagna, większe budowle i t. d., potrzeba wybrać inny kierunek z linii łamanych złożony, za pomocą którego wszystkie te przeszkody o ile możności ominąćby się dały. Wyznaczenie takiego kierunku, jeżeli nierówności gruntu nie są zbyt wyniosłe, przy pewnej wprawie żadnej nie ulega trudności; rozumie się jednak samo przez się, iż pierwotkowo od oka wybrany kierunek, po bliższém rozpoznaniu miejscowości za pomocą planów i niwellacyi, może być w niektórych częściach zmieniony: dlatego téż plany za podstawę projektu drogi służyć mające, powinny obejmować dosyć szeroki pas ziemi, aby w miarę potrzeby, w jedną, lub drugą stronę, droga na nich posuniętą być mogła—poziomowanie zaś nietylko w kierunku wytkniętej linii, ale i w innych, szczególnież w miejscach, gdzie jaka wątpliwość zachodzi, dokonaniem być powinno.

Często pomiędzy miejscowościami, które droga bita ma połączyć istnieje już dawna droga; jeżeli kierunek jéj odpowiada mniej więcej warunkom, które już wymieniliśmy, jeżeli za pomocą małych zmian, wyprostowań i t. d., można ją dogodniejszą uczynić: w takim razie należy koniecznie z takiej okoliczności korzystać, zyskuje się bowiem przez to znaczną część robót ziemnych i unika potrzeby nabywania potrzebnych pod drogę gruntów, co czasem dość znaczny wydatek może stanowić.

§ 54.

Przeprowadzenie drogi w okolicy górzystej większym ulega trudnościom, pobieżne rozpoznanie miejscowości wystarczyć tu nie może, a najwprawniejsze oko nie jest w stanie z zupełną pewnością ocenić, jaki kierunek będzie korzystniejszym.

Jeżeli droga ma przeciąć pasmo gór w miejscu mniej więcej dokładnie naprzód już oznaczonym, za pomocą sposobów które podamy poniżej, stanowcze obranie kierunku oprzeć się musi na dokładnych planach i niwellacyi. Najdogodniejszym wtedy będzie użycie planów podług dość dużej podziałki *np.* 0^o001 lub 0^o002 sporządzonych, i opatrzonych dostateczną liczbą krzywych poziomych, które w takim razie za wskazówkę do wybrania najwłaściwszego kierunku drogi posłużą. W braku takich planów wykonywa się niwellacją podłużną, w kierunku mniej więcej zbliżonym do osi przyszłej drogi i zdejmuje się dostateczną liczbę profilów poprzecznych w obie strony o tyle przedłużonych, aby obejmowały całą przestrzeń, na której droga pomieszczona być musi. Jeżeli wreszcie taka niwellacya dla jakichkolwiek przeszkód dokonana być nie może, można poprzestać na zniwellowaniu wszystkich dróg, miedz, ścieżek, oznaczeniu wysokości wszystkich punktów najwynioślejszych i najniższych i t. d. i wypisaniu na planie rzędnych, rozmaitym odpowiadających punktom.

Wszystkie przytoczone powyżej sposoby posłużą do oznaczenia nierówności gruntu i pozwolą obrać taki kierunek dla drogi, który najbardziej do naturalnych kształtów ziemi się zbliżając, najmniej kosztów i trudności w wykonaniu pociągałby za sobą.

§ 55.

Sposoby podane powyżej dogodnemi być mogą gdy idzie o przeprowadzenie drogi przez jedno wzniesienie, przez jeden punkt pośród gór położony; gdy jednak cała droga, lub znaczna jej część przez okolicę górzystą ma przechodzić, zdejmowanie planów na wielką podziałkę z krzywymi poziomymi, lub nawet

poziomowanie wszystkich znaczniejszych punktów całej okolicy za nadto mozolną i długiego czasu wymagającą byłoby rzeczą, i jedynie dokładna znajomość ogólnych kształtów nierówności, posłużyć może za wskazówkę do wynalezienia zakłęśłości i punktów niższych na grzbietach gór, przez które przeprowadzenie drogi mniejszym uległoby trudnościom, i dopiero w ten sposób wynalezione miejsca bliższemu uledz powinny rozpoznaniu.

Zasady służące do podobnego obznajmienia się z kształtami powierzchni danej okolicy, podaje geologia; chcących więc lepiej przedmiot ten zgłębić, odsyłamy do źródeł właściwych, i streszczamy tu w ogólnych zarysach, to tylko, co do zrozumienia prawideł w wyborze kierunku drogi, za wskazówkę służyć mających, koniecznie wydadje nam się potrzebném.

§ 56.

Cała kula ziemska pokryta jest nierównościami mniéj, lub więcéj wyniosłemi, które na pierwszy rzut oka, wydają się bez żadnego porządku po jéj powierzchni porzrucane; bliższe jednak rozpoznanie tego przedmiotu wskazuje, iż wstrząśnienia, co te wzdęcia powłoki ziemskiej wywołały, ulegać musiały pewnym stałym i nieodmiennym prawom.

I tak wyniosłych gór pojedynczo nie napotykamy w pośród równin: ciągną się one zwykle długim szeregiem, który *łańcuchem* lub *pasmem gór* się nazywa. Jeżeli pominiemy mniejsze nierówności, w ciągu takich, po sobie idących gór napotykane, cały łańcuch można uważać jako utworzony przez nachylenie dwóch płaszczyzn w górze przecinających się wzajemnie, w kształcie kąta dwuściennego, wierzchołkiem w górę obróconego. Przecięcie to *grzbietem* (*ligne de faite*) łańcucha gór się nazywa, a położenie jego jest wskazaném przez odpływ w dwie strony przeciwne wód deszczowych, lub ze źródeł wytryskujących; woda bowiem rozlana na pochyłości góry z jednéj, lub z drugiéj strony, podąży ku dołowi; woda zaś na grzbiecie gór się znajdująca może stosownie do okoliczności na jedną lub drugą stronę odpływ swój skierować. W każdym więc łańcuchu gór jest pe-

wna linia rozgraniczająca odpływ rzek i strumieni, tak, iż jedne po prawej, drugie po lewej pochyłości płyną ku dołowi. Linia taka właśnie grzbiet łańcucha, o którym mówiliśmy oznacza.

Dwie płaszczyzny pochyłe tworzące pasmo gór nazywają się *stokami* (versant). Pasma gór są mniej więcej, albo równoległe, albo prostopadłe względem siebie. Przestrzeń ziemi zawarta pomiędzy dwoma najbliższymi sobie równoległymi pasmami gór stanowi pewne zakłęśnięcie zwane *kotliną* (bassin). Przez środek kotliny ciągnie się zazwyczaj szereg punktów najniższych położonych, do których dążą wody po stokach spływające, szereg tych punktów najniższych tworzy linię mniej więcej, do obu łańcuchów gór, kotlinę ograniczających, równoległą i nazywa się *ściekiem* albo *linią ścieku* (thalweg).

Kotliny dzielą się na kotliny pierwszego, drugiego, trzeciego i t. d. rzędu. Kotliny pierwszego rzędu utworzone są przez pasma gór najwyższych, na dwóch ciągnących się równoległe oceanem rozdzielonych łądach.

Pasma gór drugorzędnych mniej więcej prostopadłe względem pierwszych położone, tworzą kotliny drugiego rzędu. Ścieki tych kotlin względem pasm gór pierwszego rzędu położone są na stokach, mają zatem pochylenie ogólne ku oceanowi skierowane, a wody po nich spływające, ten sam kierunek przybierać muszą i tworzą wielkie rzeki do oceanu wpadające.

Pasma gór i kotliny trzeciego rzędu, takie samo zajmują położenie względem drugo-rzędnych, jak tamte względem gór i kotlin pierwszego rzędu zajmowały; są więc do nich mniej więcej prostopadłe, a zarazem do pierwszorzędnych równoległe. Ścieki ich pochylone są ku rzekom głównym do oceanu wpadającym i tworzą rzeki mniejsze, które wpadając do tamtych rzek pierwszorzędnych wodami je swemi zasilają.

W podobny sposób następują po sobie odnogi gór, kotliny, i ścieki czwartego, piątego i t. d. rzędu, i rozkład ten posunąć można aż do kotlin obejmujących koryta najmniejszych strumyków. Kotliny zazwyczaj noszą nazwiska rzek w nich płynących, i tak mówi się kotlina Wisły, Dunaju i t. d. Rozumie się samo przez

się, iż regularność kształtów, taka jaką tu przedstawiliśmy w naturze nie istnieje, i że tylko w ogólnych zarysach, nierówności powierzchni ziemskiej zgadzają się z prawami, powyżej przytoczonymi; nie mniej przeto rozkład podobny dopomaga do utworzenia sobie ogólnego wyobrażenia o kształcie powierzchni całej kuli ziemskiej, lub pewnej jej części, nadto posłużyć on może za wskazówkę w rozpoznaniu odpowiednio biegowi wód, najdrobniejszych nawet szczegółów.

§ 57.

Przy wyborze kierunku dla drogi w okolicy górzystej, wyszukiwać należy na grzbietach gór punktów najniższych, przez któreby przeprowadzenie drogi z najmniejszymi trudnościami i kosztami było połączone. Wynalezienie takich punktów bez znajomości praw ogólnych powyżej podanych, byłoby rzeczą nadzwyczaj trudną, a często niepodobną do wykonania, jedynym bowiem sposobem byłoby użycie niwellacyj, które jak to już wiemy w okolicach górzystych nadzwyczajnym ulegają trudnościom.

Zakłębłości, czyli zniżenia na grzbiecie gór napotykanе nazywają się *szyjami* (col), położenie ich zazwyczaj nie jest przypadkowym i wynika z załamania się linii grzbietu, czyli z nachylenia ku sobie dwóch części linii grzbiet łańcucha oznaczającej, nachylenia zaś te, grzbietu w tę samą stronę bywają skierowane, co i pochyłość linii ścieku; kierunek zatem biegu rzek i strumieni wskazuje kierunek nachylenia grzbietów gór, kotlinę ich ograniczających.

Podobne zakłębnięcia, czyli szyje napotykają się w trzech oddzielnych przypadkach.

Przedstawmy sobie najprzód pasmo gór jakiegokolwiek rzędu; podług tego cośmy powyżej powiedzieli obadwa stoki pasmo to tworzące poprzerynane będą od góry ku dołowi przez pewną ilość ścieków mniej więcej prostopadłych do ogólnego kierunku łańcucha. Ścieki te należeć będą do kotlin i gór rzędu następnego; położenie ich na dwóch przeciwnych sobie stokach

może być rozmaite, i nierówności jednego stoku, nie są zależne od nierówności drugiego; zdarza się jednak, iż dwa ścieki na przeciwległych stokach jednego pasma gór się znajdujące leżeć będą naprzeciw siebie, czyli że przedłużenie linii kierunek ich oznaczających przecięłoby linię grzbietu w jednym i tym samym punkcie, lub w dwóch mało od siebie odległych. W takim przypadku grzbiet pasma w tych właśnie punktach zniża się i stanowi zakłęsłość, czyli szyję (fig. 43).

Drugi przypadek, od którego położenie szyi jest zależnym, ma miejsce przy dwóch równoległych względem siebie liniach ścieku, przedzielonych jednym gór łańcuchem. Ścieki te mogą być nachylone albo w jedną stronę, albo w strony przeciwne. W pierwszym razie położenie szyi na grzbiecie dwa te ścieki przedzielającym, jest od nich niezależne, i może tylko być spowodowane przez inne dwa ścieki następnego rzędu naprzeciw siebie położone, jak to już mówiąc o pierwszym przypadku wykazaliśmy. W drugim razie, to jest gdy dwie równoległe linie ścieków mają nachylenie skierowane w strony przeciwne, szczególnie przy początkach linie ścieków i linie ograniczających je grzbietów w jedną stronę bywają nachylone. Tym sposobem jedna część grzbietu przy początkach pierwszego ścieku położona, mieć będzie to samo co i ten ściek nachylenie; podobnież część druga grzbietu odpowiadająca drugiemu ściekowi, w tę samą co ściek ten stronę musi być pochyloną. Dwie więc części grzbietu mają dwa przeciwne sobie nachylenia i spotykając się z sobą muszą utworzyć pewną zakłęsłość, przy której wysokość linii grzbietu zniża się i stanowi szyję, o której wyznaczenie nam chodziło (fig. 44).

Trzeci przypadek istnienia szyi może mieć miejsce przy dwóch ściekach z początku równoległe i w jednym płynących kierunku, i rozchodzących się następnie w dwie przeciwne strony. Taka zmiana kierunku odpływu wód, a zatem i nachylenia linii ścieków, zazwyczaj ma miejsce przy spotkaniu pasma gór poprzecznego. Prawie zawsze punkt podobnego przecięcia się dwóch linii grzbietów, poprzedzony jest pewnym obniżeniem głównego grzbietu, które stanowi jego szyję (fig. 44).

Z tego wszystkiego cośmy dotąd w przedmiocie tym powiedzieli, widoczną jest rzeczą, iż bliższe rozpatrzenie się w jakiegokolwiek mappie, na której biegi wszystkich wód są nakreślone, pozwoli nam z pewnym przybliżeniem oznaczyć położenie i kierunek grzbietów gór, oraz ich zakłęśności czyli szyje.

Oznaczenie podobne nie może być zupełnie ścisłym, posłuży jednak za wskazówkę, w których miejscach na gruncie podobnych zakłęśności szukać należy, i zmniejszy o wiele trudności od wyszukania ich nieodłączne.

§ 58.

Jeżeli pomiędzy dwoma punktami, przez które droga ma przechodzić, znajduje się jeden, lub kilka łańcuchów gór, zacząć należy od wyszukania wszystkich takich punktów, mniej więcej w kierunku projektowanej drogi położonych, w których grzbiety łańcuchów zniżając się tworzą opisane powyżej szyje. Po wyznalezieniu takich punktów wybrać należy takie z pomiędzy nich, które najmniej w przeprowadzeniu drogi trudności przedstawiają. Najczęściej wybiera się najniższe z nich, nie zawsze jednak to правило zastosowaniem być może, czasem bowiem powierzchnia gruntu takie kształty mieć może, iż urządzenie stosownych spadków dla przeprowadzenia drogi przez niższy punkt trudniejszym i z większymi kosztami połączonym będzie, niż w punkcie bardziej wzniesionym, lecz przedstawiającym z natury przystęp po łagodniejszych pochyłościach. Wątpliwości zachodzące w wyborze pomiędzy dwiema lub więcej podobnymi szyjami, jedynie użyciem sposobów ścisłych, do oznaczenia kształtów powierzchni ziemi służących, rozstrzygnięte być mogą; potrzeba więc albo plany z krzywymi poziomami sporządzić, albo przynajmniej wysokości dostatecznej liczby punktów przez poziomowanie wynaleźć.

W ostatecznym wyborze kierunku drogi następujące zasady przewodniczyć powinny:

Dla dojścia do najwyższego punktu szyi, droga zazwyczaj musi postępować w górę, wybiera się więc dla niej położenie

na jednym ze stoków do szyi przytykających, wzdłuż którego prowadzi się ją po linii stopniowo w górę się wznoszącej i prawie równoległej do linii ścieku. Prowadząc drogę w podobny sposób wzdłuż stoku pasma gór, można wybrać dla niej następane położenia: 1) mniej więcej w równej odległości pomiędzy liniami grzbietu i ścieku; 2) w bliskości linii grzbietu, lub wreszcie 3) w pobliżu linii ścieku się ciągnące. Położenie środkowe zazwyczaj najmniej bywa korzystnym, w tym bowiem idąc kierunku spotyka się pasma gór i kotliny następnego rzędu w całym ich rozwinięciu, z najwyraźniejszymi kształtami, przeprowadzenie drogi utrudniającami. Nadto rzeki i strumienie w tym kierunku napotykanne przecinałaby droga w połowie długości, to jest w punktach, w których wody właściwej początkom wszystkich odpływów szybkości jeszcze nie straciły; z drugiej zaś strony przez zasilenie bocznymi źródłami, znacznie już swoją szerokość powiększyły. Mosty więc, w tych miejscach zbudowane, muszą być większe od położonych bardziej w górze, bliżej grzbietu łańcucha, i zarazem są narażone na łatwiejsze zerwanie, lub uszkodzenie, niż mosty poniżej się znajdujące, gdzie wody płynące z małym spadkiem mniejszą też mają szybkość i mniejszą siłę zniszczenia.

Prowadząc drogę w bliskości linii ścieku, unika się po większej części trudności pochodzących z napotykania łańcuchów gór i kotlin następnego rzędu, w tym bowiem miejscu, nierówności te zazwyczaj nikną już zupełnie; położenie to jednak nie zawsze korzystnym być może, droga bowiem prowadzona w dolinie, dla dojścia do szyi, którą przebyć potrzebuje, przedstawia często spadki zbyt długie i gwałtowne, mosty w dolinie stawiane, gdzie rzeki i strumienie w całym już płyną rozwinięciu, muszą być długie i kosztowne. Prócz tego grunt wilgotny nie dobrą daje podstawę, i utrzymanie w takim położeniu zbudowanej drogi musi być kosztowniejszym; w końcu nabycie gruntów pod drogę potrzebnych, w dolinie, gdzie ziemia zazwyczaj jest żyzniejsza niż na górze, większe za sobą pociąga koszta.

Przeprowadzenie drogi w bliskości grzbietu łańcucha zwyczaj bywa najkorzystniejszém, unika się tam wszystkich wyliczonych dotąd trudności. W tém położeniu pasma gór następnego rzędu, jeszcze nie są rozwinięte, a zatem łatwe do przebycia, rzeki i strumienie przy samym początku przecinane wymagają mostów małoznaczących, droga postępująca ciągle w bliskości grzbietu łańcucha, łatwo przy przejściu przez szyję uniknie spadków zbyt gwałtownych, a grunt suchy i twardy dobrą dla niej zapewni podstawę i utrzymanie mniej kosztowném uczyni.

Często prowadząc drogę w okolicy górzystej, takie można napotkać położenie, że stok południowy i północny, lub wschodni i zachodni, jednakowe przedstawiają korzyści i niedogodności; w takim razie wybrać należy stok południowy, lub wschodni, przez co droga bardziej na działanie słońca będąc wystawioną, łatwiej w suchym stanie utrzymać się daje, i od mroźnych północnych wiatrów szkodliwy wpływ na powierzchnię drogi wywierających, choć w części zasłoniętą zostanie.

W krajach południowych przeciwnie, zbytńia suchość jest jednym z powodów zniszczenia dróg przyspieszających; tam więc położenie północne i zachodnie ochraniając drogę od zbytńiego działania promieni słonecznych, korzystniejszém być może.

Czasami pomimo zachowania wszystkich wyliczonych dotąd prawideł, szczególniej w okolicach bardzo górzystych, przeprowadzenie drogi przez grzbiet łańcucha gór jest niepodobnóm; jako ostateczny środek w takim razie, przyjąc można przebicie pod górą podziemia, czyli tunelu. W takim razie, nie tyle już chodzi o wynalezienie punktów, w których łańcuch gór najmniejszą ma wysokość, ile o to, aby miejsce gdzie podziemie ma być przeprowadzone, podstawa jego była najwęższą, a zatem tunel najkrótszy. Wysokość jednak także do pewnego stopnia na uwagę zasługuje, od niej bowiem zależy głębokość szybów przewiewnych, które przy podobnych budowach zakładane być muszą.

W kraju naszym, w ogóle dosyć płaskim, rzadko zdarzyć się może potrzeba użycia tego ostatecznego środka.

§ 59.

Podane powyżej ogólne zasady, podług których wybór kierunku drogi powinien być dokonany, w niektórych przypadkach okazać się mogą niedostatecznymi. Zdarza się czasem, iż po dokładném rozpoznaniu miejscowości, dochodzimy do przekonania, iż między dwoma danymi punktami, można przeprowadzić drogę w dwóch lub więcej kierunkach, przedstawiających napozór jednakowe korzyści lub niedogodności. W takich wypadkach jedynie rachunek rozstrzygnąć wątpliwość i stanowczą przewagę jednego kierunku nad drugim, wykazać może.

Rachunek podobny opierać się musi na tój zasadzie, iż wszelkie korzyści, jakie przedstawiać może przeprowadzenie drogi w tym a nie innym kierunku, liczebnie na pieniądze ocenione być mogą; potrzeba tylko dla każdego z dwóch kierunków obliczyć:

1^o Koszta budowy.

2^o Koszta rocznego utrzymania drogi.

3^o Koszta przewozu wszystkich w ciągu roku, po drodze przechodzić mogących wozów i przedmiotów.

Dwa pierwsze wydatki z łatwością obliczonymi być mogą, ocenienie ich stanowi nieoddzielną część projektu budować się mającej drogi; nad trzecim obszerniej zastanowić się wypada.

§ 60.

Koszta przewozu zależą bezpośrednio od praw fizycznych, podług których siła ciągnąca, tojest konie, działa i zwycięża stawiany jój przez tarcie opór. Prawa te dokładnie dotąd znanymi nie są, brak bowiem doświadczeń, któreby wyprowadzonym na drodze naukowej wzorom, cechę nieomylności nadały. Badaniami przedmiotu tego tu dotyczącymi, prócz innych zajmował się p. Favier inspektor Dróg i Mostów we Francyi i wypadki swych spostrzeżeń i rachunków podał w dziełku: *Essai sur les lois du mouvement de traction. Paris 1841.*

Wypadki te, jak to już wyżej powiedzieliśmy, dotąd dokładnie sprawdzonemi nie zostały, bezwzględnej zatem wiary przywiązywać do nich niepodobna; pomimo to przy rozwiązaniu zadania, o które obecnie nam chodzi, ścisłość ich za zupełnie wystarczającą uważać można.

Podajemy tu w krótkości rozumowania, na których p. Favier pracę swą opiera; szczegóły zaś znajdzie czytelnik w dziełku powyżej przytoczoném.

Zbadanie praw fizycznych, podług których przewóz przedmiotów, czyli ich ciągnięcie na drogach odbywa się, polega na oznaczeniu stosunku jaki zachodzi pomiędzy siłą ciągnącą, prędkością, czasem, przez który praca zwierząt pociągowych trwać codziennie może, ciężarem i pochyłością po której ciężar ten jest przewożony.

Czas trwania pracy dziennéj dla zwierząt pociągowych tak powinien być obliczony, aby spoczynek nocny mógł im wynagrodzić ubytek sił, w ciągu dnia przez pracę utraconych.

Długość tego czasu ściśle jest związaną z prędkością biegu. Im prędzszym krokiem koń drogę swoją przebiega, tym króćej w ciągu każdego dnia, bez nadwyrężenia sił, pracować może.

Podobny stosunek zachodzi pomiędzy wielkością przewożonego ciężaru, a czasem trwania pracy dziennéj i prędkością biegu. Im ciężar większy, tym szybkość mniejsza, i czas pracy krótszy być musi.

Z tego cośmy powyżej powiedzieli wynika, iż chcąc siłę pociągową w najkorzystniejszych postawić warunkach, potrzeba wynaleźć najwłaściwszy stosunek między ciężarem, czasem trwania pracy i prędkością biegu, a stosunek ten wskaże nam *maximum* czyli największą ilość pracy, jaką koń użyty do przewozu przedmiotów dziennie dostarczyć jest w stanie. Stosunek ten podług obliczeń p. Favier jest następujący:

Długość czasu trwania pracy dziennéj, 9 godzin (a).

(a) Liczby tu przytoczone podajemy tylko jako wskazówkę, konie bowiem francuzkie, do których to obliczenie zastosowaném było, silniejszemi są od naszych; nadto, jak to już powiedzieliśmy, nie są one wypadkiem z zupełną ścisłością przeprowadzonych doświadczeń.

Prędkość biegu na godzinę 3,4 kilometra.

Ciężar wozu z ładunkiem 1,8 ton (1800 kilogramów).

Zastanówmy się teraz nad skutkami, jakie wywierają na siłę pociągową spadki na drodze napotykanne.

Koń idący luzem pod górę, oprócz zwykłego wysilenia, na poruszanie się z miejsca na miejsce, które pewną część siły jego zużywa, potrzebuje jeszcze część pozostałej siły obrócić na podnoszenie ciężaru swego ciała w górę; toż samo ma miejsce, jeśli koń nie luzem postępuje, lecz ciągnie ciężar za sobą. Powiększenie wysileni w jednym i drugim przypadku zależy od wielkości kąta nachylenia drogi. Przeciwnie koń luzem postępujący w dół po pochyłości, stawić musi opór tej części swego ciężaru, która po linii równoległej do powierzchni drogi działa, w tym bowiem kierunku jest on niejako pchany naprzód swym ciężarem. Okoliczność ta nietylko nie jest korzystną, ale znaczną część siły zużywa, tak dalece iż koń z wielkich pochyłości, na które wejść mógłby z wysileniem, zejść na dół nie będzie w stanie; ciągnąc jednak wóz z góry, koń w korzystniejszym znajduje się położeniu. Opór ciężaru, który idąc pod górę zwyciężać trzeba było, teraz w tymże samym stosunku, na korzyść siły pociągowej działa i do przyspieszenia biegu się przyczynia; nadto uprząż łącząca konia z wozem, pozwala mu się do pewnego stopnia opierać piersiami, przez co znajduje on pomoc w pokonaniu własnego ciężaru, co jak już wyżej powiedzieliśmy, część jego siły zużywa.

Stosunek ten istnieje dopóty, dopóki pochyłość nie staje się zbyt gwałtowną, od chwili kiedy opór ustaje i wóz sam pomimo zatamowania toczyć się zaczyna; gdy potrzebuje być przez konie wstrzymywany, pochyłość dla siły pociągowej staje się niekorzystną.

§ 61.

Siła, jakiej koń użyć musi w każdym z powyżej wymienionych przypadków do ciągnięcia danego ciężaru, może być liczebnie oznaczoną. Przyjąwszy więc za jednostkę największy ciężar, jaki koń po drodze poziomej uciągnąć jest w stanie, obli-

czyć można wielkość oporu, jaki stawiać będzie wspomniana wyżej jednostka ciężaru ciągniona pod górę, po wszelkich pochyłościach, zaczawszy od nachylenia pod kątem zero, a skończywszy na największym spadku, jaki na drogach może być dopuszczony. Mówiąc inaczej, ciężar który przyjeśliśmy za jednostkę, na drodze poziomej, czyli na pochyłości, której kąt zero wynosi, może być ciągniony przez jednego konia; jeżeli jednak zechcemy tenże sam ciężar pod górę prowadzić, siła jednego konia okaże się niedostateczną, a im większy będzie kąt nachylenia spadku, tym więcej potrzeba siły na poruszenie owego ciężaru: obliczenie więc o którym mówiliśmy, wyrazi ilość siły potrzebnej na każdej pochyłości do poruszenia ciężaru za jednostkę przyjętego.

Na téj saméj opierając się zasadzie, obliczyć jeszcze można, ile siły na każdej pochyłości zużywa koń na dźwiganie własnego ciężaru, ile mu jój zatem pozostaje na ciągnięcie przewożonych przedmiotów. Porównywając liczby w obu razach odpowiadające sobie, to jest odnoszące się do tegoż samego kąta nachylenia, otrzymamy liczbę koni potrzebną na każdej pochyłości, do ciągnięcia owéj jednostki ciężaru.

Podobne obliczenie dokonaniem być może dla spadków w dół pochyłonych, na których jak wiemy w miarę powiększania się kąta nachylenia, zmniejsza się opór, przez ciężar siły pociągowej stawiany.

Liczby z porównania powyższych obliczeń wypadające w obu przypadkach, to jest dla spadków, w dół lub w górę idących, wykażą ilość koni potrzebnych do ciągnięcia ciężaru za jednostkę przyjętego, a zarazem wyrażą stosunek w jakim kosztta przewozu przy każdym nachyleniu drogi zwiększają się lub zmniejszają. Można zatem liczby te przyjąć za współczynniki, przez które rozmnożywszy długość drogi pod pewnym kątem nachylonej, otrzymamy długość poziomą tamtéj równoważną, to jest taką, iż kosztta przewozu na niéj dokonanego i wysilenie koni równać się będą kosztom i wysileniu na drodze pochyłej podejmowanym, dla przewiezienia tegoż samego ciężaru.

§ 62.

Opierając się na wyżej przytoczonych zasadach, p. Favier obliczył tablice służące do zamiany spadków na drogach, na równoważne im długości poziome. Tablice te w skróceniu podajemy z odpowiedniami objaśnieniami na końcu niniejszego tomu.

Za ich pomocą zamieniwszy spadki projektowanej drogi na równoważną im długość poziomą, i dodawszy do wynalezioną liczbę, długość części drogi rzeczywiście poziomych; należy całą tak otrzymaną długość rozmnożyć, naprzód przez koszt przewozu po drodze poziomej jednostki ciężaru na jednostkę długości, a następnie przez przypuszczalną ilość wszystkich ciężarów rocznie po drodze przewożonych.

Tym sposobem otrzymamy liczbę wyrażającą koszt przewozu całorocznego przedmiotów po danej drodze; dodawszy do niej procent od kapitału na zbudowanie drogi wyłożyć się mającego, oraz roczne koszty utrzymania drogi: będziemy mieli ogół wydatków, jakie dana droga rocznie za sobą pociągać będzie. Jeżeli więc, jak to na początku przypuściliśmy, chodzi nam o wybór między dwoma projektowanymi kierunkami drogi; obliczenie podobne dla obu zrobić należy, a wypadek wykaże, gdzie roczne koszty będą mniejsze, a zatem który kierunek za korzystniejszy uważać można.

Przykład następujący najlepiej całe postępowanie w podobnym przypadku objaśni.

Przypuśćmy, że mamy do porównania dwa kierunki drogi, też same punkta z sobą łączącej, z których pierwszy 47,830 kilometrów, drugi 54,747 kilometrów ma długości. Na pierwszy rzut oka sądząc, krótszy powinien być korzystniejszym; obliczenie jednak, wątpliwość wyboru na korzyść drugiego nieodwołalnie rozstrzyga.

Wypadki rachunku w tym celu dokonanego w następujący sposób mogą być ułożone:

Kąt nachylenia spadku wst α	Rzeczywista długość spadków L	Połowa summy współczynników zamiany $\frac{R + R'}{2}$	Długości poziome równoważne spadkom L'	UWAGI.
Projekt pierwszy, kolorem różowym oznaczony.				
	kilometr			
0, 045	2, 625	2, 3980	6, 295	
0, 032	3, 534	1, 7091	6, 040	
0, 000	4, 235	1, 0000	4, 235	
.....	
.....	
Długość ogólna	k 47, 380		k 115, 370	
Projekt drugi kolorem niebieskim oznaczony.				
			k	
0, 025	3, 500	1, 4520	5, 082	
0, 015	2, 000	1, 1902	2, 380	
0, 000	4, 950	1, 0000	4, 950	
.....	
.....	
.....	
Długość ogólna	54, 747		92, 610	

Pierwsza kolumna zawiera kąt nachylenia spadku, druga rzeczywistą długość drogi. Dla wynalezienia liczb w kolumnie trzeciej zamieścić się mających, wyszukuję współczynnika zamiany odpowiadającego danemu kątowi nachylenia w tablicy 1 kolumnie literą R oznaczonej, który 4, 2450 wynosi. Ponieważ zaś ruch na drodze w połowie w jedną, w drugiej zaś w przeciwną zwykle odbywa się stronę, przeto nachylenie 0,045, dla połowy wozów będzie nachyleniem w górę, dla drugiej zaś połowy w dół idącym; odszukać przeto należy współczynnika 0,55112 temuż nachyleniu w tablicy 2 odpo-

wiadającego, i dodawszy takowy do poprzedniego, wypadek przez 2 podzielić. Przez tak wynaleziony średni współczynnik, mnoży się długość spadku $2^k \cdot 625$, a wypadek da nam równoważną spadkowi długość drogi poziomej, którą w czwartej kolumnie zamieścimy.

W podobny sposób postępuje się dla spadków następnych. Jeżeli jednak z powodu miejscowych okoliczności wnosić można, iż ruch na drodze w jednym o wiele będzie większy, od ruchu w drugim kierunku odbywanego; wtenczas w obliczeniu średniego współczynnika zamiany okoliczność tę uwzględnić należy.

Zamieniwszy w sposób powyżej wskazany w obu projektach długości wszystkich spadków na równoważne im długości poziome, przystępuje się do obliczenia rocznych wydatków.

Rachunek ten w następujący da się ułożyć sposób:

Wyszczególnienie kierunku	Całkowita długość rzeczywista	Długość pozioma równoważna	Koszta budowy	Wydatki roczne			Ogół wydatków rocznych	UWAGI
				Procent od kapitału na budowę wyłożyc się mającego	Koszta utrzymania drogi	Koszta przewozu		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Projekt 1szy czerwony	47.830	115,370	800000	40000	102835	461480	604315	
Projekt 2gi niebieski	54,747	92,610	860000	43000	117706	370440	531146	

Liczby w powyższej tablicy porównawczej umieszczone, żadnego nie potrzebują objaśnienia, z wyjątkiem kolumny 7^{ej}, nad którą cokolwiek zastanowić się musimy.

Obliczenie kosztów przewozu wszystkich przedmiotów w ciągu roku po drodze przechodząc mających, w następujący może być dokonane sposób. Potrzeba najprzód przypuszczał-

nie obliczyć na wagę, ogólną ilość przewozić się mogących przedmiotów.

Za wskazówkę służyć tu może porównanie innych dróg, w podobnych do projektowanej znajdujących się okolicznościach; obliczenie ogólne ile fabryki, które drogą projektowaną posługiwać się będą, potrzebują rocznie sprowadzać i wysyłać towarów; ile okolica zboża, drzewa i t. d. rocznie może wywozić; ile towarów miasta przez które droga przechodzi, lub do których prowadzi, przewozić muszą na użytek miejscowy, lub dla dalszego handlu i t. d. Obliczenie podobne zupełnie dokładnym być nie może; częstokroć po otwarciu nowej drogi, ruch zwraca się w tę stronę i wzrasta wraz z pomyślnością całej okolicy: nie zupełna jednak dokładność w ocenieniu wielkości ruchu, na ostateczny wypadek naszych obliczeń wpływu mieć nie może.

Potrzeba następnie obliczyć koszt przewozu jednostki ciężaru na jednostkę odległości. P. Favier następujący wzór w tym celu podaje:

$$p = \frac{P}{u \cdot u \cdot t.}$$

w którym p oznacza szukane koszty przewozu jednostki ciężaru na jednostkę odległości.

P . Koszt dziennego wynajmu konia.

u . Ciężar ładunku przez tegoż konia ciągniony.

t . Czas trwania dziennej pracy.

u . Prędkość biegu.

Wstawiwszy w powyższy wzór wartości odpowiednie cenom i zwyczajom danej okolicy, otrzymamy wartość szukaną.

Dwie wynalezione w sposób wskazany ilości, to jest ogólną wagę przewozić się mających przedmiotów i cenę przewozu jednostki ciężaru na jednostkę odległości, potrzeba rozmnożyć najprzód przez siebie, następnie przez długość drogi na poziomą zamienioną, która w kolumnie 3^{ej} jest wykazana.

Iloczyn trzech tych ilości da nam summe ogólną kosztów przewozu na drodze odbywać się mającego.

Liczby kolumny 8^{ej} podają ogół rocznych wydatków, projekt więc, który mniejsze wykazuje wydatki, korzystniejszym dla kraju będzie. Jedna tylko okoliczność czasami może jeszcze w takim razie wybór wątpliwym uczynić. Jeżeli wykonanie projektu mniejszy wydatek roczny pociągającego, wymaga o wiele większego kapitału; czasami dla jednorazowej w nakładzie oszczędności, zmuszeni być możemy, do przyjęcia projektu mniej korzystnego, ale zarazem i mniej kosztownego.

ROZDZIAŁ III.

WYBÓR NAJSTOSOWNIEJSZEGO W DANYCH OKOLICZNOŚCIACH PROFILU POPRZECZNEGO DROGI.

§ 63.

Dana siła pociągowa wtedy największy ciężar poruszyć może, gdy nie napotyka żadnego oporu, działającego w kierunku prostopadłym, lub ukośnym do linii, po której ciężar ma być posuwany; w razie przeciwnym, część siły pociągowej na przezwyciężenie tego oporu musi być obrócona, i stanowi bezużyteczną stratę. Na tej opierając się zasadzie, widzimy, iż najkorzystniejszym, dla siły pociągowej profilem poprzecznym drogi, byłaby linia prosta pozioma; w takim bowiem razie siła pociągowa bez względu na to czyby w kierunku równoległym, czy też nieco ukośnym do osi drogi działała, nie napotyka nigdy oporu dodatkowego, z nierówności profilu wynikającego. Kształt taki profilu inną jeszcze przedstawiałby korzyść. Przy profilach obłąkowatych, lub wklęsłych konie postępujące w kierunku osi drogi wspierają ciągle dwie nogi z jednej strony na powierzchni wyższej, dwie zaś drugie na nieco niższej. Tak niewłaściwe położenie wpływa niekorzystnie na siłę, jaką koń wydobyć może i przyspiesza jego znużenie.

Pomimo dwóch tych dogodności, kształt płaski profilu poprzecznego najczęściej przy budowie dróg zastosowania znaleźć

nie może, inne bowiem okoliczności, jak to zaraz zobaczymy, nie korzystnie za nim przemawiają; zresztą gdyby nawet nie zważając na to, kształt poziomy powierzchni drogi nadać chciano, zaledwie chwilowo mógłby on się w tym stanie utrzymać — wozy bowiem zwykle środka drogi się trzymają, ta część zatem prędzej niżeli brzegi się zużywa, i profil poziomy, wkrótce, zwłaszcza przy znaczniejszym na drodze ruchu, stałby się wklęsłym ku środkowi. Jeżeli zatem profil poprzeczny płaski niepodobnym jest do utrzymania, korzystniej będzie od razu przy budowie nadawać mu kształt obłąkowany lub wklęsły; zastanowić się jednak należy, który z tych dwóch kształtów jest dogodniejszym.

Przy kształcie wklęsłym woda deszczowa zbierałaby się w bliskości środka drogi i odpływała w kierunku jęj osi, stosownie do spadku podłużnego; część więc drogi, po której najwięcej wozów przechodzi, i która przez to najprędzemu ulega zniszczeniu, byłaby ciągle na wilgoć narażoną, a wilgoć jak to poniżej zobaczymy, jest jednym z najgłówniejszych czynników, na prędsze zniszczenie dróg wpływ wywierających.

Wklęsłość drogi inną jeszcze niedogodność pociąga za sobą. Dwa wozy naprzeciw siebie po środku drogi postępujące, chcąc się wyminąć, muszą po powierzchni ku środkowi pochyłej zjeżdżać na boki; mają więc taki sam opór do przewyciężenia, jak gdyby droga szła w tém miejscu pod górę. Okoliczność ta utrudza wymijanie się wozów, zwłaszcza podczas mrozów, gdy powierzchnia drogi jest śliską, i może się stać przyczyną wypadków niebezpiecznych z zawadzania wymijających się wozów pochodzących.

§ 64.

Profile obłąkowane, to jest wzniesione ku środkowi, a po obu stronach się zniżające, niedogodności powyżej wymienione w zupełności usuwają, woda bowiem deszczowa od środka drogi spływa po powierzchniach pochyłych ku jęj brzegom i dostaje się do rowów bocznych, przez co droga w stanie suchym

łatwo może być utrzymana; wozy zaś postępujące środkiem z łatwością wzajemnie się wymijają, nietylko bowiem żadnej ku temu nie znajdują przeszkody, ale nadto zjeżdżając ze środka, czyli punktu wyższego, na boki niżej położone, postępują z góry na dół, i w miejsce trudności, prawdziwe napotykają ułatwienie.

Widzimy więc, iż kształt drogi obłąkowaty, za najkorzystniejszy uważać można i wyjąwszy tylko szczególnych przypadków, któreby do wyboru innego profilu poprzecznego skłonić mogły, kształt ten dla wszystkich dróg przyjętym być powinien.

O ile lekka obłąkowatość drogi jest korzystna, jak to już wykazaliśmy, o tyle zbytek wypukłości szkodliwym stać się może. Widzieliśmy już, że dla siły pociągowej kształt poziomy jest najkorzystniejszym; im więc przez nadanie drodze większej obłąkowatości, bardziej od tego kształtu oddalać się będziemy, tym siła pociągowa na częstsze sztuczne a bezużyteczne przeszkody będzie narażona.

Pod względem dobrego utrzymania drogi zbytnia obłąkowatość także niekorzystny wpływ wywiera, wozy bowiem po jednej lub drugiej stronie takiej drogi postępujące ciągle muszą być nachylone; dla uniknięcia tak niedogodnego położenia, starają się ciągle na środek drogi wyjeżdżać; tym sposobem cały prawie ruch środkiem się tylko odbywa, i ta część przedź niż brzegi zużywać się musi: ztąd tworzą się z początku dołki, następnie wyrzynają koleje i cały środek w końcu staje się zakłętym. Naprawy w takim razie i częściowe nasypki nie zdołają w zupełności zaradzić złemu, którego źródło leży w wadliwej budowie drogi. Najpierwszym warunkiem utrzymania w dobrym stanie drogi bitéj, jest ułatwienie ruchu wozów na wszystkich jéj częściach bez różnicy; przy budowie więc drogi starać się należy o postawienie całej powierzchni w jednorodnych warunkach dogodności, w przeciwnym bowiem razie przejeżdżający wyszukując miejsc dogodniejszych, mniej dogodne wymijają będą, zużycie więc niejednorodnie na całej drodze postępować musi.

Widzimy zatem, iż mierna tylko obłąkowatość korzystna może być dla drogi; nie zawsze jednak prawda ta uznana była przez zajmujących się tym przedmiotem. Drogi dawniej zbudowane w Niemczech, Francji a nawet i Anglii, przedstawiały w ogóle zbytnią wypukłość, bo czasami $\frac{1}{20}$ szerokości drogi dochodząca. W późniejszych czasach starano się wypukłość w drogach nowo budowanych mniejszą uczynić; i tak: we Francji według przepisów obowiązujących dziś, wyniesienie środka po nad boki drogi $\frac{1}{40}$ szerokości przechodzić nie powinno; w Anglii za ledwie $\frac{1}{70}$ lub nawet $\frac{1}{100}$ szerokości wyniesieniu temu nadają.

Za zasadę przyjąć tu można, iż im powierzchnia drogi ma być gładszą, to jest, im utrzymanie jej staranniejszém będzie, tym płaszciejszą ona być może i tym dogodniejszą przez to się stanie. Przy drogach zatem starannie i podług prawideł, które w właściwém podamy miejscu utrzymanych, obłąkowatość od $\frac{1}{70}$ do $\frac{1}{100}$ szerokości, jak to w Anglii przyjęto, dostateczną nam się wydaje.

§ 65.

Szerokość nasypki szabrowej, lub bruku powierzchnię drogi pokrywającego powinna być taką, abą na niej dwa wozy najszersze z ładunkiem wygodnie minąć się mogły, bez potrzeby zjeżdżania jedną stroną na powierzchnię brukiem lub szabrem nie pokrytą.

Stosownie do tego warunku szerokość ta przynajmniej 2^s,50 do 3^s,00 wynosić powinna. Jeżeli przyjmiemy więc 3^s,00 za najmniejszą szerokość, jaką nasypce lub brukowi na drogach nowo budowanych nadawać należy, w miarę ważności ruchu, to jest w miarę ilości wozów, które po danej drodze przebiegać będą, szerokość jej wzrastać powinna. Stosunek w którym zwiększenie to szerokości ma następować, w następujący da się ocenić sposób.

Przedstawmy sobie drogę, której nasypka żwirowa tylko 1^s,00 ma szerokości. Na takiej drodze wozy, których sze-

rokość około 0^s,65 (a) wynosi, zawsze temi samemi prawie śladami po środku postępowaćby musiały; wprawdzie mogłyby one jeszcze nieco ku jednemu lub drugiemu zbliżyć się brzegowi, w takim jednak razie narażałaby się na zjechanie z nasypki na powierzchnią ziemi zwyczajnej, co czasem z niebezpieczeństwem wywrócenia połączone być może. Przyjąć więc należy, iż szerokość jednosążniowej nasypki żwiru, po jednym tylko śladzie wozom postępować dozwala; że zaś jak to już powiedzieliśmy, ruch po całej szerokości drogi odbywać się powinien, stosownie więc do ilości wozów po drodze przebiegać mających, potrzeba jój nadać taką szerokość, aby wozy, nietylko po jednym śladzie nie były zmuszone postępować, ale nadto szerokość wolnego miejsca, na którémby wozy podług innych śladów przechodzić mogły, tym większa być powinna, im większą jest ilość wozów po drodze przebiegać mających.

Jeżeli więc szerokość trzysążniowa nasypki uznana będzie za dostateczną do przebiegu pewnej ilości wozów, dla drogi po której liczba przebiegających wozów będzie większą razy n szerokość x wyrazi się przez:

$$x - 1^s,00 = n (3^s,00 - 1^s,00) \text{ czyli}$$

$$x = 2 n + 1^s,00$$

Wzór powyższy zawsze najwłaściwszą szerokość dla danej drogi wynaleźć pozwoli; dodać tu jednak należy, iż podobnie jak we wszystkich tego rodzaju wyrachowaniach, tak i tu opierać się potrzeba na przypuszczalnej liczbie wozów, dziennie po drodze przechodzić mających: cała więc ścisłość wypadku od trafnego oznaczenia téj liczby zależy, do czego jedynie dokładna znajomość stosunków miejscowych, terażniejszych i przyszłych posłużyć może.

§ 66.

Drogi żwirowe w ten sposób są zazwyczaj budowane, iż środek zajęty jest przez nasypkę żwirową; po obu zaś stronach

(a) Mówimy tu o wozach dużych, półtoracznych zwanych.

tęj nasypki ciągną się mniej więcej szerokie pasy niczém nie pokrytej ziemi zwyczajnej. Pasy te zwykle u nas niewłaściwie *bankietami* są nazywane, my je po prostu *bokami* zwać będziemy.

Widoczną jest rzeczą, iż podobne urządzenie jedynie oszczędnością wydatków na budowę drogi potrzebnych, do pewnego stopnia wytłumaczyć się daje; korzystniej bowiem będzie dla pewnej okolicy, mieć drogę żwirową choćby wadliwém urządzeniem nacechowaną, aniżeli dla braku funduszków zupełnie się jęj wyrzec, lub zbudowanie na dalszy czas odłożyć. Względ jednak oszczędności do pewnego stopnia tylko za tłumaczenie posłużyć tu może, jak to bowiem zobaczymy poniżej, urządzenie nasypki na całej szerokości drogi często bardzo niewiele, lub wcale wydatków nie podwyższa.

Pozostawienie boków drogi bez nasypki żwirowej, z wielką jest połączone niedogodnościami. Nasypka szczególnie na drogach drugiego rzędu jest zazwyczaj tak wązka, iż dwa wozy wielkie ładowne, nie mogą się zminąć, bez konieczności zjechańa jedną stroną na ziemię zwyczajną. Stanowi to ważną niedogodność dla przejeżdżających w każdym czasie, w chwilach zaś takich jak *np.* na wiosnę, lub w jesieni, gdy ziemia przesiąkła deszczami, nie może dostatecznego oporu ciężarowi kół przedstawić: potrzeba zjeżdżania z nasypki połączona jest z niebezpieczeństwem wywrotu, lub zawięzienia. Toż samo zjeżdżanie na boki, które wozom niebezpieczeństwem grozi, na nasypkę także bardzo niekorzystny wpływ wywiera. Wozy zjeżdżając z powierzchni twardej na miękką i naodwrot nie jednakowo się zagłębiają, czyli zarzynają, i tym sposobem brzeg nasypki niszczą, a kamyki z niego wyrwane, bezpożytecznie w błoto wtłaczają.

Boki drogi porznięte kolejami przez wozy mijające się pozostawionemi stają na przeszkodzie łatwemu ociekaniu wody deszczowej; koleje bowiem te najczęściej w kształcie linii krzywych wyciśnięte, łączą się w obu końcach z nasypką; woda po spadku poprzecznym drogi spływająca, w nich się zatrzymuje, i choćby droga w kierunku swęj długości, miała pe-

wien spadek, odpływ miejsca mieć nie może. Tym sposobem boki rozmiękle, porzniete kolejami przedstawiają najniegodniejsze przejście równie dla wozów, jak i dla pieszych, a utrzymując niewyczerpany zasób wilgoci, udzielają jej ziemi, na której nasypka spoczywa i przez to do prędszego zniszczenia tej ostatniej o wiele się przykładają. Prócz tego powierzchnia ziemi na bokach drogi pokryta jest zwykle w czasie suchym grubą warstwą kurzu, który przez wiatr i przejazdy wozów dostaje się na nasypkę i po nadejściu deszczów, przemienia w błoto, najszkodliwszy wpływ na jej powierzchnię wywierające.

Boki drogi przeznaczone są zazwyczaj na skład kamieni i szabru, do naprawy drogi służyć mające; ta okoliczność jednak urządzenia podobnego drogi nie usprawiedliwia, można bowiem obrać inne miejsce dogodniejsze do tego użytku i na zewnątrz drogi położone, gdy tymczasem kupy kamienia w miejscu przeznaczonem na przechód wozów porozkładane, mogą się stać przyczyną, szczególnie podczas ciemnych nocy, niejednego niebezpiecznego dla podróżnych wypadku; zresztą stosy szabru zaczepiane kołami przejeżdżających wozów, nie dają się w należytem porządku utrzymać, i część ich niknie bezpożytecznie w błoto wtrątowana.

Wszystkie przytoczone tu okoliczności, o ile nam się zdaje, dostatecznie usprawiedliwiają twierdzenie o szkodliwości boków, nasypką niepokrytych, na początku wyrzeczone. Dodać tu jeszcze musimy uwagę, odnoszącą się do kosztów budowy.

Nasypka wązka musi być grubszą, a zatem kosztowniejszą; doświadczenia we Francyi dokonane wykazały: iż nasypka 8^m,00 szeroka, której obłąkowatość $\frac{1}{8_0}$ szerokości, grubość zaś po środku 0^m,25, a na bokach 0^m,15 wynosi, daleko jest trwalszą i dogodniejszą od nasypki 5^m,00 szerokości, a 0^m,30 grubości mającej, koszta zaś budowy w obu razach prawie są jednakowe. Dla tych to przyczyn, zdaje nam się, iż należałoby przy drogach już istniejących, w miarę możności, częściowo niegodności powyższe usuwać, dla dróg zaś nowo budowanych przyjąć kształt profilu poprzecznego, bardziej potrzebom odpo-

wiedni, i z przepisami na długoletnich doświadczeniach opartymi zgodny.

§ 67.

Wszystkie drogi zbudowane u nas, inną jeszcze przedstawiają niedogodność; nie ma bowiem w nich miejsca wyłącznie dla przechodu pieszych pozostawionego. Okoliczność ta również dla pieszych podróżnych, jak i dla wozów nie jest korzystną: piesi bowiem muszą po drodze błotnistej, lub grubą warstwą kurzu pokrytej podróż swą odbywać; wozy zaś nie znajdują żadnej przeszkody, któraby je ostrzegała o zbyt niem zbliżeniu się do rowów bocznych, ztąd też podczas nocy ciemnych, mogą się niebezpieczne wydarzać przypadki. W innych krajach, gdzie ogólnie pomyślny stan dróg dozwala zająć się ulepszeniami najdrobniejszych nawet szczegółów dotyczącami, oddawna starano się o usunięcie tej niedogodności; w Anglii *np.* wszystkie prawie drogi zaopatrzone zostały chodnikami, we Francyi zaś, przynajmniej w bliskości miast znaczniejszych, gdzie ruch pieszo podróżujących jest większym, ulepszenie to wprowadzonym zostało i z czasem zapewne obszerniejsze znajdzie zastosowanie.

Rowy boczne przy drogach bitych są u nas zwykle za szerokie, i tym sposobem przeznaczeniu swemu nie odpowiadają; służyć one powinny do osuszenia drogi i odprowadzenia zbierającej się w nich wody: dlatego też powinny być stosownym opatrzone spadkiem i łączyć się z innymi rowami lub rzeczkami, strumykami i t. d., do którychby swą wodę wylewały. Do takiej posługi, szerokość od 0^s,50 do 1^s,00 w każdym razie może być dostateczną; tymczasem rowy boczne zwyczajnie u nas mają szerokość o wiele większą, spadki zaś potrzebne do odpływu wody, wcale nie są urządzone: ztąd też w miejscach niższych zbiera się w nich woda stojąca. Bliskość podobnych sadzawek nader niekorzystny na drogę wpływ wywiera, ziemia bowiem na której nasypka żwirowa spoczywa, przez ciągłe podmiękanie wodą przesycona, mniej staje się ścisłą i łatwiej ciśnieniu kół na nasypkę wywieranemu ustępuje; dlatego też w takich

miejscach droga zazwyczaj jest gorszą, a utrzymanie jęj o wiele trudniejsze i kosztowniejsze.

§ 68.

Z tego wszystkiego cośmy dotąd o rozmaitych niedogodnościach i wadach istniejących już dróg powiedzieli, łatwo sobie utworzyć wyobrażenie, jakim powinien być profil poprzeczny, aby mógł odpowiedzieć wszystkim warunkom bezpieczeństwa i wygody podróży, łatwego i niekosztownego utrzymania drogi, oraz ułatwienia pracy dla siły pociągowej. Zdaje nam się, iż wzór profilu podany na figurze 45, wszystkie te warunki łączy w sobie. Szerokość nasypki wskazana na nim nie jest bezwarunkową, i powinna stosownie do ważności ruchu dla budującej się drogi spodziewanego, sposobem powyżej podanym być obrachowaną. Obłąkowatość nasypki wynosi tu $\frac{1}{80}$ jęj szerokości, boki zaś opatrzone są chodnikami mniej więcej o $0^{\circ},15$ po nad powierzchnią nasypki wzniesionymi. Chodniki te co pewną odległość poprzecinane być muszą poprzecznie, albo małemi rynsztokami, albo rurami glinianymi, do drenowania używanymi, jak to na rysunku liniami kropkowanemi zostało oznaczone. Tym sposobem woda deszczowa spływa najprzód po pochyłej powierzchni drogi do najniższego jęj punktu, to jest do brzegu chodnika i wzdłuż tego ostatniego odpływa do spotkania poprzecznego rynsztoku, lub rury która ją do bocznego rowu wylewa. Chodniki mają także nachylenie poprzeczne mniej więcej $0^{\circ},04$ wynoszące i skierowane ku rowom bocznym: po tęg pochyłości woda deszczowa spływa do rowów.

Profil ten równie korzystnie zastosowanym być może do drogi z nasypką żwirową, jak i do drogi brukowanej, lub ze środkiem brukowanym, a bokami nasypką żwirową pokrytymi; niewątpliwie jest on najdogodniejszym ze wszystkich jakie dotąd są w użyciu, czasami jednak dla oszczędności lub innych przyczyn, w części zmienić go potrzeba. I tak, w głębokich przekopach dla zmniejszenia ilości wykopać się mającej ziemi, chodniki mogą być opuszczone (fig. 46) równie jak i rowy boczne. W takim razie woda zbierająca się na powierzchni na-

sypki i skarpach wykopu, odpływa małemi rynsztokami na spotkaniu się skarpy z powierzchnią nasypki urządzonej; dla zabezpieczenia zaś całego przekopu od zbytniego zalewu wodą na zewnątrz drogi się zbierającą, w górze skarp urządzone są rowy wodę tę wzdłuż drogi odprowadzające.

Gdy droga po boku stromiej góry jest prowadzona, tak iż z jednej strony widać wznoszącą się górę, z drugiej głęboki wąwóz, używa się czasem profilu poprzecznego w kształcie linii prostej ku bokowi góry nachylenej (fig. 47), od której drogę rów boczny oddziela. W takim razie woda z tego rowu w poprzek drogi, co pewną odległość urządzonej kanałami odprowadzona być winna. Widoczną jest rzeczą, iż w podobnym położeniu korzystnym jest urządzenie chodnika od strony wąwozu, który nie tylko dla przechodu pieszych podróżnych jest użyteczny, lecz zarazem zabezpiecza wozy od zbytniego do brzegu wąwozu zbliżania. W ogóle pożyteczną jest rzeczą, aby droga od bocznych rowów jakkolwiek przeszkodą była oddzielona; w Anglii i niektórych okolicach Niemiec, służą do tego żywe płoty, które jednak przez utrzymywanie wilgoci niekorzystny wpływ na stan drogi wywierają. Jeżeli chodniki są urządzone wzdłuż drogi, wozy dostatecznie są tém zabezpieczone od zbytniego do rowów zbliżania; w razie przeciwnym, najwygodniejszym byłoby urządzenie po nad brzegiem rowu, od strony drogi, małego wału z ziemi, któryby przystęp do rowu tamował.

Podane powyżej zasady, dostateczną o ile nam się zdaje będą wskazówką, podług której w każdym danym wypadku najwłaściwszy profil poprzeczny dla drogi może być wybrany. Wzory które tu załączamy, nie są wyłącznymi kształtami, od którychby odstępować nie było wolno; łączą one jednak w sobie wszystkie prawie warunki dogodności, i za zmianami stosownymi do miejscowości, z pożytkiem nieledwie zawsze użyć się dadzą.

ROZDZIAŁ IV.

DROGI BITE (CHAUSSEES).

§ 69.

Rozmaite sposoby do budowy dróg używane, na dwa główne rozdzielić można rodzaje. W pierwszym mieścić się będą drogi nasypką szabrową, to jest z kamienia tłuczonego opatrzone, które drogami bitymi (chaussées) nazywamy (a), drugi obejmuje wszelkie rodzaje bruków: o obu tych rodzajach z kolei mówić będziemy.

Sposób budowania dróg z kamienia tłuczonego, od najdawniejszych czasów był znany, lecz mało upowszechnionym. W miarę wzrastania przemysłu i handlu, zaczęto baczniejszą na ulepszenie stanu dróg zwracać uwagę, i od tego czasu wprowadzonych zostało wiele ulepszeń i oszczędności w sposobach budowy dawniej używanych.

Grubość pokładu kamiennego w drogach dawniej budowanych, była zwykle za wielką, i blisko łokieć wynosiła. Pokład ten składał się z trzech warstw: w pierwszej kamienie duże układane starannie rękami, w sposób przy brukowaniu używany, służyły za fundament i podstawę wierzchnim warstwom. Na tej podstawie sypano warstwę kamienia tłuczonego bardzo grubo, równano ją i babami ubijano; w końcu następowała warstwa kamienia drobniej tłuczonego, która wierzch drogi stanowiła. Sposób podobny budowy nader był kosztownym i zmuszał do ograniczenia, o ile można szerokości drogi; ztąd też wszystkie drogi owego czasu, przy zbytniej i bezużytecznej gru-

(a) Drogi zwyczajne, takie jakie najczęściej od wsi do wsi, od miasteczka do miasteczka u nas prowadzą, żadnemu naukowemu nie mogą ulegać rozbirowi; dlatego też w całej niniejszej pracy wzmianki o nich nie zamieściliśmy: ostrzegamy przytém, że ile razy w ciągu naszego wykładu wyrazu *droga* bez oznaczenia jej rodzaju użyjemy, oznaczać to będzie drogę bitą (Chaussées), ten bowiem rodzaj jako najczęściej używany, do ogólnej nazwy niejako nabył prawa.

bości nasypki, zwykle zanadto są wązkie, a zatem kosztowne i niewygodne.

W drugiej połowie zeszłego wieku, inżynier francuzki Tresaguet, pierwszy zwrócił uwagę na wynikające ztąd niedogodności i znaczne ulepszenia w budowie dróg pod swoim zarządem zostających zaprowadził. Przepisy zasadnicze podane przez niego, w ten sposób streścić można.

Nasypka szabrowa umieszczona być winna w wyźłobieniu czyli korycie, którego dno stanowić ma powierzchnię równoległą do powierzchni drogi, boki zaś ścięte być mają pod kątem mniej więcej 20° wynoszącym; głębokość takiego koryta a zatem i grubość całej warstwy kamienia, około 10 cali miała wynosić. Brzegi koryta uzbrojone były kamieniami podłużnymi, starannie ułożonemi w ten sposób, aby jedna tylko z ich krawędzi wystawała na powierzchnią nasypki i stanowiła jój zakończenie, reszta zaś kamienia przykryta była szabrem.

Pokład kamienia z trzech warstw składać się powinien. Pierwszą od dołu stanowić ma kamień łupany, średnich wymiarów, układany rękami, na sposób bruku tego rodzaju; ubity babą tak, aby każdy kamień dokładnie w otaczającej go ziemi osiadł i pod ciśnieniem z góry wywieranem nie ustępował. Druga warstwa z mniejszych nieco wymiarów kamienia złożona, układać się także miała rękami i ulegać mocnemu ubijaniu, przez co kamienie zakładały się brzegami jeden po za drugi, części zaś ich ubijaniem skruszone, wypełniały miejsca próżne, pomiędzy kamieniami pozostałe. Trzecia wreszcie, to jest wierzchnia warstwa, trzy cale grubości mająca, składała się z kamienia drobno tłuczonego, tak aby pojedyncze kamyki wielkości orzecha włoskiego nie przechodziły. Kamień na wierzchnią tę warstwę przeznaczony, powinien być najtwardszy, i z największą starannością dobierany; od mniejszej bowiem lub większej wytrzymałości powierzchni, stan całej drogi jest zależnym.

§ 70.

Przepisy powyższe podane przez Tresaguet'a, przez długi czas we Francyi, jak i w innych krajach z małemi odmianami ściśle zachowywane były, aż do chwili, w której wystąpienie Mac-Adama, królewskiego kommissarza dróg w Anglii, stanowczą zmianę zapowiedziało.

Człowiek ten czynny, sprężysty i bystrym umysłem obdarzony, w części dróg dozorowi jego powierzonych, zaprowadził około roku 1816 znakomite odmiany, które najpomyślniejszym skutkiem zostały uwieńczone, i wkrótce obszerniejsze znalazły zastosowanie. Nie pozostawił on ogólnego wykładu swych zasad, z częściowych jednak wystąpień przed parlamentem, i innych pism w obronie swego systematu ogłoszonych, przepisy podane przez niego w ten sposób streścić się dają:

Nasyпка na drogach powinna być dokonana cała z kamienia drobno tłuczonego, największe kawałki więcej niż 6 uncyj ważyć nie powinny. Tak potłuczony kamień, powinien być jak najstaranniej z ziemi, gliny i wszelkiej nieczystości wilgoć utrzymującej oczyszczony i w takim dopiero stanie na nasypkę użyty. Grubość nasypki niepotrzebuje wynosić więcej jak 10 cali, a obłakowatość drogi o wiele zmniejszona być powinna; dostatecznym jest dla drogi 18 stóp szerokości mającej, wynieść jej środek o 3 cale wyżej niż brzegi. Nasyпка na środkowej części drogi, na 16 lub 18 stóp szerokiej, powinna być wykonana z kamienia o ile można najtwardszego, boki zaś drogi na szerokości 6 lub 7 stóp mogą być pokryte cieńszą i z miększego kamienia złożoną warstwą.

Ważną jest rzeczą, aby nasypka nie od razu w całej grubości była uskutecznią; najlepiej podzielić ją na trzy warstwy. Po usypaniu pierwszej warstwy na 4 lub 5 cali grubiej, należy dozwoić przejazdu wozom, i dopóty z sypaniem drugiej się wstrzymać, dopóki pierwsza dokładnie kołami ubita nie zostanie. Podobnie postępuje się z drugą warstwą i dopiero po dokładnym jej ujeżdzeniu, trzecia sypaną być powinna.

Zasady powyższe, jak każda nowość w dziedzinie naukowej, znalazły równie gorliwych zwolenników jak i przeciwników zawziętych; bezwzględnej jednak słuszności, ani jednej ani drugiej stronie przyznać nie podobna. Mac-Adam potępiając ogólnie dawną zasadę budowania dróg z nasypką szabrową, opartą na podstawie brukowanej, zanadto posunął się daleko; jak to bowiem poniżej zobaczymy, zdarzają się wypadki, w których podobne ustalenie wierzchniej części drogi, z drobnych kamyków złożonej, jest nieodzownym; z drugiej strony przeciwnicy jego bezzasadnie przy dawnym sposobie obstawali, we wszystkich bez wyjątku stosując go wypadkach. Tysiące mil dróg bitych wykonane w Europie podług zasad Mac-Adama, to jest z nasypką, w całej grubości z drobnego kamienia złożoną, za najlepszą dla jego sposobu posłużyć mogą obronę.

Sposób przez Mac-Adama w użycie wprowadzony, na nazwę nowości bezwzględnie nie zasługuje; budowa bowiem dróg z samego drobno tłuczonego kamienia, poprzednio znaną już była; lecz zastosowanie tego sposobu, ograniczono do gruntów twardych, skalistych, które zastępowały z natury fundament brukowy, zasługa więc Mac-Adama nie tyle na nowości pomysłu, ile raczej na obszerniejszym zastosowaniu znanego dawniej sposobu polega: z drugiej zaś strony, zasady jego ogłoszone jako ogólne prawa, żadnych niecierpiące wyjątków, pod wielą względami fałszywymi się okazały.

Pierwszym i jedynym warunkiem dobroci drogi, wedle pojęć Mac-Adama, jest gładkość jej powierzchni i nieprzepuszczalność nasypki. Przeznaczeniem warstwy sypanego kamienia, jest podług niego zabezpieczenie gruntu pod nią położonego, od ciągłego przemakania; jeżeli nasypka temu warunkowi czyni zadosyć, droga musi być dobrą. Główny cel budowania dróg sztucznych, to jest zmniejszenie siły do poruszenia danego ciężaru potrzebnej, nie zajmuje go wcale; dlatego też wnioski jego częstokroć do fałszywych doprowadzają go wypadków. Wiadomo jest, iż gładkość powierzchni drogi nie jest jedynym warunkiem jej dobroci, jeżeli bowiem nasypka zanadto giętką a zamało sprężystą będzie, mu-

si się ona pod ciężarem kół uginać, i tym sposobem wóz zawsze niejako pod górę postępować będzie, przez co siła do ciągnięcia go potrzebna większą się staje.

Dla uniknięcia tej niedogodności, jeżeli grunt na którym nasypka spoczywa, z natury nie jest dość wytrzymałym, nie dostateczną jest rzeczą zabezpieczyć go od wpływu wilgoci; trzeba jeszcze ciśnienie przez koła na nasypkę wywierane, rozłożyć w miarę potrzeby na większą powierzchnię gruntu: do tego właśnie celu służą fundamenta brukowane pod nasypką, które w takich razach koniecznymi się stają.

§ 71.

Nieprzepuszczalność nasypki, wyłączny cel, o osiągnięcie którego stara się Mac-Adam, w wielu razach jest rzeczywiście rzeczą dla dobrego stanu drogi nadzwyczaj użyteczną, nie zawsze jednak warunek ten jest koniecznym. Droga z nasypką przepuszczalną, opartą na gruncie z natury suchym, wilgoci w sobie nie zatrzymującym, *np.* żwirze, piasku i t. d., równie dobrą być może, jak gdybyśmy spód jej od wszelkich wpływów wilgoci zabezpieczyli. Podobny przypadek będzie także miał miejsce, jeżeli powierzchnia gruntu, na której nasypka spoczywa, ma z natury lub zapomocą sztuki urządzone odcieki tak, iż wszelka woda, która się dostanie pomiędzy nasypkę a grunt ją dźwigający, zamiast wsiąkać i rozmiękczać ziemię, na boki odpływać musi. Jeżeli wreszcie kamyki, z których nasypka jest złożoną, tak się jedne na drugie zakładają i są z sobą powiązane, że ciśnienie na jeden z nich u góry położony wywarte rozdziela się na kilka innych niżej leżących, z których każdy znowu kilku innym tego ciśnienia udziela; wówczas parcie na jeden punkt na powierzchni drogi wywierane, obejmuje pewną przestrzeń wprzód nim do jej dna dojdzie: działając zatem na obszerniejszą powierzchnię gruntu, nasypkę utrzymującego, większy spotyka opór, a grunt z natury swój nie bardzo wytrzymały, może dostateczną znaleźć siłę do oparcia się gniotącemu go ciężarowi, bez zmiany kształtu swój powierzchni.

Skutek podobny zależnym jest od stopnia wytrzymałości gruntu, i od gutunku kamienia na nasypkę użytego. Najwyraźniejszy przykład podobnego powiązania kamieni, spotkać można na drogach z wapienia zbudowanych (fig. 48). Kamień ten zwykle jest dość miękki; w chwili dokonania nasypki, pojedyncze kamyki wspierają się jedne na drugich ostremi kantami, powierzchnie więc zetknięcia po większej części są nader małe; w miarę jednak działania ciężarów na nasypkę, ostre kanty się kruszą, a kamyki osiadając, wspierają się na większych nieco powierzchniach, których wielkość odpowiada wielkości ciśnienia na nie wywieranego: pomimo to pozostaje pomiędzy kamykami wiele miejsc próżnych. Nasypka podobna jest nadzwyczaj przepuszczalną, woda bowiem przez miejsca próżne łatwo aż do jej dna dochodzi; pomimo to droga dobrą być może, rozkład bowiem ciśnienia na większą powierzchnię przy takim układzie kamyków, zawsze miejsce mieć musi.

Nasypki z kamienia kruchego, *np.* piaskowca zbudowane, nie przedstawiają zwykle dopiero co opisanych próżnych miejsc pomiędzy kamykami, składające je bowiem kawałki potłuczonego kamienia, w krótkim czasie pod ciśnieniem ciężarów do pewnego stopnia się kruszą i wypełniają pozostającymi ztąd okruszynami podobnymi do piasku, wszystkie próżne miejsca pomiędzy kamykami pozostałe. Skoro wierzchnia warstwa tego rodzaju nasypki dobrze ubitą i ujeżdżoną zostanie, gdy wreszcie przesiąknie do pewnego stopnia wilgocią, wszystkie pojedyncze kamyki połączone zostaną pewnym rodzajem zlepiszczą, z owych okruszków i wody utworzonego, tak iż cała wierzchnia szczególnież część nasypki, jedną niejako całość stanowić będzie. W takim stanie nasypka staje się bardzo mało, lub wcale nieprzepuszczalną, chroni więc ziemię na której spoczywa, od rozmiękania w skutek deszczów. Przy tego rodzaju nasypce, rozłożenie na większą powierzchnią ciśnienia z góry na jeden punkt wywieranego, także ma miejsce, lecz nie w tym stopniu jak przy nasypkach z wapienia; kruche bowiem kamyki, łatwiej ustępują pod ciśnieniem kół i nie mogą na małych tylko wspie-

rać się powierzchniach: z drugiej strony pomocnymi w takim rozkładzie ciśnienia, stają się owe okruszyny próżne miejsca wypełniające, posiadają one bowiem własność wszelkiego rodzaju piaskom wspólną, rozkładania we wszystkie strony nacisku z jednéj otrzymanego.

§ 72.

Z tego wszystkiego, cośmy dotąd powiedzieli wynika, iż nieprzepuszczalność nasypki, jakkolwiek prawie zawsze korzystna, nie jest jednak koniecznym i jedynym warunkiem dobroci drogi. Może ona do pewnego stopnia być zastąpioną przez własność rozkładania ciśnień na większe powierzchnie, jaką niektóre rodzaje nasypki posiadają; często jednak obie te własności razem połączone nie są jeszcze dostatecznymi do zapewnienia drodze odpowiedniego stopnia wytrzymałości, i w takim razie ustalenie podstawy, na której nasypka ma spoczywać, staje się koniecznym.

Z ogólnych tych zasad następne przepisy szczegółowe wyprowadzić się dadzą:

Jeżeli grunt na którym nasypka ma spoczywać, z natury nie bardzo jest twardym i wytrzymałym, należy oprócz nasypkę na fundamencie brukowym.

Na gruncie kredowym, który łatwo ulega wpływowi mrozów i w czasie roztopów szczególnie wzdyma się i podnosi miejscami nasypkę; należy taką nadać grubość warstwie nawiezionéj, aby grunt naturalny od wpływu mrozów był uchroniony. W tym celu często oprócz nasypki potrzeba nawieźć warstwę, mniej więcej grubą, ziemi zwyczajnej, piasku lub t. p., i dopiero na tak urządzonej sztucznej spódzie wesprzeć nasypkę szabrową.

Grunt gliniasty lub ił należy uchronić od wpływu wilgoci, w takich więc miejscach szczególna uwaga zwróconą być powinna na nieprzepuszczalność nasypki; częstokroć jednak na bardzo tłustych glinach najlepsza nawet nasypka nie daje dostatecznego zabezpieczenia: w takich razach potrzeba nawiezieniem innego rodzaju ziemi sztuczny spód dla drogi urządzić.

Piasek do tego celu bardzo korzystnie użytym być może. Czasami w takich przypadkach dla osiągnięcia lepszego jeszcze skutku, zlewa się warstwę piasku bardzo rzadko rozrobioném wapnem. Kréda dobrze ubita może także zabezpieczyć grunt gliniasty od wilgoci; lecz jak to widzieliśmy już poprzednio, nie daje ona drodze dobrej podstawy: dlatego też rzadko jój na ten cel z korzyścią używać można. W niektórych miejscach, w Anglii i Francyi próbowano spód gliniasty pokryć cienką warstwą betonu; sposób ten niewątpliwie ustala wierzch drogi, połączone jest jednak z innymi niedogodnościami i zazwyczaj zanadto kosztowny.

Wszystkie podane powyżej przepisy ustalenia wierzchniej części drogi, niedostatecznymi są na gruntach torfiastych i błotnistych, i w takim razie użyć należy sposobów skuteczniejszych, o których w osobnym rozdziale mówić będziemy.

Jeżeli wreszcie grunt jest suchy i dobry, jeżeli nie mamy przyczyny obawiać się wpływu wilgoci lub mrozów, nasypka nie potrzebuje żadnego sztucznego fundamentu i wprost na ziemię szaber sypać należy. Podstawa brukowana w takim razie nie tylko nieużyteczną, lecz do pewnego stopnia szkodliwą stać się może, jeżeli bowiem bruk nie dosyć starannie został dokonany, ciśnienie przez koła wywierane działając czasem na brzeg dużego kamienia w bruku, może jedną stroną wgnieść go w ziemię, przez co druga wzniesie się do góry i poruszy całą warstwę nasypki na niej spoczywającą; ztąd powierzchnia drogi staje się niegładką i chropowatą, a częstokroć raz poruszony kamień z bruku, ciąglemu ulegając potracaniu przez koła, wydobywa się aż na sam wierzch drogi i prawdziwą dla przejeżdżających stanowi przeszkodę. Ztąd też dozór przy utrzymaniu drogi z nasypką wspartą na fundamencie brukowym, staranniejszym być powinien, dla wczesnego zapobiegania podobnym przypadkom.

§ 73.

Porównywając dwa powyżej opisane sposoby budowania drogi, to jest z nasypką na fundamencie brukowym wspartą,

i bez takowego, widzimy, iż koszta budowy w jednym i drugim przypadku prawie się równoważą; jeżeli bowiem układanie kamienia rękami w bruku kosztowniejszém jest, niż nasypanie warstwy szabru, to z drugiej strony dla wykonania nasypki bez fundamentu, potrzebną jest większa ilość kamienia tłuczonego: to więc co się oszczędzi na robocie bruku, wydać potrzeba na tłuczenie kamienia.

Na korzyść nasypki bez fundamentu ta głównie okoliczność przemawia, iż nie potrzeba przy niej obawiać się skutków niedokładności roboty; gdy tymczasem, złe wykonanie bruku, czemu nawet najściślejszy dozór zapobiedz nie jest w stanie, spowoduje ważne niedogodności, i popsuciem powierzchni drogi zagraża. Za zasadę więc ogólną przyjąć należy, że ilekroć natura gruntu na to dozwala, nasypka bez fundamentu wykonana być winna.

Na jedną tu jednak jeszcze okoliczność zwrócić należy uwagę. Powiedzieliśmy, iż przy niedostatecznym dozorze, droga bez fundamentu brukowanego lepiej się utrzymuje, aniżeli przy nasypce na bruku opartéj; gdyby jednak droga którą zbudować zamierzamy, zupełnie dozoru i starania pozbawioną być miała, wówczas dodanie bruku spodniego korzystniejszém będzie: w takim bowiem razie pomimo nierówności powierzchni, do jakiej ją brak dozoru wkrótce doprowadzi, droga jednak przez długie lata wytrwać może. Przeciwnie nasypka z samego drobnego kamienia złożona z początku byłaby dogodniejszą, następnie jednak koleje wozami powyrzynane a nie porównane przez dozorcujących, do téjby doszły głębokości, iż cała grubość nasypki zostałaby przerzniętą: słowem droga z początku dobra stałaby się po jakimś czasie trudniejszą do przebycia, od zwyczajnych drożyn, których nikt nie budował i nikt się o ich utrzymanie nie troszczy.

§ 74.

Mówiliśmy już poprzednio, że przy drogach w dawniejszych czasach budowanych, nadawano zwykle zbyt dużą grubość nasypce, co bezpotrzebnie koszta budowy podwyższając, w niczém

się do dobroci drogi przyczynić nie mogło. Brak funduszków w owych czasach na utrzymanie dróg obracanych, był przyczyną do podobnego sposobu budowania zmuszającą; droga bowiem pozostawiona zgubnemu wpływowi ruchu po niej odbywanego i zmian powietrza, nie wspierana troskliwym dozorem i częściowem odnawianiem nasypki w miarę potrzeby, stopniowo ulegać musiała zniszczeniu, a im grubsza była warstwa szabru, tym ostateczne to zniszczenie później następować musiało.

W dzisiejszych jednak czasach, gdy ważność dobrego stanu dróg, i konieczność starannego ich utrzymania powszechnie uznana została; gdy w każdym kraju znaczne summy na ten cel są obracane: bezpotrzebne powiększanie grubości nasypki na drogach byłoby szkodliwem marnotrawstwem grosza publicznego.

Wielokrotne doświadczenie przekonało, iż grubość nasypki może być doprowadzona do bardzo małych rozmiarów, a droga pomimo to przy troskliwym dozorze w jak najlepszym zostawać będzie stanie. Mac-Adam przytacza przykład drogi, której kierunek miał być zmieniony, nasypkę zatem pozostawiono bez odnawiania. Stan jej do samego końca, to jest do chwili, w której ją rozbiierać zaczęto, pozostał jak najlepszy; grubość nasypki zaledwie trzy, a w niektórych tylko miejscach cztery cale wynosiła, a pomimo to woda nigdzie przez nią przesiąkać nie mogła, ziemia pod spodem pozostała zupełnie sucha, i żadnych śladów przemarznięcia podczas zimy nie napotkano.

Podobnych przykładów daleko więcej przytoczyćby można: dowodzą one, iż zbytnia grubość nasypki w niczem do dobrego stanu drogi się nie przyczynia, i że przy troskliwym dozorze bardzo cienka warstwa szabru może być wystarczającą. Nie idzie zatem, aby wypadło przy nowo budujących się drogach zbyt małą grubość nasypce nadawać, lub na istniejących już, zużycie warstwy szabru do ostatecznych doprowadzać granic; w jednym bowiem i drugim razie, narażalibyśmy drogę na zupełne zepsucie w chwili jakiejś przypadkowej przerwy dozoru, lub braku środków do odnowienia nasypki w razie natychmiastowej konieczności. Grubość zatem nasypki na drodze, ani zbyt wielką, ani zbyt małą być nie powinna; w pierwszym bo-

wiem razie niepotrzebnych wydatków przyczynia, w drugim grozi ciągłym dla samej drogi niebezpieczeństwem. Jako średnią grubość, która wszystkim wymaganiom wystarczyć, i od niebezpieczeństwa psucia się drogi zabezpieczyć może, podajemy stosownie do doświadczeń w innych krajach dokonanych: dla środka drogi około 10 cali (od $0^m,20$ do $0^m,25$), dla boków zaś, gdzie ruch wozów daleko jest mniejszy, nie więcej jak cali 6 (od $0^m,12$ do $0^m,15$). Grubość ta we Francji w sposób urzędowy została zatwierdzona, i wszystkie nowe drogi budowane, dawne zaś utrzymywane być mają podług téj zasady. Niewątpliwie w wielu razach, możnaby mniejszą jeszcze grubość nadać nasypce, a droga w ten sposób zbudowana mogłaby wszystkim warunkom dogodności uczynić zadość; nienależy jednak dla jednorazowej oszczędności stawiać się w położeniu od nieprzewidzianych zależnym okoliczności. Krótka przerwa w dozorze i ciągłym odnawianiu w miarę zużycia zbyt cienkiej nasypki, może drogę w takim postawić położeniu, że nie pozostanie innego środka, jak ją zupełnie na nowo odbudować; podane więc powyżej wymiary radzimy uważać za granicę, po za którą w zmniejszaniu grubości warstwy szabru przechodzić nie należy.

§ 75.

Zastanović nam się teraz wypada, nad gatunkami kamienia, jakie najkorzystniej do budowy dróg użytymi być mogą.

Jeżeli wybór jest możebny, to jest jeżeli okolica, przez którą drogę prowadzić zamierzamy, może dostarczyć kilku różnych gatunków kamienia, niewątpliwie pierwszeństwo należy dać najtwardszemu. Niektóre rodzaje piaskowca i krzemienia, napozór twarde, nadzwyczaj łatwo pod ciśnieniem kół się kruszą. Wada ta pochodzi ze zbyt małej spójności pomiędzy cząstkami je składającymi, i jest bardzo dla drogi szkodliwą; zbyttnia bowiem ilość okruszyn pozbawionych pewnej lepkości, któraby je z sobą łączyła, staje się powodem przykrego i szkodliwego dla podróźnych kurzu, który za najmniejszym deszczem w warstwę błota pokrywającego drogę się przemienia; nasypka wreszcie z podo-

bnego kamienia złożona nadzwyczaj prędko się zużywa, a pojedyncze kamyki składające ją ciągle na mniejsze kawałki rozgnietane, nie mogą stale w jedném uleżeć położeniu, i poruszają się za każdym przejściem koła. Podobna ruchomość nasypki równie dla siły ciągnącej wozy, jak i dla trwałości drogi nadzwyczaj musi być niekorzystną.

Miękkie gatunki kamienia zazwyczaj łatwo ulegają wpływowi wilgoci i mrozu, i dlatego na nasypki używanemi być nie powinny. W lecie, w czasie suchym droga z nasypką z kamienia zbyt miękkiego mogłaby w dobrym stanie się utrzymać, za nadejściem jednak pory dżdżystej, w chwili kiedy właśnie droga umiejętnie zbudowana, największe powinna oddawać usługi, staje się ona prawie do użytku niezdatną.

Przykład podobny przedstawiają drogi, do których budowy użyto kamienia krédowego. Niektórzy inżynierowie dla zapewnienia większej spojności między pojedynczymi kamykami w nasypce, radzili mieszać kamień twardy z krédą; próby te nie zostały uwieńczone pomyślnym skutkiem, a zbudowane w ten sposób drogi przedstawiają wszystkie niedogodności, o których powyżej wspomnieliśmy. Kréda chciwie wciągając w siebie wilgoć, za nadejściem mrozów zostaje rozsadzona i pęka; póki trwa mróz suchy, niedogodność ta mało czuć się daje, podczas roztopów dopiero, części krédowe, pozbawione przez mróz spójności, a wilgocią w rodzaj lepkiego zamienione ciasta, odrywają się płatami od drogi i do kół przechodzących wozów przylegają. Cała nasypka rozmięka, ustępuje pod ciężarem kół, które na niej głębokie wyrzynają koleje: słowem droga do takiego dojsć może stanu, z którego najusilniejsze starania wyprowadzić jćj nie mogą.

§ 76.

Kamień przeznaczony na nasypkę powinien być tłuczony drobno. Wszyscy inżynierowie, którzy się tym przedmiotem szczegółowo zajmowali, pod tym względem w zupełnej są zgodzie. Tresaguet porównywał wielkość pojedynczych kamyków do orzecha włoskiego; Mac-Adam wymagał, aby żaden kawałek

więcej nad 6 uncyj nie ważył: Telfort za miarę podaje, aby każdy kamyk w kierunku największej długości, mógł przejść przez pierścień 0^m063 średnicy mający. Troskliwość pod tym względem zupełnie jest usprawiedliwioną; od wielkości bowiem wymiarów kamieni nasypkę składających, w znacznej części dobroć drogi zależy. Im większe będą pojedyncze kamyki, tym trudniej powierzchnie ich do siebie przystawać mogą; tym więcej zatem pozostawać pomiędzy nimi musi miejsca próżnego, które jak to już widzieliśmy, z czasem wypełnionem zostaje przez okruchy z samychże kamyków powstałe. Pewna ilość tych okruchów koniecznie jest potrzebną dla nadania nasypce spójności, dla polepienia niejako pojedynczych kawałków; zbytek jednak takiej masy niezbyt twardej i łatwo przesiąkającej szkodliwym stać się może.

§ 77.

Niedogodności ze zbyt grubo tłuczonego kamienia najbardziej na powierzchni nasypki czuć się dają, wierzchnia jej warstwa nie we wszystkich miejscach jednakową twardością i wytrzymałością jest obdarzona; kamyki bowiem wystające na powierzchnię twardszemi są od zlepiszczą wypełniającego próżne pomiędzy nimi miejsca: jeżeli jednak kamyki pojedyncze bardzo są do siebie zbliżone, co wtedy ma miejsce gdy kamień drobno był tłuczony, wówczas niejednostajność wytrzymałości wierzchniej warstwy mniej się czuć daje; koło bowiem toczące się po niej, co chwila napotyka kamyk, który mu całego ciężaru na przestrzeń zapełnioną zlepiszczem wyrzucić nie dozwala. Przeciwnie gdy kamyki są większe, odstępy pomiędzy nimi także większemi być muszą; wówczas koła wozów natrafiając na miejsca okruchami wypełnione, wygniatają w nich doły, kamienie zaś jako twardsze pod działaniem kół nie ustępują, i pozostają na powierzchni drogi, w kształcie małych wystających górek. Widoczną jest rzeczą, że droga w podobnym przypadku staje się chropowatą, i równie dla siły ciężary ciągnącej niekorzystną, jak i dla podróźnych przykrą i utrudzającą być musi.

Ciągłe wreszcie uderzenia kół o wystające kamyki, o wiele jéj zniszczenie przyspieszają.

Niedogodność powyżéj opisana mniej się czuć daje na drogach z miększego zbudowanych kamienia, w takim bowiem razie kawałki wystające łatwiej pod ciężarem kół się ścierają i powierzchnia gładszą się staje; z téj więc przyczyny im kamień na nasypkę użyty jest miększym, tym kawałki większymi być mogą, i naodwrot, im kamień twardszy, tym drobniej tłuczony być powinien.

W ogóle we Francyi przyjęto zasadę, aby największe kamyki przechodzić mogły przez pierścień $0^m,06$ ($0,027$ czyli około $2\frac{1}{2}$ cala) średnicy mający, i miara ta najwłaściwszą nam się zdaje. Kamyki kształtów zaokrąglonych nie mogą trwałe stanowić nasypki; stykają się one z sobą nie całemi powierzchniami, lecz zaledwie pojedynczemi punktami: cała więc trwałość drogi od mniejszój, lub większój spójności okruchów, próżne miejsca wypełniających zależy; gdy tymczasem kawałki przedstawiające powierzchnie, mniej więcéj płaskie, jak to już widzieliśmy, wiążą się z sobą, i przez to samo już się do pewnego stopnia w jedném położeniu trzymać mogą, a zlepiszcze z okruchów powstające w części im tylko do tego pomaga.

§ 78.

Z tego co dotąd w tym przedmiocie powiedzianém było, łatwo przekonać się, jak ważną rolę w ustaleniu nasypki odgrywają okruchy, których przeznaczeniem jest łączyć w jedną nierozdzielną całość, pojedyncze kamyki nasypkę stanowiące; z tego więc powodu przed użyciem kamienia, należy się zastanowić jakiego rodzaju będą okruchy z niego powstające, a mianowicie czy będą w stanie utworzyć ścisłą masę, którój przymioty już opisaliśmy.

Dwa tu należy rozróżnić sposoby wykonywania nasypki. Podług pierwszego, który w dawniejszych czasach wyłącznie był używany, po nasypaniu warstwy szabru pozostawiano ją bez żadnego sztucznego ustalenia, koła dopiero przechodzących po niej wozów, rozgniatały pewną część kamyków; inne przez

przyciśnięcie stale w jednem położeniu utwierdzały, tak, iż dopiero po pewnym przeciągu czasu, powierzchnia drogi nabierała potrzebnej gładkości i ścisłości. Nie potrzeba dowodzić, jak uciążliwą było rzeczą dla koni i wozów przebieganie po powierzchni najeżonej tysiącami ostrych krawędzi: wozy się niszczyły, konie kaleczyły nogi, a po ruchomój i chropowatėj postępując nasypce, więcej potrzebowały wydobywać siły, niż na najgorszej polnėj drożynie.

Sposób ten ustalania nasypki słusznie we wszystkich krajach został zaniechany, u nas jednak wyłącznie jest dotąd używany, i dlatego kilka słów o nim powiedzieć nam wypada. Okruchy mające spoić w jedną całość pojedyncze kamyki, powstają tu jedynie z rozgniecenia niektórych kawałków; potrzeba zatem, aby kamień na nasypkę użyty dawał okruchy mające w sobie dostateczną siłę spójności. Niektóre gatunki kamienia jak to już wspomnieliśmy, własności téj nie posiadają; chcąc więc z nich nasypkę wykonać, należałoby w pewnej części przymieszać innego gatunku kamienia, z którego powstające okruchy mogłyby dodać brakującej tamtym spójności. I tak w nasypce z kruchego piaskowca wykonanej, przymieszawszy nieco tłuczonego wapienia, cel ten zostanie osiągnięty; jeżeli zaś do wykonania nasypki głównie kamień wapienny ma być użyty, którego okruchy łatwo się proszkują i w połączeniu z wodą w masę ciekłą się zamieniają, należy dodać w pewnej ilości żwiru, przez co potrzebna ścisłość zostanie otrzymaną.

W miejsce ustalania nasypki, w sposób powyżej opisany, wprowadzoném zostało użycie walca, za pomocą którego sztuczne ugniatanie nasypki bywa dokonaniem, tak, iż droga w chwili oddania jój na użytek publiczny, przedstawia już powierzchnię spójną i gładką i w niczém ruchu nie tamuje. Przy użyciu walca bezużyteczną byłoby rzeczą, tyle rozgniatać kamienia, ile go na ustalenie nasypki potrzeba; można bowiem w ciągu walcowania dodawać w miarę potrzeby okruchów zkądinąd pochodzących, np. z kopalni kamienia i t. p. Skutek pod względem ustalenia nasypki otrzymuje się ten sam, z tą tylko różnicą, iż używając okruchów zkądinąd pochodzących, można je tak wybierać, aby

ich własności wewnętrzne najlepiej potrzebom miejscowym i naturze użytego na nasypkę kamienia odpowiadały.

ROZDZIAŁ V.

DROGI SMOŁOWCOWE.

§ 79.

Drogi budowane przez Rzymian, z których wiele do dnia dzisiejszego pomimo przeszło dwóch tysięcy lat istnienia, w dosyć nie złym utrzymują się stanie, przedstawiają nasypkę w odmienny, od opisanego w poprzednim rozdziale, sposób dokonaną. Pewien rodzaj cementu łączy w nich kamyki nadzwyczaj ściśle, a cała powierzchnia drogi jedną nierozdzieloną masę przedstawiając, opiera się zwycięzko zgubnemu dla wszystkich dzieł ludzkich wpływowi czasu. Napróżno starano się dotąd rozpoznać skład i naśladować przyrządzenie téj masy przez Rzymian używanéj; wszystkie próby bezskutecznemi się okazały, a najtwardszy beton, jaki przy dzisiejszym stanie wiadomości przyrządzać można, użyty na drogach, wkrótce pod działaniem wozów po nim przebiegających i ciągłych zmian powietrza, zupełnie ulega zniszczeniu.

Niemożność naśladowania masy rzymskiéj, którój główną podstawą jest wapno, naprowadziła na myśl szukania innego rodzaju zlepiszca. Z tego to powodu zaczęto się od lat kilkunastu czynnie zajmować smołowcem, a jakkolwiek próby dotąd odbyte, nie zostały jeszcze zupełnie zadawalniającym uwieńczone skutkiem, zdaje się jednak, że ciało to posiada wszystkie warunki do utworzenia drogi dogodnéj i trwałej potrzebne, i że użycie jego w przyszłości rozpowszechnić się powinno.

Pierwsze próby zostały dokonane w Paryżu w latach 1836 i 1837 w sposób następujący: W formach graniastosłupowych układano tłuczony kamień i zalewano go gorącym smołowcem, przygotowane w ten sposób graniastosłupy układano na po-

wierzchni drogi, w sposób przy brukach używany, stosugi zaś pomiędzy niemi znowu roztopionym zalewano smołowcem. Tym sposobem tworzyła się jednolita warstwa kamienia tłuczonego, w której miejsca próżne zajęte były przez smołowiec zastępujący tu okruchy, przy zwyczajnych nasypkach miejsca te wypełniające.

Próby w ten sposób dokonane zupełnie się nie powiodły z téj zapewne przyczyny, że użyto do nich smołowcu, w którego skład wchodziła smoła, przy fabrykacyi gazu z węgla kamiennego otrzymywana. Wkrótce kamyki na wierzchu się znajdujące pod naciskiem kół powypadały, a sam smołowiec nie miał już potrzebnej wytrzymałości; niebawem więc powybijano doły i głębokie powyrzynano koleje: słowem cała powierzchnia drogi do takiego doszła zniszczenia, że do zupełnego jój odbudowania przystąpić należało.

§ 80.

Po przekonaniu się o niedogodności sposobu powyżej opisanego, inżynier francuzki Coulaïne podał inny, który obszerniejsze znalazł zastosowanie i dotąd prawie wyłącznie bywa używany. Sposób ten w tém się głównie różni od poprzedzającego, iż w miejsce dość dużych kamyków, których smołowiec utrzymać nie był w stanie, użyto grubego żwiru. Nie potrzeba także przygotowywać najprzód graniastosłupów, jak to w pierwszym sposobie opisaliśmy; cała massa złożona ze żwiru, smołowcu i t. d. rozgrzewa się na miejscu w przenośnych, urządzonych do tego użytku kotłach, i rozciąga następnie na powierzchni drogi. Szczegółowy skład téj massy i stosunek w jakim rozmaite części wchodzić do niej powinny, podajemy poniżej, mówiąc o wykonaniu robót; tutaj to nam tylko nadmienić wypada, iż cena jój jest dosyć wysoką; dlatego téż starać się potrzeba, o ile możności o to, aby jój używać tylko tyle, ile konieczność wymaga, grubość zatém warstwy, tak przyrządzonego smołowcu, powinna być ile można jak najmniejszą. Doświadczenia wielokrotnie powtarzane przekonały, iż najmniejsza grubość dla drogi, po której wozy przechodzić mają, powinna przynajmniej 0^m04 (nieco mniej jak 2 cale) wynosić. Tak cienka warstwa oparta

na ziemi zwyczajnej, łatwo pod ciśnieniem postępującej, nie mogłaby znaleźć dostatecznej wytrzymałości; dlatego też daje się pod nią fundament, złożony z bruku zwyczajnego, nasypki szabrowej, lub warstwy betonu.

Bruk okazał się za twardym i mało sprężystym, beton zaś łatwo ulega wpływowi mrozów, które go rozkruszają na drobne cząstki; najwłaściwszym więc fundamentem pod smołowiec jest nasypka szabrowa. Nasypka taka przed pokryciem jej za pomocą smołowcu, powinna być dokładnie ubita i ustalona, tak jak gdyby była przeznaczoną sama stanowić wierzchnią część drogi.

Gładka powierzchnia smołowcu w czasie wilgotnym, a bardziej jeszcze podczas mrozów, staje się śliską, co musi być uciążliwem dla koni po niej przechodzących; niedogodności tej starano się zapobiedz najprzód, osadzeniem na wierzchu drobnych kamyków, które się zaraz po rozprowadzeniu masy, przed jej ostygnięciem wciskały rękami; przekonano się jednak, że smołowiec nie ma siły potrzebnej do utrzymania ich w miejscu: kamyczki te pod uderzeniami kół i nóg końskich, wkrótce ustępowały, zostawując powierzchnię jak poprzednio śliską i gładką. Inny pomysł do usunięcia tej niedogodności zastosowany nie lepszym został uwieńczony skutkiem. Przed zastygnięciem smołowcu robiono na jego powierzchni karby w kierunku poprzecznym do drogi, karby te jednak pod naciskiem kół tak się wygładzały, iż wkrótce najmniejszego po nich nie zostawało śladu. Tym więc sposobem, jeden z ważniejszych zarzutów przeciw drogom smołowcowym czynionych usunięty dotąd być nie mógł.

§ 81.

Smołowiec jest giętkim, i szczególniej podczas gorąca ugina się pod ciężarem kół, które na jego powierzchni pozostawiają wygniecione koleje. Okoliczność ta musi niekorzystnie wpływać na siłę pociągową, koło bowiem wygniatając swym ciężarem kolę, spotyka ciągle przed sobą rodzaj małego podwyższenia, które mu przejście tamuje; ciągle więc musi jakby pod górę po-

stępować. Obszerniej o tym przedmiocie mówiliśmy przy drogach nasypką zwyczajną opatrzonych, tu tylko odnośnie do dróg smołowcowych, to dodać możemy, iż ocenienie utrudnienia z braku sprężystości smołowcu pochodzącego, z ścisłością dokonaném być nie może, zupełny bowiem mamy brak doświadczeń i spostrzeżeń do tego przedmiotu skierowanych. To jednak niezawodną zdaje się rzeczą, iż drogi smołowcowe pomimo téj niedogodności nie więcej, a nawet mniej wymagają siły do ciągnięcia danego przedmiotu, aniżeli drogi z nasypką zwyczajną. Dodać tu jeszcze należy, iż małe powiększenie tarcia przy drogach smołowcowych nadzwyczajnie małej jest wagi, smołowiec bowiem wyłącznie jest używany po ulicach większych miast, które nie tyle do przewozu ciężarów, ile raczej dla dogodności powozów lekkich i szybko przebiegających są przeznaczone, a pod tym względem smołowiec niezaprzeczoną ma wyższość, nad wszelkimi dotąd znanymi sposobami budowania dróg po miastach.

Pomimo cienkości warstwy smołowcowej, drogi tym sposobem zbudowane dosyć są trwałe, i byle massa w właściwy sposób została przygotowaną, może przez lat kilkanaście z małemi naprawkami wytrzymać wpływ przejazdu wozów, nawet przy ruchu bardzo ożywionym, jak to ma miejsce na najludniejszych ulicach wielkich miast. Koleje wygniecione kołami jednego wozu, wygładzają się pod naciskiem później przechodzących, i ta sama giętkość smołowcu, która jak to już mówiliśmy niekorzystnie na siłę pociągową wpływa, zapewnią mu trwałość do wysokiego posunięta stopnia.

§ 82.

Kilka lat temu podano inny jeszcze sposób budowania dróg smołowcowych, który zależy na zastąpieniu w nasypce szabrowej zwyczajnej, miejsca ustalających ją okruchów, za pomocą smołowcu. W tym celu przygotowuje się najprzód czysty szaber, macza go się w roztopionej masie smołowcowej i skrapia ciekłą smołą; w tym dopiero stanie rozsypuje go się na drodze w warstwie 4 lub 5 centymetrów (około 2 cale) grubej, na fundamencie w sposób, powyżej opisany przygotowanym. Tak rozciągnięta

warstwa posypuje się drobnymi okruchami masy zastygłej, lub piaskiem asfaltowym a następnie poddaje się ubijaniu babami, lub walcowaniu.

Sposób ten zaleca się oszczędnością i ułatwieniem roboty, cała bowiem czynność, wymagająca rozgrzewania masy smołowcowej, odbywa się najprzód w miejscu dogodnym, naumyślnie przyrządzonem, sama zaś nasypka skutecznie się w ten zupełnie sposób, jak przy drogach zwyczajnych; nie wymaga zatem ani robotników z tego rodzaju pracą szczegółowo obznajmionych, ani żadnych osobnych ostrożności.

Trwałość tym sposobem zbudowanych dróg smołowcowych, o ile w krótkim czasie ich istnienia sądzić można, dosyć powinna być zadawalniająca; niedogodność zaś wszystkim tego rodzaju drogom wspólna, zbyteńniej podczas mrozów śliskości, i przy użyciu tego sposobu, w równym prawie stopniu, jak przy innych czuć się daje.

Inny jeszcze sposób pokrywania dróg warstwą smołowcu, od kilku lat zaczyna wchodzić w użycie, a i o ile z prób dotąd wykonanych sądzić można, lepsze niż inne sposoby pozwala otrzymywać wypadki. Sposób ten zależy na tém, aby asfalt sproszkowany na ogniu przed ostygnięciem rozciągnąć w warstwie około dwucalowej na drodze, a urównawszy i ubiwszy babami całą powierzchnię dokładnie uwalcować. Sposób ten jest pośpieszny, i stosunkowo niekosztowny; w dwie godziny po ukończeniu roboty droga może być na użytek publiczny oddana, i byle robota w należyty dokonana była sposób, trwałość warstwy smołowcowej nie pozostawia do życzenia.

Najgłówniejszym jednak zarzutem, jaki wszelkiego rodzaju drogom smołowcowym uczynić można, jest wysoka ich cena; dlatego téż dotąd są one mało rozpowszechnionemi, i ograniczają się do małych prób na ulicach wielkich miast przed znacześniejszemi gmachami dokonanych, i dopóki ceny przedmiotów w skład ich wchodzących, skutkiem częstszego użycia, lub innych okoliczności zniżonemi nie zostaną, drogi tego rodzaju obszerniejszego zastosowania znaleźć nie będą mogły.

ROZDZIAŁ VI.

DROGI BRUKOWANE.

§ 83.

Bruk w ogóle wytrzymalszym jest od nasypki szabrowej, ale zarazem i wiele od niej kosztowniejszym; dlatego też wyłącznie tylko bywa on używany po miastach, gdzie ruch zbyt wielki zanadto prędko drogi nasypkami opatrzone zużywa, a przez to samo w czasie suchym staje się powodem nieznośnego i szkodliwego dla zdrowia kurzu, w czasie zaś wilgotnym, grubą warstwą pokrywającego ulice błota.

Bruki pod względem materiału, który do ich budowy używany bywa, można podzielić na: kamienne, drewniane, ceglane i t. p.; pierwsze najbardziej są rozpowszechnione, dlatego też najobszerniej nad nimi zastanowić się nam wypada.

Bruki kamienne dokonywane bywają, albo z kamienia polnego okrągłego, albo z kamienia łupanego przedstawiającego kształty nieregularne, lub wreszcie z kamienia obrabianego w sześciiany, lub graniastosłupy.

Dwa pierwsze sposoby budowania dają bruk nadzwyczaj niedogodny tak dla wozów, jak i dla pieszych podróżnych; starać się więc jak najusilniej należy, o zastąpienie ich w miarę możliwości brukiem kostkowym, to jest z kamieni w sześciiany, lub graniastosłupy obrabianych, złożonym.

Nad tym ostatnim rodzajem bruku najobszerniej zastanowić się zamierzamy, z tém nadmienieniem, iż wszelkie przepisy i uwagi do niego się odnoszące. o ile się to da, do bruków z nieregularnego kamienia budowanych, stosować także należy.

Przeznaczeniem bruku jest zapewne wierzchniej warstwie drogi dostatecznej wytrzymałości i gładkości, widoczną jest rzeczą, iż kamień regularne przedstawiający kształty, najlepiej celowi temu odpowiada. Wszystkie kamienie do wykonania jednego bruku przeznaczone, z wyjątkiem *brzeźnych*, powinny jednakowe przedstawiać wymiary. Układają się one rzędami w kierunku prostopadłym do osi drogi (fig. 49). Stosugi między

pojedynczemi kamieniami jednego rzędu, tak powinny być układane, aby odpowiadały środkom kamieni rzędu, poprzedniego i następnego. Ponieważ kamienie brukowe nie mogą być starannie obrabianemi i przedstawiają na swych ścianach pewne wklęsłości i wypukłości, nie mogą zatem dokładnie stykać się z sobą; że zaś głównym warunkiem trwałości bruku, jest nadanie mu pewnej łączności i spójności, przedziały zatem pomiędzy kamieniami wypełnione być powinny piaskiem, który pojedyncze cząstki bruku w jedną niejako łączy całość.

§ 84.

Dopiero co opisane przedziały pomiędzy kamieniami bruk składającymi, ten mają skutek, iż krawędzie wierzchnie z początku ostre i na jednej mniej więcej z całą powierzchnią znajdujące się płaszczyźnie, pod uderzeniami kół najprzód powoli się okruszają i kamień przybiera kształt z wierzchu zaokrąglony. Jednocześnie i z téj saméj przyczyny cała górna jego powierzchnia z początku chropowata wygładza się tak, iż konie nie znajdują pewnego punktu oparcia, i na ciągłe ślizganie się są narażone. Zaokrąglanie się więc stopniowe wierzchniej ściany kamieni jest główną przyczyną zniszczenia bruków, i po pewnym przeciągu czasu, np. lat kilku lub kilkunastu, do tego dochodzi stopnia, że bruk koniecznie odnowionym być musi. Usunięcie téj niedogodności było przedmiotem usilnych, lecz bezskutecznych starań wielu inżynierów. Wychodzili oni z téj zasady, iż brzegi kamienia dlatego na pedsze wykruszanie się są narażone, że nie stykając się bezpośrednio z sobą, pozostawiają pewne przedziały, miększą wypełnione materją, w które koła zapadając, z boku na krawędzie kamieni naciskają i łatwiej je kruszą; gdyby więc te odstępki pomiędzy kamieniami nie istniały, zdawałoby się, iż zużycie na całej powierzchni drogi jednostajnie następować powinno. Chcąc téj niedogodności zapobiedz, starano się boczne ściany kamieni jak najdokładniej obrabiać, skutkiem czego kamienie bezpośrednio się z sobą stykały. Próby te bezskuteczne okazały: niewątpliwie bruk, w ten sposób dokonany, gładszym i dogodniejszym był dla podróżnych; lecz zużycie prawie

w tym samym przeciągu czasu następowało, koszt zaś budowy niesłychanie został powiększony. O ile się zdaje, przyczyną przyspieszającą w takim razie zaokrąglenie wierzchniej części kamieni jest to, iż staranniejszą obróbką, narusza się do pewnego stopnia siłę spójności, cząstki składowe jednego kamienia łączącą. Tym sposobem chcąc usunąć jedną przyczynę zbyt pośpiesznego zużywania się bruków, podstawiono w miejsce jój inną, ten sam wpływ wywierającą, skutek zatem w obu przypadkach pozostał jednakowy.

Bruki złożone z kamieni bezpośrednio z sobą się stykających inną jeszcze przedstawiają niedogodność. Wszelka naprawa, przy której potrzeba wydobyć z bruku niektóre kamienie, staje się nadzwyczaj trudną, żadne bowiem z narzędzi do podważania w bruku zwyczajnym służących, w tak wązkie szpary wejść nie może, potrzeba więc najczęściej pierwsze przynajmniej kamienie, do wydobycia przeznaczone, potłuc w drobne kawałki.

Powyżej wymienione niedogodności spowodowały, iż dzisiaj poprzestają zwykle na mniej starannej obróbce, tak dalece, iż np. we Francyi, gdzie bruk kostkowy prawie wyłącznie jest używany, piaskowiec (grès) w kopalni zaraz łupany bywa w sześciiany przepisanych wymiarów, i w takim stanie, po obtrąceniu tylko młotkiem znaczniejszych nierówności na bruk zostaje użyty. Granit, porfir, wapień i t. d. słowem wszelkie rodzaje kamienia twardego, używanego na bruki, podobnież nie tylko zbyt starannej obróbki nie wymagają; lecz nadto, jest ona równie dla nich jak i dla piaskowca szkodliwą, zmniejsza bowiem ich stopień wytrzymałości.

Większe nierówności na ścianach graniastosłupów, mają być jak to już powiedzieliśmy za pomocą młotka obtrącane; czynność ta dokonywa się w kopalni, brukarz jednak przy układaniu kamieni często zmuszonym bywa niedokładności napotykanę naprawić; za wskazówkę w tym względzie służy mu przepisana szerokość przedziałów pomiędzy kamieniami; szerokość ta 15, lub najwyżej 20 milimetrów (od $\frac{3}{4}$ do 1^{go} cala) przenosić nie powinna, wszelkie więc nierówności, któreby dwóch kamieni, na tę odległość zbliżyć do siebie nie dozwalały, obciętemi być powinny.

§ 85.

Gładkość powierzchni bruku, jest niewątpliwie jednym z warunków jego dobroci, jest jednak pewna granica, której pod tym względem przekroczenie byłoby szkodliwem. Konie użyte do ciągnięcia wozów po bruku, potrzebują znaleźć na jego powierzchni punkta, któreby im dla nóg stałe zapewniały oparcie. Póki bruk jest nowy, chropowatość kamieni, świeżo z kopalni wydobytych, zupełnie jest do tego wystarczającą; wiemy jednak, iż z czasem chropowatość ta pod tarciem przez koła wywołanem niknie zupełnie, i kamienie szczególnież w czasie wilgotnym lub podczas mrozów, stają się nadzwyczaj ślizkimi, tak, iż konie z trudnością na nich utrzymać się mogą. Jedyną pomoc w takim razie nastęrczyć mogą przedziały pomiędzy kamieniami, na które natrafiając, noga końska znajduje pewien punkt oparcia; gdyby więc możebną było rzeczą uniknienie w bruku tych nierówności, więcejby to szkody niż pożytku dla siły pociągowej przynieść musiało. Dla téj to przyczyny, podaliśmy na początku tego rozdziału jako ogólne prawidło, iż rzędy kamieni układane być powinny prostopadle do osi drogi; tym bowiem sposobem konie napotykają przedziały prostopadle do kierunku, w którym postępują, i lepiej niż na ukośnych mogą się opierać.

Z drugiey strony zdawało się niektórym inżynierom, iż ułożenie ukośne rzędów zabezpieczy kamienie od zbyt prędkiego zaokrąglania się u wierzchu, dlatego téż robiono liczne próby, w których rzędy pod kątem 40° lub 45° względem osi drogi były nachylone. Próby te pożądanego skutku nie przyniosły, kamienie równie się prędko zaokrąglały, a konie mniej dogodnie na nich znajdowały oparcie; dlatego téż ukośne układanie rzędów zupełnie dziś zaniechanem zostało, i używa się jedynie na przecięciach dwóch ulic (fig. 50), w takim bowiem razie rzędy prostopadle, tęby miały niedogodność, iż w kierunku jednéj z ulic koła napotykając szereg nieprzerwany stosug między kamieniami, ciągleby po nich postępowwały, przez co bruk nierównie prędszemu ulegałyby zniszczeniu.

§ 86.

Powiedzieliśmy, iż stosugi, czyli przedziały pomiędzy kamieniami służą za punkta oparcia dla koni; jeżeliby więc rzędy zbyt wielką miały szerokość, dogodność ta o wieleby została zmniejszoną, nogi bowiem końskie przed napotkaniem przedziału, musiałyby częstokroć przez całą prawie szerokość rzędu się prześlizgać: dla téj to przyczyny w miejsce kamieni sześciennych, używa się częstokroć graniastosłupów, układanych wrzędy w taki sposób, aby ich wymiary mniejsze, stanowiły szerokość rzędów. Zmniejszanie szerokości kamieni, nie może być dowolnym, graniastosłup bowiem zbyt wązki w stosunku do swéj długości, łatwemu ulega przełamaniu. Podamy tu wymiary używane w Anglii, gdzie bruki tego rodzaju dosyć są rozpowszechnione; wymiary te jako wypróbowane długoletniém doświadczeniem, najwłaściwszemi nam się wydają.

Bruki graniastosłupowe w Anglii na trzy są podzielone klasy:

W klasie pierwszej kamienie mają $0^m,25$ wysokości; $0^m,25$ do $0^m,38$ długości, i $0^m,13$ do $0^m,18$ szerokości:

W klasie drugiej $0^m,20$ wysokości, $0^m,20$ do $0^m,30$ długości, i równie jak w poprzedniej $0^m,13$ do $0^m,18$ szerokości.

W klasie trzeciej nareszcie $0^m,15$ wysokości, $0^m,15$ do $0^m,25$ długości, i $0^m,10$ do $0^m,15$ szerokości.

We Francji i Niemczech nie zupełnie te same, jednakże o wiele zbliżone do wyliczonych powyżej używane są wymiary. Używanie zresztą na bruk zbyt małych kamieni, tę ma jeszcze niedogodność, iż znacznie powiększa koszta budowy. We Francji kamienie kształtów graniastosłupowych, mało są używane, a bruk zwykle składa się z sześciaków, których boki od $0^m,22$ do $0^m,24$ mają długości.

Zaprowadzenie tego rodzaju bruków, zdaje nam się najwłaściwszém; wprawdzie rzędy mają tu większą niż przy kamieniach graniastosłupowych szerokość, przedziały jednak nie są jeszcze zanadto od siebie oddalonymi, koszta zaś budowy o wie-

le się zmniejszają. Nadto jednostajność wszystkich wymiarów w kamieniach, nadzwyczaj jest dogodną przy utrzymaniu i przekładaniu na nowo bruku, każdy bowiem kamień po zbytniem wygładzeniu na jednej ścianie, może być obrócony drugą do góry, i zmiana taka sześć razy powtarzana być może. Tym sposobem czas trwania bruku sześć razy zostaje powiększony, kamienie zaś zjeżdżone, na wszystkie strony obrabiają się na nowo i dają bruk mniejszych rozmiarów. Nad przedmiotem tym zastanawiać się obszerniej będziemy, mówiąc o utrzymaniu i naprawach bruków, tutaj zaś poprzestajemy na tej ogólnej wzmiance, która jednak do wykazania całej wyższości bruków sześciennych, czyli w właściwem znaczeniu tego wyrazu kostkowych, dostateczną nam się wydaje.

Dla dopełnienia tego, cośmy o kształtach kamieni na bruku używanych powiedzieli, dodać należy, iż w niektórych krajach nadają im kształt ostrosłupów ściętych, tak, iż górna podstawa, szerszą jest od dolnej. Widocznie kształt podobny, szkolidliwy wpływ na trwałość bruku wywierać musi, kamienie bowiem wspierając się na mniejszej podstawie, łatwiej z nadanego im położenia pod naciskiem kół ustępują. Wprawdzie drogi brukowane zazwyczaj mają pewną obłąkowatość, łuk zatem utworzony przez powierzchnię górną kamieni, jest cokolwiek większym od łuku opisanego ich podstawami dolnemi; z tego powodu zdawaćby się mogło, że te podstawy dolne stanowiące części łuku krótszego, mniejszemi być powinny od górnych, które łuk dłuższy utworzyć mają; różnica jednak długości dwóch tych łuków tak jest zazwyczaj małą, iż przy dosyć grubej obróbce, jaka dla kamieni brukowych jest używana, niepodobnaby jój stale zachować: zaokrąglenie więc drogi otrzymuje się stosownem nachyleniem kamieni jednych względem drugich, skutkiem czego stosugi między niemi nieco szersze w górze niż w dole być muszą.

§ 87.

Powiedzieliśmy powyżej, iż kamienie w bruku w ten sposób układane być powinny, aby stosugi równoległe do osi dro-

gi w jednym rzędzie, przypadały na środki kamieni drugiego rzędu; z tego wynika, iż brzegi powierzchni brukiem pokrytej, nie mogą stanowić linii prostej, różnica bowiem długości rzędów obok siebie leżących, najmnieją połowie szerokości kamieni równać się musi.

Zakończenie w podobny sposób bruku, w kształcie linii łamaną, byłoby nadzwyczaj niedogodnym, wozy bowiem brzegiem drogi postępujące, napotykałyby kolejno jednym kołem kamienie, i otaczając je ziemię, przez co musiałyby ulegać ciągłym wstrząśnieniom, niekorzystnym równie dla nich samych, jak i dla bruku. Dla uniknięcia tej niedogodności, kamienie skrajne w bruku muszą mieć odmienne wymiary, w ten sposób obrachowane, aby ich brzegi zewnętrzne po ułożeniu, linię prostą stanowić mogły. W tym celu dostateczną byłoby rzeczą, zaczynać jeden rząd bruku kamieniem zwyczajnym, drugi zaś o połowę węższym, układanie jednak na brzegu bruku tak małych kamieni byłoby szkodliwym, jak to zaraz zobaczymy.

Kamienie w pośrodku bruku umieszczone, utrzymywane są w raz nadanym im położeniu zapomocą innych, bezpośrednio obok się znajdujących, tak dalece, iż kamień po jednej stronie kołem naciśnięty, udziela część odebranego ciśnienia kamieniowi sąsiadnemu, sam zaś nieporuszony w swym miejscu pozostaje.

Inaczej dzieje się na samym brzegu bruku: kamień odebrwszy nacisk nie w środku swjej powierzchni, lecz z boku, dąży do nachylenia się w stronę, po której ciśnienie zostało nań wywartem; nie spotykając zaś dostatecznego w tej stronie oporu, ziemia bowiem otaczająca nie jest dość wytrzymałą, ulega pod ciężarem i pewne przybiera nachylenie, tak dalece, iż w krótkim czasie zupełnie z miejsca właściwego wyrwanym być może. Ponieważ więc kamienie skrajne pozbawione są od strony zewnętrznej pomocy, jaką inne od sąsiednich kamieni odbierają; potrzeba powiększeniem rozmiarów, nadać im dostateczną podstawę, aby same wszelkiemu naciskowi oprzeć się zdołały.

Drugą przyczyną, dla której kamienie skrajne większą od innych powinny przedstawiać wytrzymałość, jest obłąkowy zazwyczaj kształt drogi, skutkiem którego bruk stanowi pewien rodzaj sklepienia, rozkładającego na boki ciśnienie, w jakimkolwiek punkcie z wierzchu odebrane; gdyby więc skutkiem takich ciągle powtarzających się nacisków, kamienie skrajne z miejsca swego ustąpiły, bruk na całej szerokości drogi musiałby ucierpieć.

Przyrównanie bruku do sklepienia, nie zupełnie jest dokładnym, nieregularność bowiem obróbki kamienia i stosunkowo wielka szerokość stosug, niszczy do pewnego stopnia wazną zależność, jaką wszystkie części właściwych sklepień posiadają; ponieważ jednak przedziały między kamieniami wypełnione bywają piaskiem, lub innym jakim rodzajem zlepiszczą: rozkład ciśnienia na boki, chociaż nie w zupełności zawsze jednak miejsce mieć musi.

To cośmy powyżej powiedzieli, zdaje nam się dostatecznym do wykazania, iż kamienie skrajne powinny większą od innych przedstawiać wytrzymałość, a zatem większe mieć wymiary. Wymiary te zależą od rozmaitych okoliczności. Jeżeli *np.* mamy ulicę z ciągnąciami się po nad nią chodnikami, których brzegi pewny opór stawiać mogą, kamienie skrajne bruku dają się zwykle nieco mniejsze; podobnie nie potrzebują one być zbyt wielkimi, jeżeli środek drogi jest brukowany, brzegi zaś nasypką szabrową opatrzone: przeciwnie, jeżeli na zewnątrz bruku pozostawiona jest na drodze ziemia zwyczajna, kamieniom skrajnym większe wymiary nadawać należy. Zwykle szerokość kamieni skrajnych jest także sama jak innych, grubość ich równa się półtora raza wziętej grubości reszty bruku, długość zaś jest zmienną stosownie do wyliczonych powyżej okoliczności. Najmniejsza długość używana, równa się półtora i dwa razy wziętej szerokości. Następnie używa się kamieni długich na dwie i półtrzeci, lub półtrzeci i trzy szerokości.

§ 88.

Przy drogach brukowych, szczególniej po miastach, potrzeba często urządzić rynsztoki boczne; czasem jeden rynsztok idzie środkiem ulicy, lub ją na poprzek przecina. Bez względu na to, jakie położenie rynsztok ma zajmować, urządzenie jego połączone być musi z pewną trudnością i wprowadzać niejako zamieszanie w regularném rozłożeniu kamieni, które jak to już wiemy, tak mają po sobie następować, aby środek jednego, odpowiadał stosugom, w dwóch obok niego położonych rzędach. Chcąc zachować powyższy przepis przy zbudowaniu rynsztoku, potrzebaby na dnie osadzać jeden kamień poziomo, dwa zaś do następnego należące rzędu, nachylać do siebie pod pewnym kątem. W takim razie dno rynsztoku po którym woda ma odpływać, przedstawiałoby szereg nierówności; wiadomo zaś, iż odcieki szczególniej po miastach, przepełnione są częściami roślinnemi i zwierzęcemi, które zatrzymując się na nierównościach rynsztoków, czyniłyby czyszczenie ich nadzwyczaj trudnem i zapełniały powietrze szkodliwemi wyziewami. Z tych to powodów rozłożenie kamieni w bliskości rynsztoków, musi ulegać nieco odmiennym prawidłom. Najlepszym o ile nam się zdaje, jest taki układ, aby stosugi między kamieniami, wcale nie przypadwały na środek rynsztoku, jak to fig. 51, 52 i 53 wskazuje.

W takim razie kamienie stanowiące boczne ściany rynsztoku zachodzą jeden po za drugi kolejno na $\frac{1}{3}$ lub $\frac{2}{3}$ swjej szerokości; tym sposobem koło wozu, któreby po dnie postępowało, nie napotka nieprzerwanego szeregu stosug, co jak już wiemy, szkodliwem jest dla bruku; nierówności zaś na dnie będą tak małe, że skutków poprzednio opisanych obawiać się nie ma potrzeby. Zwrócić jednak należy uwagę na to, iż przy podobnym układzie, pewna ilość kamieni musi cokolwiek odmiennie od innych posiadać wymiary; chodzi bowiem o to, aby zbliżając się ku środkowi drogi, jak najprędzej do właściwego powrócić układu, to jest, aby stosugi jednego rzędu, odpowiadały środkom ka-

mieni drugiego i nawzajem. Zresztą okoliczność ta żadnej nie przedstawia trudności, w znacznej bowiem ilości kamieni na bruk dostarczonych, a niezbyt starannie obrabianych, znajdzie się zawsze pewna ilość z wymiarami nieco mniejszemi, lub większemi od przepisanych. Kamienie takie w bliskości ryszto-ków dogodnie użytymi być mogą.

Do budowy ryszto-ków, używa się także czasami kamieni umyślnie na ten cel przygotowanych, i stosownie wyłobionych (fig. 54). W takim razie powinny te kamienie, podobnie jak opisane już skrajne, też samą co i inne posiadać szerokość; długość zaś ich musi być zmienną tak, aby z resztą bruku mogły być powiązane dokładnie i w niczem nie przeszkadzały prawidłowemu układowi kamieni. Wyłobienie wreszcie w miarę potrzeby większe, lub mniejsze może im być nadane. Sposób ten daje ryszto-ki dobre, jest jednak zbyt kosztownym, ciosanie bowiem kamieni osobnych kształtów, zwiększa znacznie wydatki; dla tego też ryszto-ki tego rodzaju rzadko są używane.

§ 89.

Jednym z głównych warunków dobroci bruku, jest jednako-owy stopień wytrzymałości wszystkich części go składających; dlatego też nie należy mieszać kamieni rozmaitego rodzaju, różny stopień twardości posiadających: niejednostajnie się zuży-wając kamienie takie, musiałyby na powierzchni bruku tworzyć nierówności. Dla téj przyczyny także kamienie do jednego bruku użyte, powinny wszystkie, z wyjątkiem skrajnych jednako-wo posiadać wymiary: mniejsze bowiem wspierając się na mniej obszerniej podstawie, łatwiej pod naciskiem ciężarów zagłę-bionemi być mogą; większe zaś oparłszy się temu ciśnieniu, w pierwotnym pozostaną położeniu.

Gładkość powierzchni bruku, zależy także od rodzaju pod-stawy, na której kamienie spoczywają; bruk *np.* ułożony na zie-mi gliniastej, nie długo dobrym mógłby pozostać, i pomimo za-chowania ostrożności powyżej wyliczonych, kamienie niejedno-stajnie wciskałyby się w rozmiękłą glinę. Dla uniknienia téj niedogodności, którą prawie wszystkie rodzaje ziemi zwyczaj-

nej w mniejszym, lub większym stopniu przedstawiają, urządzi się pod brukiem spód sztuczny, z warstwy piasku czystego, o ile możliwości grubo-ziarnistego złożony.

Nad własnościami piasku zastanawialiśmy się już obszerniej, mówiąc o drogach z nasypką szabrową; tu więc poprzestajemy na przypomnieniu ważnego dla bruków przymiotu, który zależy na rozkładaniu na obszerną powierzchnię ciśnienia w jednym punkcie odebranego. Kamienie brukowe spoczywając na piasku, dosyć silny zawsze w podstawie znajdują opór, który im bez poruszenia z miejsca, nacisk największych ciężarów z łatwością znosić pozwala.

Piasek użyty na podstawę bruku, inną jeszcze a niemniej ważną oddaje usługę. Równie dla wygody podróżnych jak i dla zachowania w dobrym stanie samej drogi, ważną jest rzeczą uniknienie błota podczas deszczów na powierzchni się zbierającego. Jeżeli podstawa bruku złożoną będzie z części nieprzepuszczalnych, woda deszczowa nie znajdując ujścia pod spodem, zatrzymuje się na powierzchni i łącznie z kurzem w grubą warstwę błota się zamienia. Spód piaskowy w znacznej części niedogodność powyższą usuwa. Woda deszczowa przez stugi pomiędzy kamieniami dostaje się do piasku, który z natury swój będąc przepuszczalny, odprowadza ją głębiej, i w ziemię wsiąkać dozwala.

Piasek użyty na podstawę bruku, po pewnym przeciągu czasu traci swoje własności, nie rozkłada już na boki odebranego z góry ciśnienia, wgniata się pod naciskiem kamieni, i zamiast przepuszczania wody, która do niego dochodzi, część jej zatrzymuje w swjej warstwie i w gęste błoto zamienia. Przyczyną takiej zmiany własności piasku, jest ciągłe osiadanie na nim cząstek zwierzęcych i roślinnych, któremi odcieki po miastach są przepelnione; skoro więc cała warstwa piasku, która dla wody przez nią przesiąkającej, pewien rodzaj czyszczącego filtru stanowi, zostanie takimi cząstkami przesycona, zmienia się w masę czarniawą i cuchnącą. W takim stanie piasek, za podstawę bruku korzystnie już służyć nie może; wprawdzie własności jego nie zaginęły bezpowrotnie, wydobyty bowiem z pod

kamieni, i przez znaczny przeciąg czasu na działanie powietrza i wód deszczowych wystawiony, odzyskuje je zupełnie, bruk jednak na nowo przełożony i piasek stary, świeżym czystym zastąpiony być musi.

Pomimo opisanéj tu niedogodności, piasek najlepszą i najmniej kosztowną podstawę dla bruku stanowi; próby z innymi rodzajami podstaw odbyte, wszystkie bezwyjątkowo na korzyść piasku wypadły. Próbowano np. bruk oprzeć na warstwie betonu. Wiemy już z poprzedniego, że beton łatwo ulega wpływowi mrozów, które go rozkruszają w drobne cząsteczki; pomimo swéj twardości jest on kruchy i pod niejednostajnymi uderzeniami ustępuje; jest nieprzepuszczalnym, a zatem wodę i błoto na powierzchni bruku utrzymuje; jest wreszcie drogim: użyty więc pod brukiem, żadnych mu nie zapewnia dogodności, a koszta znacznie powiększa. Pominąwszy nawet powyżéj wzmiankowane niedogodności, użycie betonu za podstawę bruku po miastach rozpowszechnione być nie może; wiadomo bowiem, iż pod ulicami urządzone są zwykle kanały odciekowe, rury do gazu, rozprowadzania wody *i t. p.*; wszystkie te otwory, potrzebują dosyć częstéj naprawy, łamanie zaś warstwy betonu po nad nimi się znajdującéj, i odbudowywanie jéj na nowo wymagałoby nadzwyczaj długiego czasu i niesłychane za sobą pociągąby musiało koszta. Dla téj to przyczyny spód bruku betonowy, nigdy obszerniejszego nie znalazł zastosowania, i dziś nigdzie już nie jest używany (a).

(a) Przepisy powyższe, bruków kostkowych dotyczące, oddawna są uznane, i w wykonanie wprowadzone we wszystkich znaczniejszych miastach Europy: dziwi nas więc, że w małej próbie tego rodzaju bruku w Warszawie na ulicy Wierzbowéj, w roku zeszłym dokonanéj, starano się jakby naumyślnie o nagromadzenie wszystkich możebnych błędów. Brzgi nie są tam zabezpieczone większemi kamieniami skrajnemi; kształt powierzchni prawie zupełnie płaski, niszczy ów związek pomiędzy kamieniami, który bruki do sklepień podobnemi czyni; każdy kamień nie udziela sąsiedniemu części odebranego ciśnienia, lecz sam je znieść jest zmuszony; wreszcie podstawa z mieszaniny cegły, wapna i żwiru niegodziwie wykonanéj, którą betonem nazwać się podobało, każe się spodziewać nadzwyczaj prędkiego całego bruku zniszczenia, czego ślady już dziś widzieć się dają. Toż samo powiedzieć można o bruku w tym roku na Kra-

§ 90.

Jeżeli ziemia, na której bruk ma być dokonany jest tego rodzaju, iż warstwa piasku pod kamieniami rozciągnięta, nie może być dostateczną do zapewnienia im stałej podstawy, urządzić należy fundament podobny do tego, jakiśmy przy drogach z nasypką szabrową opisali.

Dla ustalenia więc podstawy drogi, kładzie się na spodzie w sposób zwyczajny bruk z kamienia nieregularnego, lub z kamieni w bruku kostkowym zużytych i służyć już nie mogących; na taki fundament brukowy sypie się warstwa piasku i na niej dopiero właściwy bruk opiera. Sposób ten jest bardzo dobrym i we wszystkich prawie przypadkach zapewnia dla bruku dostateczną wytrzymałość, ma jednak tę niedogodność, iż znaczniej potrzebuje głębokości; w miastach więc może czasem przeszkadzać urządzeniu rur gazowych, lub wodnych, a w każdym razie utrudnia odkopywanie ich w razie potrzeby.

W miejsce bruku używa się czasem na fundament nasypki szabrowej, potrzeba jednak w takim razie, aby nasypka dokładnie była ubita i ujeżdżoną wprzód, niż na niej bruk zostanie ułożony; w tym celu, należałoby zostawić przez jakiś czas nasypkę, tak jakby była przeznaczoną na wierzchnią część drogi i dopiero po dokładném jęj ujeżdżeniu, do ułożenia bruku przystąpić.

Użycie tego sposobu szczególnież w miastach ludnych z wielkimi jest połączone niedogodnościami, opuszczenie bowiem na czas dość długi poziomu ulicy na kilkanaście cali, stanowi wielkie dla ruchu utrudzenie, a czasem nawet stać się może przyczyną niebezpiecznych wypadków.

Wspomnieć nam tu jeszcze wypada, o fundamencie sztucznym pod bruk ułożonym, z kratowania z łąt drewnianych. Pomysł ten mało dotąd jest rozpowszechnionym, dlatego téż o jego skuteczności stanowczego zdania wyrzec nie podobna.

kowskiem Przedmieściu dokonany; podstawę z betonu zastąpiono tam nasypką szabrową, żadnej innęj nie wprowadzając odmiany; odgadnąć trudno, jaki cel może mieć podobne dobrowolne podwyższenie kosztów budowy.

Zależy on na ułożeniu pod warstwą piasku kratowania ukośnego z łąt drewnianych zwyczajnych (fig. 55 i 56). Na takiej podstawie wsparty bruk, może mieć mniejszą grubość, ciśnienie bowiem w jednym punkcie z wierzchu wywierane, na znaczną rozkłada się przestrzeń.

§ 91.

Stosugi między kamieniami wypełnione są zazwyczaj piaskiem, dla nadania jednak większej spójności pojedynczym kamieniom bruk składającym, robiono próby wypełniania tych stosug wapnem hydrauliczném. Spodziewano się zapomocą tego sposobu dwie osiągnąć korzyści, tojest: przeszkodzić wsiąkaniu wody deszczowej, która przez stosugi do warstwy piasku się dostając, zamienia ją w cuchnące błoto; nadto nie dozwolić wydobywania się tego błota na wierzch, co zwykle pod naciskiem przez kamienie wywieraniem ma miejsce.

Próby te nie zostały pomyślnym uwieńczone skutkiem, żaden bowiem cement nie jest w stanie się oprzeć ciągłym uderzeniom kół, ciężary przewożących. W krótkim nader czasie wapno wypełniające stosugi, zostaje zupełnie rozkruszoném, i bruk staje się gorszym i błotnistym niż po wypełnieniu stosug piaskiem, w sposób zwyczajny. Doświadczenie zatem skłoniło do odrzucenia powyżej opisanego sposobu i dziś on jest używany tylko przy rynsztokach, gdzie uderzenia kół mniej się często powtarzają; pomimo to, przekonano się przy przekładaniu rynsztoków z kamieni na wapno układanych, iż warstwa piasku nosiła na sobie wszelkie ślady, jakie woda zanieczyszczona pozostawiać zwykła, i tam więc skutek w zupełności osiągniętym nie został.

Podobne próby wypełniania stosug, dokonane także zostały ze smołowcem, którym po ułożeniu bruku zalewano pozostałe pomiędzy kamieniami szpary. Skutek tu nie lepszym okazał się, jak przy użyciu wapna, smołowiec bowiem nie chwyta się kamienia, i wazkie jego paski łatwo ze stosug wypadają.

W miejsce gorącej masy smołowcowej, używano także drobno tłuczonego asfaltu, który wbijano babami w szpary

między kamienie, skutek i w tym razie nie okazał się zadawalniającym, znaczne zaś powiększenie kosztów, jakie użycie smołowcu, czy to w stanie ciekłym, czy stałym za sobą pociąga, zmusza do bezwarunkowego potępienia dwóch ostatnich sposobów.

Do wypełniania stosug między kamieniami, próbowano także używać cienkich drewnianych desek, które się ustawiały włóknami pionowo zwróconemi. Przeznaczenie tych desek było także samo, jak wapna wypełniającego stosugi, miały one nadto chronić brzegi kamieni od zbyt szybkiego wykruszania się i zaokrąglania. Próby te równie, jak poprzednie okazały się bezskutecznemi.

Z tego wszystkiego co dotąd w tym przedmiocie powiedzieliśmy, ten wniosek wyprowadzić należy, iż piasek jako materiał najtańszy, a zarazem najdogodniejszy, równie do wypełniania stosug, jak i na podstawę bruku, wyłącznie powinien być używany.

§ 92.

Powiedzieliśmy na początku niniejszego rozdziału, iż wszelkie prawidła bruku kostkowego dotyczące, stosowane być mają o ile się to da, do bruków zbudowanych z kamienia połowego, czyli mniej więcej okrągłego, lub z kamienia w nieregularne kształty łupanego; dla zakończenia więc tego zbioru przepisów dotyczących w ogólności bruków kamiennych dodamy, iż bruki nieregularne układają się podobnie, jak kostkowe na warstwie piasku podwieszonoego, który równie za podstawę, jak do wypełnienia próżnych miejsc między kamieniami służy.

Jednym z głównych warunków dobroci tego rodzaju bruków, jest uniknienie wielkich przedziałów między kamieniami; usilne więc staranie, przy układaniu zwrócone być powinno, na stosowne dobieranie kształtów, przylegających do siebie kamieni, nadto starać się należy o ile możności, aby górna część kamieni, na powierzchnię bruku przeznaczona, była płaską. Kamienie układane powinny być w ten sposób, aby największa ich długość, w kierunku poziomym była położoną, czasami jednak

nadają im ukośne położenie; wiązanie ich w sposób podobny jak i w brukach kostkowych powinno być dokonane, to jest starać się należy, aby w kierunku długości drogi, przedział pomiędzy dwoma kamieniami odpowiadał, mniej więcej środkowi kamienia po nich następującego. Dla utrzymania w właściwem położeniu kamieni, układa się czasami w pewnych odstępach podłużnie rzędy większych wymiarów, które przeszkadzają wypchnięciu na boki kamieni drobniejszych.

Wszystkie wymienione tu ostróżności, z największą nawet ścisłością zachowane, nie są w stanie uczynić tego rodzaju bruków dogodnemi; dlatego też jedynie zupełny niedostatek, w danej okolicy kamienia na bruk kostkowy użyć się dającego, i brak funduszów na sprowadzenie go z stron odleglejszych, może do pewnego stopnia usprawiedliwić budowanie bruków z kamieni nieforemnych.

§ 93.

W okolicach pozbawionych kopalni dostarczyć mogących dobrego kamienia brukowego, starano się zastąpić bruki kamiennie drewnianemi. Znalazły one największe rozpowszechnienie w Ameryce, próby jednak po wielu znaczniejszych miastach Europy dokonane przekonały o niedogodnościach z tego rodzaju brukami połączonych; dlatego też mało gdzie już dzisiaj bruk drewniany widzieć się daje: wszędzie zastąpiono go zwykłym brukiem kamiennym, w Londynie zaś na jednej ulicy Oxfort-Street w ten sposób brukowanej, zatrzymano dotąd pokład drewniany jako fundament dla nasypki szabrowej, która na nim rozciągniętą została.

Kształt klocków drewnianych na bruk przeznaczonych bywa rozmaity. Czasem nadawano im kształt sześciąt prostych, lub ukośnych, graniastosłupów prostokątnych, lub równoległobocznych, graniastosłupów sześciokątnych, walców z powycinanemi okrągłemi wklęsłościami, w które ściany innych walców zachodziły, graniastosłupów z pozacinanemi w rozmaitych kształtach zamkami, które do związania obok siebie leżących klocków służyły i t. p. Klocki takie układane bywają w ten sposób, iż

włókna drzewa znajdują się w kierunku pionowym, lub też mniej więcej względem płaszczyzny powierzchni drogi stanowiącej nachylnym.

W pierwszym przypadku w czasach wilgotnych drzewo pęcznieje i większą stara się zapełnić przestrzeń, ztąd powstaje parcie na boki, do tego stopnia siły dochodzące, iż w wielu podobnych przypadkach chodniki kamienne boki takiego bruku utrzymujące zostały wysadzone i zrujnowane; jeżeli zaś brzegi chodników dosyć są silnymi do oparcia się wywieranemu na nie naciskowi, wówczas bruk wygina się w górę i środkiem drogi przestaje na podstawie swój spoczywać, co oczywiście przyspiesza jego zniszczenie (1).

Jeżeli klocki ukośnie są ustawiane, niedogodność ta usuniętą zostaje w znacznej części, rozszerzanie się bowiem klocków pojedynczych nie wpływa na przedłużenie się całego rzędu, i wyprostowuje tylko do pewnego stopnia nachylenia sąsiednich, w krótkim jednak czasie ciągłe pęcznienie i zsuchanie się tak stosugi rozluźnia, że cały bruk zniszczeniu uległ musi; dlatego też bruki z klockami pionowo ustawianymi, w ogóle za lepsze są uważane.

W ogóle bruki drewniane są nadzwyczaj kosztowne i nie trwałe, naprawy bardzo trudne, niepodobna bowiem uszkodzonych klocków wydobyć bez zniszczenia sąsiednich; wreszcie po pewnym przeciągu czasu bruk z powierzchnią zużytą, żadnej już nie ma wartości, gdy tymczasem kamień sześcienny, sześć razy może być obracany, następnie obrobiony daje bruk zupełnie nowy mniejszych rozmiarów, w końcu może jeszcze na szaber być potłuczony: do ostatniej przeto chwili wartości swój nie traci. Dla tych to przyczyn bruki drewniane z kamiennymi kostkowymi współzawodnictwa wytrzymać nie są w stanie i rozpowszechnienia ich u nas wcale sobie nie życzymy.

(1) Ten sam skutek chociaż w mniejszym stopniu objawia się na małym kawałku bruku drewnianego na Krakowskim Przedmieściu. W mniejszym mówimy stopniu, brzegi bowiem tego bruku niczem nie są ściśnięte; rozszerzanie więc dowolnie następuje, a małe kamyczki bruku zwyczajnego po bokach umieszczone oprócz mu się nie są w stanie; pomimo to przeszłej jesieni o ile nam się zdaje, wzdęć po środku w jednej części miało miejsce.

Wspomnieć nam wreszcie wypada o brukach z cegły twardej na sztorc ustawianej. Bruki tego rodzaju często bardzo w Holandyi widzieć się dają. Zastosowanie ich jednak jedynie na ulicach dla powozów lekkich przeznaczonych może być właściwem. Oczywiście jest rzeczą, iż cegła do takiego użytku przeznaczona powinna być wyborową.

ROZDZIAŁ VII.

FUNDAMENTA POD DROGAMI.

§ 94.

Zdarza się często, iż droga przechodzi przez grunta błotniste, bagna, pokłady torfu i t. p., w takich przypadkach należy przedsięwziąć sto sowne ostrożności mające na celu jej ustalenie. Czasami poprzec taje się na wykonaniu nasypki wprost na gruncie bagnistym i pozostawieniu jej przez znaczny przeciąg czasu *np.* przez lat parę. Skoro ziemia nawieziona osiadzie o tyle, iż dalszego obniżania spodziewać się już nie należy, dowodzi się jej na nowo do wysokości projektem przewidzianej i w zwykły sposób wierzch drogi urządza.

Sposób podobny wtedy tylko korzystnie użytym być może, jeżeli wierzchnia warstwa gruntu stanowiąca bagno, nie wielkiej jest grubości, i wspiera się na dnie twardej; w razie przeciwnym osiadanie ziemi nawiezionej, z początku widoczne zmniejsza się powoli i staje prawie nieznacznem, w rzeczywistości jednak trwa bez przerwy: jeżeli więc na tak niepewnej podstawie ze chcemy urządzić drogę, ciągle wstrząśnienia przez przechodzące wozy jej udzielane, na nowo osiadanie przyspieszą i pod ich wpływem często nowo zbudowana droga okropnemu ulega zniszczeniu. Jedynym ratunkiem w takich przypadkach jest nowe dowożenie ziemi uzupełniającej znikłą nasypkę. Podobne odbudowanie drogi nadzwyczaj koszta pierwotne pomnaża, a co większa nie przedstawia nigdy dostatecznej pewności; trudno

bowiem przewidzieć, czy pod wpływem jakich wyjątkowych okoliczności, np. w ciągu lat dżdżystych, lub podczas roztopów po bardzo śnieżnej zimie, osiadanie na nowo się nie rozpocznie.

Jeżeli grunt jest torfiasty, a warstwa torfu nie sięga wielkiej głębokości, korzystnym być może skopanie jej na całej szerokości przez drogę zając się mającej; w skutek czego nasypkę oprzeć można na gruncie stałym, a zużytkowanie wydobytego torfu w niektórych razach, w części przynajmniej zwiększone tym sposobem wydatki zrównoważy.

Najczęściej jednak do ustalenia drogi przez bagna przechodzącej używa się faszyny, czyli chróstu. Chróst taki powinien być powiązany w wiązki mniej więcej sążeń, lub półtora długości mające, a około 0^o10 grube. Po zrównaniu należytem powierzchni gruntu pod drogę przeznaczoną, układa się tak przygotowane wiązki faszyny, jedna obok drugiej, w kierunku ukośnym względem osi drogi, w sposób wskazany na figurze 57 i 58; następnie pokrywa się je warstwą ziemi, lub piasku żwirowatego na 0^o20 lub 0^o25 grubą, i nowy szereg wiązek faszynowych układa, w kierunku symetrycznym względem pierwszego, i znowu go się warstwą żwirowatej ziemi pokrywa. Zazwyczaj dwie warstwy faszyny są wystarczające, w razie jednak potrzeby, można ich układać trzy, lub cztery, krzyżując zawsze ich kierunki. Na tak przygotowanym fundamencie dokonywa się nasypka zwykłymi sposobami. (Fig. 57 i 58).

Przeznaczeniem faszyny jest rozróżnienie ciśnienia, przez nasypkę wywieranego na większą powierzchnię gruntu, i związanie spodu drogi w ten sposób, aby pojedyncze części nasypki, każda z osobna pod ciężarem swym zagłębiać się w bagnie nie mogły. Faszyna ziemią pokryta trwa nadzwyczaj długo, grunta bowiem tego rodzaju stale będąc wodą przesycone, tamują przystęp powietrza i gnicie drzewa opóźniają. Jeżeli woda w bagnie jest słodka, jak to najczęściej ma miejsce, pożytecznym jest użycie na faszyny, świeżych gałęzi wierzbowych, topolowych, osinowych i t. p.; wówczas bowiem części ich nad brzegami położone, zapuszczają korzenie, a rozrastając się ustalają raz na zawsze nasypkę: w wodzie słonej roślinność rozwijać się nie

może, na bagnach więc taką wodą przesyconych, obojętną jest rzeczą jakie gałęzie na faszyny użytemi zostaną.

§ 95.

Jeżeli droga ma być przeprowadzona przez grunta gliniaste, najusilniejsza baczność powinna być zwrócona na zapewnienie swobodnego odpływu wodzie, która przesiąkwszy wierzchnią warstwę, do spodu jęj dostać się może; w razie bowiem przeciwnym, glina rozmięka, a kamyki nasypki, lub bruku na nięj leżące, nie znajdując dostatecznego oporu, zagłębiają się pod naciskiem ciężarów, a cała droga zniszczeniu zupełnemu ulega. W podobnych przypadkach pożyteczną jest rzeczą, szczególnięj pod drogami brukowanemi, urządzenie na dnie spadków podłużnych (fig. 59) naprzemian w jednę, lub drugą stronę nachylonych.

Na zbiegu takich dwóch spadków w najniższym ich punkcie, robi się poprzeczny przekop do rowu bocznego drogi dochodzący, i wypełnia się takowy kamieniami, lub grubym żwirem. Tym sposobem powierzchnia pozostaje zupełnie równą i całe to urządzenie jest niewidoczném, woda zaś ściągając się pod drogą po dnie nieprzepuszczalném do najniższych punktów, odpływa ztamtąd przez przekopy do rowu. Widoczną jest rzeczą, iż spadki rowów bocznych tak powinny być obmyślane, aby woda w nich nigdy nie mogła utrzymać się na poziomie wyższym od ujść przekopów, w takim bowiem razie całe urządzenie byłoby nie tylko nieużyteczném, ale nawet szkodliwém, gdyż woda z rowów na dno drogi przekopami dostawaćby się mogła.

Czasami w miejsce przekopów żwirem wypełnionych budują się z kamienia suchego małe kryte rynienki, ziemią przysypane. Skutek w obu razach jest jednakowy. Czasami także dno drogi tak się urządza, iż niezależnie od spadków podłużnych któreśmy opisali, dają się jeszcze dwa spadki ku sobie nachylone i na osi drogi się schodzące. W tym punkcie jest urządzony przekop podłużny żwirem wypełniony, a ściągająca się w nim woda odpływa, jak poprzednio, bocznemi przekopami do rowów.

W miastach gdzie częstokroć odpływu dogodnego wodzie zaskórnój zapewnić nie można, skopuje się czasami warstwa gliny na dwie, lub trzy stopy głębokości, i nawozi tyleż piasku, lub żwiru. Urządzenie podobne w części tylko usuwa niedogodności z rozmiękania spodu drogi pochodzące.

§ 96.

Jeżeli droga ma być w skale wykuta, bez względu na rodzaj i stopień twardości skały, należy wyżłobienie pod drogę przeznaczone, przynajmniej na 0^s10 poniżej poziomu dla powierzchni projektowanego, doprowadzić, i następnie nasypkę zwykłym sposobem 0^s10 grubości mającą, na tak przygotowanej podstawie urządzić. Pozostawienie skały zamiast sztucznej powierzchni drogi jest połączone z wielu niedogodnościami, najważniejszą zaś z nich jest to, iż skały nigdy jednostajnej we wszystkich swych częściach wytrzymałości i twardości nie posiadają, zużycie więc drogi nie jednostajnie postępując, wywołałoby wkrótce nierówności dla wozów po drodze przechodzących przykre i szkodliwe. Brak także sprężystości, którąśmy pomiędzy przymioty wierzchniej warstwy drogi policzyli, dotkliwie na skale twardój, równie dla wozów jak i ciągnących je koni uczuć się daje. Urządzenie nasypki skałę pokrywającej wszystkie te niedogodności usuwa, przyznać jednak należy, że nasypka na tak twardój podstawie oparta, o wiele prędzej, niż w innych miejscach się zużywa.

R O Z D Z I A Ł VIII.

C H O D N I K I — R Y N S Z T O K I.

§ 97.

Chodniki (trottoirs) jak to już powiedzieliśmy, powinny przy każdej drodze być urządzone, sposób zaś ich budowy zmienia się stosownie do ważności i położenia drogi, oraz materiału jaki użyć do budowy chodników zamierzamy.

Pierwsze staranie powinno być zwrócone na to, aby brzegi chodników zabezpieczyć od uszkodzeń, jakie w nich koła wozów bokiem drogi postępujących wywoływać mogą. Najwłaściwszy sposób takiego zabezpieczenia zasadza się na ułożeniu brzegiem chodnika, ciągłego rzędu kamieni, zapuszczonych do stosownej głębokości w ziemię, i przez to wszelkim uderzeniom kół opierać się mogących.

Po miastach i drogach znaczniejszych używa się zwykle kamieni umyślnie na brzegi chodników ciosanych, powinny one przynajmniej $0^{\circ}15$ (przeszło pół łokcia) mieć grubości, a około $0^{\circ}10$ lub $0^{\circ}12$ szerokości, długość zaś zmienną, lecz zwykle o wiele większą. Kamienie takie zapuszczają się w ziemię najmniej na $0^{\circ}05$, pozostałe zaś z grubości $0^{\circ}10$ wystając do góry, stanowią wzniesienie chodnika, ponad poziom boków drogi. Czasami przy staranniejszych chodnikach kamienie te tak bywają obrabiane, iż ściana wewnętrzna, to jest ta, która od strony drogi ma być umieszczoną, nie jest prostopadłą do podstawy, lecz takie ma nachylenie, aby po ustawieniu górnej podstawy do poziomu, tworzyła kąt prosty, z powierzchnią drogi nieco ku brzegom nachyloną.

Przy drogach mniej uczęszczanych, lub w braku kamieni do ciosania przydatnych, na brzegi chodników używa się kamieni brukowych, w kostkę obrabianych, lub wreszcie kamienia polnego zwyczajnego, dobierając najstosowniejsze do tego użytku kształty. W jednym i drugim przypadku kamienie te osadzają się w ten sam sposób jak poprzednio opisane brzegi ciosowe, to jest część ich zagłębia się w ziemię, część zaś wystaje ponad powierzchnią drogi.

Na ulicach miast i na bardzo uczęszczanych drogach, zagłębianie kamieni brzeżnych w ziemię nie jest dostatecznym, częste bowiem uderzenia kół, łatwo mogłyby je z miejsca poruścić; dlatego też w takich przypadkach urządza się fundament z kamienia suchego, lub czasem na wapno murowanego, i na tak przygotowanej podstawie, skrajne kamienie osadza.

Na brzegi chodników używać można każdego rodzaju kamienia, dostateczną posiadającego twardość i z łatwością obra-

biać się dającego. Warunki te w najwyższym stopniu z sobą połączone posiada granit, najbardziej przeto jest on na ten użytek poszukiwany.

§ 98.

Powierzchnia chodników w rozmaity bywa urządzana sposob, najczęściej ponad drogami chodniki są prostém podwyższeniem, z ziemi zwyczajnej wykonaném, i z brzegu rzędem opisanych już kamieni skrajnych od uszkodzenia zabezpieczoném. Czasami w miejsce ziemi używa się żwiru ubitego; tego rodzaju chodniki bywają bardzo dobre i nawet w miastach, na mniej ludnych ulicach właściwe mogą znaleźć zastosowanie. W miejscach gdzie ruch pieszych podróźnych bardziej jest ożywiony, można chodniki urządzać z kamienia brukowego w kostki obrabianego i ułożonego na warstwie betonu, lub téż wprost na piasku, ze stosugami wapnem wypełnionemi. Tego rodzaju chodniki bardzo trwałe i dogodne bywają, nie mogą jednak wytrzymać porównania, z chodnikami wyłożonemi płytami kamiennymi. Płyty takie mogą być wyrabiane z rozmaitego rodzaju kamienia, za jedyny warunek położyć tu należy twardość i o ile można, jak największą łatwość obróbki.

Granit jakeśmy to już powiedzieli, łączy w sobie w wysokim stopniu dwa te przymioty, dlatego téż na chodniki najczęściej i z najlepszym skutkiem używany bywa. Chodniki płytowe przedstawiają powierzchnię ciągłą, gładką, i nadzwyczaj do chodzenia dogodną; podróźny z bruku zwyczajnego na taki chodnik się dostawszy, natychmiastową czuje ulgę w znużeniu, są jednak niedogodności i z tego rodzaju chodnikami połączone. Jako główną z nich policzymy tu łatwość, z jaką wszystkie rodzaje kamienia wygładzają się na powierzchni, skutkiem odbywanego po nich ruchu; z tego powodu płyty szczególnie w zimie podczas przymrozków, lub świeżo upadłego śniegu, stają się nadzwyczaj ślizkimi i prawdziwém dla przechodzących groźną niebezpieczeństwem.

Drugą okolicznością, przeciw chodnikom płytowym występującą, jest wysoki koszt ich budowy.

Dwie powyżej przytoczone niedogodności, od chodników płytowych nieodłączne, w smołowcowych zupełnie są usuniętymi. Koszta pierwszego zbudowania są tu o wiele niższe, wprawdzie zwiększają się one wydatkami na ciągle utrzymanie tego rodzaju chodników niezbędnymi, oraz o wiele prędszemu zużyciem; pomimo to w porównaniu z płytami, pierwszeństwo zawsze po stronie smołowcu pozostanie, zwłaszcza u nas, gdzie przewóz z odległych okolic kamieni na płyty przeznaczonych, niesłychanie cenę ich podwyższa.

Chodniki smołowcowe nie bywają nigdy tak ślizkimi jak kamienne, i byle w przygotowaniu smołowcu należyte ostrożności i właściwy stosunek różnych części składowych został zachowanym, z mało kosztownymi naprawkami bardzo długo trwać mogą.

§ 99.

Widzieliśmy już na wzorach profilów poprzecznych dróg, w właściwem podanych miejscu, że pochyłość powierzchni drogi ku brzegom skierowana i zakończona podwyższeniem chodnik stanowiącym, tworzy przy brzegu tego ostatniego, pewien rodzaj rynsztoku, po którym woda deszczowa na powierzchni drogi się zbierająca odpływać musi. Przy drogach brukowanych okoliczność ta żadnych szczególnych nie wymaga ostrożności, woda bowiem po wierzchu kamieni w samym zagłębieniu tego rynsztoku płynąc, w niczem ich wytrzymałości nie narusza, w miastach jednak, gdzie woda ściekająca przepelniona jest zwykle cząstkami zgniliznie ulegającymi, które zatrzymują się w stosugach i szkodliwymi wyziewami powietrze zarażają, kamienie brukowe w samym rynsztoku układać się powinny na wapno a czasem i fundament pod brzegiem chodnika urządzony rozszerza się nieco, aby pierwsze kamienie rynsztoku wesprzeć się na nim mogły.

Przy drogach nasypką szabrową opatrzonych, dno rynsztoku na ciągłą wilgoć narażane urządza się zazwyczaj w inny sposób, nasypka bowiem w takich warunkach nadzwyczaj prędko ulegałaby musiała zniszczeniu; zwykle więc ponad brzegiem

chodników układa się parę rzędów zwykłych kamieni brukowych, wspartych, jeżeli potrzeba, na poprzednio opisanym fundamencie.

Przy bardzo staranném urządzeniu chodników, kamienie skrajne obrabiane bywają w taki sposób, iż rynsztok znajduje się zupełnie pod chodnikiem, jak to figura 60^{ta} wskazuje. Brzeg chodnika w takim razie składa się, albo z jednego w kształcie wskazanym wyciętego kamienia, albo co jest łatwiejszem i mniej kosztownem z dwóch sztuk z sobą połączonych. Urządzenie podobne rynsztoków niewątpliwie jest najlepsze, lecz zarazem i najkosztowniejsze; nadto u nas przy mrozach, przez kilka czasem miesięcy trwających, rynsztoki podobne byłyby ciągle zapełnione lodem, odpływ wody utrudającym: właściwszém przeto zdaje się urządzenie rynsztoków odkrytych, które z łatwością zawsze wyrąbane być mogą.

§ 100.

Rynsztoki takie, jakieśmy powyżej opisali, zawarte pomiędzy właściwą drogą a chodnikiem, służą jedynie za zbiorowisko wody na powierzchnię drogi z deszczem spadającej i odprowadzają takową do ogólnych w tym celu urządzonych odcieków. Przy drogach zwyczajnych odcieki te przedstawiają się w kształcie rowów bocznych, na zewnątrz chodnika równolegle do drogi się ciągnących, jak to na wzorach profilów poprzecznych wskazaaliśmy.

Aby woda w rynsztokach po jednej stronie chodników położonych mogła swobodnie odpływać do rowów po drugiej stronie się znajdujących, potrzeba ją przez całą szerokość chodników przeprowadzić. W tym celu robią się poprzeczne rynsztoki kryte z kamienia suchego, lub na wapno murowane, lub wreszcie rynny drewniane.

W miastach zwłaszcza znaczniejszych niepodobna ulic w stanie należytem utrzymać bez urządzenia spodem kanałów odciekowych; o przedmiocie tym w właściwem miejscu obszerniej mówić zamierzamy: tu więc nadmieniamy tylko, iż odpływ z rynsztoków do owych kanałów podziemnych urządzonym być

powinien przez otwory w niezbyt wielkich od siebie odległościach położone, i zazwyczaj kratą żelazną pokryte. Tym więc sposobem woda deszczowa na ulicy się zbierająca, nie potrzebuje już na poprzek chodnika przebywać, lecz wprost do kanału odciekowego się dostaje; jeżeli jednak, jak to najczęściej ma miejsce, ścieki wód w podwórzach domów się zbierających, nie są wprost do kanałów odprowadzane, wody te do rynsztoków ulicznych najprzód, a następnie ztamtąd do kanałów się dostają. Dla przeprowadzenia zatem odcieków z podwórz do rynsztoków urządzone być muszą w poprzek chodników rynny kryte drewniane, lub co lepiej z żelaza lanego. Figura 61 wskazuje kształty tego rodzaju rynien używanych we Francyi. W górnej ścianie, która z powierzchnią chodników przy układaniu powinna być zgodzoną, pozostawiona jest podłużna szpara do czyszczenia wnętrza rynny służąca.

Z tego wszystkiego cośmy dotąd o rynsztokach bocznych nad drogami i ulicami miast, powiedzieli, łatwo widzieć się daje, iż nie mieliśmy wcale na myśli rynsztoków tego rodzaju, jakie w Warszawie i innych naszych miastach są pourządzane, a które zastępować mają równie właściwe rynsztoki, jak i nie istniejące podziemne kanały. Rynsztoki takie jak my pojmujemy, i jakie we wszystkich krajach zachodnich Europy widzieć można, najwięcej 10 cali mają głębokości, co kilkanaście sążni wypróżniają się odpływami do kanałów urządzonemi, i żadnego utrudzenia dla ruchu ulicznego, ani zanieczyszczenia powietrza wyziewami nie powodują. Inaczéj się dzieje z rynsztokami warszawskimi: w niektórych miejscach dochodzą one do kilku stóp głębokości, np. na Lesznie, i dzielą ulicę na trzy osobne oddziały, tak, iż z jednego do drugiego tylko po urządzonych na ten cel mostach dostawać się można. Zdaje się, iż nie potrzebujemy dowodzić ile taki stan rzeczy jest szkodliwym i niebezpiecznym. Szkodliwym, rynsztoki bowiem tego rodzaju zatruwają powietrze cuchnącemi wyziewami i oprócz sprawiania nieprzyjemności, najniekorzystniejszy wpływ na zdrowie mieszkańców wywierają; niebezpiecznym, gdyż pozostawienie rowów kilku stopowej głębokości bez żadnego odgrodzenia, obok ulicy przez tysiące po-

wozów, wozów, pieszych i t. d. codziennie przebieganą, musi wywoływać liczne wypadki życia i zdrowia podróżnych bezprze-
stannie zagrażające. W innych miejscach gdzie rynsztoki są
mniej głębokie, niedogodności te same, choć w mniejszym sto-
pniu istnieją, wszędzie one powietrze zanieczyszczają, i wszędzie
stanowią ważną dla ruchu przeszkodę. Z tych więc powodów
żadnych prawideł odnoszących się do urządzania tego rodzaju
rynsztoków nie podajemy, a właściwie mówiąc nie mogą one
w żadne naukowe przepisy być ujętymi, życzylibyśmy sobie tyl-
ko, aby jak najprędzej mogły one bezpowrotnie z ulic miast na-
szych poznikać.

§ 101.

Oprócz rynsztoków bocznych wzdłuż drogi się ciągnących,
urządza się czasami rynsztoki poprzeczne. Jeżeli droga napo-
tyka jaką rzeczkę, strumyk, lub nawet rów do odpływu przezna-
czony, zwykle w miejscu takim buduje się most wedle prawideł,
które w właściwem miejscu podanemi będą, czasami jednak
miejsce mostu zastąpić można rynsztokiem poprzecznym (Cassis).
Urządzenie tego rodzaju najczęściej widzieć można w okolicach
górzystych, gdzie strumyki przez znaczną część roku zupełnie są
suchemi, a podczas roztopów, lub nawet po gwałtownym deszczu
w prawdziwe przemieniają się potoki. Zbudowanie mostów, tak
zmienną ilość wody przeprowadzać mających, byłoby nadzwyczaj
kosztowném, potrzeba bowiem otwór ich na największy możebny
przybór wody obliczać; z drugiej strony mosty te przez znaczną
część czasu stałyby bezużytecznie: ze względu więc na oszczę-
dność, można je, jakkolwiek nie bez pewnej dla podróżnych nie-
dogodności, zastąpić wspomnionemi rynsztokami poprzecznymi.

Rynsztoki tego rodzaju inne od zwyczajnych mają urządze-
nie, składają się one z zakłęsłości mniej więcej stosownie do
potrzeby obszerniej, i pokrytej brukiem fig. 62. Spadki w kie-
runku osi drogi, do dna rynsztoku prowadzące, nie powinny
nigdy przenosić $\frac{1}{10}$ swjej długości, zakrzywienie zaś samego dna
powinno być łagodne, aby pod kołami przechodzących wozów, ile
możliwości jak najmniej, czuć się dawało. Warunek ten w wielkich

rynsztokach z łatwością zachować się daje, w mniejszych zaś zagięciu musi być wyraźniejszym tak dalece, że jeżeli dwa koła wozu po drodze postępującego, razem w rynsztok zapadają, wynika ztąd uderzenie dla podróżnych nieprzyjemne, a dla wozu szkodliwe. Dla uniknięcia téj niedogodności nadają czasem rynsztokom takim kierunek skośny względem osi drogi, w skutek czego, wozy dwoma kołami jednocześnie dna napotykać nie mogą. Szerokość tego rodzaju rynsztoków, tak powinna być obliczoną, aby woda w nich nigdy wyżej nad 10 lub 12 cali wznosić się nie mogła. Pożyteczną jest także rzeczą podnieść dno rynsztoku nieco wyżej od dna koryta, tym bowiem sposobem, woda, która zwykle nagle przybierając, unosi z sobą różne obce części, przed wejściem w rynsztok zatrzymuje się i części te osadza, a zatém drogi niemi nie zanieczyszczają.

Skarpy drogi w miejscach przejścia podobnych rynsztoków powinny być brukiem pokryte, najtwardsza bowiem ziemia nie jest w stanie oprzeć się ciągiem działaniu wody. Jeżeli zaś dno rynsztoku jest znacznie wzniesione, bruk na skarpach nie może być wystarczającym do zabezpieczenia drogi i zastępuje się zwykle od strony, którą woda odpływa, murem prostopadłym z kamienia suchego, lub w razie większej wysokości na wapno układanego. Górny gzyms takiego muru wystaje zwykle cokolwiek naprzód, aby woda spadając nie ociekała po murze (fig. 63), z wierzchu zaś ma on wyłobienie odpowiednie wklęsłości całego rynsztoku. Mur podobny najczęściej zakończony bywa skrzydłami ziemię skarpy podtrzymującymi, tak jak to mamy na figurze przedstawioném, a skrzydła takie zupełnie urządają się w ten sam sposób, jak przy małych mostkach. U dołu muru robią się zazwyczaj małe wschodki, na które woda spadając traci część nabytej szybkości, fundament wreszcie takiego muru powinien być stosowném w miarę potrzeby oskałowaniem wzmocniony.

Jeżeli rynsztok jest tak szeroki, iż przekroczyć go niepodobna, dla dogodności pieszych podróżnych, układa się rząd kamieni płaskich, mniej więcej na łokieć od siebie odległych, i ponad wodę wystających, po których stępując łatwo na drugą

bez zmoczenia, można przedostać się stronę; czasami w miejsce takich kamieni urządza się kładki, czyli mostki z bali, z poręczami.

Opisaliśmy powyżej urządzenie rynsztoków poprzecznych nie w tym celu, aby użycie ich rozpowszechnić, lecz aby czytających z tym rodzajem budowy nieco obznajmić; dodać tu jednak musimy, iż stanowią one zawsze pewien rodzaj przeszkody, ruch po drodze utrudniającej, dlatego też jedynie w razie konieczności środka tego używać radzimy.

§ 102.

Oprócz powyżej opisanych, czasami używane bywają rynsztoki ukośne. Jeżeli droga ma spadek zbyt gwałtowny, co łatwo w górzystych okolicach zdarzyć się może, woda zbierająca się na jej powierzchni, zamiast odciekania do rowów bocznych, może częstokroć napotkawszy wyrzniętą kolęj, lub inną podobną nierówność wzdłuż drogi odpływać. Przy znacznym spadku stać się to może powodem rychłego zniszczenia drogi, ilość bowiem wody szybko wzrasta i coraz większej nabiera szybkości; z początku więc małe, a później coraz znacznie większe wyrzyna parowy. Dla zwrócenia zatem ku rowom bocznym wody, niszczącej swym odpływem powierzchnię drogi, urządza się w takich razach co pewną odległość rynsztoki ukośne, najczęściej w środku złamane pod pewnym kątem, jak to fig. 64 wskazuje. Rynsztoki takie odbierają wszelką wodę po powierzchni drogi spływającą i odprowadzają do rowów, odległość między niemi bywa zmienną, stosownie do wielkości spadku, i może od 15 do 30 sążni wynosić; bywają one zbudowane, albo z ułożonych w sposób właściwy kilku rzędów kamieni brukowych, lub też wprost z nasypki szabrowej.

W każdym razie rowki takie na powierzchni drogi położone, są przeszkodą dla ruchu i szczególnie nieprzyjemnie czuć się dają wozom szybko postępującym; dla tej to przyczyny urządzenie podobne z wielką tylko oględnością zastosowywane być powinno, i to jedynie w takich przypadkach, gdy pozostawienie swobodnego dla wody odpływu, zniszczeniem drogi zagrozićby mogło.

§ 130.

Rowy boczne przy drogach, częstokroć są także narażone na niebezpieczeństwo z powodu zbyt szybkiego odpływu znajdującej się w nich wody, która je w krótkim czasie w prawdziwe wąwozy zamienić może. Dla zabezpieczenia rowów pod tym względem, urządza się dno ich w kształcie wschodów złożonych z płaszczyzn ze spadkiem najwyżej $0^s,001$ lub $0^s,002$ na $1^s,00$ wynoszącym. Każdy z takich wschodów zakończony bywa albo jednym kamieniem, albo murkiem, po którym woda spływając, dno rowu zostawi nienaruszone. U dołu takiego murku, w miejscu gdzie się następny wschód zaczyna i na które woda w pewnej wysokości spadając, wyrwaniem dołu zagraża; urządza się małe oskałowanie. Urządzenie podobne rowów, wskazuje figura 65.

R O Z D Z I A Ł IX.

KANAŁY ODCIEKOWE PO MIASTACH.

§ 104.

Powiedzieliśmy już powyżej, iż rynsztoki boczne przy ulicach miejskich, nie mogą służyć do odprowadzania wody po za miasto; przeznaczeniem ich może być tylko zebranie wody i nieczystości na powierzchni się zatrzymujących i zapewnienie im swobodnego odpływu do podziemnych kanałów, i tą dopiero drogą wszelkie ścieki, na zewnątrz miasta dostawać się powinny.

Chcąc urządzić na nowo w jakimś mieście całą sieć osuszać je mających kanałów, należy sobie przywieść na pamięć to, cośmy w właściwem miejscu o kształtach powierzchni ziemi i naturalnych odpływach wód powiedzieli. Wiemy już, iż te odpływy na pierwszo, drugo, trzeciorzędne i t. d. podzielić się dają; że

pierwszorzędne służą do odpływu wszelkich wód, na całej powierzchni danej okolicy się zbierających, przyjmują w siebie wody dostarczane im przez odpływy drugiego rzędu, w kierunku mniej więcej prostopadłym do nich wpadające. Drugorzędne odpływy, zasilane są znowu przez trzeciorzędne i t. d. Przy urządzeniu kanalizacyi miasta, naśladować należy ów rozkład odcieków, którego wzór najdoskonalszy przyroda nam podaje. Potrzeba więc zacząć od zbudowania kanałów głównych, miejsce naturalnych odpływów pierwszego rzędu zastąpić mających.

Oczywistą jest rzeczą, iż otwory takich kanałów, tak obrachowane być powinny, aby we wszelkich, nawet niezwykłych wypadkach, jak np. w czasie nadzwyczajnej ulewy całej ilości wody na przestrzeni przez kanał osuszyć się mającej, odpływ zapewnić mogły. Do głównych tych kanałów dochodzić powinny kanały drugorzędne, łączące się z swój strony z kanałami trzeciorzędnymi i t. d. Tym sposobem cała przestrzeń podobną siecią objęta, wody w jakimkolwiek punkcie się zbierające, za pomocą kanałów podrzędnych przesyłać będzie głównemu, który je na zewnątrz miasta wyprowadzać powinien.

Urządzenie podobne wtedy tylko we wszelkich szczegółach przeprowadzonem być może, jeżeli w danem mieście kanalizacya wcale nie istnieje i na nowo ją dopiero zaprowadzić zamierzamy; zazwyczaj jednak inaczej się dzieje. We wszystkich prawie znaczniejszych miastach, gdzie dotąd kanalizacya dokładna urządzoną nie została, jak to szczególnie u nas ma miejsce, konieczność zmusiła jednak do zbudowania pewnej liczby kanałów, w miejscach, gdzie innego sposobu urządzenia odcieków znaleźć nie było można. Kierunek kanałów takich nie był obmyślany tak, aby z ogólną siecią, o jakiej powyżej mówiliśmy mogły być połączone, z tego powodu stanowią one często przeszkodę w przeprowadzeniu systematycznem planu całej kanalizacyi; dla oszczędności jednak zazwyczaj pozostawia się kanały takie nienaruszone, starając się tylko zużytkować je w najlepszy sposób, i takie im miejsce w ogólnej nazna-

czyć sieci, jakie im z ich położenia i wymiarów najwłaściwiej przypada.

Wszystkie prawie miasta znaczniejsze Europy, jak *np.* Paryż, Londyn i t. p. w podobnym znajdują się przypadku; dziś gdy sieć osuszających je kanałów do zupełnego doszła rozwinięcia, zastanawiając się nad pojedynczemi jej częściami, często napotykamy widoczne błędy w rozkładzie istniejących odcieków, a błędy te wynikły z konieczności zużytkowania dawniej już zbudowanych kanałów.

§ 105.

Nieczystości i odcieki po miastach, są trojakiego rodzaju: to jest woda z deszczem spadająca, wody kuchenne i inne odcieki mniej więcej zanieczyszczone, lecz w stanie płynnym się znajdujące; wreszcie odchody z kloak pochodzące. W niektórych miastach, wszystkie te trzy rodzaje odcieków, do jednych kanałów są sprowadzone i za ich pomocą z miasta usuwane; w innych dwa pierwsze rodzaje nieczystości spływają do kanałów, trzeci zaś za pomocą wywożenia w beczkach lub innych sposobów, z miasta się wyprowadza. Pierwszego z tych sposobów oczyszczania miast, olbrzymi przykład przedstawia nam Londyn, drugiego Paryż. Drugą nadzwyczaj ważną różnicę pomiędzy kanalizacją Londynu i Paryża, widzimy w sposobie czyszczenia kanałów. W Paryżu wyłącznie prawie dokonywa się ono za pomocą rąk ludzkich, w Londynie zaś głównym czynnikiem jest woda, która w swym odpływie wszelkie nieczystości za sobą pociąga.

Stosownie do tak różnego użytku i odmiennego sposobu oczyszczania kanałów, i budowa ich oraz rozłożenie znacznie różnić się musi; dla lepszego obeznania czytelnika z głównemi dwómi systematami odmianami, podajemy tu krótki opis kanalizacyi Paryża i Londynu.

§ 106.

Powiedzieliśmy już, iż czyszczenie kanałów w Paryżu, dokonywane jest przez robotników do ich wnętrza się spuszcza-

jących; okoliczność ta pociąga za sobą potrzebę nadawania kanałom takich wymiarów, aby człowiek z łatwością mógł je przebiegać. W ciasnym miejscu człowiek zgięty z trudnością może postępować, pierwszym zatem warunkiem dogodności takich kanałów, jest nadanie im stosownej wysokości; z tego powodu kanały paryzkie mają wysokość najmniej $1^m,75$ wynoszącą w świetle. Wysokość ta jeszcze zbyt małą się wydawała, i w nowo budujących się kanałach, o ile tylko na to miejscowość pozwala, starają się o podniesienie jej do $2^m,00$. Dodać tu należy, iż w przypadku, gdyby miejscowość nie dozwalała nadania kanałowi dostatecznej wysokości, koniecznym jest w takim razie powiększenie jego szerokości, człowiek bowiem zgięty, łatwiej postępując bokiem, może ruchy konieczne przy czyszczeniu odbywać.

Szerokość kanałów drugo i trzeciorzędnych w Paryżu, w dole wynosi zwykle od 30 do 70 centymetrów; jest ona zazwyczaj do odpływu wody dostateczną i robotnicy dosyć wygodnie w kanałach taką u dołu szerokość posiadających postępować mogą; w górze jednak na wysokości ramion, człowiek swobodę ruchów zachować chcący, większej potrzebuje przestrzeni, dlatego też ściany boczne bywają zazwyczaj nieco rozszerzone u góry, tak aby na wysokości ramion przynajmniej $0^m,80$ szerokości przedstawiały.

Kanał takimi ścianami bocznymi objęty, zakończony bywa u góry sklepieniem półkolistym, u dołu zaś sklepieniem odwrotnym, po którym woda odpływa. W tak urządzonych kanałach, próbowano dodać po obu stronach dwa małe chodniki, które tylko w czasie nadzwyczajnego wezbrania wód odciekających, *np.* podczas gwałtownych deszczów, mogłyby zostać zatopionymi, w zwykłym zaś czasie wznosząc się po nad powierzchnię wody, pozwalałyby robotnikom suchą nogą kanały przebiegać. Urządzenie takie okazało się jednak niedogodnym, na jednym bowiem wązkim chodniku, człowiek utrzymać się nie może; potrzeba stać jedną nogą po jednej, drugą po przeciwną stronę kanału, i w takim położeniu postępować, co oczywiście nadzwyczaj musi być nużącym: robotnicy więc wolą opatrzy-

wszy się w stosowne obuwie, środkiem odcieku postępować. Dla téj przyczyny, chodniki przy mniejszych kanałach, zupełnie dziś się nie używają.

Figury 66, 67 i 68 przedstawiają przecięcia kanałów w kształtach dawniej używanych w Paryżu; dziś dla wszystkich kanałów nowo się budujących, przyjęto kształt na figurze 69 wskazany: różni on się tém od poprzedzających, iż ściany boczne oporowe, są nieco wygięte, i całemu przecięciu kanału, nadają kształt zbliżony do jajka. Kształt taki zbliża się bardzo do używanego w Londynie, i uznanym został za najdogodniejszy, równie dla odpływu wody, jak i dla przechodu robotników.

§ 107.

Wszystkie kanały głównejsze w Paryżu, dochodziły dawniej do Sekwany i wprost do téj rzeki odpływy swoje wylewały. Taki stan rzeczy, nadzwyczaj niekorzystny wpływ na czystość wody w Sekwanie wywierać musiał; postanowiono więc zbudowaniem dwóch wielkich kanałów, ciągnących się wzdłuż obu brzegów rzeki, przeciąć odpływ do niej nieczystości z kanałów podrzędnych. Tym sposobem wszelkie odpływy, na przestrzeni całego miasta się zbierające, zapomocą kanałów podrzędnych, do dwóch głównych są sprowadzone, i dopiero poniżej miasta do Sekwany się wylewają.

Oczywistą jest rzeczą, iż kanałom przeznaczonym do gromadzenia w swém wnętrzu, odcieków z całego miasta pochodzących, potrzeba było nadać kształty nieco odmienne, i wymiary o wiele większe od zwyczajnych; fig. 70 przedstawia przecięcie jednego z takich kanałów. Widzimy tam ściany oporowe nieco pochylone na zewnątrz, i zakończone łączącym je półkolistém sklepieniem; u dołu sklepienie odwrotne, zakończone z obu stron prostopadłemi ścianami, stanowi pewien rodzaj wyźłobienia, do odpływu wód i nieczystości przeznaczonego, wzdłuż którego urządzone są po obu stronach chodniki, mające 0^m,40 szerokości, co zupełnie jest dostateczném do wygodnego przechodu robotników. Krawędzie tych chodników uzbrojone

są żelaznemi sztabami, stanowiącemi kolej żelazną, po której wagony lub maszyny do czyszczenia kanału przeznaczone, wygodnie przebiegać mogą. W miejscach gdzie grunt nie przedstawiał dostatecznej wytrzymałości, fundamenta ścian bocznych zapuszczone są do téj samej głębokości, co i fundament sklepienia odwrotnego, jak to wskazują linie kropkowane na figurze; przeciwnie na gruncie twardym ściany boczne mniej głęboko mają zapuszczone fundamenta.

Wewnątrz kanału pod górném sklepieniem, umieszczone są na konsolach żelaznych, w mur zapuszczonych, rury do rozprowadzania wody po mieście przeznaczone.

Nachylenie podłużne dna kanału, czyli sklepienia odwrotnego, większe jest aniżeli chodników, spadek bowiem dna wynosi $0^m,001$ na jeden metr długości, chodników zaś tylko $0^m,0007$. Tym sposobem wyźłobienie, które przy początku kanału około $0^m,60$ głębokości przedstawia, coraz dalej głębszém się staje, i w końcu do $1^m,15$ dochodzi. Urządzenie to ma na celu stopniowe zwiększanie tego wyźłobienia, w początkach bowiem, jest ono wystarczającém do pomieszczenia małej jeszcze w tém miejscu ilości odcieków; w miarę jednak oddalania się od początku, ilość odcieków się zwiększa i pierwiastkowa głębokość wkrótce nie byłaby dostateczną.

W ogóle mówiąc, urządzenie w kanałach odpowiedniego spadku, nadzwyczaj ważną jest rzeczą. Im kanał w zwyczajnym czasie mniejszą ilość odcieków odbierać będzie, tym nachylenie jego większe być powinno. Przy przepływie znacznej ilości wód, dostatecznym być może spadek $0,002$ lub $0,001$ a nawet i mniejszy, jak to przy opisanym dopiero, głównym kanale paryzkim widzieliśmy; w razie jednak przeciwnym, nachylenie podłużne dna, zawsze najmniej $0,005$ wynosić powinno.

Zdarzyć się może, iż miejscowe okoliczności sprzeciwiają się urządzeniu dostatecznego spadku w kanale; przypuśćmy *np.*, iż położenie punktu ujścia stale jest oznaczone, jak to najczęściej ma miejsce. Z takiego punktu wychodząc, jeżeli nadamy nachylenie w górę *np.* $0,005$, zdarzyć się może, iż w pewnej

odległości, kanał zamiast znajdować się w znacznej głębokości pod ziemią, zbliżyłby się zanadto do jej powierzchni, dla utrzymania go więc stale na właściwej głębokości, potrzeba koniecznie spadek podłużny zmniejszyć. W podobnych przypadkach wierzch sklepienia odwrotnego, powinien być starannie i gładko wapnem hydrauliczném lub cementem wytynkowany, przez co odpływ wody ułatwionym zostanie.

§ 108.

W tém co było powiedziane dotychczas przypuszczaliśmy, iż kanał, w którego wnętrzu człowiek wygodnie postępować może, zawsze będzie mieć dostateczne wymiary, do zapewnienia odpływu wodom, do niego się ściągającym. Zasada ta żadnego nie cierpiałaby wyjątku, gdyby zdarzające się od czasu do czasu nadzwyczajne ulewy, zbytnią wód obfitością, zwykłej równowagi odcieków nie naruszały. W razie wątpliwości, czy w podobnych przypadkach, projektowany kanał okaże się dostatecznym do odpływu powiększonej ilości wody, należy się o tém zapomocą stosownego zapewnić rachunku.

W miastach, powierzchnia na której zbierają się z deszczem spadające wody, jest prawie nieprzepuszczalna, składają ją dachy budynków, brukowane ulice i podwórza i t. p., które całą ilość spadłej na nie wody, właściwemi drogami do kanałów przesyłają. Każdy otwór kanału ma pewną przestrzeń, z której wody do niego się ściągają; skutkiem nieprzepuszczalności wierzchniej warstwy, wkrótce po zaczęciu deszczu, przez otwór kanału musi przepływać w każdej chwili cała ilość wody, jednocześnie na całej téj przestrzeni spadająca. Ważną jest więc rzeczą dokładna znajomość powierzchni wszystkich części miasta i ich wzajemnych nachyleń, z tych bowiem kształtów, obrachować można wielkość przestrzeni, do każdego z otworów kanału wód dostarczającej. Jeżeli prócz tego znamy największą ilość wody, jaka w danéj miejscowości na jeden *np.* sążeń kwadratowy powierzchni, w ciągu sekundy z deszczem spaść może, łatwo

jest obrachować, jaką ilość wody dany kanał w takich przypadkach może mieć do odprowadzenia.

Przy podobnych okolicznościach, rozróżnić należy dwa rodzaje kanałów, to jest: 1^o takie, które służą jedynie do odprowadzenia odcieków, ściągających się z przestrzeni bezpośrednio do nich przylegającej; 2^o kanały, które prócz odcieków bezpośrednio do nich spływających, odbierają jeszcze wody za pomocą innych kanałów dostarczane. W jednym i drugim razie, cała ilość wody przez kanał przepływać mającej powinna być obliczona.

Drugą ważną okolicznością jest szybkość, z jaką woda w danym kanale odpływać może. Szybkość ta, zależy od spadku podłużnego kanału, znajomość więc tego spadku, jest niezbędnie potrzebną.

Na dwóch tych danych, to jest ilości wody przepływającej i jej szybkości, oprócz można ostateczne obliczenia, a zastosowanie do danego przypadku zwykłych formuł z hydrauliki wskaże nam wymiary, jakie obliczany kanał posiadać powinien. Jeżeli chodzi o obliczenie wymiarów kanału, wzdłuż brzegu rzeki się ciągnącego, który jakeśmy to przy opisie podobnych kanałów paryzkich powiedzieli, ma dopiero po za miastem, odcieki swe w rzekę wylewać, można w wykonaniu zmniejszyć nieco wymiary, za pomocą rachunku wypadające. Urządza się w takim razie co pewną odległość odpływy boczne, które tak umieszczone być winny, iż otwory w zwykłym czasie wzniesione są po nad powierzchnię płynącej w kanale wody, i w razie tylko nadzwyczajnego podniesienia się, część jej, krótszą drogą, do rzeki odprowadzają. Urządzenie takie nie zagraża zanieczyszczeniem wody w rzece, przepelnienie bowiem kanałów rzadko się zdarza, i jest tylko chwilowém; nadto woda deszczowa w czasie ulewy wprzód nim w kanale do wysokości bocznych otworów dojdzie, już w znacznej przynajmniej części nieczystości w kanale nagromadzone wypłucze i w zwykłym uniesie kierunku, tak dalece, iż zbytek wody otworami bocznymi odpływający, zupełnie od nich wolnym będzie.

§ 109.

Do budowy kanałów używa się kamień lub cegła, układana na wapno hydrauliczne lub cement. Cegła do takiego użytku przeznaczona, powinna być wyborowa, w razie bowiem przeciwnym, ciągła wilgoć prędko na zniszczenie jej wpływa; w ogóle kamień właściwszym jest do budowy kanałów, i dla téj przyczyny częściej bywa używany. W Paryżu przed niedawnym czasem, robiono próby z betonem cementowym, które zupełnie okazały się zadawalniającemi. Cały kanał zbudowany z takiego betonu na miejscu przyrządzonego, okazał się tańszym i wytrzymalszym od zwykłych kamiennych, chociaż ściany jego nie więcej jak 0^m,15 miały grubości. Od tego czasu kanały betonowe coraz bardziej się rozpowszechniają, i zdaje nam się, że w okolicach ubogich w kamień do budowy zdalny, jak to właściwie w większej części kraju naszego ma miejsce, sposób ten najobszerniejsze i prawie wyłączne znaleźć powinien zastosowanie.

W ogóle, jakikolwiek materyał do budowy kanału będzie użytym, fundament prawie zawsze z betonu bywa urządzonym, i od prawidła tego jedynie w wyjątkowych okolicznościach, to jest na gruncie bardzo twardym i suchym odstąpić można.

§ 110.

Co kilkadziesiąt sążni urządzone być muszą otwory, do schodzenia wewnątrz kanałów służące. Otwory takie mają zazwyczaj kształt studni czworobocznej, której dwie ściany są przedłużeniem ścian bocznych kanału; dwie zaś drugie wspierają się na sklepieniu. Studnie te w górze zamknięte bywają tablicą z żelaza lanego pełną, lub w rozmaite wzory powycinaną, która w razie potrzeby zostaje usuniętą i wejście do kanału otwiera; po zamknięciu powierzchnia jej na jednej z powierzchnią bruku znajduje się płaszczynie, a zatem żadnej dla ruchu nie stanowi przeszkody, i największe ciężary wytrzymać jest w stanie. Otwór studni wyłożony bywa kamieniem ciosowym, na którym spoczywa rama drewniana, a na téj dopiero wspiera się

tablica żelazna. Ostrożność ta ma na celu ochronienie kamienia ciosowego od uszkodzeń, jakie usuwanie, lub zakładanie ciężkiej żelaznej tablicy, mogłyby spowodować.

Figury 71, 72, 73; 74, 75, 76 i 77 przedstawiają rysunki studni i tablic takowe zamykających w kształtach najczęściej w Paryżu używanych. Temi to otworami, robotnicy używani do czyszczenia, spuszczają się wewnątrz kanałów, stawiając w nie przenośne drabiny; w przypadkach jednak, gdy studnia znaczną przedstawia głębokość, wygodniej jest raz na zawsze urządzić, przy jednej ze ścian drabinę żelazną, stale umocowaną.

Służba robotników czyszczących kanały, nie jest przyjemną i często z niebezpieczeństwem życiu ich zagrażającym, bywa połączona. Długoletnie doświadczenie przekonało, iż woda kanałami odpływająca, jakkolwiek nieprzyjemną zwykle woń wydaje, na zdrowie jednak ludzkie, szkodliwego wpływu nie wywiera; lecz powietrze zamknięte w długich podziemnych kanałach, w których ciała zgniliznie ulegające, są nagromadzone, często-kroć zabójczym stać się może. Dla téj to przyczyny, wszelkie możebne ostrożności, w czasie spuszczenia się robotników wewnątrz kanałów, zachowaniami być powinny.

Wiadomo, iż jeżeli światło wewnątrz zamkniętego ciągle miejsca spuszczone nie gaśnie, powietrze zdawnem jest do oddychania; w razie przeciwnym, potrzeba przez urządzenie stosownego przewiewu, zepsute powietrze usunąć. Próba ze światłem przy zwiedzaniu kanałów, nie zawsze jest dostateczną; zdarza się bowiem, iż gazy zabijające, wydzielają się dopiero, za poruszeniem nagromadzonych nieczystości i w jednej chwili człowieka o śmierć przyprawiać mogą.

Dla urządzenia w razie potrzeby przewiewu, służą wysokie przenośne kominy z blachy, które na otwory kanałów się zakładają.

§ 111.

Prócz opisanych powyżej otworów, kanały opatrzone być muszą jeszcze innemi, zapomocą których woda i odcieki z po-

wierzchni ziemi do ich wnętrza się dostają. Otwory takie na powierzchni ziemi, pokryte są zazwyczaj kratami żelaznymi, przez które woda z łatwością przepływać może. W Paryżu, górna ich część ukryta najczęściej bywa pod chodnikiem, którego skrajny kamień, stosownie do tego przeznaczenia jest wycięty.

Urządzenie takie, przedstawione jest na figurze 77, 78, 79 i 80. Czasami miejsce kamienia skrajnego wyciętego, zastępuje tablica z żelaza lanego, po nad otworem w chodniku urządzona. Figura 81 i 82 przedstawia tak urządzony otwór. Sposób ten połączony jest z tą niedogodnością, iż tablica żelazna wkrótce staje się nadzwyczaj gładką i śliską; dla przechodzących więc po chodniku, niebezpieczeństwem upadnięcia grozi.

Opisane powyżej otwory górne, połączone są z kanałami głównymi, albo za pomocą murowanych kanalików, albo rur z żelaza lanego (fig. 83). W jednym i drugim przypadku, połączenie to następuje za pomocą otworu w bocznej ścianie, nieco powyżej dna kanału wyrobionego, nigdy zaś przez sklepienie przechodzić nie powinno; w takim bowiem razie woda i nieczystości otworami temi spływające, spadałyby z góry na robotników zajętych czyszczeniem kanału.

§ 112.

W powyżej opisany sposób urządzone kanały, rozgałęzione są w Paryżu na całej przestrzeni miasta, i do najodludniejszych jego zakątków dochodzą. Najusilniejsze staranie zwrócone jest ciągle, na tę nadzwyczaj ważną gałąź służby publicznej, coraz nowe ulepszenia i dopełnienia, uzupełniają niedostatki, jakie czas i doświadczenie wskazać mogą, i tej to właśnie troskliwości przypisać należy, iż Paryż, pomimo tak wielkiego nagromadzenia ściśniętej na małej przestrzeni ludności, ma powietrze dosyć czyste i zdrowe; nie napotyka się tam nigdy owych miejsc wiecznie cuchnących, i zabijającemi wyziewami napełniających powietrze. Stan też zdrowia mieszkańców Paryża, o wiele jest lepszy, niż w innych miastach mniejszych nawet, lecz mniej starannie utrzymywanych; niektóre

choroby, jak naprzykład febra zwyczajna, wcale tam nie są znane.

Kanalizacya podziemna, nie ogranicza się do samego Paryża; po za obrębem bowiem miasta, cały departament Sekwany, poprzerzynany jest tego samego rodzaju kanałami. Liczba ich wzrasta codziennie, w miarę zwiększania się ludności, i szybkiego rozwoju bogatej téj okolicy, a przepisy obowiązujące, rozciągają zbawienne skutki kanalizacyi, nietylko do dróg i miejsc publicznych, ale i do własności prywatnych; każdy bowiem właściciel domu, przy ulicy opatrzonej kanałem położonego, obowiązany jest wewnątrz swojego podwórza, połączyć z nim rurą podziemną, której wymiary i urządzenie, przez właściwe władze wskazane być mają.

Oto jest krótki opis kanalizacyi Paryża, i jego okolic; zastanowić się nam teraz wypada, nad odmiennymi nieco zasadami, jakie przyjęto w Londynie, gdzie troskliwość pod tym względem do wyższego jeszcze, jeżeli być może, posunięto stopnia.

§ 113.

Powiedzieliśmy już poprzednio, iż kanały londyńskie, różnią się od paryzkich, głównie sposobem do ich czyszczenia używanym, odpowiednio więc temu, i budowa ich pod wielu względami odmienną być musi.

Dawniej kanały londyńskie czyszczone były przez robotników podobnie jak paryzkie, kształt téż z małemi tylko różnicami, taki sam im nadawano; z czasem jednak, powzięto myśl korzystania z miejscowych okoliczności, i użycia wody w miejsce pracy ręcznej: od tego czasu wszystkie prawie kanały w Londynie, budowane są w kształcie jajakowatym.

Figura 84, 85 i 86 wskazuje przecięcia tego rodzaju kanałów, trzech rozmaitych wielkości, jakie zazwyczaj w Londynie są używane. Kanały te, ze spodem zwężonym i zaokrąglonym, bardzo są dla odpływu, małej nawet ilości wody, dogodne, lecz ruchy robotników wewnątrz pracujących, są nieco utrudozne; ponieważ jednak za cel ostateczny, założono sobie zastąpić zupełnie

wodą czyszczenie ręczne, niedogodność więc ta, jako chwilowa, i do stanu przechodniego przywiązana; pominiętą być może. Pomimo jednak nadzwyczaj korzystnego pod tym względem położenia Londynu, dotąd oczyszczania ręcznego w zupełności uniknąć nie zdołano, i jakkolwiek w znacznej części dopomaga w téj czynności woda, ostatecznie jednak, bez pomocy pracy ręcznej, działanie jej okazuje się nie wystarczającym.

Powiedzieliśmy, iż Londyn znajduje się w wyjątkowo korzystnym położeniu, tak dalece, iż czyszczenie kanałów za pomocą wody, w innych miastach niepodobne, a przynajmniej nadzwyczaj trudne, tam do pewnego stopnia, z łatwością osiągniętym być może. Główną tego przyczyną jest bliskość Tamizy, do której wszystkie główne kanały miasta, ocieki swe wyrzucają; wiadomo zaś, iż Tamiza w tém miejscu ulega wpływowi peryodycznego wznoszenia się i opadania wód morskich, tak dalece, iż w czasie przypływu morza, wody rzeki téj wnoszą się do odpowiedniej wysokości, a dostając się wewnątrz kanałów, wypełniają je i podziemnymi temi drogami, po całym prawie rozchodzą się mieście. Przeciwnie, w chwili odpływu morza, wody Tamizy do właściwego sobie dochodzą poziomu; woda więc, która poprzednio do kanałów wepchniętą została, z szybkością z nich ustępuje, i wszelkie nieczystości tam nagromadzone, pociąga za sobą. Prócz tego, Londyn zaopatrzony jest obficie w wodę, niż którekolwiek miasto w Europie; woda ta rozprowadzona na użytek publiczny, po wszystkich ulicach miasta, w znacznej części użyta jest do płukania rynsztoków, a następnie wnętrza kanałów; reszty więc nieczystości, które po opadnięciu wód Tamizy pozostaćby mogły, tym sposobem spłukanymi zostaną.

Pomimo tak korzystnego położenia, czyszczenie kanałów londyńskich, jak to już powiedzieliśmy, wymaga jeszcze pomocy ręcznej; śmiało więc twierdzić można, iż wszelkie usiłowanie zastosowania, przy mniej sprzyjających okolicznościach podobnego systematu, najszkodliwsze skutki za sobą pociągnąćby musiało.

§ 114.

Opisany powyżej sposób czyszczenia kanałów londyńskich, pociąga za sobą konieczność, nadzwyczaj troskliwego czuwania nad usunięciem wszelkich przeszkód, jakieby mógł kształt, lub kierunek kanałów, ciągłemu odpływowi wody nastrożać.

Jednym z głównych pod tym względem warunków, jest nadawanie kanałom dostatecznego spadku podłużnego. W ogóle, za zasadę przyjęto w Anglii, iż spadek w kanałach, ile razy miejscowe okoliczności nie stają na zawadzie, powinien 0,0083 czyli $\frac{1}{120}$ długości wynosić, w razie jednak konieczności, spadek o połowę mniejszy, to jest $\frac{1}{240}$ długości wynoszący, bez obawy dopuszczonym być może; jest to jednak granica, której pod żadnym względem przekroczyć, i w razie tylko udowodnionej konieczności, osiągać jest dozwoloném. Dodać tu jednak musimy, iż niektóre z kanałów londyńskich, dawniej zbudowanych, o wiele mniejszy przedstawiają spadek, i z tego powodu, w ogólnym systemacie, szkodliwe stanowią wyjątki.

Drugą okolicznością, ważny wpływ na swobodne odpływanie wody wywierającą, jest stosowne urządzenie wzajemnych spotkań kanałów. Przypuśćmy *np.*, iż kanał wylewający swe odcieki do innego kanału, spotyka go pod kątem prostym: wówczas, woda wychodząca z otworu, napotyka ścianę naprzeciw niego położoną, rozbija się o nią, i we wszystkie rozchodzi strony; część jej więc wraca do kanału z którego wyszła, inna zaś, zamiast odpowiedni spadkowi kanału, do którego wchodzi przybrać kierunek, w przeciwną odbija się stronę, i dopiero po chwili do właściwej dochodząc równowagi, tą samą drogą powracać musi. Widoczną jest rzeczą, iż podobne urządzenie, odpływ wody nadzwyczaj utrudnia, a niedogodności ztąd wynikające, znacznieby się zwiększyły, gdyby dwa kanały nie pod kątem prostym, lecz pod rozwartym, z sobą spotkać się musiały.

Dla tych to przyczyn, spotkania kanałów londyńskich, nadzwyczaj ogłędnie są urządzone; zazwyczaj kanał w prostym

idący kierunku, zakończony bywa łukiem stycznym, do osi obu zbiegających się kanałów. Promień krzywizny takiego łuku, o ile możności, powinien być jak największy; prócz tego, spadek kanału zwiększa się zazwyczaj przy otworze. Figura 87, 88, 89 i 90, przedstawia na rysunku podobne urządzenie spotkania się dwóch kanałów, pod rozmaitemi kątami.

§ 115.

Kanały londyńskie, po większej części zbudowane są z cegły; grubość ich ścian i sklepień jest zmienną, od pół, do jednej i pół cegły wynosi. Dolna część na figurach 84, 85 i 86 gęstszymi oznaczona kreskami, murowana bywa na cement, górna zaś na wapno hydrauliczne. W razie napotkania gruntu nieprzedstawiającego dostatecznej wytrzymałości dolnej części, nadaje się większą grubość, a czasami wspiera się całą budowę na grubej warstwie betonu.

Otwory przeznaczone do wchodzenia wewnątrz kanałów, urządzone są po większej części, podobnie jak w Paryżu, lub też umieszczone z boku, wychodzą na chodnik; wewnątrz zaś pochyłe wschody żelazne, dają wygodny do kanału przystęp. Wzór takiego otworu przedstawia figura 91, 92, 93, 94 i 95. Otwory, przez które woda z rynsztoków dostaje się do kanałów, podobnie jak w Paryżu, albo są pokryte żelaznymi kratami, albo umieszczone pod chodnikami.

§ 116.

Mówiliśmy już poprzednio, iż kanały londyńskie, przeznaczone są do odprowadzania wód deszczowych, na powierzchni okolic miasta się zbierających, równie jak i wszystkich innych odcieków i nieczystości, wewnątrz domów i zabudowań nagromadzonych.

Kanały główne, jak to zwykle i w innych miastach ma miejsce, przeprowadzone bywają środkiem ulic, dla doprowadzenia zatem do nich nieczystości, wewnątrz zabudowań się znajdujących, potrzebne jest urządzenie kanałów mniejszych, łączą-

cych z głównymi podwórza i zabudowania. Mniejsze te kanały budowano dawniej z cegły, z otworem prostokątnym lub kwadratowym, jak to figura 96 wskazuje, lub wreszcie w kształcie wielokątów, w sposób na figurze 97 oznaczony.

Widoczną jest rzeczą, iż tego rodzaju kanały, wiele do życzenia pozostawiać musiały; dlatego téż od kilku lat, po większej części, miejsce ich zastępować zaczęto rurami glinianymi. Doświadczenia wytrzymałości rur tego rodzaju, najpomyślniejszym zostały uwieńczone skutkiem; nadto przekonano się, iż rury okrągłe, trudniej daleko niż inne, ulegają zapchaniu. Z dwóch rur niejednakowej średnicy, większa, w której woda płynąca, część tylko otworu wypełnia, prędzej bywa zatkana, niżeli mniejsza prawie całkowicie przez wodę zajęta; w takim bowiem razie, woda wszelkie ciała stałe wewnątrz rury wprowadzone wypycha, dla zapewnienia sobie wolnego odpływu. W przypadku zatkania się rury, zastosowanie do górnego jej otworu pompy tłoczącej, dostatecznym jest do wypchnięcia wszelkich w jej wnętrzu nagromadzonych zawał.

Jednocześnie z wprowadzeniem rur w miejsce kanałów ceglanych, zmieniono także i sposób rozprowadzania ich po domach i podwórzach. Porównanie dawnego urządzenia z nowym, najlepiej wyższość tego ostatniego wykaże. Figura 98 przedstawia plan kanalizacyi, podług dawnego sposobu dokonany na bocznej ulicy, środkiem której przeprowadzony jest kanał, wpadający do kanału pod główną ulicą idącego. Do tego środkowego kanału wpadają prostopadle, inne mniejsze po pod każdym z domów *a, a, a*, przeprowadzone. Małe te kanaliki zbierają wszystkie nieczystości z podwórz *b, b, b*, i domów *a, a, a*, i do środkowego odprowadzają kanału. W punktach *B, B* zastosowane są do nich rury prostopadłe, do odprowadzania wód kuchennych przeznaczone; otwory w punkcie *A A*, zamknięte kratami żelaznymi, pozwalają wodom deszczowym i innym odciekom, na podwórzach się zbierającym, dostawać się wewnątrz kanałów. W punktach *C C*, połączone są z kanałami rynny, wodę deszczową z dachów ściągające; punkta wreszcie *D D*, oznaczają kloaki, których odchody podobnie, jak wszystkie

inne nieczystości, przez kanały po pod domami idące przechodzą.

Zastanówmy się teraz nad planem téj saméj miejscowości, po zaprowadzeniu rur glinianych w miejsce dopiero opisanych kanałów (fig. 99). Widzimy, iż kanał środkiem ulicy bocznej w pierwszym razie idący, zupełnie jest tu zniesiony, kanały zaś mniejsze nie przechodzą pod domami. Odpływ wszelkich nieczystości odbywa się za pomocą rur większój średnicy, przez podwórza po za domami przeprowadzonych, z któremi łączą się rury mniejsze, zbierające nieczystości z domów, kloak i podwórz. Przed końcem ulicy, rury większe po obu jéj stronach położone, zwracają się ku sobie, i połączone w jedną, do głównego kanału dochodzą.

Oszczędność z takiego urządzenia wypływająca, jest widoczną; długość bowiem rur wynosi zaledwie $\frac{1}{3}$ długości dawnych kanałów, średnica zaś ich otworów, o $\frac{2}{3}$ jest zmniejszona. Dodać tu należy, iż równie przy pierwszym jak i drugim sposobie, urządzenie odcieków, do każdego z otworów rur nieczystości zabierających, zastosowany jest kurek rur wodociągowych, przez który bezprzestannie cienki strumień wody przepływa; tym sposobem w rurach większych, do których wszystkie te pojedyncze strumyki się schodzą, przepływa ciągle dostateczna ilość wody.

§ 117.

Przy urządzeniu podobném odcieków, gdzie rury od kanałów wprost do wnętrza mieszkań dochodzą, nadzwyczaj ważną jest rzeczą przecięcie przystępu wyziewom cuchnącym i dla zdrowia szkodliwym, jakimi też kanały przepełnione być muszą. Zwyckle w tym celu, przy spotkaniu się rur z kanałami, urządzone bywają klapy blaszane, które się same zamykają, pozostawiając taki tylko otwór, jaki przez płynącą wodę jest zajmowany; sposób ten jednak mieszkań i podwórz, od wyziewów dostatecznie nie zabezpiecza. Bez porównania skuteczniejszemi są smoczki (syphon), których budowa zależy głównie na stosowném wygięciu rury odciekowej, tak, iż pewna część odpły-

wajaczej cieczy, zatrzymuje się w tém wygięciu i wypełniając je, otwór rury zamyka, tak, iż gazy szkodliwe, w dalszej części rury nagromadzone, do górnego jej otworu, przedostać się nie mogą. Smoczki podobne, budowane są podług rozmaitych wzorów, odpowiednio przeznaczeniu i miejscowości, do której zastosowane być mają. Figury 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116 i 117 przedstawiają kształty smoczków najczęściej używanych.

§ 118.

Urządzenie odcieków, takie jakieśmy tu dla jednej bocznej uliczki szczegółowo opisali, od lat kilkunastu przyjęte zostało w zasadzie, dla całego Londynu i stopniowo przeprowadzane. Całe miasto podzielono na gromady domów i zabudowań, z którychby odcieki mniejszemi rurami dostawały się do jednej większej, i za pomocą tej ostatniej, do głównych kanałów były odprowadzone (a).

Niewątpliwie urządzenie to, jeżeli tylko na główną jego zasadę sprowadzenia do jednych i tych samych kanałów, wszelkiego rodzaju nieczystości przystaniemy, żadnemu zarzutowi ulegać nie może. Wszystkie jego szczegóły zostały najstaranniej obmyślane, i długoletniem doświadczeniem do najwyższego nieledwie udoskonalenia doprowadzone; zasada jednak o której wspomnieliśmy, nie jest wolną od zarzutów, i od lat kilku, pojęcia inżynierów angielskich, wielkiej pod tym względem uległy zmianie. Odprowadzanie odchodów z kloak, wód kuchennych przesyconych czę-

(a) Średnica rur zmienną bywa, stosownie do ilości przechodzić przez nie mających odcieków; zwykle wynosi ona od 0^m,76, do 0^m,436. Rura średnicy 0^m,76, dostateczną jest do odprowadzenia nieczystości, zbierających się w 30 lub 40 domach średniej wielkości. Wielkość średnicy zależy także od wielkości spadku, jaki miejscowość rurze nadać dozwala; widoczną jest bowiem rzeczą, iż im spadek rury jest większy, tym większa szybkość odpływu: mniejsza zatem średnica, przy większym spadku, może być wystarczającą, i na odwrót. Prawidła pod tym względem, z wielką ścisłością oznaczone są przez Zarząd nad kanalizacją Londynu przełożony. Zakres naszego pisma nie dozwala nam wchodzić w szczegóły tego rodzaju, odsyłamy więc czytelnika do dzieł wyłącznie tym przedmiotem się zajmujących.

ściami ulegającymi zgniliznie, wprost do rzeki przez środek miasta przechodzącej, okazało się nadzwyczaj szkodliwem, wody bowiem Tamizy, do tego stopnia zatrutemi zostały, iż bliskość jej dla zdrowia wszystkich mieszkańców miasta stała się niebezpieczną. Długie rozprawy w łonie Kommissyi nad kanalizacją miasta przełożonej, popierane prawie przez wszystkie pisma publiczne, doprowadziły do przyjęcia z małemi zmianami zasad p. Philips, które polegają głównie na urządzeniu podwójnej kanalizacyi po całym rozgałęzionej mieście. Pierwsza przeznaczona do zbierania wody deszczowej na powierzchni i wewnątrz ziemi, odprowadzać ma swe odcieki jak dotąd do Tamizy; druga zabierając odchody z kloak, i wody częściami organicznemi przesycone, wylewać je ma do ogromnego kanału w znacznej zbudowanego głębokości, za pomocą którego, wszystkie te nieczystości dostawać się będą do wielkiego rezerwoaru poza miastem urządzonego, wznoszone następnie za pomocą pomp, użytymi być mogą, jako nawóz na grunta okoliczne. Olbrzymi ten projekt ogromnych wymagający nakładów znalazł ogólne potwierdzenie; przed trzema laty parlament przeznaczył potrzebne fundusze i dziś wykonanie robót znacznie już posuniętem zostało.

R O Z D Z I A Ł X.

MURY PODTRZYMUJĄCE SKARPY, OSKAŁOWANIE; SŁUPY WIORSTOWE
WYSADZANIE DRÓG DRZEWAMI.

§ 119.

Jeżeli droga ma być przeprowadzona po boku stromiej góry, zdarzyć się często może, iż nadanie zwykłego nachylenia skarpie od strony zewnętrznej, zanadtoby ją przedłużało; wówczas trzeba częstokroć zakończyć nasyp pionowo: że zaś w takim położeniu ziemia nań użyta utrzymać się sama nie może, należy ją murem podtrzymującym ubezpieczyć. Wzór takiego muru wskazany jest na figurze 118.

Jeżeli wysokość muru podtrzymującego nie przynosi dwóch sążni, układa on się zwykle z kamienia suchego; przy większych zaś wysokościach dokonany być winien w sposób zwyczajny na wapno. W pierwszym razie średnia grubość muru powinna wynosić około $\frac{2}{3}$ jego wysokości, w drugim $\frac{1}{3}$ wysokości jest dostateczną. Ściana zewnętrzna takich murów zazwyczaj nie jest pionową, a nachylenie jój tak jest skierowane, iż u podstawy nadaje mu większą niż u góry grubość. Nachylenie takie zazwyczaj przy murach na wapno budowanych wynosi $\frac{1}{5}$, przy murach zaś z suchego układanych kamienia, $\frac{1}{10}$ ich wysokości.

Jeżeli mur podtrzymujący jest dosyć długi, woda deszczowa wewnątrz nasypu przenikająca, ściąga się podziemnie w kierunku doliny, a napotykając mur nie znajduje dogodnego odpływu. Ztąd równie dla nasypu, jak i dla samego muru szkodliwe wynikałyby skutki; dlatego téż w takich przypadkach urządza się w murze co pewną odległość wązkie podłużne otwory *barbakanami* zwane, które dostateczny odpływ zaskórnej wodzie zapewniają.

W jakikolwiek sposób mur podtrzymujący zostanie zbudowany, zawsze powinien on być w górze zakończony poręczą zabezpieczającą podróznym. Poręcze takie zrobione być mogą z drzewa, żelaza, lub co najlepiej z tego samego muru, jak to na rysunku wskazaliśmy. Mury tego rodzaju zwykle budowane bywają z kamienia nieregularnego, często w okolicach górzystych; wykopy pod drogę dokonywane w skale, dostarczają obficie na mury podtrzymujące materiału: w razie koniecznej potrzeby cegła może być także użyta; w takim jednak razie koszta budowy znacznie się powiększają. Przy wykonaniu murów ważną jest rzeczą, aby szychty kamieni lub cegły były pochylone w stronę góry; w takiem bowiem położeniu, łatwiej mogą oprzeć się naciskowi przez nasyp na nie wywieranemu. Mury podtrzymujące używają się czasami w głębokich przekopach, dla ubezpieczenia skarp po obu stronach drogi się wznoszących.

§ 120.

Jeżeli skarpy nasypu ulegać mogą zatopieniu, co *np.* wtenczas ma miejsce, gdy droga ciągnie się ponad rzeką, potrzeba je koniecznie przeciw działaniu wody zabezpieczyć. Cel ten najlepiej osiągnięty być może przez pokrycie skarp, brukiem z kamienia nieregularnego ułożonym. Częstość jednak pojedyncza warstwa bruku nie jest dostateczną do ochrony nasypu przed zalewami: w takim razie daje się bruk kilkowarstwowy, w taki sposób, aby warstwa zewnętrzna złożoną była z kamieni największych; w miarę zaś posuwania się ku środkowi, coraz drobniejsze kamienie powinny być użytymi. Uzbrojenie tego rodzaju skarpy wskazane jest na fig. 119. Grubość uzbrojenia, w miarę potrzeby większą lub mniejszą być może, zazwyczaj u góry wynosi ona od $0^{\circ}15$ do $0^{\circ}25$ i zwiększa się stopniowo postępując ku dołowi tak, iż na każdy sążeń wysokości przybywa jęj od $0^{\circ}05$ do $0^{\circ}10$.

Nachylenie skarpy w ten sposób ubezpieconej, może być większém od zwyczajnego, zależy to od ścisłości ziemi na nasyp użytej. Przy nasypie z piasku daje się zazwyczaj $1\frac{1}{2}$ podstawy na 1 wysokości, dla nasypów zaś z ziemi twardej lub torfiastej, która z trudnością się obsypuje, nachylenie pod 45° czyli 1 podstawy na 1 wysokości może być wystarczającym. Uzbrojenie skarpy nie koniecznie na całej jęj wysokości ma być dokonaniem; chodzi tu o zabezpieczenie nasypu od wylewów: dosyć jest więc bruk doprowadzić do takiej wysokości, aby zawsze podczas największego nawet wezbrania, cokolwiek ponad poziom wody wystawał. Bruk tego rodzaju u góry zwykle bywa zakończony jednym rzędem większych kamieni, u dołu zaś powinien być wsparty na stałej podstawie, któręjby woda naruszyć nie była w stanie; w takim bowiem przypadku górne części bruku obsuwając się ku dołowi, w całym nasypie sprowadziłyby musiały spustoszenie. Podobne ubezpieczenie podstawy otrzymuje się albo za pomocą *oskałowania* (*eurochement*) z suchego kamienia, w sposób, który w właściwém podamy miejscu, dokonanego, albo gdyby ten środek za niedostateczny miał być uznany, muruje się fundament na wapno.

Niszczące działanie wody na skarpy brukiem ubezpieczone zależy na tém, iż woda szparami przenika po pod kamienie, rozpuszcza ziemię, na której też kamienie spoczywają i część jej unosząc z sobą tworzy doły, w które kamienie bruku zapadać muszą. Dla zabezpieczenia bruku od takich skutków potrzeba, jak to już mówiliśmy, na wierzchnią warstwę używać kamieni większych, w miarę zaś posuwania się ku środkowi coraz drobniejszych; nadto pożyteczną jest rzeczą wesprzeć cały bruk na warstwie grubego piasku: tym bowiem sposobem woda, która po pod bruk się dostanie, musi przy powrocie osadzać na piasku i drobnych kamykach wszystkie części ziemne, piasek bowiem służy tu za rodzaj filtru oczyszczającego wodę z części stałych.

§ 121.

Na zakończenie opisu wszystkich części dodatkowych, jakie przy porządnie zbudowanej i utrzymanej drodze są koniecznymi, wspomnimy tu jeszcze w krótkości, o słupach wiorstowych, drogoskazach i wysadzaniu dróg drzewami.

Słupy wiorstowe równie dla dogodności podróźnych, jak i dla porządku służby, przy utrzymaniu są koniecznymi. Budowa ich bywa rozmaita: u nas najczęściej drewniane widzieć się dają. W wielu miejscach używają słupów z żelaza lanego, które jednak tę mają niedogodność, iż łatwo przez uderzenia przechodzących po drodze wozów łamanymi być mogą. W innych krajach często widzieć można murowane, które niewątpliwie są lepsze, lecz zarazem i kosztowniejsze.

Bez względu na to jaki materiał do budowy słupów jest użytym, powinny one tak być urządzone, aby każdemu podróźnemu w sposób jasny i zrozumiały wskazywać mogły odległość jaką już przebył, i jaka mu jeszcze do przebycia pozostaje; zwykle więc słupy tak są ustawiane, iż przekątnia ich podstawy prostopadłą jest do osi drogi. Tym sposobem dwie ściany słupa widocznymi są dla podróźnych, tak jednak, iż przybywający z jednej strony, widzą tylko jedną ścianę i na niej przebytą odległość odczytują; dla postępujących zaś w kierunku przeciwnym druga tylko ściana słupa jest widoczną i wskazuje im odległość

liczoną w kierunku przeciwnym względem pierwszego. Liczbowanie na słupach zwyczajnie bywa podwójne: jedne liczby umieszczone *np.* u dołu oznaczają odległość liczoną od początku drogi, drugie w górze służą do oznaczenia odległości cząstkowych, *np.* jak u nas pomiędzy stacyami pocztowymi. Dla dróg głównych pierwszego rzędu, początek zwykle od stolicy kraju, gdzie wszystkie tego rodzaju drogi się zbiegają bywa liczonym. Pożyteczną także jest rzeczą, aby na każdym słupie, jak to u nas weszło już w zwyczaj, wypisane było nazwisko wsi lub gminy, w której obrębie słup jest ustawiony.

W punkcie spotkania się dwóch dróg w rozmaite rozchodzących się strony, umieszczony zawsze być powinien drogowskaz, wskazujący dla każdej z nich kierunek, miasto do którego prowadzi, i odległość jaka do przebycia pozostaje.

§ 122.

Wysadzenie drzewami, jest niewątpliwie najwspanialszą ozdobą, jaką drodze nadać można, a oprócz upiększenia, przynosi ono równie dla pojedynczych podróżnych, jak i dla całego kraju niezaprzeczone korzyści. Podczas śniegów w zimie drzewa wskazują podróżnemu kierunek drogi, w lecie zaś chronią go swym cieniem od zbyt gorącego słońca; nadto wysadzenie wszystkich dróg stać się może źródłem dość znacznego dla kraju dochodu, drzewa bowiem ponad drogami częściowo wycinane i zastępowane nowymi, sownie mogą opłacić starania na ich zasadzenie i hodowanie łożone. Z drugiej strony, wysadzanie zwłaszcza zbyt gęste drzewami w niektórych miejscowościach może być szkodliwym, utrzymuje bowiem ciągłą wilgoć, niekorzystny, jak to już wiemy wpływ na trwałość drogi wywierającą. Niedogodność ta jednak tylko w miejscowościach z natury wilgotnych i przy zbyt niemiernym rozrośnięciu drzew czuć się daje; dlatego też jako ogólne prawidło przyjąć należy, iż wszystkie drogi drzewami powinny być wysadzane.

Drogi wysadzane bywają z każdej strony pojedynczemi, lub też podwójnemi rzędami drzew.

We Francyi przyjęto za zasadę, iż wszystkie drogi więcéj niż 16 metrów szerokości mające, powinny podwójnemi rzędami drzew być wysadzone; przy mniejszój zaś szerokości pojedyncze rzędy za wystarczające uznano. Drzewa w rzędach podwójnych powinny tak być umieszczone, aby drzewa jednego rzędu wypadały na środek odstępów drzew drugiego. Odstępy pomiędzy drzewami powinny wynosić około sążni 5, odległość zaś pomiędzy rzędami najmnieój 2,50. Drzewa nie powinny być sadzone zbyt blisko rowów, w takim bowiem razie nie znajdują dość silnego oporu przeciw wiatrom, które pomiędzy niemi roznoszą zniszczenie. Rozmaite rodzaje drzew do wysadzania dróg z korzyścią użytymi być mogą. Dąb, wiąz, jesion, jawor, brzoza, akacja, niektóre rodzaje topoli i t. d., najwłaściwszemi nam się wydają. Rzędy składać się mogą z drzew albo jednego i tego samego rodzaju, albo naprzemian można sadzić jedno drzewo wolno rosnące, *np.* dąb; drugie prędko do dojrzałości dochodzące, *np.* akacyę; w takim razie odstępy pomiędzy pojedynczemi drzewami mogą być mniejsze, wprzód bowiem nim drzewa wolno rosnące dojdą pewnej wysokości, drugie w zupełném już będąc rozwinięciu mogą być wyciętymi.

Niektóre rodzaje drzew jak *np.* wierzba, lipa, topola piramidalna, jakkolwiek bardzo często u nas do wysadzania dróg używane, w rzeczywistości jednak na rozpowszechnienie nie sąsługują, dają bowiem drzewo równie na opał, jak i na wszelkie wyroby niezdatne. Podobnież drzewa owocowe uważamy za niewłaściwe do wysadzania dróg, trudne bowiem jest upilnowanie, aby przechodzący dla dostania owoców, samych drzew nie niszczyli, zresztą drzewa owocowe zwykle rozciągają swe gałęzie prawie poziomo, dla przejeżdżających więc drogą, ciągle nastęrczają przeszkody.

Zakres naszego pisma nie dozwala nam wchodzić w bliższe szczegóły samój czynności sadzenia i hodowania drzew dotyczące, odsyłamy więc czytelnika do dzieł wyłącznie tym przedmiotem się zajmujących.

CZEŚĆ TRZECIA.

WYKONANIE ROBÓT.

ROZDZIAŁ I.

ROBOTY ZIEMNE.

§ 123.

Przystępując do wykonania robót projektem drogi objętych, pierwszą czynnością jest, jak najdokładniejsze ostateczne wytknięcie jej kierunku. Sposoby wytykania linii prostych i krzywych, podane już zostały w Tomie I, Część I, Dział I, Rozdział IV. Ogólne zasady tam wskazane, znajdują tu w zupełności zastosowanie; ostateczne jednak wytknięcie, za wskazówkę do robót ziemnych służyć mające, musi bardziej być szczegółowem.

Po wytknięciu tyczkami kierunku drogi, zabijają się zazwyczaj w odstępach jednostajnych, paliki os jej oznaczające. Paliki te wskazywać mają nie tylko kierunek drogi, ale i wysokość nasypu, lub wykopu; powinny więc albo tak być zabite, aby ich wierzchy znajdowały się na wysokości wykonanej mających nasypów, albo na każdym paliku zapisuje się wysokość nasypu lub wykopu, punktowi w którym palik jest umieszczony odpowiadająca.

Oprócz linii oznaczającej os drogi, wytyka się dwie inne równoległe do niej, wskazujące szerokość drogi w koronie; następnie oznacza się palikami szerokość skarpy, odpowiednią wy-

sokości, na każdym z środkowych palików zapisanej, przez co otrzymuje się linia łamana, wskazująca przecięcie nasypu lub wykopu, z gruntem naturalnym; wreszcie wytyka się rowy boczne, w miejscach na projekcie wskazanych. Słowem, wyznacza się na gruncie wszystkie linie, które na szczegółowym planie drogi, zamieszczone być powinny (zobacz Rozdział II. § 21).

Tym sposobem uskutecznione wytknięcie, przedstawi na gruncie wszystkie szczegóły, jakie rysunek projektu, na planie i profilach podaje; z pomocą takich wskazówek, wykonanie nasypów i wykopów, żadnej już nie ulega trudności, i jedynie do pracy ręcznej się ogranicza. Dodać tu tylko należy, iż paliki, oznaczające na osi drogi wysokość nasypu lub wykopu, powinny o tyle być do siebie zbliżone, aby przeprowadzenie regularne przez ich wierzchy powierzchni nasypów, nie ulegało zbyt trudności. Do sprawdzenia i oznaczenia wysokości nasypów lub wykopów, pomiędzy dwoma takimi palikami, służą trzy małe tarcze, na drążkach jednakowej wysokości osadzone. Dwie z tych tarcz, są zupełnie sobie równe, trzecia zaś, dwa razy większa, przedzielona jest linią poziomą, przez jej środek przechodzącą, na dwie równe części. Linia ta znajduje się ściśle na tej samej wysokości, co wierzchy dwóch mniejszych (fig. 120). Jeżeli więc na jednym kołku ustawimy tarczę większą, na drugim zaś jedną z mniejszych, i będziemy celować przez wierzchnią krawędź tej ostatniej, do przedziału na pierwszym się znajdującego, linia celu będzie równoległą do powierzchni wykonanego nasypu, lub wykopu. Dla oznaczenia zaś wysokości każdego z punktów pośrednich między dwoma kołkami, umieszcza się na nim trzecią tarczę: jeżeli linia celu poprowadzona jak w pierwszym razie przechodzi przez wierzchnią krawędź tej trzeciej tarczy, wysokość nasypu w szukanym punkcie jest dobrą; w razie przeciwnym, podnosi się lub zniża tarczę w ten sposób, aby warunek ten został otrzymanym, poczem koniec drążka utrzymującego tarczę, wskaże, na jakiej wysokości nasyp lub wykop, zatrzymany być powinien.

§ 124.

Po szczegółowém wytknięciu na gruncie wymiarów wszystkich części drogę składających, przystępuje się do wykonania robot ziemnych. Roboty te, na kilka podziałów rozłożonemi być mogą, a mianowicie:

1^o Wykopanie ziemi.

2^o Nakładanie jój na wozy, taczki, lub odrzucanie na bok.

3^o Przewóz.

4^o Użycie przewiezionój ziemi na nasyp, lub złożenie jój w boczną groblę.

O każdym z tych czterech podziałów, z osobna mówić będziemy.

§ 125.

K o p a n i e.

Pod wykopaniem rozumiemy wzruszenie do tego stopnia, za pomocą odpowiednich narzędzi, ziemi mającój być usuniętą, aby z łatwością na wozy lub taczki mogła być ładowana. Sposoby i narzędzia do podobnego wzruszania używane, bywają rozmaite, stosownie do stopnia twardości ziemi. Jeżeli ziemia mało przedstawia ścisłości, czém się szczególniej piasek i niektóre rodzaje ziemi roślinnej odznaczają, wzruszanie staje się niepotrzebném; w takich też razach, robotnik kopiąc, od razu może ziemię na miejsce przeznaczenia, lub też do wozu, albo taczek odrzucać, przez co robota o wiele skróconą i uproszczoną zostaje.

W ogóle, przy wykonaniu robót w ziemiach nie nazbyt ścisłych, najwłaściwszém narzędziem jest rydel, lub szpadel. Pierwszy z nich, jest zakończony z okrągłą; drugi przedstawia kształt prostokąta: zresztą kształt i wielkość tych narzędzi, zmienną jest w rozmaitych okolicach. Najdogodniejszymi wydają nam się szpadle całe żelazne, lekko w środku zagięte, z rekojeścią drewnianą, osadzoną w tulejkę żelazną, u góry prostokąta żelaznego umocowaną.

Do wzruszania ziemi, większy stopień ścisłości przedstawiającej, używa się zwykle żelaznego oskardu, którego jeden koniec zakończony jest śpiczasto, drugi zaś spłaszczony w kształcie zwykłej motyki; obadwa końce powinny być nastalone i dobrze zahartowane. W połowie długości opisanego powyżej żelaza, wyrobiony jest otwór, w który zasadza się rękojeść drewniana. Figura 121 przedstawia rysunek, dopiero co opisanego oskardu. Koniec opatrzony ostrzem, używa się zwykle w ziemi mniej ścisłej; przeciwnie w ziemi twardej, zeschniętej, lub kamienistej, dogodniejszym jest koniec śpiczasty. Robotnik uderzając kilkakrotnie w jedno miejsce, wybija dół, a następnie naciskając rękojeść, odrywa przez podważenie kawał ziemi; im grunt jest twardszy, tym oderwane tym sposobem bryły będą większe. Czasem bywają one zbyt wielkie, aby je wprost na wóz lub do taczek ładować można; w takim razie jedno uderzenie oskardu, dostatecznym bywa do rozkruszenia zanadto wielkiego odłamu. W ziemiach bardzo ścisłych, zbliżonych twardością do opoki, używa się czasami małych oskardów, jedynie w koniec śpiczasty uzbrojonych.

Przy wykonaniu głębokich przekopów w ziemiach ścisłych, można czasami przez sztuczne oberwanie masy ziemi, robotę skrócić i ułatwić.

Chcąc użyć tego sposobu, należy najprzód ziemię, którą wzruszyć zamierzamy, obciąć z jednej strony pionowo, tak, aby się nakształt prostopadłej ściany, do góry wznosiła; następnie, za pomocą oskardów, wybiera się dwie szpary pionowe, ograniczające po bokach przeznaczoną do oberwania bryłę. Głębokość tych szpar i odległość pomiędzy nimi, zależy od stopnia twardości gruntu. Następnie podkopuje się z dołu, wybierając podobną jak poprzednio szparę, w kierunku poziomym do téj samej dochodzącą, co pionowe głębokości. Tym sposobem utworzy się graniastosłup, jedną tylko ścianą połączony z ziemią nie poruszoną, od której oderwać go należy (fig. 122 i 123); oberwanie to dokonywa się za pomocą kołków drewnianych grubych, stosownym opatrzonych okuciem. Kołki te

zabijają się z góry, mniej więcej w punktach, przez które przechodzi płaszczyzna, ostatnią ścianę graniastoslupa stanowiąca. W miarę zagłębiania kołków, cała bryła zaczyna się obrywać, najprzód mała się szpara okazuje, następnie pod własnym ciężarem cała ustępuje massa.

Sposób ten jest pospieszny, na raz bowiem, znaczna ilość ziemi oberwaną być może, i zwykle przez sam upadek, do tego stopnia się rozkrusza, że z łatwością na wozy nakładana być może; gdyby zaś niektóre części, w zbyt jeszcze wielkich spojone pozostały bryłach, rozbicie takowych żadnej już nie ulega trudności.

Pomimo dogodności opisanego sposobu, z wielką on tylko oględnością używany być powinien; grozi bowiem niebezpieczeństwem dla robotników, podkopujących z dołu zawieszoną po nad niemi bryłę ziemi. Zdarza się czasem, iż ziemia podkopana, pod własnym ciężarem ustępując, w czasie roboty obrywa się, i pracujących ludzi zasypuje. Dla téj to przyczyny podczas całej roboty, umieszczony na górze dozorca, pilnie śledzić powinien, czy nie pokazują się na powierzchni szpary, które rychłego zaważenia się bryły, bywają niezawodną wskazówką. W czasie okazania się szpary, robotnicy w dole pracujący, powinni być jak najspieszniej w bezpieczne oddaleni miejsce.

Na zakończenie opisu sposobów, do wzruszania czyli wykopywania ziemi używanych, wspomnieć tu należy, iż od niejakiego czasu, usiłowano przy robotach ręcznych tego rodzaju, siłę ręczną zastąpić maszynami, za pomocą pary, lub wody poruszane. Zaprowadzenie tego rodzaju maszyn, jedynie przy bardzo znacznych robotach, może się wynagrodzić; dotąd więc tylko wielkie przekopy i tunele niektórych kolei żelaznych, w ten sposób wykonanemi zostały: z tego téż powodu, bliższe szczegóły przedmiotu tego dotyczące, mówiąc o kolejach żelaznych, w tomie trzecim podać zamierzamy.

§ 126.

Dotąd mówiliśmy o robotach dokonywanych w rozmaitych rodzajach ziemi mniej, lub więcej ścisłych, sposoby jednak wyliczone, zastosowania znaleźć nie mogą; jeżeli w miejsce choćby najtwardszej i najbardziej zbitej ziemi, napotkamy w przekopie skałę.

Zazwyczaj pokłady skał znajdują się na powierzchni ziemi; napotykają się one na pewnej mniej, lub więcej znacznej głębokości, wierzch zaś mają pokryty warstwą ziemi zwyczajnej: ziemia więc ta, zwykłemi sposobami usuniętą być powinna, poczem dopiero robota w skale rozpoczętą być może. Sposoby rozbijania skał, i wybór narzędzi do tego odpowiednich, zależą od stopnia, twardości i jednolitości pokładu. W skałach miękkich, kruchych, poprzecinanych częstemi rozpadlinami, może być czasami wystarczającym użycie opisanego już poprzednio oskardu. Uderzając ostrzem tego narzędzia w rozpadliny, i starając się podważyć w górę słabo z natury spojone części skały, często dosyć znaczne odłamy oddzielać można; jeżeli jednak kamień jest twardy i jednolity, to jest, jeżeli mało, lub wcale nie przedstawia naturalnych rozpadlin, sposób ten zastosowania znaleźć nie może. W takim przypadku, w miejsce rozpadlin naturalnych, wykuwa się w różnych kierunkach szpary sztuczne, wybierając na to, o ile możności, miejsca najmniejsze. W szpary te zabija się najprzód kliny żelazne lub drewniane, które skałę rozsadzają; następnie gdy utworzone tym sposobem rozpadliny sztuczne, dosyć są już obszernymi, zakłada się w nie końce drągów żelaznych, i przez podważanie znaczne bryły odwala.

Jeżeli tym sposobem otrzymane odłamy zbyt są wielkie, i z trudnością na wozy mogą być nakładane, należy je na drobniejsze rozbijać części, do czego zwykle kilka uderzeń młota wystarczy. Jeżeli wykop napotyka pokłady jednolite, mogące dostarczyć dobrego ciosowego kamienia, należy z okoliczności tej korzystać; jakkolwiek bowiem wykonanie samego wykopu, przy wyrabianiu kamieni regularnych kształtów, kosztowniej-

szém stać się może, wartość jednak tym sposobem otrzymanego ciosu, sownie to zwiększenie kosztów wynagrodzi. Sposoby używane w takich razach, mało się różnią od opisanego powyżej rozsadzania skały klinami, w miejsce tylko nieregularnych, w rozmaitych kierunkach ponacinanych rozpadlin, nacięcia prowadzą się w liniach prostych.

Nacięcia w kamieniu robią się za pomocą dwóch młotów: pierwszy z nich mniejszy, zakończony jest z jednej strony końcem śpiczastym, mocno nastalonym, z drugiej głową spłaszczoną fig. 124. Jeden z robotników trzymając młot ten za trzonek, wspiera koniec ostry na kamieniu, w miejscu gdzie nacięcie ma być zrobione, drugi uderza go z góry w głowę ciężkim młotem. Tym sposobem, otrzymują się nacięcia długie i wąskie, określające z wszelką dokładnością kształty, jakie wydobywanemu kamieniowi nadać chcemy; w nacięcia te zabijają się kliny, które swém parciem, odłamują części nacięciami oznaczone. Sposób ten nie tylko przy wykopach, gdzie wydobywanie kamienia ciosowego za rzecz przypadkową uważane być może, lecz zarówno i w właściwych kopalniach, najczęściej bywa używany.

W razie, jeżeli chcemy wydobyć bardzo wielkie sztuki kamienia, postępowanie pozostaje to samo, lecz nacięcia robią się daleko szersze, tak dalece, iż czasami człowiek dogodnie w nich poruszać się może; prócz tego, robi się od spodu nacięcie poziome: tym sposobem bryła do wydobycia przeznaczona, pozostaje zawieszona na małej tylko części niepodciętej, i odłamywanie jej zwykłemi następuje sposobami. Postępowanie podobne, jest nadzwyczaj kosztowne i długiego wymaga czasu; w kopalniach więc, gdzie głównym celem robót jest wydobycie kamienia, korzystnie może być zastosowaném, przy robotach jednak w innym prowadzonych celu, opóźnia postęp pracy, i z tego powodu jedynie w wyjątkowych okolicznościach, używaném być powinno.

§ 127.

Jeżeli wykop napotyka pokład kamienia twardego, którego w regularne kształty wyrabiać nie zamierzamy, często naj-

pośpieszniejszym i najmniej kosztownym sposobem dokonania zamierzonej roboty, będzie użycie prochu. W takim razie skopuje się najprzód warstwę ziemi, kamień pokrywającą, następnie używając zwykłych sposobów, rozbija się wierzchnie części pokładu kamiennego, które zwykle mniej wytrzymałości przedstawiają i doszedłszy dopiero do pokładów jednolitych, zakłada się minę, która je swym wybuchem rozsadza.

W tym celu wykuwa się w skale dziura okrągła, mniej więcej głębsza, która następnie prochem ma być wypełniona. Wybór stosownego miejsca na założenie w ten sposób miny, jest rzeczą nadzwyczaj ważną; potrzeba bowiem, aby siła rozprężliwości zawartego w niej prochu przewyższała opór, jaki część skały do rozsądzenia przeznaczona, stawić może; w razie przeciwnym, proch żadnego skutku sprawićby nie mógł. Z drugiej strony, ponieważ wykuwanie otworów w kamieniu, jest rzeczą nadzwyczaj mozolną i kosztowną, należy więc położenie miny tak umiarkować, aby cała siła prochu na nabój użytego, spożytkowaną być mogła, to jest: nie należy jej zbyt blisko brzegu skały zakładać, lecz o tyle w głąb posunąć, aby nabój całą swą siłę zużyć musiał do odwalenia części od brzegu pozostawionej.

Podanie przepisów ogólnych, przedmiotu tego dotyczących, jest rzeczą nadzwyczaj trudną; wiele bowiem okoliczności, jako to stopień wytrzymałości kamienia, jednolitość pokładu i t. d. stanowią o wysokości oporu, jaki nabój ma pokonać, wprawa więc tylko i bystry rzut oka, okoliczności te ocenić pozwalający, za wskazówkę służyć powinien.

Przy zakładaniu min, zazwyczaj starać się należy, aby jedna ze ścian pokładu, obcięta wprzód została mniej więcej pionowo; kierunek otworu wykuwanego, w takim razie także bywa pionowy. Część skały pomiędzy ścianą pionową a otworem, ma być odłamaną i zwykle odłam przechodzi przez średnicę wykuwanego otworu.

Zwracać przytém należy uwagę nietylko na skutki bezpośrednie, to jest na większą lub mniejszą objętość odłamać się mającej skały; lecz nadto takie wybierać położenie dla otworów,

aby odłam, przez wysadzenie pierwszej miny spowodowany, ułatwiał działanie następnym.

Ocenienie dokładne skutków, jakie wysadzenie danej miny spowodować może, jest rzeczą trudną, i zależy jedynie od wprawy i obznajmienia się z własnościami pokładu. Niektóre okoliczności, jak *np.* baczne rozpatrzenie się we wszelkich szczelinach w skale dostrzedz się dających, i wysledzenie niewidzialnych, za pomocą uderzeń młotka, który inny odgłos na jednolitej skale, a inny w miejscach ponapękanych wydaje, za ważną i częstokroć nieomylną wskazówkę posłużyć może.

§ 128.

Do wykuwania w kamieniu otworów, w które miny zakładać się mają, następujących używa się sposobów:

Główném narzędziem, jest tu pewien rodzaj dłuta żelaznego, zakończonego u dołu ostrzem zaokrągloném, mocno nastaloném i zahartowaném (fig. 125). Długość i szerokość takiego dłuta, bywa rozmaita; zależy ona od wielkości wykuwanego otworu. Jeżeli otwór nie jest zbyt głębokim, do wykucia go jeden wystarczy robotnik. Trzyma on dłuto w jednej ręce, wspierając ostrze na kamieniu, drugą zaś ręką uderza młotem. Za każdym uderzeniem, nadaje dłutu obrot wirowy, mniej więcej $\frac{1}{6}$ okręgu koła wynoszący; tym sposobem, otwór zachowuje stale kształt walcowy. Czasami dłuto w miejsce jednego, opatrzone jest dwoma ostrzami, nakrzyż się przecinającymi, jak to fig. 126 wskazuje. Zazwyczaj w miarę zagłębiania otworu, używa się dłut coraz mniejszych; poruszanie bowiem dłuta w otworze, ciągle tę samą mającego średnicę, w pewnej głębokości staje się bardzo trudnym i uciążliwym. Skoro otwór do pewnej głębokości jest wykuty, wlewa się weń od czasu do czasu cokolwiek wody, przez co przyspiesza się robotę, i ostrze od powolnego odhartowywania się zabezpiecza.

Do wydobywania okruchów i mialu, jaki przy wybijaniu otworu w jego wnętrzu się nagromadza, służy pewien rodzaj łyżki, osadzonej na pręcie żelazny m (fig. 127). Łyżkę tę zapuszcza się w otwór, a nadając jej ruch wirowy, zagarnia się

okruchy, które wypełniwszy jój wyżłobienie, na wierzch wydobyte być mogą.

Głębokość otworów przez jednego robotnika wyrabianych, nie może być większą, jak $0^{\circ},30$. W razie, jeżeli trzeba do większej sięgnąć głębokości, używa się dłut dłuższych i większą mających średnicę; jeden robotnik wtedy trzyma dłuto i stosownie mu nadaje obroty, drugi uderza ciężkim młotem w wierzchnią część dłuta. Robotnicy powinni się w takim razie przemieniać od czasu do czasu, uderzający bowiem młotem, ma robotę ciężką i w krótkim czasie siły wyczerpującą. Dłuta używane przy początku tego rodzaju otworów, mają zwykle ostrza szerokie na $0^{\circ},02$, przy końcu zaś, po stopniowém zwężeniu, używa się dłut na $0^{\circ},01$ szerokich. Długość ich czasem dochodzi $1^{\circ},00$, a otwory w takim razie mogą być na $0^{\circ},75$ głębokości wykonane.

Jeżeli otwór do większej jeszcze głębokości potrzebuje być posunięty, w miejsce dłuta, używa się drąga ciężkiego żelaznego, który takim samém jak dłuto zakończony bywa ostrzem. Stosownie do większego lub mniejszego ciężaru drąga, trzech, czterech lub pięciu robotników, do poruszania go użytych być musi. Uderzanie z góry młotem jest tu niepotrzebném, ciężar bowiem samego drąga, działanie młota zastępuje. Robotnicy więc, wspólnymi siłami drąg w kierunku pionowym wznoszą do góry i następnie na dół razem spuszczaają, za każdym podniesieniem nadając mu obrót wirowy na $\frac{1}{6}$ okręgu koła.

§ 129.

Po wykuciu otworu w którykolwiek z opisanych sposobów, przystępuje się do założenia weń naboju. Czynność ta jest niebezpieczną, i częste przy jój dokonaniu zdarzają się wypadki, które jednak, jedynie brakowi należnych ostrożności, przypisać należy; dlatego też nadzór najściślejszy nad robotnikami podczas zakładania naboju, powinien być rozciągnięty.

Przed założeniem naboju, trzeba otwór należyście oczyścić i osuszyć; służy do tego hubka osadzona na drucie żelaznym; następnie sypie się proch, i stępem drewnianym przybija.

Użycie stępli żelaznych najsurowiej powinno być wzbronioném, łatwo bowiem przez tarcie i uderzanie o kamień, mogą one wywołać iskrę, która w czasie nabijania proch zapala. Jeżeli otwór jest poziomy, lub małe ma nachylenie, proch wsypany weń do dna nie dochodzi, w takim więc razie, należy przygotować ładunek papierowy, w którym cały nabój prochu, od razu do otworu może być wprowadzony. Następnie zakłada się w otwór śpilka żelazna, lub co lepiej mosiężna, opatrzona u góry uchem, u dołu zaś śpiczasto zakończona (fig. 128). Koniec śpiczasty wypycha się w nabój, tak aby mniej więcej do połowy jego grubości przeniknął, cała zaś śpilka tak się umieszcza, aby ściany otworu dotykała.

Przeznaczeniem téj śpilki, jest utworzenie zapalu, mogącego przeprowadzić do naboju ogień zewnątrz założony. Po należytem umieszczeniu śpilki, przystępuje się do zapełnienia próżnej części otworu przybitką z gliny tłustej i ściślej, zwykle znanéj pod nazwą gliny garncarskiej, która cokolwiek wodą rozmięczona, stanowi rodzaj gęstego i bardzo spojnego ciasta. Małe kawałki takiej gliny, wpuszczają się do otworu, i stępem w nim mocno ubijają. Stępel do tego używany (fig. 129), powinien u dołu mieć średnicę, równą prawie średnicy otworu; szpara zaś z jednego boku wycięta w nim, obejmuje założoną poprzednio śpilkę. Stępel bywa zwykle żelazny, jeżeli jednak i śpilka jest żelazną, dla uniknienia wypadków brzegi szpary powinny być wyłożone mosiężdem.

§ 130.

Po wypełnieniu całego otworu w opisany powyżéj sposób przybitką glinianą, wyciąga się śpilkę, założywszy drążek w ucho po nad otworem wystające. Tym sposobem utworzony zostanie zapal, w który zakłada się brandka, ogień do prochu przeprowadzać mająca. Brandki w rozmaity sposób bywają przygotowywane, są to albo rurki z grubego papieru, z wierzchu tłustością dla uchronienia od wilgoci wysmarowane, a wewnątrz prochem drobno utartym wypełnione; albo źdźbła grubéjsłomy, albo wreszcie cienkie gałązki bzu, z których dusza została wy-

pchniętą, i proch w jej miejsce wprowadzony. Do końca zewnętrznego brandki przymocowuje się lont z bawełny nasiarkowanej. Długość takiego lontu powinna jak najstaranniej być obrachowana, po zapaleniu bowiem jednego końca, wprzód nim ogień dosięgnie brandki i przez nią naboju, robotnicy powinni mieć dosyć czasu do oddalenia się w miejsce bezpieczne. Nadto jeżeli do kilku min ogień jednocześnie ma być założony, zdarzyć się może, iż niektóre z nich, bliżej brzegu skały położone, powinny być wysadzone pierwój, przez co się działanie następnych ułatwia; w takim razie lonty min, które pierwój zapalić się mają powinny być krótsze, następnych zaś dłuższe w miarę potrzeby. Brak téj ostrożności częstokroć działanie dobrze założonych min udaremnić może, dalej bowiem położony nabój wpierw zapalony, nie może mieć dostatecznej siły do odwalenia całej bryły, której część poprzednio za pomocą innego naboju wysadzoną być miała. Zdarza się czasem, iż ogień dłuższego czasu na dojście do naboju potrzebuje, aniżeli było przewidzianém, czasami nawet gaśnie zupełnie nie zapaliwszy miny; dlatego téż jeżeli kilka otworów jednocześnie było nabitych, robotnicy po oddaleniu się powinni rachować dające się słyszeć wystrzały i w kilka dopiero minut po ostatnim wracać do roboty, to jest wtedy gdy już pewność mieć można, że albo wszystkie naboje wysadzone zostały, lub te których nie było słyhać zgasły zupełnie.

§ 131.

Wykazaliśmy już poprzednio niebezpieczeństwo z użycia śpilek żelaznych wypływające; dla usunięcia go, angielski inżynier Bickford wynalazł przyrząd, który *lontem bezpieczeństwa* nazywa. Lont ten składa się ze zwiniętego ściśle w kształcie spiralnej sznura konopnego, lub bawełnianego, mały otwór w środku pozostały wypełniony jest prochem, z wierzchu zaś cały lont obwinięty taśmą w smole maczaną. Lont taki jest giętki, lecz największe ciśnienie zgnieść go nie jest w stanie. Zakłada on się w otwór, gdy mniej więcej połowa naboju prochu została już wsypaną, następnie dopełnia się nabój i przybitką w zwykły sposób pokrywa. Ponad otworem pozostawia

się koniec lontu długi, stosownie do potrzeby i wprost bez innego przyrządu zapala; aby zaś łatwiej ogień mógł się chwycić, można sam koniec zmaczać w terpentynie. Lont taki pali się z prędkością około 0,25 na minutę, i niezaprzeczone przedstawia korzyści. Wypadki w czasie nabijania zwykłym sposobem zdarzające się, tutaj miejsca mieć nie mogą, nadto ponieważ lont ten wypełnia i zamyka ściśle zapal, siła więc prochu która przy użyciu brandki otworem pozostałym napróżno w części ulatuje, tutaj cała swe działanie na ściany otworu wywrzeć musi.

Pomimo tych korzyści użycie lontów bezpieczeństwa przy robotach podziemnych połączone jest z niedogodnościami; znaczna *np.* ilość dymu przy paleniu lontu powstająca w miejscu zamkniętym, na długi czas powrót do roboty utrudnia.

§ 132.

Jeżeli skała jest wilgotna i woda wewnątrz wykutego otworu przesiąka, w takim razie wysmarować należy ściany otworu gliną tłustą dobrze rozrobioną, i proch obwinęty w ładunku papierowym weń wprowadzić, jeżeli jednak pomimo wysmarowania gliną, woda przesiąkać nie przestaje, używa się ładunków z płótna grubego w smole maczanego, za pomocą którego proch od zamknięcia zupełnie jest zabezpieczony.

Ilość prochu na nabój użytego zależną jest od wielu okoliczności, a mianowicie od wymiarów samego otworu, wielkości bryły do oderwania przeznaczonęj, stopnia wytrzymałości skały i t. d. Przy tak zmiennych warunkach niepodobna jest ogólnego wyprowadzić prawidła, któreby wielkość naboju na każdy przypadek wskazywać mogło; ogólna wprawa przy prowadzeniu tego rodzaju robót nabyta, i dokładna znajomość natury danego kamienia, za jedyną tu mogą posłużyć wskazówkę. W ogóle to tylko powiedzieć można, iż przy robotach podziemnych gdzie obawiać się zawsze można zbytniego zawalenia w skutku wysadzenia miny, używa się naboju mniejszych, które w żadnym razie $\frac{1}{3}$ funta przechodzić nie powinny; przeciwnie przy robotach od-

krytych jeden nabój w razie potrzeby 2 lub 2 1/2 funta prochu obejmować może (1).

Angielski generał inżynier Burgoyne, który znaczne roboty w Irlandyi w pokładach granitowych wykonał, podaje jako ogólne prawidło, iż wielkość naboju powinna być proporcjonalną do sześciianu z *linij najmniejszej wytrzymałości*; pod tém zaś mianem rozumie najkrótszą odległość pomiędzy otworem wykutym a wolną ścianą skały. Prawidło to jednak nie jest ściśle oznaczoném, dla każdego bowiem rodzaju skały, w miarę jój większej, lub mniejszej wytrzymałości stosunek ten zmianie ulegać musi. Dla pokładów granitowych według generała Burgoyne stosunek ten wyrazić się może w sposób następujący:

Wielkość naboju wyrażona w grammach powinna się równać połowie sześciianu z linii najmniejszej wytrzymałości, wyrażonego w decimetrach.

§ 133.

Zwiększenie średnicy otworu w miejscu, które przez nabój ma być zajęte, czyli wyżłobienie komory obszerniejszej niż reszta otworu, niewątpliwie działanie prochu powiększyć jest w stanie; wykonanie jednak takiego rozszerzenia przy użyciu sposobów zwyczajnie do wykuwania otworów używanych, jest niepodobném. P. Courbebaisse inżynier francuzki powziął myśl korzystania w takich razach z sił chemicznych i wyżłobienia komor za pomocą działania kwasów. Rozumie się samo przez się, iż środek ten jedynie dla skał, w których skład wchodzi węgiel wapna zastosowanie mieć może.

Wykucie otworu dokonywa się w takim razie za pomocą zwykłych sposobów, częstokroć jednak do większej może być doprowadzone głębokości. P. Courbebaisse używa do tego nieco odmiennych niżeli opisane powyżej narzędzi, zmiany jednak tak są małoznaczące, iż nie widzimy potrzeby podawania ich szczegółowego opisu.

(1) Dwa funty prochu do min używanego, mają około jednego litra objętości.

Po wykuciu do właściwej głębokości otworu, przystępuje się do wyłobienia w dnie jego, za pomocą kwasu obszerniejszej komory.

Kwas chlorku używany przez p. Courbebaisse rzeczywiście jest najwłaściwszym do takiego użytku, jest bowiem tanim, rozkłada w niskiej nawet temperaturze najtwardsze wapienie, i w połączeniu z niemi tworzy sól łatwo rozpuszczalną, która wraz z zawartą w otworze cieczą, bez trudności wydobytą z niego być może.

Przed wydoskonaleniem swego wynalazku Courbebaisse wlewał w otwór pewną ilość kwasu rozcieńczonego podwójną ilością wody, i pozostawiał tę ciecz dopóty, dopóki trwało jej działanie na kamień; następnie wyczerpywał za pomocą małych, stosownie do tego przeznaczenia urządzonych wiader, i miejsce jej świeżym kwasem z wodą pomieszanym zastępował, powtarzając tę czynność dopóty, dopóki komora dostatecznej wielkości nie została wydrążoną. Podobne postępowanie pociągało za sobą znaczną stratę czasu i zużywało wielką ilość cieczy; wynalazca zatem starał się o obmyślenie przyrządu, któryby dwie te niedogodności mógł usunąć, a usiłowania jego pod tym względem zupełnym zostały uwieńczone skutkiem. Skład wynalezionego przyrządu jest nadzwyczaj prosty:

Rurka miedziana lub mosiężna *g g* (fig. 130 i 131) około $O^m,035$ średnicy mająca, zakończona jest u góry lejkiem *ll*. Wewnątrz tej pierwszej rurki umieszczona jest druga cieńsza, której średnica najwyżej $O^m,025$ wynosi, długość zaś większa jest niż pierwszej, tak, iż górny koniec ponad lejek wystaje. Cały ten przyrząd umieszcza się w otworze w skale wykutym, obtykając szczelnie pakułami zwierzchnią rurkę u góry i u dołu w punktach *a* i *b*. Dolny koniec tej wierzchniej rurki umieszczony być winien mniej więcej na wysokości, w której komora ma się zaczynać. W wystający ponad otworem lejek wlewa się kwas rozcieńczony mniejszą lub większą ilością wody, odpowiednio do stopnia twardości kamienia, na który działanie ma wywierać. Ciecz ta spływa na dół otworem obrączkowym pomie-

dzy dwiema rurkami pozostałym, doszedłszy do spodu wywołuje rozkład kamienia i wraz z powstającym ztąd gazem kwasem węglowym przez węższą rurkę w górę się wydobywa, następnie doszedłszy do górnego końca téj rurki spada w lejek i znowu na dół się dostaje. Tym sposobem powstaje ciągły obieg, który dopiero z przesyleniem cieczy wolniej. W takim razie wyczerpuje się ciecz zużyta, i nowa na jój miejsce nalewa, dopóty czynność tę powtarzając, dopóki dostatecznej wielkości komora wyżłobioną nie zostanie.

Ważną jest rzeczą przekonanie się, czy komora wyżłobiona posiada objętość jaką jój nadać zamierzyliśmy. Za wskazówkę w tym względzie posłużyć może ilość zużytego kwasu. Teoretycznie, na rozłożenie jednego kilogramu wapna potrzeba $1^k,80$ kwasu chlorku, zawierającego w sobie 40% wody. Ztąd każdy liter wyżłobienia dokonanego w kamieniu, którego ciężkość gatunkowa 2,7 wynosi, potrzebowałby $2,7 \times 1,8 = 4^k,80$ kwasu. Doświadczenie jednak wskazuje, iż ilość ta jest cokolwiek za małą i można zwykle liczyć na 1 liter wyżłobienia 6 kilogramów kwasu. Wskazówka jednak ta nigdy dostatecznego o wielkości komory nie może dać wyobrażenia, często bowiem w skale znajdują się rozpadliny, w które część wlanej do otworu cieczy, wsiąka i bezpożytecznie się zużywa. Dla zapobieżenia temu można do wykutego w skale otworu, przed poddaniem go pod działanie kwasu, wlać rzadko rozrobionego gipsu; woda w téj mieszaninie zawarta wsiąka w rozpadliny, a osadzając na ich ścianach części gipsu, otwory te całkowicie wypełnia. Jest to sposób bardzo dobry, nie zapobiega jednak w zupełności stracie kwasu; dlatego téż pomimo téj ostrożności z ilości zużytego kwasu o wielkości komory z pewnością wnosić nie można: najłatwiejszym więc sposobem przekonania się o objętości wyżłobienia jest wypełnienie go trocinami odmierzonymi i pomieszanymi z $\frac{1}{10}$ prochu. Następnie proch zapalony wyrzuca trociny i cały otwór zupełnie oczyszcza.

Zakładanie naboju do otworu, w powyżej opisany sposób wyżłobionego, w zwykły następuje sposób, a skutki o wiele zwyczajne miny przewyższają.

Nakładanie ziemi na wozy, taczki lub odrzucanie.

Drugą czynnością w robotach ziemnych jest nakładanie ziemi na taczki, wozy, lub odrzucanie jej na miejsce przeznaczenia.

Skoro ziemia przez wykopanie została dostatecznie wzruszoną, robotnicy podejmują ją szpadlami i wrzucają na wozy, lub taczki, lub też jeżeli ma być użytą w bliskości miejsca na którym się znajduje, wprost ją tam odrzucają. Odrzucanie wprost ziemi wtedy tylko miejsce mieć może, jeżeli wykop od nasypu nie więcej jak na 1,50 odległości poziomój, lub 0,80 pionowej jest oddalony, na większą bowiem odległość robotnik ziemi dorzucić nie jest w stanie. Zdarza się jednak czasem, zwłaszcza w przekopach, gdy ziemia z dołu do góry ma być wyrzucana, iż wypada urządzić dwie, lub trzy stacye, na których rozstawieni robotnicy podejmują dorzuconą im z poprzedniej stacyi ziemię i na następną odrzucają.

Nakładanie, lub odrzucanie tym jest łatwiejszém, im ziemia przez wykopanie bardziej została rozkruszoną; jeżeli znajdują się w niej bryły duże, nie porozbijane, tak iż z trudnością na szpadel nabierać się dają, należy je przecinać przy nakładaniu. Do nakładania w taczki zwykle jeden robotnik do każdych taczek bywa przeznaczony, dwóch bowiem w tak małym poruszając się zakresie, wzajemnie musieliby sobie przeszkadzać. Robota tak urządzoną być powinna, aby ludzie pracujący jak najmniej czasu tracić byli zmuszeni; potrzeba więc aby nakładający miał zawsze pod ręką dostateczną ilość ziemi wykopanej, i dla jej braku nie był zmuszony roboty zatrzymywać. Z drugiej strony kopiący tyle jej tylko powinien dostarczać, ile nakładający uprzątnąć jest w stanie, nagromadzenie bowiem nakopanej a nie zabranej ziemi dalsze kopanie utrudza. Dla tej to przyczyny ważną jest rzeczą zastosowanie właściwego stosunku między ilością robotników kopiących i nakładających. Stosunek ten zależy głównie od stopnia twardości kopanej ziemi. W ziemiach zwyczajnych jeden kopiący może dostarczyć ziemi jednemu nakładaczowi, w gruncie ściślejszym trzeba użyć czasami

dwóch lub trzech robotników do kopania, aby jednemu nakładającemu ziemi dostarczyli.

Inżynieria wojskowa francuzka stosunek ten pomiędzy robotnikami nakładającymi ziemię, i kopiącymi przyjmuje za zasadę podziału wykopów na rozmaite klasy. Bierze się liczbę nakładających za jedność i dodaje się odpowiednią liczbę kopiących, a summa tym sposobem otrzymana oznaczy klasę wykopu. Jeżeli *np.* jeden kopiący wystarcza dla jednego nakładacza, wykop nazywa się na *dwóch ludzi*; gdy dwóch potrzeba kopiących na jednego nakładacza jest wykop na *trzech ludzi* i t. d. Dla ocenienia w ten sposób rodzaju wykopu odbywają się próby przed rozpoczęciem robót. Nakładanie na taczki, lub wozy przy robotach w skale dokonywanych odbywa się ręcznie, jeżeli część skały która ma być usunięta, na drobne została rozbita kawałki. Jeżeli przeciwnie bryły po rozstrzelaniu prochem są znacznej objętości, do kładzenia ich na wóz, częstokroć potrzeba użyć kilku robotników, lub nawet pomocy przyrządów do ładowania ciężarów używanych, jako to lewarów i t. d. Zresztą nakładanie tego rodzaju wykopów żadnym szczególnym nie ulega prawidłom.

§ 135.

Przewożenie ziemi taczkami.

Przewożenie ziemi z miejsca, w którym wykopana została, do miejsca przeznaczenia, dokonywa się za pomocą taczek, wozów jedno, lub dwukonnych, wagonów i t. p.

Taczki narzędzie znane powszechnie, nie wszędzie w ten sam bywa budowane sposób, zmiany w niektórych krajach, *np.* Anglii pod tym względem zaprowadzone, mogą być dogodnymi; że jednak sposobu użycia taczek nie zmieniają, w szczególności te przeto wchodzić nie będziemy: powiemy tylko, iż przy dobrze urządzonych taczkach, na drodze poziomej robotnik nie powinien więcej unosić w rękach jak $\frac{1}{5}$ ciężaru na taczki naładowanego.

Odwożenie ziemi w taczki nakładanej następującym odbywa się sposobem: Wiemy już z poprzedniego, iż do nakładania

ziemi zwykle na każde taczki jeden robotnik jest przeznaczony, idzie więc najprzód o oznaczenie liczby przewożących, jaka dla jednego nakładającego jest potrzebna. Liczba ta zależy od wielkości taczek, i odległości na jaką ziemia ma być przewożona; jeżeli *np.* czas potrzebny do nałożenia taczek wystarcza przewoźcemu do odwiezienia drugich już napełnionych na miejsce przeznaczenia, do wyrzucenia ziemi i powrócenia z taczkami próżnymi, w takim razie jeden przewoźcy wystarcza dla jednego nakładającego; jeżeli przeciwnie odległość jest większa i przebieżenie jej w jedną stronę z taczkami napełnionymi, w drugą z próżnymi, dłuższego wymaga czasu, niż nakładający do napełnienia pozostawionych sobie taczek potrzebuje, dzieli się wtedy ta odległość na części, czyli stacye takiej wielkości, aby przebieżenie każdój z nich tam i napowrót tyle zabierało czasu, wiele na nałożenie taczek potrzeba. Robota przy podobnym urządzeniu postępuje w sposób następujący: pierwszy przewoźcy bierze taczki napełnione przez nakładacza, i prowadzi je do końca pierwszej stacyi, tam znajduje inne próżne, zostawia więc napełnione, a próżne z sobą zabiera i powraca do nakładacza, który przez ten czas inne taczki już napełnił; tym czasem pozostawione taczki pełne na końcu pierwszej stacyi podejmuje drugi przewoźcy, i do końca drugiej stacyi prowadzi, gdzie znowu próżne zabiera i nazad z niemi powraca; na ostatniej stacyi robotnik nie zmienia taczek, lecz wysypuje przywiezioną ziemię i też same taczki napowrót zabiera.

Widzimy z tego co dotąd powiedzianém było, iż dla każdego oddziału robotników złożonego zwykle z jednego nakładacza, oraz odpowiedniej liczby kopiących i odwożących ziemię, potrzeba jest tyle taczek, na ile stacyi odległość podzieloną została, więcej jedną. Długość stacyi zależy od objętości taczek, im bowiem taczki są większe i dłuższego do napełnienia wymagają czasu, tym przewoźcy dalej w tym samym czasie taczki już naładowane zaprowadzić może. Objętość zwykłych taczek wynosi od $\frac{1}{250}$ do $\frac{1}{200}$ sążnia sześciennego; długość stacyj przy użyciu takich taczek od 15 do 20 sążni dochodzić może.

Przewożenie ziemi wozami.

Przewożenie ziemi taczkami w małych odległościach najkorzystniejsze, przy większych zbyt staje się kosztownym i zmusza do użycia innych środków przewozu, to jest wozów dwu, lub czterokołowych. W § 44 podaliśmy wzory, za pomocą których w każdym danym przypadku obrachować można odległość, jaka między użyciem taczek i wozów granicę stanowić powinna. W odległości takiej teoretycznie użycie taczek, lub wozów jednakowe kosztą za sobą pociąga, na mniejsze zaś oddalenia, taczki, na większe wozy, wyłącznie używanymi być powinny; w rzeczywistości jednak odległość za pomocą tych wzorów otrzymana nieco zmniejszoną być musi, w rachunek bowiem nie wchodzi strata czasu, przy robotach taczkowych nieuniknione. Podobne opóźnienia i straty czasu tym są częstsze i szkodliwsze, im jest większa odległość na jaką ziemię taczkami przewozić chcemy; przedstawmy sobie *np.*, iż przy przewoźce na kilka podzielonej stacyi, jeden tylko robotnik opóźnia się cokolwiek; natychmiast wszyscy inni robotę swoją zatrzymać są zmuszeni: im więcej robotników w tej ciągłej od siebie zależności zostaje; tym częściej wypadki tego rodzaju przytrafiać się muszą, i dla tej to przyczyny cena przewozu ziemi taczkami na wielkie odległości niezmiernie się staje wygórowaną. Użycie wozów niedogodność tę usuwa.

Urządzenie przewozu ziemi wozami podobne jest do opisanych powyżej robót taczkowych pod tym względem, iż każdy wóz kolejno powinien być nakładany, gdy tymczasem inne nałożoną już ziemię odwożą, lub zrzuciwszy swój ciężar po nowym luzem powracają. Przy dobrym rozkładzie roboty, czas potrzebny na nakładanie i ilość wozów tak powinny być obliczone, aby żaden wóz nie potrzebował zatrzymywać się oczekując na napełnienie poprzedzającego; z drugiej zaś strony w chwili gdy nakładanie jednego jest ukończonym, drugi próżny natychmiast zachodzić powinien: w razie bowiem przeciwnym nakładacze oczekując bezpotrzebnie czas tracą.

Do nakładania ziemi na wozy, podobnie jak przy robotach taczkowych, powinni osobni być użyci robotnicy, którym kopiący bezprzestannie ziemi wżruszonej dostarczać mają. Woźnica, który podczas ładowania wozu, żadnego nie ma zajęcia, powinien także do nakładania być użyty, konie jednak, przez cały czas trwania téj czynności bezużytecznie czas tracą i niema sposobu uniknienia téj straty, chyba jeżeli rodzaj zaprzęgu, pozwala na prędkie przeprowadzenie koni od jednego wozu do drugiego, w takim bowiem razie, można zawsze nakładać wóz nie zaprzężony; woźnica nadjeżdżający z próżnym wozem, zostawia go nakładaczom, sam zaś, konie do nałożonego już przepręga, i na miejsce przeznaczenia odwozi. Sposób ten rzadko z korzyścią może być użyty, wprowadza bowiem pewne zamieszanie, którego przy przepręganiu uniknąć trudno. Strata czasu pochodząca z bezczynności koni podczas nakładania wozów, tym szkodliwsze skutki na ogół roboty wywiera, i cenę jój bardziej podwyższa, im odległość przewozu jest mniejsza, i dla téj głównej przyczyny, użycie tacek na małe odległości, korzystniejszym jest, aniżeli wozów.

Jeżeli nie ma dostatecznej liczby wozów, tak aby podczas trwania całej roboty, zawsze jeden mógł być u nakładania, i skoro tylko napełniony zostanie, inny w jego miejsce zachodził, lepiej jest zmniejszyć liczbę nakładaczy; przez co wprawdzie, napełnienie każdego wozu dłuższego wymaga czasu, nakładacze jednak unikną przerwy w robocie, pomiędzy napełnieniem jednego, a nadejściem następnego wozu powstającój. Czasem w miejsce zmniejszenia liczby robotników, korzystniej jest, jeśli miejscowe okoliczności na to pozwalają, używać ich kolejno jako nakładających i kopiących. W takim razie, gdy wóz próżny nadchodzi, robotnicy natychmiast zajmują się napełnieniem takowego, poczem przechodzą do kopania, i tym sposobem przygotowują sobie ziemię do napełnienia następnego wozu potrzebną.

Sposób ten, równie jak i poprzednio podany, a na zmniejszeniu liczby nakładaczy polegający, stracie czasu częściowo tylko zaradza; dlatego téż jedynie w razie konieczności używa-

nym być powinien. W ogóle, przy dobrém urządzeniu pracy, odległość przewozu, liczba robotników i wozów, wzajemnie odpowiadają sobie powinny; ilości te, w następujący sposób obliczone być mogą.

Oznaczmy przez:

t. Czas, jakiego potrzebuje jeden robotnik, na nałożenie na wóz jednego sążnia sześciennego ziemi.

n. Liczbę robotników do nakładania użytych.

c. Objętość wozu.

g. Czas potrzebny na zrzucenie ziemi z wozu.

L. Odległość, jakąby wóz mógł przebyć w ciągu całego dnia roboczego.

l. Odległość, na jaką rzeczywiście ziemia ma być przewieziona.

T. Czas trwania roboty dziennój.

x. Liczbę wozów użyć się mających.

Zwrócić tu należy uwagę, iż do nakładania jednego wozu dwu-kołowego, nie należy używać więcej nad trzech, lub czterech robotników, do cztero-kołowego zaś, pięciu lub sześciu, rachując w to i woźnicę; większa bowiem liczba, wzajemnieby sobie przeszkadzała.

Wóz napełniony, postępuje zwykle z szybkością około 1300 do 1500 sążni na godzinę, próżny zaś około 2000 sążni w tymże czasie przebiega. Skoro jeden wóz jest zatrzymany przy nakładaniu, pozostałe $x - 1$ znajdują się w ruchu; i na odwrót, w ciągu podróży tam i napowrót jednego wozu, wszystkie inne przez ten czas nałożonemi być winny.

Czas potrzebny na napełnienie jednego wozu, używając głosek powyżej wymienionych, wyrazi się przez $\frac{t c}{n}$, czas zaś zajęty przez cały obrot wozu, to jest drogę tam i napowrót, oraz czas do zrzucania ziemi potrzebny, oznaczy się przez $\frac{2 T}{L} l + g$, będzie więc:

$$(x - 1) \frac{t c}{n} = \frac{2 T}{L} l + g \text{ ztąd:}$$

$$x = 1 + \frac{n}{t c} \left(\frac{2 T}{L} l + g \right)$$

W podobny sposób za pomocą tego równania, można wyznaleźć wartość dla n , jeżeli liczbę wozów x , dla jakiegokolwiek przyczyny, mamy naprzód już oznaczoną.

Wypadki te częstokroć w zastosowaniu nie zupełnie pokazać się mogą dokładnemi, czasem skutkiem miejscowych okoliczności, koniecznej a ciągle powtarzającej się straty czasu i t. p., może okazać się potrzeba dodania, lub odjęcia jednego *np.* robotnika; nie zmniejsza to jednak w niczem użyteczności podanego powyżej wzoru, celem bowiem jego, jest uniknienie prób kosztownych w ciągu roboty, do czego wypadki, choćby tylko przez przybliżenie otrzymane, zupełnie są wystarczające.

§ 137.

Przy obliczaniu przewozu ziemi, za pomocą wozów najczęściej pochyłość drogi, po której wozy przebiegać mają, rachunkiem nie bywa objęta; błąd jednak z takiego opuszczenia wynikający, może do zupełnie fałszywego ocenienia robót doprowadzić; dlatego téż, jeżeli spadki drogi przewozowej nie są małow znaczącemi, w rachunku pomijać ich nie należy. W ogóle drogi tymczasowe do przewozu ziemi służące, bywają bardzo niedogodne, a podczas deszczów, stan ich o wiele się jeszcze pogorsza; spadki zatem należy im nadawać, o ile można, jak najłagodniejsze, przy większem bowiem nachyleniu podłużném, mogą się stać one nadzwyczaj trudnemi a czasem niepodobnemi do przebycia.

Jako granicę, po za którą pod żadnym względem przekraczać nie należy, przyjąć możemy nachylenie $0^{\circ},05$ na $1^{\circ},00$ długości; doświadczenie zaś wskazuje, iż przebycie 80 sążni długości drogi, na $0^{\circ},05$ pochylonej, wymaga prawie tegoż samego czasu i wysilenia, co 100 sążni poziomój: tym więc sposobem w rachunek odległości poprawka tycząca się spadku drogi, z łatwością wprowadzoną być może.

§ 138.

Wspomnieliśmy już poprzednio, iż do przewozu ziemi, mogą być dwu, lub cztero kołowe wozy używane. U nas, we wszystkich częściach kraju, zwyczaj użycie cztero kołowych wozów uświęcił; z trudnością zatem, zwłaszcza przy mniej znacznych robotach, wozy dwu kołowe, z ktoremi robotnicy nie są obeznani, wprowadzićby można. Tyle jednak okoliczności na korzyść dwukołowych wozów przemawia, iż rozpowszechnienie ich w kraju, byłoby rzeczą nadzwyczaj pożądaną, a najlepszą o ile nam się zdaje, sposobność podają do tego wszelkie roboty ziemne, do wykonania których, przedsiębiorcy zaprowadzając wozy tego rodzaju, i sami mogliby znakomite odnieść korzyści i krajowi prawdziwą oddać usługę.

Jako główne zalety wozów dwu kołowych, policzyć można: zmniejszenie tarcia, a zatem i siły pociągowej, łatwość, z jaką wozy te po najgorszych nawet drogach przechodzić mogą, możność nawracania na miejscu, wreszcie szybkość zrzucenia ziemi z wozu, która za pomocą poniżej opisanego przyrządu, do wysokiego jest posuniętą stopnia.

Figura 132 i 133, podaje rysunek wozów dwu kołowych, używanych do robót ziemnych we Francyi. Wozy te składają się ze skrzyni prostokątnej, wspartej na osi, w połowie jej długości poprzecznie umieszczonej. Tylna ściana tej skrzyni, może być dowolnie zakładaną lub wyjmowaną. Łańcuch zapinający się na haki, przechodzi poprzecznie przez tę ścianę i utrzymuje ją w właściwem położeniu. Spód skrzyni, osadzony jest na ramie, z mocnych sztuk drzewa złożonej, przedłużenie zaś podłużnych belek tej ramy, stanowi dwa dyszle, pomiędzy które koń się zaprzęga. Dyszle te niedaleko od skrzyni są przecięte, w skutek czego po założeniu stosownie urządzonej zasuwki, stają się one zupełnie nieruchomemi; przeciwnie po wyjęciu jęj, zginają się jak na zawiasach, i skrzynia swym ciężarem w tył opada; jeżeli więc poprzednio tylna ściana wyjętą została, ziemia w skrzyni zawarta zsuwa się i wyładowanie bez żadnej pomocy skutecznioném zostaje. Takie wyładowanie wozu, założenie napowrót wyjętej

tylniej ściany i zasuwki przy dyszlach, wymaga ogółem od 1 $\frac{1}{2}$ do 2^{ch} minut, gdy tymczasem zrzucanie ziemi z wozów zwyczajnych, bez porównania więcej zabiera czasu.

§ 139.

Oprócz wyliczonych dotąd sposobów przewożenia ziemi, używa się jeszcze czasami małych wózków ręcznych dwukołowych, do których ciągnięcia, dwóch lub czterech ludzi potrzeba; użycie ich jednak, mało jest rozpowszechnionem. Przy wielkich robotach ziemnych, np. głębokich przekopach dla kolei żelaznych, lub kanałów, zwłaszcza gdy ziemia na znaczne odległości ma być przewożoną, korzystnem być może użycie wagonów. W takim razie układa się kolój tymczasowa, po której wagony napełnione ziemią za pomocą koni lub maszyn są przeprowadzane. Wysokie koszty jakie ułożenie umyślnie na ten cel kolei, zaprowadzenie wagonów, maszyn i t. d., za sobą pociąga; wtedy tylko wynagrodzone być mogą, gdy bardzo znaczna ilość ziemi z jednego miejsca brana i w jednym kierunku ma być przewożona.

Przypadek ten przy budowie dróg, nadzwyczaj rzadko się zdarza, dlatego też pozostawiamy szczegółowy opis urządzenia tego rodzaju robót do tomu następnego, gdzie mówiąc o kolejach żelaznych w ogólności, przedmiotu tego obszerniej dotknąć będziemy przymuszeni.

§ 140.

Wyrzucanie ziemi na boki z głębokich przekopów.

W niektórych okolicznościach, a zwłaszcza, gdy urządzenie dróg do odwożenia ziemi taczkami lub wozami wielkie za sobą pociąga koszty, lub też do zbyt dalekiego przewozu zmusza; wyrzucanie z głębi przekopów na boki, korzystnem być może. W takim razie w miarę posuwania się w głąb roboty, urządza się odpowiednią liczbę rusztowań, mniej więcej o 0^o,75 jedno po nad drugie wzniesionych; każde z takich rusztowań, opatrzone jest podłogą, na której ziemia wyrzucona może spoczywać. Robo-

tnicy umieszczeni na dnie przekopu, wyrzucają ziemię szpadlami na pierwsze rusztowanie, inni tamże się znajdujący podejmują ją i na następne rusztowanie odrzucają. Tym sposobem, ziemia z dna przekopu wydobyta, przez wszystkie rusztowania przechodzi, i na górze na miejsce przeznaczone odrzuconą zostaje.

Przy przekopach znacznej głębokości, innych jeszcze używa się sposobów: czasem robotnicy, w koszach umieszczonych stale na plecach, wynoszą z dołu do góry ziemię, i nie zdejmując z siebie tych koszą, przez ramię ją wysypują; następnie, każdy z nich kolejno wraca na dół, gdzie nakładacze, znowu bez zdejmowania, kosz mu napełniają. Sposobu tego używa się także do ładowania ziemi na wagony; jest on dosyć rozpowszechniony we Francyi, i przy wprawie robotników i dobrém urządzeniu roboty, zadawalniająco może dawać wypadki.

Inny sposób najczęściej przy robotach wielkich rozmiarów używany, polega na urządzeniu płaszczyzn pochyłych, lub mostów na linach umocowanych, na których taczki ziemią napełnione się umieszcza, i za pomocą korb, do góry wznosi; następnie robotnicy ziemię tę dalej w tychże samych taczkach odwożą. Opis szczegółowy tych sposobów, jako rzadko przy budowie dróg zwyczajnych używanych, do następnego odkładamy temu.

§ 141.

Równanie ziemi na nasypach.

Wyładowywanie ziemi z taczek, lub wozów, jak to już w właściwym widzieliśmy miejscu, żadnej nie ulega trudności, tak jednak prowadzone być powinno, aby przez samo zrzucanie, ziemia przybierała kształty, mniej więcej zbliżone do tych, jakie nasypowi ostatecznie nadać zamierzamy; prócz tego, robotnicy w miejscu gdzie zrzucanie następuje ustawieni, ziemię wysypaną natychmiast równać powinni. Za wskazówkę służą tu paliłki, o których na początku niniejszego rozdziału mowiliśmy; wskazują one wysokość, szerokość i nachylenie, równie podłu-

żne, jak i poprzeczne nasypu. Dla lepszego oznaczenia pochyłości skarp, często przybija się ukośnie do palików krawędź nasypu oznaczających, łaty, które też krawędź z punktem zetknięcia spodu skarpy z ziemią łącząc, dokładnie kształt jój wskazują.

Czasami zrównanie ziemi i nadanie jój kształtów projektem przewidzianych, połączone być musi z inną czynnością, która ma na celu utrwalenie tych kształtów. Jeżeli na nasyp użyta jest ziemia ścisła, wówczas pomimo kilkokrotnego jój poruszania przy kopaniu, nakładaniu, zrzucaniu i t. d., nie może ona się zupełnie rozkruszyć, pozostałe bryły wspierają się o siebie wzajemnie, i pozostawiają w przedziałach miejsca próżne; skutkiem czego ziemia w takim stanie na nasyp użyta, większą niż przed wykopaniem zajmuje przestrzeń. Jeżeli nie uważając na to, nasyp do żądanej wysokości wzniesiemy, za nadejściem deszczów, ziemia w bryły polepiona, rozkruszywszy się, miejsca próżne wypełni, a przez to cały nasyp do pewnego niższy się stopnia, że zaś osiadanie tego rodzaju odbywa się nieregularnie, kształty zatem pierwiastkowo nadane, naruszonemi zostaną. Dla uniknięcia téj niedogodności, która po pewnym przeciągu czasu, ukończony już nasyp na nowo dopełniać zmusza, w zrzucaniu ziemi z wozów lub taczek, taki zachować należy porządek, aby nasyp niezbyt grubemi, np. 0^s,10, lub 0^s,15 wynoszącemi warstwami był wznoszony. Po rozrzuconiu i porównaniu jednej takiej warstwy, wozy i taczki przechodząc po niej, ziemię ugniatają, i rozkruszają wspomniane powyżej bryły. Czasami jednak zachowanie tego rodzaju ostrożności, nie jest wystarczającym; w takim razie dla ustalenia nasypu, ubija się ziemię babami drewnianemi, kształtu na fig. 134 wskazanego.

Sposób ten dosyć rzadko bywa używany, i jeżeli konieczność do użycia go zmusza, czynność cała ściśle dozorowaną i przez robotników za dzienne wynagrodzenie pracujących wykonywaną być winna; w razie bowiem przeciwnym, ogólny przedsiębiorca robót ziemnych, lub robotnicy od wymiaru płaceni,

starają się nie dokładném ubijaniem, nieprawnie korzyści swe powiększać.

W wysokich nasypach z ziemi zwyczajnej wznoszonych, najczęściej w miejsce ubijania, podnosi się naumyślnie nasyp do nieco większej wysokości, aniżeli projekt wskazuje; w takim razie, skutkiem osiadania ziemi, wysokość się zmniejszy tak dalece, iż jeżeli to podwyższenie dobrze obliczonóm zostało, po zupełném zniżeniu, nasyp wymaganą zachowa wysokość. Doświadczenie i obeznanie się z rozmaitemi rodzajami ziemi, w których jedne mniej, drugie więcej osiadają, za dostateczną wskazówkę w takim razie posłużyć może.

Wyjątek względem tego wszystkiego cośmy powyżej powiedzieli, stanowią nasypy z gliny tłustej i iłów dokonywane, zwłaszcza jeżeli te rodzaje ziemi, w stanie wilgotnym na nasyp użytemi zostaną. Jedynym sposobem zbudowania z gliny dobrego nasypu, jest użycie jej w stanie o ile można jak najsuchszym i okrycie boków i wierzchu wału innym rodzajem ziemi, trudno przemakającą. Tym sposobem środek nasypu z gliny złożony, pozostanie ciągle suchym i kształtu zmieniać nie będzie.

§ 142.

Równanie i ubezpieczenie skarp.

Skarpy są dwojakiego rodzaju, to jest przy wykopach i nasypach. Większa, lub mniejsza pochyłość skarp wykopanych, zależy od stopnia ścisłości gruntu, w którym wykop jest wykonany. Przy wykopach np. w skale wykutych, skarpy wznoszą się prawie prostopadle, i nachylenie ich czasem ledwie $\frac{1}{10}$ wysokości wynosi. W skałach kruchych, łatwo wpływom zmian powietrza ulegających, skarpom nadaje się większe nachylenie, ziemi zaś w właściwém znaczeniu tego wyrazu, choćby najściślej pod mniejszém jak 45° nachyleniem; stale utrzymać się nie mogą: dla lżejszych ziemi gatunków, nachylenie jeszcze większém być musi.

Wielkość nachylenia skarpy, oznacza się zwykle za pomocą stosunku, jaki pomiędzy wysokością a podstawą trójkąta, skarpe przedstawiającego zachodzi. Przypuśćmy *np.*, iż fig. 135 przedstawia przecięcie poprzeczne nasypu, w którym nachylenie skarpy oznaczyć chcemy. Pionowa *ab* przeprowadzona przez górną krawędź skarpy, utworzy nam trójkąt *abc*, nachylenie jej mierzący. Jeżeli *ab* wysokość tego trójkąta, równą będzie jego podstawie *cb*, wówczas nachylenie skarpy wynosi 45° i mówi się iż na 1 podstawy, mamy 1 wysokości; jeżeli podstawa jest dwa razy dłuższa od wysokości, nachylenie oznacza się przez wyrażenie: na 2 podstawy, 1 wysokości i t. d.

W głębokich przekopach w piasku lotnym, lub innym rodzaju ziemi łatwo obsypującej się wykonanych, nadaje się $1\frac{1}{2}$, 2, a czasami 3 podstawy na 1 wysokości. Prawdą ogólnego pod tym względem podać jest niepodobna, i za jedyną wskazówkę posłużyć może, dokładna znajomość własności danej ziemi i okoliczności zewnętrznych, jakie na skarpy wpływ wywierają. Tak *np.* w ziemi łatwo wilgocią przesiąkającej, a przytém na działanie silnych mrozów wystawionej, nachylenie skarpy łagodniejszym być musi; woda bowiem ziemię przesycająca marznąc, odrywa cząstki pojedyncze, które przy większym nachyleniu, łatwo się obsypują, przez co cała skarpa zupełnemu ulega zniszczeniu.

Przy wykonaniu wykopów, zazwyczaj skarpom nie nadaje się od razu właściwego nachylenia i kształtu, lecz zostawiwszy na nich warstwę ziemi nieporuszonej na $0^{\circ},05$ lub $0^{\circ},10$ grubą, po zupełnym wykończeniu przekopu, tę warstwę pozostawioną szpadlami się zbiera i nachylenie właściwe nadaje, przez co skarpy mniej na uszkodzenie w czasie trwania roboty, są narażone.

Czynność ta w następny dokonywa się sposób: Po doprowadzeniu wykopu do zamierzonej głębokości, najzręczniejszy i najlepiej obznajmiony z tą pracą robotnik, wybiera w warstwie pozostawionej ziemi rowki, idące z góry na dół, równając dno ich z największą starannością i nadając mu nachylenie, jakie po wy-

kończeniu cała skarpa mieć powinna. Rowki takie, niezbyt od siebie oddalone, służą za wskazówkę, podług której przedziały pomiędzy niemi pozostawione, zrównane być mają; powinny więc być dokonane z jak największą starannością, od tego bowiem dokładność dalszej roboty zależy; z resztą, jest to czynność bardzo trudna, wymagająca nie tyle siły, ile pewnego rodzaju wprawy i zręczności, dlatego téż częstokroć robotnika dokładnie z nią obznajmionego, znaleźć jest trudno.

Narzędzia do równania skarpi używane, są: szpadeli opisany już poprzednio oskard; w gruntach kamienistych i bardzo twardych, używa się końca śpiczastego, w mniej ścisłych, strony ostrzem opatrzonéj; w pierwszym przypadku, niepodobna pomimo największej staranności, skarpy dokładnie urównać.

§ 143.

Jeżeli przekop jest głęboki, skarpy, chociażby jak najstaranniej urównane i nachyleniem odpowiednim rodzajowi ziemi opatrzone, nie są w stanie oprzecz się niszczącemu działaniu wód deszczowych, gwałtownie po tak wielkiej pochyłości spływających; dla téj to przyczyny, wszystkie większe skarpy, powinny być w odpowiedni sposób ubezpieczone. Jeżeli na skarpach ziemia jest tego rodzaju, iż trawa na niej rość może, najłatwiejszym, a zarazem najtańszym sposobem ustalenia skarpi, jest zasianie jéj powierzchni rajgrasem, lub innym rodzajem trawy. Korzenie roślin tego rodzaju zagłębiając się w ziemię, utrzymują w skupieniu jéj cząstki, które już z taką, jak poprzednio łatwością, przez wodę spływającą unoszonemi być nie mogą. Jeżeli ziemia jest tego rodzaju, iż żadna roślinność na niej utrzymać się nie może, czasami nawozi się na skarpy ciekłą warstwę ziemi roślinnéj, równa takową i mocno ubija, a następnie w sposób już opisany, trawa się zasięwa.

W innych razach, zwłaszcza jeżeli skarpy natychmiastowego ubezpieczenia potrzebują, a rozkrzewienie się zasianych roślin dłuższego wymaga czasu, wykłada się powierzchnię skarpi przygotowaną na to darniną. Darnina taka z miejsc suchych, do-

brze zrosłych wybrana, tnie się w regularne kwadraty, lub prostokąty. W tym celu wyciąga się sznur ogrodniczy i kołkami w obu końcach przytwierdza, podług wskazanej linii prostej robotnik uzbrojony szpadlem, nacina darninę; następnie sznur, równoległe do pierwszego swego położenia posuwa się o $0^{\circ},10$ lub $0^{\circ},15$ i nowe robi nacięcie. Skoro dostateczna liczba nacięć w jednym kierunku zostanie dokonana, powtarza się ta sama czynność w kierunku względem pierwszego prostopadłym. Tym sposobem zostanie oznaczona na ziemi pewna liczba kwadratów, lub prostokątów; następnie robotnik szpadlem odcina w kierunku poziomym każdy podobny prostokąt, nadając mu od $0^{\circ},03$ do $0^{\circ},05$ grubości, tak aby wszystkie korzenie trawy w oddzielonej tym sposobem warstwie ziemi były objęte. Tak przygotowana darnina, układa się w rzędy na skarpach, z zachowaniem téj ostrożności, aby składy jednego rzędu, odpowiadały środkiem prostokątów drugiego.

Wyłożona w ten sposób powierzchnia skarpy, ubija się lekko umyślnie na ten cel przeznaczonemi babami, i czasami każdy pojedynczy prostokąt, do ziemi drewnianym długim gwoździem przybija. Czasami, jeżeli pokrycie skarpy darniną w sposób dopiero co opisany, nie dostatecznym się wydaje, dla nadania warstwie pokrywającej większej grubości, układa się prostokąty na sztorc. Tym sposobem trawa dostaje się wewnątrz składów między prostokątami, wkrótce jednak roślinność zmienia kierunek i powierzchnia skarpy zielonością się pokrywa. W którykolwiek z wymienionych poprzednio sposobów darniny zostaną ułożone, jeżeli czas jest suchy, należy je zlewać dopóty, dopóki trawa dobrze się nie przyjmie.

§ 144.

Pokrycie skarpy darniną, nie zawsze jest wystarczającym, zwłaszcza jeżeli przekop znacznej jest głębokości. W takich razach urządza się na skarpie wschody poziome, lub téż lekko ku stronie wewnętrznej nachylone, jak to wskazuje figura 136, przedstawiająca wykop wykonany w ziemi nieurodzajnej, które-

go skarpy zostały pokryte ziemią roślinną, a wschody wyłożone kamieniami. Jeżeli położenie jest takie, iż po skarpie znaczna ilość wody spływać może, wschodom nadaje się spadek podłużny i co pewną odległość urządza rynsztoki ściekowe brukowane, które służą do odprowadzenia na dół wody na wschodach się zbierającej, i wzdłuż spadku podłużnego spływającej. Urządzenie takie przedstawia figura 137 i 138. Poprzeciny skarpy wschodami, pod dwoma względami pożytecznym być może: najprzód jakieś to już powiedzieli, zabezpiecza skarpe od szkodliwego wpływu wód, po jej powierzchni spływających; następnie przerywając płaszczyznę jednostajnie nachyloną, zmniejsza działanie siły ciężkości, która obsunięcie się skarpy często powoduje.

Obsuwanie się skarp, jest najczęściej powtarzającym się powodem ich zniszczenia. Jeżeli ziemia niedość jest ścisłą, lub łatwo przemakającą, cała jej warstwa w bliskości skarpy położona, dąży do obsunięcia się ku dołowi i cięży w kierunku pochyłym na spód skarpy; jeżeli przytém grunt naturalny w tém miejscu nie dosyć przedstawia wytrzymałości, pod ciężeniem tém ulegając, całą warstwę za sobą pociąga. Figura 139 przedstawia podobne obsunięcie się skarpy. Skoro zatém za pomocą już opisanych wschodów, przerwiemy tę warstwę do obsunięcia się dążącą, działanie siły ciężkości w każdej pojedynczej części zmniejszone zostanie, i spód łatwiej parciu nań wywieranemu, oprzeć się może. Zresztą w takich razach, często przy każdym wschodzie i u dołu skarpy, robi się z kamienia suchego rodzaj muru, lub raczej oskałowania, które łatwiej niż ziemia zwyczajna ciężenie wytrzymuje.

Oprócz powyżej opisanych sposobów zabezpieczania skarp od obsuwania się, znane są jeszcze inne, jako to: pokrywanie całej powierzchni brukiem, urządzenie u dołu rowów odciekowych sklepionych, podtrzymujących spód skarpy, który jak to już wiemy, najmocniej jest obciążony. Urządzenie takie, wskazuje figura 140. W gruntach mokrych, źródłiskach i t. d., ubezpiecza się czasami spód skarpy, rzędem zabitych szpic-pali, które najsilniejszemu nawet parciu oprzeć się mogą.

Pokrycie brukiem, lub warstwą nieprzepuszczalnej ziemi, zabezpiecza skarpe od wpływu wód deszczowych, lub innych, zewnątrz na nią działających; jeżeli jednak wykop wykonany, jest w gruncie źródłami poprzecinany, lub złożony z kilku warstw odmiennych, z których wierzchnie są przepuszczalne i wody deszczowe w siebie wsiąkają, dolne zaś tych wód nie przyjmują; w takim razie pokrycie zewnętrzne, skarpy zabezpieczyć nie może: woda bowiem wewnątrz się znajdująca, nie ma swobodnego odpływu, rozmiękcza ziemię i do obrywania i obsuwania się, skarpe usposabia. W takich razach, koniecznym jest zapewnienie wodom wewnętrznym odpływu, co się za pomocą następnego urządzenia otrzymuje.

Na wysokości w której się woda z ziemi wydobywa, np. w punkcie spotkania się warstwy przepuszczalnej z nieprzepuszczalną; urządza się w skarpie rowki podłużne *A A* (fig. 141 i 142), pewnym spadkiem opatrzone; rowki te wypełniwszy suchymi kamieniami, pokrywa się ziemią, i skarpe w zwykły sposób urządza, co pewną tylko odległość, obliczoną stosownie do większej lub mniejszej ilości wody w rowkach zbierać się mogącej, urządza się rynsztoki brukowane *B B*, na dół wodę odprowadzające, która do rowu u spodu skarpy przeprowadzonego, odpływa. Pożyteczną jest także rzeczą, w podobnych przypadkach w górze po nad brzegiem skarpy wybić rów, jak to jest wskazane na figurze w punkcie *C*. Rów taki zbiera wszystkie wody ku skarpie spływające, i na bok je odprowadza. W przypadkach, w których wszystkie wyliczone powyżej sposoby ubezpieczenia skarp, za niedostateczne zostałyby uznane, lub w razie gdy miejscowość nie dozwala nadać skarpie odpowiedniego nachylenia, urządza się mury podtrzymujące, o których już w § 117 obszerniej mówiliśmy.

§ 145.

Prawidła podane w poprzednich paragrafach, odnoszą się głównie do skarp wykopowych; nasypowe w nieco odmienny sposób wykonywane bywają, też same jednak ogólne zasady w obu razach znajdują zastosowanie. Jeżeli nasyp ma być wy-

konany z ziemi roślinnej, skarpy równają się i urządzają od razu. W tym celu, jak to już wspominaliśmy, na palikach nasyp wytykających, przybija się łąty, pochyłość skarpy z wielką dokładnością oznaczające. Formy te nie powinny bardzo być od siebie oddalone, podczas roboty bowiem, za pomocą łąty ruchomej, wspartej i posuwanej na dwóch przyległych formach, sprawdza się, czy nasyp właściwy kształt na przestrzeni pomiędzy dwoma palikami przybiera.

Do ubijania powierzchni i ustalenia kształtu nadanego nasypowi, używa się ręcznej baby, z rękojeścią pochyłą (fig. 143), za pomocą której, robotnik stojąc na górze lub w dole, z łatwością może nachyloną płaszczyznę skarpy ubijać. W ten sposób urownaną skarpe, obsiewa się zwykle nasieniem trawy, odpowiedniej rodzajowi ziemi użytej na nasyp.

Jeżeli nasyp ma być wykonany z ziemi, na której żaden rodzaj trawy rozrastać się nie może, lub też z ziemi ilowatej, albo gliniastej, którą od wpływu wód deszczowych ochronić należy; w takim razie, początkowo sypie się groblę cokolwiek węższą, pozostawiając z każdej strony miejsce, na pokrycie ziemią roślinną, lub nieprzepuszczalną. Dla połączenia takiego pokrycia z częścią wewnętrzną, w tej ostatniej pozostawiają się wycięcia w kształcie zębów, jak to figury 144 i 145 wskazują; następnie nawozi się ziemia na pokrycie służyć mająca, warstwami na 0^s,05 lub 0^s,06 grubemi, i każdą taką warstwę jak najdokładniej ubija, powtarzając tę czynność, dopóki nasyp żądanego kształtu nie przyjmie. W razie jeżeli na wewnętrzną część nasypu, użyta być ma ziemia bardzo łatwo rozmiękająca; pokrycie skarp i wierzchniej części nasypu, grubszem być powinno: w takich razach, nadaje się warstwom pokrywającym skarpy w górze, najmniej 0^s,25 grubości. W miarę zbliżania się ku dołowi, grubość ta wzrastać, i jeżeli nasyp jest dość wysoki, u spodu skarpy przynajmniej 0^s,75 wynosić powinna. Oprócz wschodów opisanych poprzednio, a łączących pokrycie z wnętrzem nasypu, należy w takich przypadkach wesprzeć to pokrycie u dołu, w rowkach w gruncie naturalnym wyżłobionych,

i ziemię około takowych ubić, o ile można najdokładniej, przez co zabezpieczy się skarpe od obsunięcia.

Prócz tego usilnie zwracać należy uwagę na to, aby ziemie gliniaste, były używane na nasyp w stanie suchym; w tym celu w miejscach zkad się je wydobywa, należy porobić rowki odciekowe, przez które woda wewnątrz ziemi się znajdująca, odprowadzoną i ziemia przed użyciem jój na nasyp, osuszoną zostanie.

Nachylenie skarp nasypowych, najmnieij 1 1/2 podstawy na 1 wysokości wynosić powinno, a często zwłaszcza przy większych nasypach, nadaje się 2, lub więcej podstawy na 1 wysokości.

§ 146.

Na początku niniejszego rozdziału, podaliśmy prawidła, wedle których w każdym przypadku stosować należy ilości robotników, podejmujących rozmaite rodzaje pracy przy robotach ziemnych. I tak, wiemy iż liczba kopiących, zależną jest od gatunku ziemi i liczby robotników ziemię wykopaną nakładających; ilość zaś tych ostatnich, zastosowaną być musi do liczby i rodzaju wozów, taczek lub t. p., do przewożenia użytych. Ogólne te prawidła, nie dają jeszcze jasnego pojęcia o najwłaściwszym i najkorzystniejszym sposobie urządzenia pracy na gruncie, dlatego téż o tym przedmiocie, obecnie obszerniej pomówić zamierzamy.

Pierwszym warunkiem porządnego urządzenia pracy, jest podzielenie robotników i wozów, jednocześnie i na jedném miejscu użyć się mających, na stosowną liczbę oddziałów, zupełnie od siebie niezależnych. Przypuśćmy *np.* iż do nakładania jednego wozu, potrzebujemy użyć na raz czterech robotników; robotą jak to już wiemy, tak powinna postępować, aby w chwili gdy jeden wóz zostanie napełniony, inny próżny do nakładania zachodził. Aby porządek taki bez przerwy mógł być utrzymanym, potrzeba do odległości przewozu, zastosować liczbę wozów, na czterech więc robotników do nakładania przeznaczonych, oddziela się stosownie do potrzeby większa, lub mniejsza

liczba wozów; następnie przeznaczają się odpowiednią ilość robotników do kopania ziemi, i jeżeli potrzeba do pomocy w zrzuca- niu z wozów, i do równania ziemi w nasypie i t. d. Wozy te, i wszyscy robotnicy do ich obsłużenia przeznaczeni, stanowią mają osobny oddział, od innych nie zależny. W robotach ta- czkowych, oddział taki obejmować powinien jednego nakłada- cza, stosowną liczbę kopiących, oraz przewożących rozstawio- nych po stacjach, na które odległość podzieloną została.

Jeżeli jeden tylko taki oddział robotników na gruncie ustawić potrzebujemy, żadna pod tym względem trudność za- chodzić nie może, i wiadomości dotychczas podane, zupełnie są wystarczającymi; inaczej się rzecz ma jednak, gdy kilka oddzia- łów jednocześnie na jednem miejscu pracować musi. Przestrzeń przez każdy z nich zajmowana, tak obliczoną być powinna, aby jeden oddział drugiemu w pracy nie przeszkadzał, sam zaś nie był zanadto ściśnięty, i całą swą działalność, dogodnie mógł rozwijać; im większe zatem nasypy, lub wykopy na małej prze- strzeni wykonać mamy, im większą na raz ilość robotników i wozów do pracy użyć zamierzamy, tym trudność rozkładu sta- je się większą.

Rozróżnić tu jeszcze wypada dwa sposoby wykonywania robót ziemnych. Jak wiemy, nasypy wykonywają się, albo za pomocą ziemi wydobytej z wykopów, na samej drodze dokonać się mających, lub też ziemia z wykopów pochodząca, odwozi się na bok i w wały usypuje, nasypy zaś wykonywają się z ziemi z rowów wybieranych w miejscach im przylegających. Obadwa te sposoby mają swe wady i zalety, tak dalece, iż niepodobna jeden z nich wyłącznie zalecić, a drugi stanowczo potępić, przeci-wnie w miarę potrzeby, to jeden to drugi użytym być powinien. Jeżeli nasypy chcemy wykonywać z ziemi w wykopach wydobytej, zwykle odległość znacznie się powiększa; jeżeli przeciwnie dru- giego użyjemy sposobu, praca, a zatem i koszt wykonania robót zmniejszają się znacznie, lecz rowy dostarczyć mające ziemi na nasyp, lub wały w które się odwozi ziemia wykopana, zajmują stosownie do swjej wielkości większą lub mniejszą przestrzeń gruntu, która tym sposobem nieużyteczną na przyszłość dla rol-

nictwa się staje, i dla téj przyczyny wartość jój właścicielowi wynagrodzona być powinna.

W każdym danym przypadku łatwo jest obliczyć, który z dwóch tych sposobów oszczędniejszym się okaże; zwrócić tu jednak należy uwagę, iż u nas przy stosunkowo nader niskiej cenie gruntów i dogodności, jaką przeprowadzenie bitéj drogi przez obręb własności, każdemu posiadaczowi jój przynosi, nabycie gruntów częstokroć zupełnie bezpłatne, pod wały i rowy boczne, najczęściej oszczędniejszy sposób wykonania robót przedstawia, aniżeli przewożenie ziemi na wielkie odległości. Wyjątek pod tym względem, stanowić mogą jedynie niektóre miejscowości, np. okolice w bliskości miast znaczniejszych położone i t. d. Którykolwiek z tych sposobów, w danym przypadku dogodniejszym się okaże, plan roboty naprzód nakreślony być powinien, a *rozkład przewozu ziemi*, o którym w właściwém mówiliśmy miejscu, na każdy punkt szczegółowo wskazywać powinien, zkąd ziemia brana, i dokąd przewożona być powinna, tak dalece, iż prowadzący roboty, nie potrzebuje obmyślać najwłaściwszego sposobu ich wykonania, lecz ściśle wskazań *rozkładu* trzymać się powinien.

Przy wykonaniu przekopów, robota zwykle w ten się urządza sposób, iż z początku ziemia bierze się z samego brzegu i odwozi na miejsce przeznaczone taczkami; w miarę postępu roboty odległość się zwiększa i dochodzi do kresu, w którym przewóz wozami korzystniejszym się staje. Zwykła szerokość przekopów, do przeprowadzenia drogi wykonywanych, wystarcza do urządzenia kilku oddziałów od siebie nie zależnych, wzdłuż drogi ziemię taczkami przewożących; robota wozowa więcej zabiera miejsca i na zwykłej drodze dwa tylko oddziały wozów nie przeszkadzając sobie wzajemnie użytymi być mogą.

Jeżeli przekop jest głęboki, czasami zaczyna się od wybrania ziemi do żądanej głębokości środkiem, pozostawiając po bokach szerokie jeden po nad drugim ustępy, po których wozy lub taczki przebiegać mogą. Urządzenie takie, figura 146 wskazuje. W takim razie zyskuje się więcej miejsca, wzdłuż

bowiem przekopu, ustawić można większą liczbę oddziałów roboczych, które wzajemnie sobie przeszkadzać nie będą. Urządzenie takie, z korzyścią użytém być może do przewozu ziemi wagonami. Układa się w takim razie, w owym środkowym wążkim wykonanym naprzód przekopie szyny kolei, a wagony stojące na nich, mogą być łatwo ziemią z boków rzucaną napełniane. Robota jednak wagonowa, jako zbyt kosztownego przyrzędu wymagająca, jedynie przy bardzo wielkich wykopach korzystne znaleźć może zastosowanie; dlatego téż rzadko się używa przy budowie dróg zwyczajnych, gdzie zazwyczaj wielkich robót ziemnych starannie się unika: przeciwnie przy budowie kolei żelaznych, przewożenie ziemi wagonami, bywa częstokroć korzystnym, i obszerniej o niem w właściwém miejscu mówić zamierzamy.

ROZDZIAŁ II.

WYKONANIE NASYPKI SZABROWÉJ NA DROGACH BITYCH

§ 147.

Po zupełném wykończeniu robót ziemnych, i przygotowaniu koryta środkiem drogi nasypkę szabrową pomieścić mającego, przystępuje się do sypania szabru. Ziemia wybrana z owego koryta, służy zwykle do wzniesienia boków (bankietów) i chodników, jeśli takowe mają być przy drodze urządzone. Koryto powinno być starannie i regularnie wybrane, w kształcie i wymiarach projektem drogi wskazanych. Spód, czyli dno, ubija się zwykle babami ręcznymi, dla nadania ziemi większej ścisłości; nadto jeżeli skutkiem świeżych deszczów znajduje się błoto, należy je starannie wyrzucić, przez sypanie bowiem szabru na ziemię rozmiękłą, traci się dużo kamienia, który bezpożytecznie w błoto zostaje wgnięciony.

Wiadomo już z poprzedniego, iż w niektórych okolicznościach, nasypka szabrowa nie bezpośrednio na ziemi, lecz na pewnym rodzaju fundamencie spoczywać powinna; w takim razie, jeżeli fundament ma być z piasku, żwiru, wapienia tłuczonego, lub jakiegokolwiek materiału drobnego, rozsypuje się w korycie warstwa jednostajnej o ile można grubości i mocno babami ubija; przez co fundament staje się wytrzymalszym i trudniej wodę przepuszcza. Jeżeli fundament tego rodzaju ma być znacznej grubości, nie należy go sypać od razu, lecz podzieliwszy na warstwy, każdą z osobna, o ile możliwości najdokładniej ubijać.

Jeżeli fundament pod nasypką szabrową ma być brukowany, wówczas znajdują zastosowanie przepisy, jakie poniżej dla bruków w ogóle się podaje; dodać jedynie możemy, iż starać się tu należy, aby przedziały między kamieniami, były jak najmniejsze, a dla nadania całej warstwie tym większej spójni, w przedziały te, dobrze jest wbijać młotkiem kawałki tłuczonego kamienia, a następnie cały fundament ubijać babami, jak to przy brukach zwyczajnych ma miejsce. Ponieważ bruk, fundament nasypki szabrowej stanowiący, nie jest wystawiony bezpośrednio na zetknięcie się z kołami wozów po drodze przebiegających, wybór przeto kamienia nie jest tak trudny, jak przy brukach zwyczajnych; z równym pożytkiem, służyć nań może kamień miękki, np. piaskowiec lub wapień, należy tylko unikać używania kamieni, działaniu mrozów łatwo ulegających.

Jeżeli nasypka ma bez fundamentu bezpośrednio na ziemi spoczywać, jak to najczęściej ma miejsce, cała czynność przygotowawcza ogranicza się do dokładnego wyrównania koryta i ubicia dna babami, zwłaszcza, jeżeli ziemia nie jest z natury dostatecznie ścisłą i twardą. W tak przygotowane koryto sypie się szaber, rozrzuca jednostajnie po całej szerokości i powierzchnię równa grabiami. Dla nadania tej powierzchni właściwego kształtu, i zachowania jednostajnej obłąkowatości, używa się pewnego rodzaju formy drewnianej, która wycięta w kształcie profilu poprzecznego nasypki, przesuwana się w kierunku prostopadłym do osi drogi, po warstwie sypanego szabru.

Przygotowanie szabru na nasypkę, jest czynnością nader ważną; nie dokładnie, zbyt grubo potłuczony kamień, daje nasypkę nierówną, i trudniej się ujeżdżającą. Wymiary pojedynczych kawałków kamienia, jak to już poprzednio mówiliśmy, nie powinny nigdy więcej jak $0^s,03$ wynosić; do sprawdzenia służyć może pierścień żelazny, mający $0^s,03$ średnicy wewnętrznej. Przez taki pierścień, największe kawałki tłuczonego kamienia, we wszystkich obracane kierunkach, z łatwością przechodzą winny.

Miał czyli drobne cząstki kamienia, zwykle przy tłuczeniu powstające, nie są szkodliwymi w szabrze; gdyby jednak tłuczony kamień był zmieszany z ziemią, gliną i t. p., należy go starannie przed użyciem oczyścić. Oczyszczenie takie odbywa się albo za pomocą przegrabiania, albo przez arfowanie.

§ 148.

Dla obliczenia ilości przygotowanego szabru, usypuje się zwykle *pryzmy* przepisanej długości i kształtu. Profil takiego *pryzmu*, zbity z łat, służy do sprawdzania wymiarów. W miejscu *pryzm*, można sypać podłużne wały, kształtu i wymiarów przepisanych; w takim razie, po sprawdzeniu profilu, zmierzyć tylko należy długość wału, a jego objętość łatwo obliczoną zostanie.

Niektórzy inżynierowie, radzą odbywać obliczanie objętości szabru, już po użyciu go na nasypkę. Wprawdzie, wymiary nasypki są znane, sposób ten jednak nigdy dokładnym być nie może; najmniejsza bowiem różnica w grubości, wielkie błędy w rachunku sprowadzić może; nadto przy rozwożeniu szabru pewna ilość kamieni, wgniata się w dno wyżłobienia, a zatem obliczoną być nie może. Zresztą *pryzmy* i wały, tę jeszcze przedstawiają dogodność, iż gatunek kamienia i dokładność potłuczenia, w każdej chwili sprawdzoną być może.

§ 149.

Walcowanie nasypki.

Wykonaną w sposób powyżej opisany nasypkę, uważają zwykle u nas za wykończoną, i w takim stanie na użytek publiczny oddają. Zwyczaj podobny istniał i w innych krajach, lecz od lat przeszło trzydziestu, szkodliwość jego została ocenioną, i odtąd każda nowa nasypka, poddaje się walcowaniu, i dopiero po zupełném urównaniu i ustaleniu przez ciśnienie, do przechodu wozów służy.

Jeżdżenie po nasypce nie walcowanej, jest rzeczą nadzwyczaj dla wozów i siły pociągowej uciążliwą, a zarazem i powodem zniszczenia saméjże drogi. Ktokolwiek potrzebował przejeżdżać po świeżo wykonanej nasypce, z łatwością może ocenić niedogodności, od podobnej podróży nie odłączne; dodać więc tu tylko potrzebujemy, że w skutku przejazdu po nieutartéj nasypce, droga w takim samym stosunku jak podróżni, ucierpieć musi. Koła wozów mając stosunkowo małą szerokość, wyrzynają w ruchoméj warstwie szabru głębokie koleje, i gniotą tym sposobem znaczną ilość kamieni; następny wóz, jeżeli tylko nie zupełnie tym samym postępuje torem, nową dla siebie kolej wyrzyna, i przez to samo, poprzednio wygniecioną porusza i niszczy; słowem, cała nasypka przez pewien przeciąg czasu, staje się jakąś mieszaniną, którą każde przejście wozu porusza. Tym sposobem, jak to już powiedzieliśmy, znaczna część kamieni zostaje bezużytecznie rozgniecioną, inna wgniata się również bez użytku w spód koryta, lub po bokach drogi zostaje nogami koni rozrzuconą, a stan ten trwa tym dłużej, im warstwa szabru nasypanego jest grubszą. Po pewnym przeciągu czasu, uciera się wprawdzie, w sposób dopiero opisany nasypka; lecz tak niejednostajnie wywierany nacisk, nie może równéj i gładkiéj utworzyć powierzchni: dlatego téż tak utarta droga, pozostaje na zawsze sękowatą i chropowatą, a przez to mniej dla podróżnych dogodną i ławiej się zużywającą.

§ 150.

Niedogodności powyżej opisane, usuniętymi w zupełności być mogą, przez użycie walca. Walce bywają drewniane, kamienne, lub z żelaza lanego. Podajemy tu opis walca drewnianego, jako najtańszego, i łatwo w każdej miejscowości zbudować się dającego. Pojedyncze szczegóły budowy w poniższym opisie umieszczone, mogą być stosownie do okoliczności częściowo zmieniane, całość jednak za wzór w każdym razie posłużyć może.

Walec drewniany, przedstawiony na figurach 147, 148 i 149, ma 2^m,00 średnicy i 1^m,50 długości. Przez środek jego przechodzi belka drewniana, około 0^m,35 grubości mająca. Na obu końcach téj belki osadzone są dwa mocne dębowe koła, których dzwona mają 0^m,15 grubości. Koła te obite balami, stanowią dna walca. Powierzchnia walca boczna, utworzona jest z bali na 0^m,15 grubych, wspierających się na dzwonach kół, i przytwierdzonych do nich za pomocą śrub żelaznych. Oprócz kół stanowiących dna zewnętrzne, dwa inne dna wewnętrzne z bali dzielą cały walec na trzy równe przegrody, a zarazem podtrzymują w dwóch punktach bale, stanowiące powierzchnię boczną. W obu końcach środkowej belki, osadzone są żelazne czopy, na które zakładają się grube drewniane dyszle. Dyszle takie zbyt są ciężkie, aby je jeden koń mógł dźwigać, dlatego też zwykle bywają nieco przedłużone i tylne ich końce opatrzone są ciężarami z lanego żelaza.

Walec taki, w miarę potrzeby może być używany, albo zupełnie próżny, albo napełniony piaskiem w $\frac{1}{3}$, w $\frac{2}{3}$ lub całkowicie. Dla napełnienia piaskiem, odśrubować należy i odjąć jeden lub dwa bale boczne; przez powstający ztąd otwór sypie się piasek, następnie założywszy bale, walec się w ruch wprawia, a po kilku obrotach na nowo bale odjąwszy, dopełnia się ubytek, jaki w skutku utrząśnienia powstał. Jeżeli walec ma być całkowicie napełniony, do wszystkich trzech przegród sypie się piasek; jeżeli w $\frac{1}{3}$, zapełnia się tylko przegroda środkowa: do obciążenia wreszcie walca w $\frac{2}{3}$, służą dwie przegro-

dy skrajne. Zważać tylko należy na to, aby przegrody nie pozostawały w żadnym razie częściowo napełnione piaskiem, w takim bowiem przypadku, środek ciężkości ciągle zmieniając swe położenie, nadzwyczajnie ciągnięcie utrudza. Wysypanie piasku z przegród, żadnej nie ulega trudności; dosyć jest odjąć jeden lub dwa bale, i ciągnąć walec po boku nasypki (bankiecie), po kilku obrotach walec się zupełnie wypróżni. Waga całkowicie wypełnionego walca, od 15000 do 18000 funtów wynosi, a do ciągnięcia go użyć potrzeba od 10 do 12 koni.

Jeżeli spadki drogi są przykre, nie należy wszystkich przegród wypełniać, nadto tak robotę urządzić się powinno, aby walec schodząc z góry, postępował zawsze po pasie nasypki zupełnie nie utartym, pod górę zaś dla ulżenia, pasem już trochę ugniecionym. Dla nawrócenia walca odprzega się konie, i przekłada dyszle w stronę przeciwną, obracając je na utrzymujących czopach; nawrócenie bowiem sposobem zwyczajnym tak ciężkiego walca, nadzwyczaj jest trudnym i psuje nasypkę. Po przeprowadzeniu kilku razy walca w sposób dopiero opisany, po jednym i tym samym pasie, zauważyć można, iż ugniatanie nasypki z początku po każdym przechodzie bardzo widoczne, maleje po następnych, a w końcu przeprowadzenie walca, prawie żadnego na ugniecioną już nasypkę nie przedstawia śladu. Jest to znakiem, iż nasypka dostatecznie ugniecioną została.

Walcowanie zwykle zaczyna się od dokładnego ugniecenia pasu skrajnego nasypki, poczem przechodzi się na stronę przeciwną, i drugi skrajny pas uciera; następnie posuwa się ku środkowi, przybierając pasy to po jednej, to po drugiej stronie, tak, iż pas środkowy, po osi drogi idący, walcowany bywa na końcu. Zachowując taki porządek w robocie, otrzymać można obłąkowatość nasypki kształtną i regularną, powierzchnia jej staje się gładką i jednolitą tak dalece, iż jeżdżenie po świeżo walcowanej drodze, nie jest w niczym przykrejsze i cięższe, jak po drogach oddawna w zwykły sposób utartych. Stan tak zadawalniający nasypki, może jednak nie być trwałym, zwłaszcza jeżeli na szaber użytym został kamień bardzo twardy, lub

co gorzej, jak to u nas często ma miejsce gruby żwir, z okrągłych kamyków złożony. W takim razie pod walcem nie wiele kamieni zostaje rozgniecionych, i całej nasypce brak dostatecznej spójni, brak zlepiszczą łączącego pojedyncze kamyki, które nogami przechodzących koni poruszone, wydobywają się z swych łożysk i na powierzchnię nasypki wydostają.

Dla zapobieżenia téj niedogodności, pożyteczną jest rzeczą, po przeprowadzeniu cztero, lub pięciokrotném walca, rozsypać po ugniecionej w połowie nasypce, cienką warstwę miału, obficie zwykle znajdującego się w kopalniach kamienia. W braku tego, użyć można kredy, lub miękkiego wapienia, błota zgarnionego z dróg żwirowych, które powstaje z rozgniecionych kamieni, lub wreszcie jakiegokolwiek innego materiału, któryby do nadania większej spójności pojedynczym cząstkom nasypki, mógł posłużyć. Używają czasami w braku innego materiału, ziemi zwyczajnej lub gliny; tego środka jednak zastosowywać nie radzimy, glina bowiem i ziemia nie posiadają odpowiednich do takiego użytku własności.

§ 151.

Walce drewniane, prędkiemu ulegają zniszczeniu, ostre bowiem kamyki, wgniatają się w bale, stanowiące boczną ich powierzchnią i tak dalece je uszkadzają, iż po pewnym przeciągu czasu, potrzeba obicie odmienić. Dla zaradzenia téj niedogodności, można pokryć powierzchnię walca grubą żelazną blachą, lub cò lepiej obręczami takimi, jakie do zwykłych kół są używane, umieszczając je jedna przy drugiej tak, aby się z sobą stykały.

Walce drewniane, rzadko już dzisiaj są używane, zastępują je zwykle walce z żelaza lanego, które jakkolwiek droższe od drewnianych, tę nad niemi posiadają wyższość, iż są prawie nie zużyte, większy zatem wydatek, hojnie długą trwałością się wynagradza. Walce takie bywają zwykle otwarte w obu końcach, wewnątrz próżne; kilka ramion z żelaza lanego lub kutego, w kształcie szprych przytwierdzonych do obwodu walca w środku zbiega się z sobą, utrzymując drąg żelazny pozio-

my, oś obrotową walca stanowiący. Do większego obciążania w miarę potrzeby takich walców, służy zwykle jedna, lub dwie skrzynie, w które kładą się kamienie, lub inne ciężary. Reszta przyrzędu jest rzeczą dowolną i stosownie do upodobania zmienioną być może.

Figura 150 i 151 przedstawia plan i elewację takiego walca, osadzonego na pewnym rodzaju wozu, i opatrzonego takim przyrzędem, iż sam walec za pomocą lewaru, może być dowolnie w górę podnoszony, przez co wóz, który podczas użycia walca, kołami ziemi nie dotykał, wspiera się na niej i może służyć do przewozu walca, ułatwiając jego zwroty i zmianę kierunku w razie potrzeby.

Nadmieniliśmy poprzednio o walcach kamiennych. W okolicach obfitujących w bogate kopalnie wyborowego kamienia, jak np. we Francyi, tego rodzaju walce mogą korzystnie miejsce żelaznych zastępować; u nas przeciwnie, nie mogą one żadnego znaleźć zastosowania.

R O Z D Z I A Ł III.

D R O G I S M O Ł O W C O W E.

§ 152.

Massa smołowcowa, używana na drogi i chodniki, składa się z kamienia wapiennego, smoły kopalnej i żwiru. Połączenie wapienia i smoły, może być naturalnym lub sztucznym: sztuczne dokonywa się na ogniu, przy fabrykacyi masy smołowcowej, naturalnego zaś mamy przykład na wapieniu smołowcowym, czyli *asfalcie*.

Różne są gatunki smoły mineralnej: niektóre z nich przy zwykłej temperaturze, są twarde i kruche, inne miękkie, a nawet płynne; nie wszystkie też użyte na smołowiec, równiej dobroci i wytrzymałości mogą utworzyć masę. Podług postrze-

zeń P. Coulaïne inżyniera francuzkiego, przymioty smoły mineralnej, zależą od rodzaju i ilości tłuszczu, w skład jęj wchodzącego. I tak: Smoła z węgla kamiennego wydobywana, zawiera pewien rodzaj tłuszczu, łatwo się ulatniającego, który w zetknięciu z powietrzem, chciwie z niego przyciąga tlen (kwasoród) i powolnemu ulega rozkładowi; z tęg tęg przyczyny, z tęg rodzaju smoły mineralnej, pomimo licznych prób, dobrej masy smołowcowęj dotąd otrzymać nie zdołano.

Kamień wapienny na smołowce używany, bywa dwojakiego rodzaju: to jest wapień zwykły, i wapień smołowcowy, czyli *asfalt*. Kamień wapienny zwykły, powinien być o ile możności czysty, nie zawierać obcych części, a szczególnie siarki; powinien nadto być dosyć kruchy, aby z łatwością na proszek dał się ścierać. Wapno nie gaszone sproszkowane, w niektórych razach dosyć korzystnie na smołowiec może być użytém. W ogóle jednak proszek wapienny, czy to z kamienia surowego, czy wypalonego już wapna, z trudnością łączy się ze smołą i dosyć długiego wymaga gotowania na ogniu, które zkadnąd, szkodliwy wpływ na wytrzymałość masy smołowcowęj wywiera; dlatego tęg wszystkie próby zastąpienia asfaltu naturalnego, przez sztuczne połączenie wapienia ze smołą kopalną, nie dały dotąd zadawalniających wypadków: do fabrykacyi zatém masy smołowcowęj, koniecznym jest asfalt rodzimy.

Kraj nasz w ogóle ubogi w kopalnie kamienia, rodzimego asfaltu nie posiada; Galicya jedyny pod tym względem, o ile nam się zdaje stanowi wyjątek, przy słabém jednak w ogóle rozwinięciu u nas przemysłu górniczego, przedmiot ten zupełnie dotąd jest zaniedbany.

Asfalt, przed użyciem go do masy smołowcowęj, powinien być sproszkowany, co się otrzymuje albo za pomocą mielenia, albo wystawiając potłuczony w kawałki kamień, na działanie ognia, który go rozkrusza i w proszek zamienia.

§ 153.

Głównym warunkiem otrzymania dobrej masy smołowcowej, jest zachowanie właściwego stosunku, między częściami w skład jęj wchodzącemi. Stosunek ten zmienia się stosownie do użytku, na jaki smołowiec jest przeznaczony. I tak: smołowiec przeznaczony na pokrycie dróg kołowych, powinien posiadać więcej giętkości i elastyczności, a zarazem być nieco miększym, od masy na chodniki przygotowywanęj. We Francyi masa smołowcowa na drogi, po większej części podług następującego przygotowuje się przepisu:

Smoły mineralnej	7,5 części na wagę.
Asfaltu rodzimego	90,0 (a).
Smoły drzewnej	2,5 (b).
Piasku gruboziarnistego	60,0.

Dla przygotowania masy smołowcowej, kładzie się na-przód smoła mineralna w rodzaj kotła, którego rysunek przedstawiony jest na figurze 152 i 153 i ogrzewa takową aż do roztopienia; następnie dokłada się po trochu asfaltu lub kamienia wapiennego w proszku. Po dokładném wymięszaniu, dodaje się smoła drzewna i piasek i znowu dopóty się męsza całą masę, dopóki bańki gazu wydobywające się przy gotowaniu nie zaczną z siebie wydawać niebieskawego dymu. Do męszania masy używa się rodzaj łopatkki, którą przedstawia figura 154 i 155 (c).

(a) Skład asfaltu bywa rozmaity, w powyższym przepisie, jest mowa o asfalcie, złożonym z 9 części wapiennych i 1 smoły mineralnej. Mając do użycia kamień w innym stosunku części te zawierający, należy odpowiednio, ilości w przepisie podane zmienić. Toż samo rozumieć należy, jeżeli w miejsce asfaltu, używa się kamienia wapiennego zwykłego.

(b) Jeżeli masa smołowcowa przeznaczona jest na pokrycie chodników, smoły drzewnej można wcale nie dodawać; zresztą stosunek innych części, pozostaje ten sam. Smoła drzewna powinna być starannie oczyszczona, i obcych nie zawierać części.

(c) Małe próbki smołowcowych chodników w Warszawie, dokonane były po większej części z masy przyrządzonej za granicą (w Trieście i t. d.)

Nie podobną jest rzeczą, po znakach zewnętrznych oznaczyć z pewnością chwilę, w której gotowanie masy wstrzymane być powinno; dlatego też należy po każdym napełnieniu kotła odbyć stosowną próbę, za pomocą której przekonać się można, czy masa po ostudzeniu, dostateczny stopień twardości i wytrzymałości posiadać będzie. Próba ta odbywa się w sposób następujący:

Bierze się formę blaszaną kwadratową lub prostokątną, której długość i szerokość mniej więcej 4 lub 5 cali wynosi, i wypełnia takową rozgrzaną masą, na 0^m,015 grubości. Zanurzony na parę minut w zimną wodę, masa zastyga i próbie poddana być może. Do tego służy deseczka drewniana, na której osadzone są dwa sztyfty stalowe. Sztyfty te powinny mieć kształt ostrosłupów o podstawie kwadratowej, a wysokość ich równać się powinna każdemu z boków podstawy. Dla wykonania próby, bierze się przygotowana i ostudzona w sposób już opisany, tabliczka smołowca, i kładzie na ziemi obok drugiej takiejże tabliczki z masy poprzednio już wypróbowanej i za dostatecznie wytrzymałą uznanej. Na tak obok siebie leżących tabliczkach smołowcowych, wspiera się deseczka ze sztyftami tak, aby dwa te sztyfty na środki obok siebie leżących tabliczek padały. Wówczas robotnik staje na deseczce przez kilka sekund naciskając ją swym ciężarem i nachylając się w strony przeciwne, aby sztyfty mogły się z łatwością w tabliczki zagłębić. Oczywiście jest rzeczą, iż na tabliczkach takiemu ciśnieniu poddanych, jeżeli obie jeden stopień wytrzymałości posiadają, sztyfty jedna-

i sprowadzonej w zastudzonych kawałach. Tym sposobem cała czynność u nas dokonana, ograniczała się na rozgrzaniu gotowej już masy i rozciągnięciu jej na miejscu przeznaczonem. Dopóki rozwinięcie przemysłu górniczego, nie dozwoli nam korzystać ze skarbów, jakie ziemia nasza posiada, sprowadzanie masy smołowcowej z zagranicy, jest koniecznością; należy tylko starannym wyborem i znajomością przedmiotu, chronić się od nadużyć i złej wiary zagranicznych przemysłowców. Masy smołowcowe w handlu zagranicznym, po większej części są fałszowane; sprzedawane za asfalt rodzimy, są tylko nędznym jego naśladownictwem.

kowej głębokości ślady pozostawić powinny. Jeżeli przeciwnie, na próbowanej tabliczce, ślady są mniej, niż na drugiej głębokie, należy dodać smoły drzewnej, a jeśliby przez to masa za nadto ciekłą się stała, przysypać nieco piasku i asfaltu, a wymieszawszy wszystko dokładnie, na nowo próbę powtórzyć. Jeżeli ślady są głębsze na świeżej tabliczce, należy masę dłużej gotować, a jeżeli przez to stanie się zbyt gęstą, dodać smoły mineralnej.

§ 154.

Jeżeli po dokonanej próbie, stopień twardości masy, okaże się właściwym, należy ogień pod kotłem zagasić i natychmiast przystąpić do rozciągania jej na drodze. Rozciąganie odbywa się pasami na 0^s,30, lub 0^s,40 szerokiemi. Do czerpania masy w kotle, służy rodzaj łyżki (fig. 156 i 157). Dwie linie drewniane, mające grubość równą grubości, jaką warstwie smołowcowej nadać zamierzamy, układają się na przygotowanym już fundamencie drogi, równoległe do siebie, w odległości 0^s,30, lub 0^s,40. Na powierzchnię zawartą między temi liniami, wkłada się łyżką stosowna ilość gorącej masy, i rozprowadza na wszystkie strony za pomocą łopatki drewnianej (figura 158 i 159). Powierzchnia tak utworzonej warstwy smołowcu, równa się i wygładza za pomocą linii drewnianej, której końce wspierają się na dwóch, poprzednio wzmiankowanych liniach, pas smołowcu ograniczających. Po wyrównaniu warstwy smołowcu, posypuje się takową piaskiem, który się przez przetak po niej rozsiewa; następnie za pomocą ubijaczki dwuręcznej (fig. 160 i 161), piasek ten wciska się w smołowiec i cała warstwa ubija tak, aby wszędzie dokładnie do fundamentu przystawała.

Po wykończeniu w ten sposób pierwszego pasa przystępuje się do następnego, i cała czynność w tenże sam sposób powtarza, z tą różnicą, iż w miejsce dwóch linii pas ograniczających, używa się jedna, drugą zaś granicę stanowi pas pierwszy, poprzednio już rozprowadzony; linia więc równająca powierzchnię, jednym końcem wspiera się na tym już zastygłym pasie, dru-

gim zaś na równoległe doń ułożonej linii. Po rozprowadzeniu drugiego pasa, przed zupełnym zastygnięciem masy, należy w miejscu, gdzie dwa pasy łączą się z sobą, raz koło razu, uderzać młotkiem żelaznym, w celu skucia i dokładnego z sobą połączenia dwóch części nie jednocześnie rozprowadzonych.

§ 155.

Roboty smołowcowe, powinny być wykonane o ile możności w czasie suchym i ciepłym, dlatego też najwłaściwszą do tego porą jest lato.

Massa smołowcowa jak to już powiedzieliśmy, rozciąga się na poprzednio przygotowanym fundamencie, który może być wedle miejscowych okoliczności, z rozmaitego materiału zbudowany, np. bruku zwyczajnego, betonu i t. d.; najlepszym jednak a zarazem najtańszym i najłatwiejszym do wykonania fundamentem pod smołowiec, jest nasypka szabrowa, dobrze ubita, lub uwalcowana. Na takim fundamencie, grubość warstwy smołowcowej na powierzchni drogi, nie potrzebuje więcej, jak 0^s,015 lub 0^s,020 wynosić; na chodnikach zaś, może być o połowę prawie mniejsza.

§ 156.

Dotąd mówiliśmy o użyciu smołowcu na gorąco, w postaci masy, dającej się dowolnie rozciągać i rozprowadzać; sposób ten jednak nie jest jedynym, drogi bowiem mogą być pokrywane warstwą smołowcową, bez poprzedniego jej rozgrzewania; w tym celu tłucze się asfalt rodzimy, w kawałki wielkości zwyczajnego szabru, następnie oczyszcza się tak potłuczony kamień z drobnych okruchów, i zlewa taką ilością smoły z węgla kamiennego, aby po dokładnym o ile możności wymięszeniu, każdy kawałek był jej warstwą pokryty. Tak przygotowany szabber, sypie się na fundament ze zwykłej nasypki szabrowej zbudowany i dokładnie uwalcowany. Grubość warstwy szabru smołowcowego, powinna od 0^s,02, do 0^s,025 wynosić. Rozsypany szabber, ubija się babami żelaznymi.

Do wypełnienia próżnych miejsc i nierówności między kamkami, a zarazem dla nadania całej nasypce dostatecznej spójności, przygotowuje się jednocześnie piasek smołowcowy, złożony z części następujących.

Asfalt rodzimy	90,00 na wagę.
Piasek zwyczajny	60,00.
Smoła drzewna	7,50.
Smoła mineralna	2,50.

Wszystkie te części powinny być rozgrzewane na ogniu i dokładnie w ciągu tego mieszane tak, aby się masa w bryłki nie polepiła. Tak przygotowanego piasku, rozciąga się cienko warstwa na dokonanej już nasypce, i wszystko razem poddaje nowemu ubijaniu lub walcowaniu. W miejsce nasypki smołowcowej na 0^s,02 grubiej, można użyć na spodnią część warstwy szabru zwyczajnego, zlanego smołą z węgla kamiennego, i posypanego okruchami asfaltu.

Nasypki asfaltowe w obecnych okolicznościach, przy takiej trudności i koszcie sprowadzania asfaltu z stron odległych, zastosowania korzystnego dzisiaj u nas znaleźć nie mogą.

§ 157.

W miejsce szabru asfaltowego, używa się czasem szabru z kamienia zwyczajnego, który w następujący sposób przygotować należy: oczyszczony dokładnie z wszelkich obcych części i okruchów szaber, zanurza się w kotle, w którym znajduje się rozpuszczona masa, złożona ze:

Smoły mineralnej	8 części na wagę.
Smoły drzewnej	2.
Asfaltu rodzimego	60.
Piasku	40.

Po kwadransie gotowania, wydobywa się szaber z kotła, za pomocą łyżki, i wrzuca na przetak druciany, aby cokolwiek ociekł; należy jednak pilnie uważać, żeby dostateczna ilość masy na kamykach pozostawała. Następnie, przed zastygnięciem jeszcze masy, wyrzuca się szaber na sproszkowany asfalt i z takim dokładnie miesza. Po zupełnym ostygnięciu oddziela

się szaber od proszku asfaltowego, za pomocą przetaka, a tenże sam proszek przez gęstszy przetak przesiany, pozwala odłączyć się od drobnych kawałków masy, któreby od kamyków się podrywawszy, zostały z nim zmieszane. Tak przygotowany szaber, na parę dni przed użyciem, skrapia się smołą z węgla kamiennego, w ilości mniej więcej 1%, własnej wagi, okruszy zaś masy, zlane być powinny też smołą w ilości $1\frac{1}{2}\%$.

Nasyпка wykonywa się w sposób zwyczajny. Po pierwszym jéj ubiciu lub uwalcowaniu, miejsca próżne wypełniają się okruszami masy i powierzchnia znowu o ile możności jak najdokładniej się walcuje. Następnie znajdujące się jeszcze nierówności, pokrywa się piaskiem smołowcowym i walcowanie powtarza.

Piasek ten, przygotowuje się na zimno, mieszając:

Proszku asfaltowego 90 części na wagę.

Piasku zwyczajnego 60.

Smoły drzewnej 15.

Po kilkakrotném przeprowadzeniu walca, zbywającą część tego piasku, która się przez walcowanie z nasypką stale nie połączyła, zmiata się miotłami z drogi, i po całej powierzchni przeciąga pędzlem warstwę smoły mineralnej, zmieszanej z 3^{ma} częściami smoły drzewnej. Tak rozproszoną smołę, posypuje się proszkiem asfaltu i piaskiem zwyczajnym; poczem droga na użytek publiczny oddaną być może.

Należy tu wspomnieć jeszcze o sposobie używanym obecnie we Francyi, w którym w miejsce kawałków kamienia, używa się asfaltu sproszkowanego. W części II, rozdziale V, mówiliśmy już o tym sposobie; dodać tu tylko należy, iż jeżeli trwałość takich nasypek smołowcowych, odpowie oczekiwaniu, to niewątpliwie zastąpią one wszelkie inne dotąd używane sposoby, rozciągania na drogach i chodnikach powłoki smołowcowej.

Którykolwiek z powyżéj opisanych sposobów zastosować zechcemy, w każdym razie, droga będzie nadzwyczaj kosztowną; dlatego téż smołowiec dotąd obszerniejszego nie mógł znaleźć zastosowania, i jedynie w wielkich miastach, przed znacznymi gmachami, lub na bardzo uczęszczanych ulicach, tak wysoki wydatek,

dogodnością ogromnej liczby przejeżdżających wynagrodzić się daje. Właściwsze daleko zastosowanie znajduje smołowiec przy budowie chodników, daje bowiem mniej kosztowne i dogodniejsze chodniki, aniżeli z płytów kamiennych zbudowane.

Na zakończenie tego cośmy dotąd o smołowcach powiedzieli, zdaje nam się potrzebném odeprzeć zarzut niewytrzymałości na mrozy, jaki u nas zwykle massie smołowcowej jest czyniony. Smołowiec jak najlepiej znosi zimno, byle był na dobrej rozciągnięty podstawie. Jeżeli ziemia lub beton, na której smołowiec spoczywa, zostanie przez mróz poroższadaną, warstwa smołowcu pęka z nią razem. Przyczynia się także do tego, jeżeli podstawa nie zostanie dokładnie przed rozciągnięciem smołowcu wysuszoną; wszelka wilgoć, jest nadzwyczaj pod tym względem szkodliwą. Wreszcie, używane najczęściej w Warszawie fałszowane massy smołowcowe, odstręczają niesłusznie od obszerniejszego zastosowania tego materiału, który na chodnikach rozciągnięty, wielkie dla miasta mógłby oddać usługi.

ROZDZIAŁ IV.

DROGI BRUKOWANE.

§ 158.

Pierwszym warunkiem zbudowania dobrego bruku, jest wybór odpowiedniego na ten użytek kamienia. W części poprzedzającej mówiliśmy o gatunkach kamienia na bruk używanych, tu więc tylko dodać potrzebujemy, iż ile razy okoliczności na wybór pozwalają, starać się należy o wybór kamienia najtwardszego i najwytrzymalszego, i dlatego to dostawca, powinien mieć w warunkach umowy, dokładnie wskazaném, z jakiej kopalni, a nawet z których pokładów kamień ma być dostarczony.

Przed użyciem dostawionych kamieni kostkowych na bruk, powinny one być przez inżyniera prowadzącego roboty odebrane. Pierwszém sprawdzeniem, jakie przy odbiorze miejsce mieć powinno, jest zapewnienie się, czy kamień ze wskazanej umową kopalni, i z oznaczonych pokładów jest wydobyty. Przy pewnej wprawie oka, łatwo jest po kolorze i składzie kamieni, rozoznać ich pochodzenie. Następnie przystępuje się do sprawdzenia wymiarów. W tym celu kamienie powinny być w wolném miejscu, np. na boku (bankiecie) budującej się drogi, tak rozłożone, aby jeden drugiego nie dotykał.

Przy przeglądzie tak rozłożonych kamieni, łatwo spostrzedz się dają sztuki większe, lub mniejsze od innych; tych więc tylko, które pewną wątpliwość przedstawiają, wymiary sprawdzać potrzeba. Skazy i wady wewnętrzne pojedynczych kamieni, łatwo przy pewnej wprawie ucha ocenić się dają, po odgłosie, jaki kamień wydaje. W tym celu, należy każdy, lub przynajmniej co drugi kamień uderzać młotkiem żelaznym. Odgłos dźwięczny i czysty wskazuje kamień dobry, przeciwnie głuchy, każe wewnętrznych wad się spodziewać.

Wszystkie kamienie, tak nie trzymające przepisanych wymiarów, jak i te, które za wadliwe uznanemi zostaną, powinny bezwarunkowo być odrzucone; przy ostatecznym zatem przeglądzie, należy każdy kamień przyjęty jednym, a każdy odrzucony innym znakiem oznaczyć, używając do tego farby olejnej. Tym sposobem przy wykonaniu robót, łatwo się ustrzedz podstępnego podsuwania kamieni raz odrzuconych.

§ 159.

Bruk układa się zwykle, jak to już mówiliśmy, na podstawie z piasku; ważną jest rzeczą, aby użyty na ten cel piasek, posiadał odpowiednie swemu przeznaczeniu przymioty. Powinien on być gruboziarnisty, czysty, nie zawierać części gliniastych, marglowych, lub innych, któreby rozpuszczając się w wodzie, mogły w czasach wilgotnych całą podstawę bruku, w warstwę błota zamieniać. Wprawne oko od razu ocenić może, czy dostarczony piasek, własności o których mówimy posiada, wra-

zie wątpliwości, można się o tém za pomocą następującej przekonąć próby.

W naczynie napełnione wodą, wrzuca się pewna ilość piasku i po zamieszaniu uważa, czy woda nie została bardzo zanieczyszczoną. Jeśli piasek nie posiada obcych części, opada on na dno, pozostawiając wodę zupełnie prawie czystą; w razie przeciwnym, na podstawę do bruku nie powinien być użyty. Garść piasku czystego gruboziarnistego, ściśnięta w ręce, powinna wydać odgłos do lekkiego skrzypienia podobny; po wyrzuceniu zaś piasku, pojedyncze ziarnka, zostaną poprzyklepiane do dłoni, lecz nie powinny jój zanieczyścić.

Obliczenie ilości piasku do bruku użytego, ile razy mamy wolne na skład miejsce na boku drogi, powinno się w ten sam, jak z szabrem, dokonywać sposób; w miastach jednak, gdzie najczęściej wynalezienie podobnego miejsca jest niepodobnem, używa się sposobu mniej dokładnego, oblicza się bowiem ilość piasku, po wykonaniu roboty. Znając grubość warstwy piasku, jój szerokość i długość, łatwo i bryłowatość wynaleźć; dodać jednak w takim razie do wypadku należy odpowiednią ilość na piasek w stosugach kamieni brukowanych zawarty, co łatwo biorąc średnią tych stosug szerokość, obliczonóm być może. Jeżeli do dostawy piasku, używane są wozy w jednostajne skrzynie zaopatrzone, dosyć jest sprawdzić objętość skrzyni, a następnie liczyć ich ilość w miarę dowożenia.

§ 160.

Układanie kamieni brukowych wymaga pewnej wprawy i obznajmienia się z tego rodzaju robotami; nie zwykłych zatem robotników, lecz brukarzy z rzemiosła do téj pracy używać należy.

Oddział robotników, łącznie z sobą przy bruku pracujących, składać się powinien z czterech, lub pięciu układczy, jednego ubijającego kamienie ułożone, za pomocą baby, i stosownej liczby podawaczy. Oddział taki, prowadzony powinien być przez majstra, którego obowiązkiem jest, wyznaczać spad-

ki, sprawdzać obłąkowatość powierzchni, i całą kierować robotą.

Spadki podłużne przy układaniu bruku, wyznaczają się za pomocą wyciągniętych na kołkach sznurów, nie tylko na osi drogi, lecz i na jej bokach; ostrożność ta ułatwia zachowanie jednostajnej obłąkowatości, i w niektórych przypadkach jest konieczną. I tak: jeżeli droga ma spadek podłużny zbyt łagodny, tak iż rynsztoki boczne, toż samo zachowując nachylenie, nie mogą wodom deszczowym dogodnego zapewnić odpływu: słowem, jeśli spadek podłużny drogi, nie dochodzi przynajmniej $0^{\circ},005$ na $1^{\circ},00$, wówczas rynsztokom nadaje się nachylenie większe, oś zaś pozostaje przy spadku w projekcie przewidzianym. Skutkiem tak niejednostajnych nachyleń, obłąkowatość drogi stopniowo się zwiększa. Urządzenie takie, na nie wielkich tylko długościach, korzystnie daje się zastosować, i służy zwykle po miastach do doprowadzenia wody rynsztokami w otwory kanałów odciekowych podziemnych.

Inna jeszcze okoliczność może stać się powodem podobnej niejednostajności spadków, na osi drogi i jej bokach. Zdarza się często po miastach, iż progi domów nie są na jednej wysokości po obu stronach ulicy; w takim razie, chodniki do tej nierówności zastosować się muszą, a zatem brzegi bruku i rynsztoki po każdej stronie ulicy, inne mieć będą nachylenie.

W takim przypadku, linia oznaczająca grzbiet obłąkowatości, czyli największe jej wzniesienie, zwykle prosta i po osi drogi idąca, skrzywia się powoli i zbliża do boku, który wyżej ma być położony. Tym sposobem, szerokość stoków obłąkowatości inna będzie po każdej stronie drogi, lecz nachylenie ich, jednostajnym pozostać powinno.

W obu powyżej wymienionych przypadkach, spadki z największą dokładnością, tak na osi drogi, jak i na obu jej bokach, wytykane być powinny. Wyznaczenie na gruncie, i wykonanie bruku w takich punktach przechodowych, gdzie profil poprzeczny drogi zmianie ulega, należy do najtrudniejszych zadań sztuki brukarskiej, i pod szczególnym nadzorem inżyniera pro-

wadzącego roboty, dokonywane być powinno. W miejscach gdzie dwie, lub więcej dróg brukowanych rozchodzi się, lub z sobą przecina, zmienia się kierunek jednostajny rzędów kamieni, i ztąd powstają krzyże, lub pół krzyże. Cała trudność w takich punktach, zależy na dokładném wyznaczeniu rzędów i linii, wedle których też rzędy wzajemnie się przecinają; czynność więc ta, jak najstaranniej przez prowadzącego roboty, wykonaną być powinna.

§ 161.

Po wytknięciu na gruncie wszystkich szczegółów dopiero co opisanych, rozciąga się w korycie na bruk przygotowaném, warstwa piasku na parę cali grubsza, od wskazanej na projekcie podstawy piaskowej bruku. Górnjej powierzchni téj warstwy, nadaje się mniej więcej obłąkowatość taka, jaką ma mieć powierzchnia saméj drogi. Układanie kamieni zaczyna się zwykle w ten sposób, iż umieszcza się najprzód kilka kamieni skrajnych po obu stronach drogi, pilnie na to zwracając uwagę, aby kierunek ich był dokładnie względem osi drogi prostopadły, i aby odpowiadające sobie kamienie po obu stronach drogi, znajdowały się na jednéj linii. Warunek ten otrzymuje się przez wyciąganie sznura w poprzek drogi. Osadzenie kamieni skrajnych powinno ile możności najstaranniej być wykonaném, od ich bowiem nieruchomości, w znacznej części zależy trwałość całej drogi: stanowią one pewien rodzaj murów oporowych, całe sklepienie bruku podtrzymujących.

Skoro kamienie skrajne na pewnej długości zostaną osadzone, przystępuje się do układania kamieni wewnętrznych. W tym celu staje zwykle na każdym rzędzie po dwóch brukarzy, a zaczynając układanie, każdy z przeciwnéj strony, postępują ku środkowi i spotykają się na osi drogi. W tym punkcie zakłada się kamień środkowy, klucz niejako sklepienia stanowiący; kamień ten powinien starannie być dobrany, jeśli bowiem będzie zbyt mały, inne obok niego leżące, nie znajdując z téj strony dostatecznego oparcia, łatwo pod naciskiem kół ulegną. Układanie kamieni, odbywa się w sposób następujący:

Robotnik za pomocą szerszej strony młotka brukarskiego, rozsuwa o tyle piasek, aby wsparty nań kamień, na żądanej znajdował się wysokości; najgładsza ściana, obraca się do góry, boczne zaś tak dobierać należy, aby nierówności zbyt wyskakujące, nie przeszkadzały dostatecznemu zbliżeniu do siebie kamieni, przez co stosugi stałyby się musiały za nadto szerokie. Najczęściej można tak dobrać kamienie, iż wypukłości jednego, wchodzić będą w zakłębienia sąsiednich i nawzajem; czasami jednak znajdują się kamienie zbyt nierówne, i w takim razie brukarz na miejscu, młotkiem części wyskakujące obtrąca.

Ułożony już kamień, uderza robotnik z góry i z boków kilkakrotnie młotkiem, a zapewniwszy mu tym sposobem dokładne oparcie, wypełnia piaskiem stosugi; w tym celu nachyla kamień jedną ręką, drugą zaś piasek w stosugi nagarnia, a powtórzwszy kilkakrotnie uderzenia młotkiem, do następnego przechodzi kamienia.

Jeżeli dwa lub więcej rzędów jednocześnie układać zamierzamy, robota urządzi się w ten sposób, iż dwaj robotnicy do pierwszego rzędu przeznaczeni, zaczynają robotę naprzód; gdy po położeniu kilku kamieni oddalą się nieco od brzegu, pozostawiając wolne miejsce dla następnych, dwaj inni rozpoczynają rząd drugi i t. d.

§ 162.

Po ułożeniu na pewnej przestrzeni bruku, robotnik do ubijania przeznaczony, zbrojny w babę drewnianą, uderza nią z góry każdy kamień kolejno. Uderzenie to jest dość silnym, każdy więc kamień, który przy układaniu niedokładnie został na podstawie piaskowej wsparty, zapada bardziej niż inne; należy go zatem wydobyć, a podsypawszy dostateczną ilość piasku, na nowo osadzić w swém miejscu. Kamienie nie jednolite, z niedostrzeżonemi przy odbiorze wadami, częstokroć przy podobnym ubijaniu pękają, i natychmiast innemi zdrowemi powinny być zastąpione.

W skutek wstrząśnień ubijaniem wywoływanych, piasek pomiędzy kamieniami się znajdujący opada, i stosugi w znacznej

się części wypróżniają, należy je więc na nowo powypełnić. Czynność ta powinna być bardzo starannie wykonaną. Do ubijania nagarniętego w stosugi piasku, używa się małej żelaznej łopatki, lub innego wązkiego narzędzia, w szpary między kamieniami łatwo mogącego zachodzić. W miejsce ręcznego nagarniania piasku w stosugi, postępuje się czasami w sposób następujący: Rozciąga się na całej powierzchni bruku, cienka warstwa piasku, i mocno zlewa wodą. Woda ta, przez szpary między kamieniami, dostaje się na spód bruku i wsiąka w ziemię, lecz w przejściu swém przez stosugi, wypełnia je, osadzając unoszone cząstki piasku. Sposób ten, wtedy tylko z korzyścią zastosowany być może, jeżeli kamienie na bruk użyte, są starannie obrabiane i przedstawiają stosugi tak wązkie, iż żadnym narzędziem dokładnie wypełnić ich nie można.

W Anglii próbowano wypełniać stosugi smołowcem. W takim razie, dolna połowa stosug, wypełnia się jak zwykle piaskiem, w górną zaś wciska się okruchy asfaltu, z dodatkiem żwiru i smoły, i wszystko razem mocno się ubija. Sposób ten mało jest dotąd rozpowszechniony, dlatego też nie o jego dogodności powiedzieć nie możemy.

Po zupełném wykończeniu bruku, rozciąga się czasem na jego powierzchni warstwa piasku, i w tym stanie droga na użytek się publiczny oddaje. Postępowanie takie, ma na celu dostarczyć piasku na zapełnienie ubytku, powstającego zwykle w stosugach pod uderzeniami kół, po świeżo ułożonych kamieniach przechodzących. W miastach jednak, przy bardziej ożywionym ruchu, piasek na powierzchni bruku pozostawiony w czasie suchym, wkrótce zamienia się w warstwę szkodliwego dla zdrowia mieszkańców kurzu, w czasie zaś wilgotnym dostarcza ogromnej ilości błota.

§ 163.

Oprócz bruku kostkowego, o którym dotąd mówiliśmy, bywa jeszcze bruk z kamienia nieregularnego budowany. Rozróżnić tu należy dwa rodzaje: to jest bruk z kamienia polnego okrągłego, i bruk z kamienia łupanego, czyli płytowanego.

Pierwszy najbardziej u nas rozpowszechniony, i wyłącznie prawie używany, jest najgorszym i najniegodniejszym, i powinienby zupełnie być z użycia wywołany; drugi, którego próbki na ulicy Senatorskiej i Miodowej widzieć można, nieco lepszy, o tyle jednak od kostkowego niższy pod każdym względem, iż używanie tego rodzaju bruku w niektórych miejscowościach, *np.* po mniejszych miastach, jedynie konieczność usprawiedliwić może.

Wykonanie obu rodzajów bruku z nieregularnego kamienia, głównie zasadza się na staranném dobieraniu pojedynczych kamieni, tak, aby ile możności, jak najmniej próżnego miejsca pomiędzy niemi pozostawało. Przygotowanie podstawy z piasku, ubijanie ułożonego już bruku, pokrywanie go warstwą piasku, zupełnie w ten sam co przy bruku kostkowym odbywa się sposób.

CZĘŚĆ CZWARTA.

UTRZYMANIE DRÓG ZBUDOWANYCH.

ROZDZIAŁ I.

DROGI BITE.

§ 164.

Inżynier, któremu utrzymanie danej drogi jest powierzone, powinien mieć pod ręką plan szczegółowy, któryby stan drogi i części dodatkowych do niej należących, w każdej chwili o ile można jak najdokładniej przedstawiał.

Plan taki w miarę zmian, jakie w stanie samej drogi zachodzą, także od czasu do czasu dopełnianym być musi. Wskazywać on powinien szerokość drogi, punkta spotkania z innymi przecinającymi ją drogami, położenie pobliskich zabudowań, rowy boczne, rynsztoki poprzeczne, mosty, mostki, i wszelkie budowy do drogi należące; położenie słupów wiorstowych i drogokazów, oraz każdego z drzew nad brzegami drogi zasadzonych i t. d.

W miarę przybywania lub ubywania niektórych z tych części, *np.* po zasadzeniu drzew nowych, lub wycięciu starych i t. p. zmiany na planie powinny być oznaczone. Plan tego rodzaju, sporządza się zwykle na długim pasie papieru; ponieważ zaś, wszelkie zakręty drogi, nie mogłyby się pomieścić na

papierze stosunkowo zbyt wązkim, przedstawia się więc wszystkie linie krzywe, jak gdyby były wyprostowane, lub też ile razy droga w skutek zmiany kierunku z papieru na bok schodzi, przerywa się rysunek, i po pewnym odstępnie zaczyna od tego samego punktu, w którym robota była przerwana, w ten jednak urządzając się sposób, aby kierunek przedstawianej części drogi, był równoległym do brzegu papieru.

Oprócz opisanego powyżej planu, sporządzony powinien być profil podłużny drogi, w którym oznaczone być mają rzędne skrajne, długości i nachylenia każdego spadku, położenie mostów i wszelkiego rodzaju konstrukcyj do drogi należących, oraz wskazane o tyle, o ile wiadomości zebrane, na to pozwalają, pokłady geologiczne ziemi, na których droga spoczywa; nadto powinny być oznaczone z największą ścisłością rzędne punktów stałych, wybranych w pobliżu *np.* słupów wiorstowych lub t. p. Rzędne te służyć mogą do wskazania zmian, zachodzących w grubości nasypki, tojest zmniejszenia jój skutkiem powolnego zużywania się, lub powiększenia za pomocą dowożenia szabru.

Punkta takie, jak powiedzieliśmy, powinny być wybierane w bliskości słupów wiorstowych, i t. p.; na takich bowiem słupach, powinna być oznaczona rzędna niwellacyjna, jedno więc ustawienie narzędzia, dostatecznym będzie do wynalezienia rzędnej punktu szukanego; rzędna zaś ta, porównana z dawniej w tymże samym punkcie otrzymaną, wskaże różnicę w grubości nasypki zachodzącą, lub też obniżenie drogi innemi jakimi przyczynami spowodowane.

Ile razy szerokość drogi, kształt jój lub sposób budowy się zmienia; tyle razy profile poprzeczne szczegółowo zmiany te wykazujące, powinny być do ogólnego stanu drogi załączone.

§ 165.

Utrzymanie w należytych stanie drogi, osiągnięte być może jedynie za pomocą ciągłej staranności, i nie przerywającego się ani na jedną chwilę dozoru. Najmniejsze uszkodzenie powierzchni drogi, jeżeli natychmiast spostrzeżone i naprawione

nie zostanie, wzrasta nadzwyczaj szybko, i częstokroć to, co w pierwszej chwili bez żadnego prawie kosztu zrobioném być mogło, po niejakiem czasie, ogromnych wydatków staje się przyczyną. Od pierwszej więc chwili, w której nowo zbudowana droga, na użytek publiczny oddaną zostaje, należy rozciągnąć nad nią pilny nadzór i wszystkie uszkodzenia, ile możności jak najprędzej naprawiać. Droga świeżo wykończona, częstokroć pilniejszego niż dawne dozoru wymaga; powierzchnia jój bowiem jakkolwiek gładka, nie dosyć jest jeszcze ubita, i koła przechodzących wozów, z łatwością w niektórych miejscach nadwierać ją mogą.

Potrzeba nieustannego dozoru nad drogą, i konieczność ciągłych drobniejszych naprawek, spowodowała we wszystkich prawie krajach urządzenie służby stałej, z dróżników złożonej; pomimo to jednak niektóre kraje, a pomiędzy nimi i nasz, wzorowém utrzymaniem dróg, poszczycić się nie mogą. Najgłówniejszą zaś tego, o ile nam się zdaje przyczyną, jest zaniedbywanie tego każdo chwilowego dozoru, i niedokonywanie drobnych codziennych naprawek. W wielu miejscach, ciągły ów dozór zastąpić się starano ogólnemi naprawami na całej długości drogi, w pewnych porach, *np.* na wiosnę i jesień corocznie dokonywanemi. Postępując w ten sposób, drogi do należytego stanu nigdy doprowadzonemi być nie mogą, a wydatek najczęściej bywa większy, niż przy ciągłym dozorze, i częściowych naprawkach.

Ciągły więc dozór, ciągła umiejętnie używana praca, jest niezbędnym warunkiem utrzymania dróg w stanie należytem; aby zaś ta zasada, w wykonanie wprowadzoną być mogła, potrzeba najprzód, mieć dostateczną liczbę robotników stałych; na dziennych bowiem najemników, nie w każdej porze roku z pewnością liczyć można; powtóre, potrzeba aby najprzód dostarczony szaber, w każdej chwili wedle potrzeby mógł być użyty. Nad dwoma temi warunkami, z kolei zastanowić się nieco zamierzamy.

§ 166.

Służba z robotników stałych, czyli dróżników, w ten sposób urządzona być winna, aby każdy pojedynczy dróżnik oddany miał wyłącznie swoim staraniom, pewien oddział drogi, i był za dobre jego utrzymanie odpowiedzialny. Długość takiego oddziału drogi, powierzonego staraniom jednego dróżnika, jest zmienną i zastosowaną być winna do miejscowych okoliczności, które mniej, lub więcej trudności do pokonania przedstawiają. Zwykle długość ta od jednej do trzech wiorst wynosić może. Dróżnicy powinni być płatni miesięcznie i na cztery lub pięć klas podzieleni, tak aby wynagrodzenie miesięczne, o parę złotych jedną od drugiej klasy odróżniało. Tym sposobem, otrzymuje się ważny środek zachęty. Dróżnik klasy niższej, za pilne wykonywanie swych obowiązków, do wyższej powinien być przenoszony, i naodwrot, dostrzeżone niedbalstwo, karaniem być może, obniżeniem klasy winnego.

Prócz tego, pożyteczną jest rzeczą wprowadzenie zwyczaju drobnych wynagrodzeń i kar pieniężnych jednorazowych, które w miarę ważności zasług, lub uchybień, rozdzielane być powinny; z tą jednak uwagą, aby nigdy kary do takiej w ciągu jednego miesiąca nie dochodziły wysokości, iżby obciążony niemi robotnik, koniecznych swych potrzeb zaspokoić nie był w możności. Każdy porządnie prowadzony zarząd, powinien stałe pod tym względem przyjąwszy przepisy, ogłosić je wszystkim podwładnym, i pilnie ich zachowania przestrzegać.

Każdy dróżnik powinien mieć książeczkę, w której po jednej stronie zapisują się na każdy dzień wydawane rozkazy, w jak najkrótszych wyrazach, *np. tłuc kamienie, zamiatać drogę, i t. p.*; po drugiej sam dróżnik jeżeli umie, lub starszy dróżnik, zapisuje każdodziennie ilość wykonanej roboty. Książeczki takie przedstawiają ogólny stan prac, przez służbę stałą na drodze dokonanych, i równie są koniecznymi dla nadzoru dróżników, jak pożytecznymi do wyprowadzenia wniosków ogólnych, o potrzebach corocznych danej drogi.

§ 167.

Dróżnicy zostawać powinni pod bezpośrednim nadzorem starszego dróżnika. Starszy dróżnik, jest to rodzaj włodarza, dozoruującego roboty i przekazującego swym podwładnym rozkazy, od władzy wyższej odebrane; powinien być roztropny i pilny, umieć czytać i pisać, i znać dokładnie roboty, których wykonania ma doglądać. Oddział drogi, takiemu starszemu dróżnikowi powierzony, może od dwóch do trzech mil wynosić; powinien on mniej więcej w połowie długości swego oddziału mieć zamieszkanie, i przynajmniej co drugi dzień zwiedzać wszystkie jego części, zapisując roboty wykonane przez dróżników, ich uchybienia, jeśli takowe postrzeże i rozkazy od władzy wyższej odebrane. Zwiedzając drogę, tak się powinien urządzać, aby dróżnicy nie wiedzieli naprzód, o którym czasie i z której strony, nadejścia jego spodziewać się mogą. Słowem, trzymać swych podwładnych w ciągłej czujności, a w doniesieniach swych, władzy być sprawiedliwym i bezstronnym.

Pożyteczną jest rzeczą, aby starszy dróżnik, oprócz dozoru nad dróżnikami, sam miał mały oddział drogi, do swego własnego dozoru powierzony. Rozumie się samo przez się, iż oddział ten, powinien być tak mały, aby roboty koło jego utrzymania podejmowane, do wykonywania nadzoru nad innymi dróżnikami, nie stawały na przeszkodzie. Urządzenie takie, dlatego zasługuje na upowszechnienie, iż miejsca starszych dróżników, powinny służyć do wynagradzania odznaczających się w służbie dróżników zwyczajnych, powinny być zajmowane przez ludzi, którzy własnymi rękami umieją wykonywać tego rodzaju roboty, i dokładnie na ich wykonaniu się znają; jeżeli zaś zajęcie starszego dróżnika, nie będzie związane z pracą ręczną, znajdują się zawsze okoliczności, zmuszające do obsadzenia tych miejsc ludźmi, może zkadynąd na względy zasługującymi, lecz z tego rodzaju robotami nieobeznanymi, a zatem do służby nie zdolnymi.

Bezpośrednimi zwierzchnikami służby dróżniczej, są konduktorzy; do nich należy obmyślenie najprzód zajęcia dla dró-

źników, i dozór ogólny nad robotami. Każdy konduktor, powinien raz na tydzień, lub przynajmniej raz na dwa tygodnie, zwiedzić cały oddział drogi, pod jego zarządem zostający, zdać inżynierowi szczegółowe raporta o stanie drogi, o koniecznych robotach, i wszelkich zasługujących na uwagę okolicznościach; wreszcie odebrane od inżyniera rozkazy, obowiązany jest jak najściślej wprowadzać w wykonanie.

§ 168.

Drugim koniecznym warunkiem, do przeprowadzenia przez nas powyżej położonej zasady, ciągłych częściowych naprawek jest przysposobienie naprzód dostatecznej ilości kamienia, zwiiru i t. d., tak aby w każdej chwili materiały te, znajdujące się pod ręką, w miarę potrzeby użytymi być mogły. W tym celu zawierają się umowy z przedsiębiorcami, o dostawę kamienia, czy to przez licytacją, czy przez dobrowolne ugody, stosując się w tém do ogólnych przepisów, w kraju obowiązujących.

Najstosowniejszą porą do naprawy nasypek szabrowych, jest jesień i zima, jeżeli nie jest mroźną; należy więc dostawę kamienia tak urządzać, aby cała ilość, na rok bieżący przeznaczona, lub przynajmniej znaczna jej część, przed początkiem jesieni była dostarczoną. Z drugiej jednak strony zważać należy, że w lecie dostawa jest najtrudniejsza i najkosztowniejsza, roboty bowiem w polu, nie pozwalają rolnikom odrywać się od swych zajęć obowiązkowych; najdogodniejszą zatem byłoby rzeczą, jeżeli miejscowe okoliczności na to zezwalają, zajmować się podczas zimy zwożeniem kamienia, przeznaczonego do użytku, dopiero w ciągu następnej jesieni. Tym sposobem zaprowadzić można oszczędność w wydatkach, a w razie uchybienia terminów dostawy przez przedsiębiorcę, pozostaje jeszcze dosyć czasu do nabycia i sprowadzenia brakującego kamienia.

Umowy z przedsiębiorcami o dostawy, zawierane być winny w taki sposób: aby wskazane były termina, z oznaczeniem ilości kamienia w każdym z nich dostawić się mającej, jeżeli przedsiębiorca zobowiązań swych pod tym względem nie dotrzymuje, a wezwanie urzędowe o dopełnienie warunków umo-

wy, pozostaje bez skutku, należy zawiadomiwszy o tém przed siębiercę, zająć się zakupieniem i zwózką kamienia na jego ryzyko. W używaniu jednak środków surowych, względem przedsiębierców, należy być ostrożnym, nie stawiać wymagań niepodobnych do wykonania i uwzględniać ile to z dobrem służby zgodzić się może, okoliczności, jakie przedsiębiorcy mogły stanąć na przeszkodzie do wykonania zobowiązań. Zbytняя surowość, odstręcza przedsiębiorców, i zmusza ich do stawiania w następnych latach cen wyższych, w nadziei wynagrodzenia sobie strat, jakie przez zbytneye wymagalności prowadzących roboty, ponosić są zmuszeni (a).

§ 169.

Umowy o dostawę kamienia w podwójny mogą być dokonywane sposób: albo dostawcą obowiązany jest dostarczony kamień potłuc na szaber, i w takim dopiero stanie do odbioru przedstawić; albo też kamień dostawiony w stanie takim w jakim wyszedł z kopalni, lub na polach został zebrany, ma być tłuczony kosztem zarządu. W pierwszym razie należy żądać, aby część przynajmniej kamienia dostarczyć się mającego, nie była przez przedsiębiorcę tłuczona, a to w celu zapewnienia zajęcia dróżnikom w chwilach wolnych od innéj roboty.

Szaber powinien być czysty, to jest nie zawierać ziemi, gliny, kredy, lub innych ciał obcych. Niektórzy inżynierowie do tego stopnia swe wymagania posuwają, iż kamień tłuczony, każą za pomocą arfy oddzielać od części drobnych przy tłuczeniu powstających. Jest to niepotrzebne i bezużyteczne powiększenie kosztu; każda nasypka szabrowa, potrzebuje do ustalenia zawierać pewną ilość miazła, który jéj za rodzaj zlepiszczą, czyli cementu łączącego pojedyn-

(a) Uwaga powyższa, stosuje się do wszelkich robót, przez przedsiębiorców dokonywanych. Smutny przykład w tym względzie, przedstawiają roboty przy kolei Petersburgskiej dokonane, gdzie w skutek zbyt ostrych wymagań i nieznamomości stosunków miejscowych, doprowadzono do tego, iż za każdy przedmiot, podwójną lub potrójną jego wartość płaćć trzeba było.

cze kamyki, służy. Ilość tego mialu przy dobrym stanie nasypki, na 30⁰/₀, lub 40⁰/₀ ogólnej jój objętości oceniają. Jeżeli szaber nie zawiera w sobie mialu, nasypka póty się nie ustali, dopóki dostateczna ilość kamyków nie zostanie zgniecioną, to jest dopóki właściwy stosunek między ilością mialu i kamyków, nie zostanie wprowadzony. Jeżeli więc mial jest w nasypce niezbędnym, zupełne usuwanie go w szabrze, żadnej nie może przynieść korzyści; chodzi tylko o to, aby jego ilość nie była zbyt wielką; 20⁰/₀, lub 25⁰/₀ ogólnej objętości szabru, można uważać za granicę, której przekroczenie mogłoby być szkodliwem.

Jeżeli w miejsce szabru, użyty ma być żwir, z kopalni pochodzący, koniecznym jest, oczyszczenie go za pomocą arfy; części bowiem ziemne i gliniaste, szkodliwe w nasypce wywierać muszą działanie.

§ 170.

Kamień, lub żwir dostarczony na utrzymanie drogi, składa się zwykle na jój boku (bankiecie), i tam bywa tłuczony. Przy utrzymaniu drogi sposobem ciągłych naprawek cząstkowych, każdorocznie dostarczoną ilość kamienia tak rozdzielać należy, aby się dopiero z końcem roku zupełnie wyczerpywała; jeszcze zatem znaczna część szabru tegorocznego leżeć może na boku drogi, gdy się dostawa na rok przyszły rozpoczyna; dla uniknienia więc pomyłek, jakie zdarzać się mogą, należy jeden bok drogi przeznaczyć na dostawę *np.* tegoroczną, drugi pozostać próżny, i służyć może do składania kamienia na rok przyszły przeznaczonego. W ciągu roku następnego, pierwszy bok opróżniony, znowu na skład na przyszłość zwożonych kamieni posłuży.

Dostarczony kamień, jeśli nie ma być tłuczony, układa się w graniastosłupy, *np.* 1^s,00 długości, 0^s,50 szerokości i 0^s,25 wysokości mające; jeżeli zaś do przedsiębiorcy należy potłuczenie go na szaber, ten ostatni sypie się w przyzmy, jak to już przy budowie dróg bitych wskazaliśmy.

W takim dopiero stanie, inżynier prowadzący roboty przystąpić może do odbioru dostarczonych materiałów. Przy odbiorze przeliczyć należy przyzmy, lub graniastosłupy, sprawdzić wymiary niektórych, zwłaszcza jeżeliby się mniejszemi od innych na oko wydawały; zresztą, rozrzuciwszy kilka, przekonać się o stopniu czystości szabru, dokładném tłuczeniu, i t. d.

§ 171.

Jeżeli droga przedstawia powierzchnię gładką, bez powyrzynanych kolei, lub powybijanych dołów, i wystających pagórków, czyli sęków; jeżeli w żadnym czasie nie jest pokrytą znaczną ilością kurzu, lub błota; jeżeli wreszcie nasypka ustępując w niektórych miejscach pod naciskiem kół i kopyt końskich, nie stała się ruchomą warstwą szabru: wtedy droga jest dobrą, i o utrzymanie jęj w tym stanie, z całą usilnością starać się należy.

W razie przeciwnym, gdy wyliczone powyżęj wady, na drodze spostrzegać się dają, należy je najprzód usunąć, doprowadzić drogę do stanu właściwego, i za pomocą ciągłego starania i dozoru, nowych uszkodzeń nie doposzczać. Inżynier więc, do utrzymania danęj drogi przeznaczony, podwójne może mieć do spełnienia obowiązki, to jest: drogę dobrą ciągle w należytym stanie utrzymać, albo złą poprawić, i naprawioną bezprześcannie w dobrym stanie zachowywać.

Na każdy z tych dwóch przypadków, szczegółowe prawidła poniżęj podajemy.

§ 172.

Jeżeli droga jest dobrą, można ją w należytym utrzymać stanie, za pomocą:

1^o Ciągłego usuwania z jęj powierzchni części zużytych, czyli miału.

2^o Wynagradzania powstającego ztąd ubytku, umiejętnęm dosypywaniem szabru.

Miał usuwa się z powierzchni drogi, częścią w postaci kurzu, częścią jako błoto. Kurz pokrywający powierzchnię drogi,

równie jest szkodliwy dla samej drogi, jak dla zdrowia podróżnych i koni po niej przejeżdżających, i mieszkańców w bliskości osiedlonych.

Dla drogi jest on szkodliwym dlatego, iż w czasie suchym utrudza ciągnięcie, a podczas deszczów zamienia się w warstwę błota, która utrzymując wilgoć na powierzchni nasypki, rozmiękcza wierzchni jej pokład; ztąd powstają doły w miejscach bardziej wodą nasyconych, wyrzynają się koleje, i po pewnym przeciągu czasu, cała nasypka do najgorszego stanu dochodzi. Ile więc razy w skutku kilkodniowego ruchu na drodze, powierzchnia jej warstwą kurzu pokrywać się zaczyna, kurz ten natychmiast usuniętym być powinien. Nie można podać ogólnego prawidła, jak często ta czynność powtarzana być powinna, zależy to od ilości dziennie przechodzących po drodze wozów, od twardości kamienia na szaber użytego, i t. d.; za ogólne więc prawidło, to tylko przyjąć należy, iż w żadnym czasie, i pod żadnym pozorem, kurzu na drodze być nie powinno; jeżeli zatem warstwa jego staje się widoczną, natychmiast do usunięcia jej przystępować należy.

Kurz zamiata się miotłami, lub zgarnia gracą z powierzchni drogi; czynność ta jest jednym z najglówniejszych obowiązków dróżnika, od dokładnego jej bowiem wykonywania zależy przyszły stan drogi. Graca do zgarniania, wtedy tylko użyta być może, gdy warstwa kurzu znacznej jest grubości; że zaś przy dobrém utrzymaniu drogi, do takiego stanu nigdy dochodzić się nie powinno, przeto użycie tego narzędzia, rzadko właściwe może znaleźć zastosowanie. Zazwyczaj więc do zmiatania kurzu, używa się miotły, która powinna być miękka, z drobnych brzoźowych gałązek złożona. Miotła zbyt twarda, takie same nieledwie uszkodzenia, jak graca w nasypce spowodować może, wszystkie bowiem drobniejsze kamyki, na samym wierzchu się znajdujące, pod naciskiem twardej drapiącej miotły się odrywają, i wraz z kurzem zostają wyrzucane. Ostrożność pod tym względem zachowywana być powinna, szczególniej w czasie suchym, i na drogach nasypką żwirową pokrytych,

a zaniechanie jęj, bardzo szkodliwe za sobę może pocięgać skutki. Zamiatanie najlepiej się udaje po małym deszczu.

Jeżeli nadchodzi pora słotna, droga dobrze zamieciona, przez kilka dni pozostaje gładką, woda po jęj powierzchni spływa, żadnego nie pozostawiając śladu, a kilka godzin pogody, wystarcza do zupełnego jęj osuszenia. Przebiegając drogę w takiej chwili, można z łatwością wskazać porządek, w jakim rozmaite jęj części były zamiatane; im dawniejsze bowiem zamiatanie, tym więcej błota na powierzchni widzieć można.

§ 173.

Na drodze nie zamiecionęj, deszcz zamienia kurz w warstwę błota. Wykazaliśmy już poprzednio, jak szkodliwy wpływ na nasypkę, utrzymywana w ten sposób wilgoć na jęj powierzchni, wywiera. Dodać tu musimy, iż błoto, nietylko w skutku zaniechanego zamiatania powstaje; droga zamieciona, z początku będzie gładką, po kilku jednak dniach deszczu, zaczyna się pokrywać warstwę błota, które z rozgniecionych już podczas słoty częstek szabru powstaje.

W skutek którejkolwiek z dwóch tych przyczyn, powstające błoto, z powierzchni drogi spiesznie usunięte być powinno. Błoto na drodze, z początku bywa tłuście, gęstawe; przechodzące po nim wozy, pozostawiają widoczne ślady. Ślady te są twardsze od innych miejsc i ciągnięcie po nich lżejsze; następne więc wozy, starają się ten sam zachować w przechodzie kierunek: ztąd ruch, który powinien na całej powierzchni drogi jednostajnie być rozłożony, skupia się w jedno miejsce; wkrótce wyrzynają się też w nasypce koleje, i cała droga zniszczeniem może być zagrożoną.

Jedynym środkiem zapobiegającym w takich razach, jest staranne zbieranie błota z powierzchni drogi. Zbieranie to powinno być powtarzane często; w miarę jak błoto się tworzy, natychmiast usuwać je należy. Na drodze takim staraniem otoczonęj, wprawdzie długa słota nasypkę do pewnego stopnia rozmiękczyć może, wozy jednak po nięj przechodzące, nie będą pozostawiać po sobie żadnych śladów, lub tak nieznaczne, że

same po przejściu następnych wozów nikną, i cała powierzchnia pozostaje ciągle gładką i jednostajną.

Najdogodniejszym narzędziem do zbierania błota z powierzchni drogi, jest graca, na długim osadzona trzonku. Grace bywają żelazne, lub drewniane. Żelazne dogodniejszymi są do zbierania błota gęstego, błoto rzadkie lepiej się zgarnia gracą drewnianą. Jeżeli błoto jest bardzo rzadkie, i stanowi masę płynną, z korzyścią zamiast gracy, można użyć miotły zwyczajnej.

§ 174.

Z tego cośmy dotąd powiedzieli, łatwo zauważyć można, jak ważną jest rzeczą, aby długość oddziałów drogi, pojedynczym dróżnikom powierzonych, nie była za wielką, lub za małą. Zbieranie kurzu i błota, jest wyłącznym obowiązkiem dróżników, jest to czynność nigdy zwłoki nie cierpiąca; opóźnienie często tu najszkodliwsze może za sobą pociągać skutki, i wielu bezwocnych stać się przyczyną wydatków. Z drugiej strony, zbyt małe oddziały, nie dają dróżnikom ciągłego zajęcia, i koszta utrzymania bezpotrzebnie powiększają. Długość więc ta, tak obliczoną być powinna, aby dróżnik w miarę powstającego kurzu lub błota, mógł go z powierzchni drogi usuwać; jeżeli jednak w skutku jakich nadzwyczajnych okoliczności, dróżnik w tej ciągłej pracy zalegnie, należy bez wahania dodać mu czasowo do pomocy przynajętych robotników, oszczędność bowiem pod tym względem, jest źle zrozumianą, i często staje się przyczyną daleko większych wydatków.

Samo staranne uprzątnięcie kurzu i błota, może czasami bez użycia innych środków złą drogę polepszyć, i do należytego przyprowadzić stanu. Jeżeli nasypka łatwo się rozjeżdża, to jest, jeżeli szaber w miejsce jednej spójnej powłoki, przedstawia się szczególnie podczas suszy, jako warstwa oddzielnych kamyków, nie połączonych z sobą zlepiszczem, pochodzi to najczęściej ze zbyt wielkiej ilości miazgi, w szabrze się znajdującego. Ciśnienie kół przechodzących po drodze, miał ten ciągle

na wierzch wydobywa, w postaci kurzu, a obficie jeszcze w postaci błota; jeżeli zatem ten nadmiar ciągle usuwanym będzie, przez oczyszczenie drogi, dojdzie się w końcu do właściwego stosunku w nasypce między kamykami i miałem, i wówczas droga nabrawszy potrzebną wytrzymałości, do dobrego zostanie doprowadzoną stanu.

§ 175.

Powolną pracę ręczną oczyszczania dróg z kurzu i błota, za pomocą gracy i miotły, starano się zastąpić rozmaitego pomysłu maszynami; miano tu na celu z jednej strony oszczędność, z drugiej przez możność pospieszniejszego działania, chciano w razie potrzeby, ułatwić jednoczesne prawie oczyszczanie znacznych przestrzeni. Maszyny tego rodzaju, w niektórych okolicznościach, mianoćwiec gdy idzie o szybkie dokonanie roboty, z korzyścią mogą być użyte; w wielkich *np.* miastach, gdzie przy zbyt ożywionym ruchu, zużywanie nasypki nadzwyczaj prędko następuje, często służba zwyczajna, nie jest w stanie obowiązkom swoim podoleć, zwłaszcza gdy na ludniejszych ulicach, nie w każdej porze dnia można roboty około drogi swobodnie dokonywać. W takich razach, użycie maszyn wszelkie usuwa trudności, i powinno jak najobszerniejsze znaleźć zastosowanie (a).

W zwyczajnych okolicznościach, ręczne oczyszczanie drogi jest korzystniejszym, wprawny i roztropny dróżnik, wie naprzód, gdzie potrzeba przy zamiataniu miotłą lub gracę mocniej nacisnąć, albo z lekką po powierzchni przesunąć; robota więc tym sposobem dokonywana, odznacza się dokładnością, a słabo

(a) W chwili gdy to piszemy, ulice warszawskie smutnym nam stają przed oczami obrazem: w lecie pokryte kilka calową warstwą kurzu, w jesieni i na wiosnę, zamieniają się w morze płynnego błota, tak, iż przejście z jednej strony ulicy na drugą, zupełnie niepodobnym się staje; nikt tu o oczyszczenie i uprzątnienie drogi się nie troszczy, lecz jeżeli wygoda przejeżdżających i przechodniów, już tu na żadną nie zasługuje uwagę, chociaż podług nas, jest to jedyny cel, dla którego się drogi sztuczne budują: to przynajmniej dobrze zrozumiany interes Kassy Miejskiej, do staranniejszego utrzymywania dróg bitych, nakłonićby powinien.

siedzące kamyki nie zostają przez zbyt gwałtowny nacisk z nasypki powyrywane. Inaczej się dzieje z maszynami: ich działanie musi być jednostajne, bezmyślne; nacisk więc w jednym miejscu zaledwie dostateczny, może być gdzieindziej szkodliwy, może wyrywać z nasypki cząstki jeszcze nie zużyte, i przez to samo przyspieszać zużycie pozostałych; nadto przy użyciu maszyn, uprzątnienie kurzu, lub błota, nigdy nie może być ściśle dokładnym, każda bowiem nierówność powierzchni chroni części przyległe, niżej położone od działania maszyny, błoto więc i kurz, w tych miejscach nietknięte pozostają.

Widzimy ztąd, iż używanie maszyn do czyszczenia dróg, powinno się ograniczać do wypadków, wielkiego wymagających pośpiechu; wówczas szybkość działania, wynagradza drobne niedogodności, i dozwala wykonać pracę, która bez tego środka, zaniedbaną byłoby musiała.

§ 176.

Dla obeznania czytelnika z maszynami do oczyszczania dróg używanymi, podajemy tu kilka pobieżnych opisów tego rodzaju przyrządów.

W niektórych okolicach Francyi używają do zgarniania błota z powierzchni dróg pewnego rodzaju taczki dwu kołowej, której rysunek na figurze 162 i 163 jest przedstawiony.

Widzimy tam na poprzecznej belce osadzonych za pomocą zawias, ośm oddzielnych grac. Sprężyna stalowa, do téjże samej belki przytwierdzona, naciska grace w ten sposób, iż w razie potrzeby, mogą się cokolwiek podnosić, lub opuszczać; urządzenie to ułatwia działanie grac, na niezupełnie gładkiej powierzchni, napotykając bowiem małe podwyższenie, graca się cokolwiek podnosi, gdy zaś na niższe miejsce przychodzi, sprężyna ją naciska i do zetknięcia z powierzchnią drogi na nowo zmusza. Górna część grac jest drewniana, dolna zaś z blachy żelaznej, przytwierdza się do pierwszój za pomocą śrub, i w razie zużycia odmienioną być może.

Podczas użycia taczki do zgarniania błota na drodze, robotnik prowadzący ją, podnosi końce dyszelków w górę tak, iż

kółka nie opierają się na ziemi, i całe narzędzie spoczywa na ostrzach grac. W tém położeniu ciągniona taczka, zgarnia błoto przed graczami napotykanę; chcąc zaś przerwać robotę, lub znaczną ilość zebranego błota na kupie pozostawić, należy końce dyszelków opuścić, kółka wówczas wesprą się na ziemi, a końce grac wzniosą do góry i powierzchni ziemi dotykać przestaną. Za pomocą podobnej taczki, może dwóch robotników przemieniając się co godzina, około pół wiorsty drogi z błota w ciągu dnia oczyścić.

Do zmiatania kurzu lub płynnego błota, używaną bywa taczka, na figurze 164 i 165 przedstawiona; nie damy szczegółowego opisu jój części, rysunek bowiem dostatecznie daje o nich wyobrażenie: nadmienić tu tylko należy, iż miotły tak powinny być osadzone, aby za pomocą stosownego przyrządu, dowolnie podwyższać je, lub zniżyć można było. Innę taczki do zmiatania kurzu i płynnego błota, rysunek przedstawiony jest na figurach 156, 157 i 158. Zaleca się ona lekkością i prostotą budowy, i przez najprostszego wiejskiego kołodzieja zbudowaną być może; dlatego téż, radzibyśmy widzieć ją wprowadzoną w użycie na naszych drogach bitych, których utrzymanie tak wiele dotąd do życzenia pozostawia.

Ograniczamy się na podanym powyżej opisie i rysunku trzech rodzajów taczek najprostszej budowy, do oczyszczania dróg z kurzu i błota służących; zdaje nam się, iż dostatecznym to będzie do dania ogólnego wyobrażenia o tego rodzaju przyrządach. Rozmaite zmiany i ulepszenia części składowych, wprowadzone tu być mogą; ztąd téż powstało wiele odmian, które na téj samej mniej więcej opierając się zasadzie, narzędzia te dogodniejszemi, lub odpowiedniejszemi okolicznościami miejscowym, i przyzwyczajeniom robotników, w danéj okolicy uczynić mogły: opisu jednak wszystkich tych odmian, podawać nie widzimy potrzeby, każdy bowiem inżynier, z tego rodzaju robotami cokolwiek obeznany, sam najstosowniejszy do danych okoliczności przyrząd obmyśleć sobie może; przejdziemy natomiast do opisu niektórych maszyn większych, do-tegoż samego użytku

przeznaczonych i poruszanych nie ręką robotników, lecz siłą koni.

§ 177.

W Paryżu do zgarniania błota na ulicach makademizowanych, używane są wielkie wozy dwu kołowe (fig. 169, 170 i 171). Grace osadzone tu są na ramie ukośnej EF , która za pomocą łańcucha dwoma końcami do pionowego walca przymocowanego, może być cokolwiek w górę podnoszona, lub opuszczana ku dołowi. W chwili gdy grace swą czynność mają zaczynać, woźnica siedzący na koźle A , nadaje stosowny obrót korbie B i rama opuszczona pozwala gracom zetknąć się z powierzchnią drogi.

W tém położeniu wóz ciągniony, zgarnia napotykanę przed gracami błoto. Chcąc przerwać czynność, nadaje się korbie obrót w stronę przeciwną, a rama w górę uniesiona, przerywa zetknięcie między gracami i powierzchnią drogi. Grace są drewniane, uzbrojone ostrzami żelaznemi; szczegółowe ich urządzenie, wskazuje figura 171.

W Londynie używany bywa wóz także dwu kołowy (fig. 172), za pomocą którego, błoto nietylko zgarniętém z powierzchni drogi, ale i wywiezioném odrazu być może. Łańcuch bez końca umieszczony z tyłu wozu, poruszany jest za pomocą zębów na jedném z kół wozu osadzonych; łańcuch ten utrzymuje małe miotłki, i porusza się równolegle do płaszczyzny, czyli ramy pochyłej AB . Tym sposobem obrót kół wozu, udziela się łańcuchowi, miotłki stykają się kolejno z powierzchnią drogi, zabierają pewną ilość błota, prowadzą je pod górę po płaszczyźnie pochyłej, i do skrzyni wozu wrzucają; zwracają się następnie ku dołowi, aby po zetknięciu się z powierzchnią drogi, też samą czynność na nowo rozpoczynać. Za pomocą stosownie urządzonej korby, można w każdej chwili przerwać związek między łańcuchem a zębami koła, obrót łańcucha wówczas ustaje, miotłki zostają bez ruchu, i cała maszyna w prosty wóz do wywożenia błota chwilowo się zamienia. Przyrząd ten, na błocie bardzo płynném, z korzyścią używać się daje

z téj téż przyczyny, dogodnym on jest w Londynie, gdzie codziennie obfite zlewanie ulic wodą, błoto je pokrywające w gęsty płyn zamienia.

Na tém zakończymy opis przyrządów do oczyszczania dróg służących, powtarzając raz jeszcze, iż zastosowanie ich w wielkich miastach, nadzwyczaj bywa dogodnym, i do utrzymania dróg w dobrym stanie, wiele dopomódz może.

§ 178.

Wspomniy tu jeszcze pobieżnie, o skrapianiu wodą ulic, w znaczniejszych miastach. Czynność ta równie dla utrzymania drogi w dobrym stanie, jak i dla dogodności podróźnych i mieszkańców miasta, jest konieczną; dopełnianą zaś powinna być sumiennie, nie dla czczej formalności, jak to w Warszawie zwykle ma miejsce, od tego bowiem zależy do pewnego przynajmniej stopnia, stan zdrowia ogromnej liczby ludzi.

Nie ulega dziś żadnej już wątpliwości, że niedbałe utrzymanie ulic w miastach, na stan zdrowia mieszkańców i ich śmiertelność, nadzwyczaj szkodliwy wpływ wywiera. Podczas suszy ulice makademizowane, kilka razy dziennie zlewane być powinny; w Paryżu za każdym skropieniem ulicy, rozlewa się około 1^{litr}, 25 wody, na 1^{metr} □ 00 powierzchni drogi. Wydatek roczny na skrapianie jednego metra kwadratowego drogi, wynosi w Paryżu około naszych 9 gr., w Londynie zaś przeszło 11 groszy.

W Paryżu do skrapiania ulic używane są beczki, podobne jak u nas w Warszawie, z lepiej jednak obmyślanym przyrządem, który kroplisty deszcz na około rozprasza; w Londynie, miejsce beczek zastępują skrzynie sześciennie, woźnica na koźle siedzący, może przyciśnieniem nogi otwierać, lub zamykać przyrząd wodę rozpraszający.

§ 179.

Pierwszą, najgłówniejszą zasadą, którą przy utrzymaniu drogi bezprzestannie należy mieć na uwadze, jest to: *aby powierzchnia całej szerokości w jednostajnym ciągle zachowywaną*

była stanie, aby jej jedna część nie była gładszą i wygodniejszą do przejazdu, od drugiej: w skutku czego wszystkie wozy po drodze przechodzące, zwracałyby się ku części wygodniejszej, mniej dogodną omijając. Główném staraniem być powinno, ujednostajnienie ruchu na całej szerokości drogi, inaczej bowiem części gładsze, dogodniejsze, prędzej zużywać się muszą, i droga nigdy do dobrego stanu doprowadzoną być nie może.

Za pomocą ciągłego uprzątania z powierzchni, błota i kurzu, można nadać drodze taką jednostajność, iż powierzchnia jej będzie wszędzie twardą i gładką; lecz szaber stanowiący nasypkę, pod tarcie kół powoli zużywać się będzie, tak dalece, iż po upływie lat kilku, lub kilkunastu, grubość pokładu do zbyt małych doprowadzona rozmiarów, nie będzie w stanie nacisku kół wytrzymać.

Doprowadzenie drogi do takiego stanu, największym jest błędem; wymaga bowiem zupełnego odbudowania, i staje się ogromnych wydatków przyczyną; za drugą więc zasadę przy utrzymaniu dróg położyć sobie należy, aby corocznie, z największą o ile można dokładnością, ilość materiału zużytego i w postaci kurzu, lub błota uprzątanego, zwracaną była drodze, przez dopełnianie częściowych nasypek świeżego szabru.

Uprzątanie kurzu i błota, jest czynnością żadnej nie cierpiącą zwłoki, i bezprzestannie w każdej porze roku powtarzaném być powinno. Inaczej rzecz się ma z dosypywaniem szabru, nasypka gładka i równa, przez zamiatanie w dobrym stanie utrzymana, może o parę cali swą grubość zmniejszyć, bez żadnej dla podróżujących niedogodności; można więc do sypania szabru wybierać czas, w którym czynność ta, najdogodniej dokonaną być może: najdogodniejszym zaś czasem, jest jesień, część zimy, gdy nie ma mrozów i początek wiosny, w ogóle pora dżdżysta i wilgotna, gdy nasypka rozmiękczona łatwiej łączyć się może z nowo dosypanym szabrem, który się w nią wgniata, i po krótkim przeciągu czasu, w jednolity zamienia pokład. Przeciwnie, szaber w czasie suchym dosypywany, napotyka powierzchnię twardą, z którą nie może połączyć się i spoić; większa też część jego pozostaje startą na miał, wprzód niżeli to połączenie na-

stąpi, w takim więc czasie, tylko w razie koniecznej potrzeby dosypywanie miejsce mieć powinno.

Droga, z której przez pewien przeciąg czasu starannie błoto i kurz uprzątanemi były, zachowuje w ogóle powierzchnię gładką, gdzieniegdzie tylko małe zakłębłości czyli doły, o powolném jój zużywaniu nasypki świadczyć będą. Pochodzą one z nierównego stopnia wytrzymałości kamienia na szaber użytego, i większego, lub mniejszego w danym punkcie nagromadzenia mialu i drobnych cząstek szabru przy pierwiastkowej budowie drogi, i t. p. Za nadejściem więc stosownej pory roku, przystąpić należy do zarównania tych zakłębłości. Zazwyczaj, nie są one zbyt rozległe, w żadnym jednak przypadku, szaber w jednym odrazu świeżo dosypanym kawałku, niepowinien większej zajmować przestrzeni, jak 1 sążeń szerokości, i 1, lub 1 $\frac{1}{2}$ sążnia długości. Przyczyna, dla której rozleglejszych dosypek unikać należy, jest następująca: Wozy napotykać mając świeżo dosypanego szabru przestrzeń, nie starają się jój unikać, i w rozmaitych przygniatają kierunkach; przeciwnie, znaczniejsza przestrzeń ostro sterczących kamieni, słusznie podróznego od siebie odstrasza: każdy więc stara się ją omijać, i *ruch, który powinien się jednostajnie po całej szerokości nasypki odbywać*, na jedną jój część się tylko ogranicza, ztąd téż ta część zbyt prędko zostaje zużyta, część zaś świeżo nasypana, bez żadnego pożytku spoczywa.

§ 180.

Zarównanie dołu wyjeżdżonego w nasypce, dokonywa się w sposób następujący:

Jeżeli na przestrzeni, którą dosypać się mającym szabrem pokryć zamierzamy, znajduje się błoto lub kurz, jak najstaranniej uprzątnać je należy; następnie, brzegi zakłębłości, lub nawet cały spód, powinny być za pomocą śpiczastój motyki, oskardu lub kilofa poruszone, poczem dopiero sypie się szaber, i tak go

się grabiami rozprowadza, aby najgrubsze kamyki znajdowały się ku środkowi, na brzegu zaś o ile można jak najmniejsze.

Wiadomo już z poprzedniego, że miał ze startych kamyków pochodzący, stanowi w nasypce zlepiszczce, pojedyncze kamyki w jedną łączący całość, szaber więc świeżo dosypany, dopóty w stały nie zamieni się pokład, dopóki pewna część kamyków nie zostanie na miał rozgniecioną. Dla uniknięcia bezpotrzebnej straty części szabru, oraz dla przyspieszenia utarcia świeżych dosypek, można sztucznie zastąpić owo zlepiszczce. Miał kamienny uprząta się z drogi w postaci kurzu i błota, można więc część jego użyć na nowo na drodze, jako zlepiszczce dla świeżych kamyków; w tym celu posypać należy rozciągnięty już szaber, takim uprzątnionym poprzednio z drogi miałem, ilość zaś jakiej użyć tu należy, wprawa łatwo wskazać powinna; zależy ona od stopnia twardości kamienia na szaber użytego.

W podobny sposób zapełniają się wszystkie zakłębłości, jakie na powierzchni drogi spostrzegać się dają. Są one nieregularnie po jednej, lub drugiej stronie drogi, lub na jej środku rozłożone. Z tego nieregularnego porozrzucania po powierzchni drogi miejsc świeżo nieujężdżonym pokrytych szabrem, wynika to, że wozy drogą przechodzące, bez ciągłego nadzwyczaj nurzącego zbaczania, wymijać ich nie mogą, i tym sposobem ruch po całej szerokości drogi jednostajnie się odbywa, co, jak już wiemy, w każdej chwili głównym utrzymującego drogę powinno być staraniem. Jeżeli jednak doły w nasypce zbyt są do siebie zbliżone, jeżeli znajduje się ich bardzo wiele, nie należy wszystkich jednocześnie szabrem zapełniać; ruch bowiem na drodze zostałyby zanadto utrudzony, i powtórzyłyby się wszystkie niedogodności, jakie od jednoczesnego sypania szabru na całej powierzchni drogi są nieodłączne. W takich więc razach wybrać należy doły głębsze, które równie dla dogodności przejeżdżających, jak i dla samej drogi, pospieszniejszego wymagają zarównania; uważać nadto potrzeba, aby rozłożenie tych dołów po powierzchni drogi, było nie-

jednostajne, aby większa ich część nie leżała po jednej stronie drogi, lub na jej środku; słowem wystrzegać się należy zwrócenia nieumiejętnym wyborem większej ilości wozów, na jedną którąkolwiek część nasypki. Rozsądek i wprawa nabyta doświadczeniem, powinny przewodniczyć dróżnikowi przy tego rodzaju czynności, zachowanie zaś powyżej przytoczonej ostrożności, jest tak ważnym, iż w razie gdyby dróżnik sam wybierając miejsca na dosypywanie, do powyższych przepisów dokładnie się nie zastosował, starszy dróżnik, lub konduktor spostrzegłszy błąd, powinien natychmiast zalecić uprzątnienie szabru w niewłaściwych miejscach rozsypanego, i przeniesienia go na punkta lepiej wyrażonym tu warunkom odpowiadające, dopilnować.

Czasami zamiast pozostawiania dosypów na utarciu kołami, ubija się je babami. Sposób taki niewątpliwie dogodniejszym jest dla podróżnych, przyczynia jednak wiele pracy; dla tej też przyczyny rzadko używanym bywa. W każdym razie na podosypywaniu szabru w doły na drodze powybijane, nie kończy się czynność dróżnika, przechodzące bowiem wozy, najstaranniej urownany szaber kołami rozrzuca, odtrącone na bok kamyki, będą bez pożytku dla drogi rozgniecione, a dół pozostanie nie zarównany. Czasami w świeżo nasypanym szabrze, pierwsze wozy wygniotą kolej, po której innym łatwiej już przechodzić, wszystkie więc w tym kierunku starają się postępować, przez co w miejsce dołu, powstają równie szkodliwe dla drogi koleje. Dla tychto przyczyn, po dokonaniu dosypek, droga przez pewien czas, pilniejszego niż poprzednio wymaga dozoru. Dróżnik bezprzestannie powinien rozrzucone kamyki na właściwe nagarniać miejsca, nie dopuszczając wybicia nowych dołów, lub wyrzynania kolej, równać szaber na dosypkach, w razie potrzeby nowe robić dosypki; słowem czuwać dopóty nad częścią drogi świeżemi wzbogaconą dosypkami, dopóki szaber w zupełności nie zostanie utarty, i z dawną nie połączy się nasypką.

§ 181.

Dosypki szabrowe mogą mieć cel dwojaki: chodzi tu tylko o zarównanie wybitych dołów, albo téż o zarównanie dołów, a zarazem o powiększenie grubości nasypki, do pewnego zużytej stopnia. W pierwszym razie grubość dosypek powinna być tylko taka, aby po utarciu szabru, wklęsłość na powierzchni drogi zarównaną została; w drugim daje się cokolwiek większa, odpowiednio do tego, o ile grubość nasypki powiększyć zamierzamy. W ostatnim przypadku po utarciu powstaje w miejscu gdzie się poprzednio dół znajdował, pewien rodzaj podwyższenia czyli garbu, co więcej koła wozów z większą z tego podwyższenia spadając prędkością, wkrótce na około nowe powybijają doły. Niedogodność ta jest jednak tylko chwilową, jeżeli bowiem chodzi o powiększenie grubości nasypki na całej drodze, natychmiast po utarciu pierwszych dosypek, przystąpić należy do robienia innych, w ten sam rozkładając je sposób, jak to już opisaliśmy poprzednio.

Tak postępując, można pięć lub sześć razy w ciągu jednej jesieni i zimy świeże robić dosypki, co zupełnie jest wystarczającym na podniesienie całej powierzchni drogi do żądanej wysokości. Mówimy tu o drogach, na których ruch jest bardzo ożywiony, i przez to ucieranie dosypek częściowych szybko następuje; na drogach bocznych, gdzie z powodu małego ruchu, dłuższego na to potrzeba czasu, całkowite podniesienie nasypki nie zawsze w ciągu jednego, da się osiągnąć roku.

§ 182.

Dla powiększenia grubości nasypki, w miejsce opisanych powyżej częściowych dosypek, niektórzy inżynierowie rozsypują szaber jednocześnie na znacznej przestrzeni, całą nim szerokość drogi pokrywając. Podobne postępowanie za najgorsze i najszkodliwsze uważaném być powinno. Z jednej strony, nie można nigdy drogi w ten sposób utrzymywanej, do dobrego doprowadzić stanu, z drugiej podróży narażeni są na konieczność przebywania z największym trudem, ze zniszczeniem swych wozów i zaprzęgów, ostremi kolcami najeżonej drogi. Przewoże-

nie ciężarów staje się uciążliwszém nieledwie, niż po zwykłych polowych drogach; słowem wszystkie korzyści, jakie na okolice a nawet na kraj cały z posiadania drogi sztucznej spływały, od razu w znacznej części znikają: lekkie bowiem powozy, pospiesznie po takiej drodze postępować nie mogą, a z odległych nawet stron kraju przyjeżdżający furmani, muszą mniejszy ładunek na swe wozy zabierać, zwykłego bowiem ciężaru po świeżej nasypce, przeprowadzić nie byłiby w stanie.

Przy takich niedogodnościach dla podróżnych, droga także nic nie zyskuje. Cięższe wozy trzymając się zwykle środka drogi, wkrótce zaczynają po sobie pozostawiać ślady; po tych śladach przytartych, inne wozy starają się postępować, gdyż im to już pewną ulgę przynosi: ztąd téż powstają pośrodku dwie głębokie koleje, po których przez długi czas cały ruch się odbywa, nim zwolna się rozszerzając, części utarte całej nie obejmą szerokości. Widoczną jest rzeczą, iż najprzód wyróżnione koleje, najbardziej zostają zużyte, i dlatego téż, nawet po zupełném utarciu drogi, pozostają one zazwyczaj widocznymi; prócz tego, wozy i konie w rozmaite strony rozrzucają kamyki, w niektórych więc miejscach nagromadza się ich więcej, w innych mniej, tam więc garby, tu doły pokazują się po utarciu. Słowem droga taka świeżo utarta, przedstawia wszelkie wady dróg zaniedbanych, i bezzwłocznie na nowo naprawioną być powinna.

Dla uniknięcia tych niedogodności, próbowano, w miejsce ciągłej nasypki, robić ją przerywaną, tojest na parę sążni wzdłuż, całą szerokość drogi pokryć świeżym szabrem, następnie mniej lub więcej znaczną zostawiwszy przerwę, takież sam pas świeżego rozrzucić szabru, i t. d. Tak przerywana nasypka, też same co i ciągła przedstawia niedogodności, wozy bowiem starają się trafiać w wygniecione od początku koleje, przerwy więc żadnej nie przynoszą korzyści.

§ 183.

Pomimo największej staranności i dozoru nad dróżnikami i robotnikami przy drodze pracującymi, zdarzyć się mogą niedokładności w ich pracy, a niedokładności te zazwyczaj bardzo

szkodliwe za sobą pociągają skutki; trzeba więc w takich razach jak najspieszniej starać się złemu zaradzić. Główne złe wynikać tu może z niestosownego wyboru miejsc na dosypki świeżego szabru. Powiedzieliśmy już powyżej, iż w takich razach szaber w niewłaściwym rozsypany miejscu, powinien być zebrany i na inne lepiej obrane przewieziony; zasada ta jak najogólniejsze winna znaleźć zastosowanie. Przypuśćmy *np.*, że droga źle z gęstego oczyszczona błota, przedstawia napozór powyrzynane koleje, które najczęściej po dokładnem zeszkrobaniu błota, zupełnie zniknąć, lub w bardzo mało znaczące ślady przemienić się mogą. Niedoświadczony dróżnik stara się zarównać je dosypaniem świeżego szabru, przez co cała część drogi, na której to ma miejsce, popsutąby została. Spostrzegłszy błąd podobny, należy natychmiast zalecić staranne zgarnienie błota, nawet ze stratą już rozsypanego szabru.

Jeżeli po uprzątnieniu błota, pozostaje kolej jeszcze dość głęboka, należy zupełnie ją zapełnić szabrem, z największą starannością tak, aby kamyki po nad powierzchnią drogi wcale nie wystawały. Jeśliby pomimo to, wozy upodobawszy sobie pewien kierunek, ciągle się takowego trzymały, należy wybrać stosownych kilka miejsc na dosypki, a niszcząc tym sposobem powody takiego wyłącznego upodobania, ruch na całej szerokości drogi ujednostajnić.

Czasami dróżnik spostrzegłszy, iż jedna strona drogi niższą jest od drugiej, pokrywa ją świeżym szabrem. Wszystkie wozy w takim razie wymijając dosypkę, po drugiej postępują stronie, a ponieważ gładka część drogi jest wazka, wszystkie więc koła jednym toczą się śladem; ztąd wkrótce powstają wyrżnięte koleje, nietylko naprzeciw świeżej dosypki, ale na znaczną w obie strony po za nią przedłużają się odległość. Błąd podobny jedynie za pomocą zebrania rozsypanego szabru, naprawiony być może, podwyższenie zaś części niższych drogi, otrzymuje się jak to już na inném powiedzieliśmy miejscu, przez stosownie umieszczone częściowe dosypki.

Niektórzy inżynierowie, chcąc zmusić wozy do przechodzenia po świeżo dokonanych dosypkach, lub zwrócić je na części drogi mniej zużyte, zalecają rozkładanie na drodze w stosownych miejscach wielkich kamieni, pojedynczo lub rzędami. Podobny środek za najniewłaściwszy uważać, i najmocniej potępiać go należy; z jednej bowiem strony, stawia się podróżnym naumyślnie wynalezione przeszkody, kiedy przeciwnie obowiązkiem jest, starać się o wszelkie pod tym względem ułatwienia, i rzeczywiście o ile możności usuwać zawady; z drugiej strony, postępuje się wbrew położonej na początku zasadzie, że ruch jednostajnie po całej szerokości drogi odbywać się powinien. Toż samo powiedzieć można o przepisach policyjno drogowych, jakie w niektórych krajach obowiązują. Mamy tu na myśli ograniczenia pod względem wagi ładunków, jakie na jeden wóz zabierać wolno; zakazy dla wozów ładownych przechodzenia po drodze w pewnych porach roku, np. w jesieni i t. p. Wszelkie podobne ograniczenia, zapominać się zdają o celu, na jaki droga zbudowaną została. Droga ma służyć dla wygody podróżnych, dla pożytku kraju i jego mieszkańców, celem jej ułatwienie przewozu towarów i komunikacyj pomiędzy odległymi punktami; jeżeli więc dobrowolnie stawiać zechcemy przeszkody ruchowi po drodze odbywać się mającemu, cel ten w zupełności osiągniętym nie zostanie. Przeciwnie, obowiązkiem zarządu dróg jest utrzymać w każdej porze roku drogę w takim stanie, aby wszelkim potrzebom i wymaganiom podróżnych, odpowiedzieć była w stanie. Nie podróżny winien, że ciężki jego wóz drogę nadwreżę, lecz ten, kto ją źle zbudował, lub niedbale utrzymuje. *Dobra droga, wszelkie ciężary bez uszczerbku znosić jest w stanie.*

§ 184.

Mówiliśmy dotąd o utrzymaniu dróg w dobrym będących w stanie, lub takich, których poprawienie żadnych nadzwyczajnych nie przedstawiało trudności; z kolei przechodzimy teraz do dróg zupełnie popsutych. Czasami widzieć można na drodze nasypkę zupełnie wzruszoną, kamienie na wpół z błotem, lub zie-

nią pomieszane, głębokie koleje przecinają aż do spodu cały pokład szabru: słowem czasami droga w takim znajduje się stanie, że przejazd po niej staje się niepodobnym, lub uciążliwym, niżeli po najgorszej drożynie polowej. W takich razach zazwyczaj naprawa bywa uznawaną jako nie możebna, i droga zupełnie na nowo się odbudowywa. Podobne postępowanie dowodzi nieznamomości rzeczy.

Zdanie nasze zdawać się może zbyt jednostronném, gdy powiemy, iż raz *zbudowana droga, bezwarunkowo nigdy rozbierną i nanowo odbudowywaną być nie powinna*; wyjąwszy przypadku, gdy dla jakich ważnych przyczyn nasypy pod nią znacznie podwyższone lub niżone, lub wreszcie kierunek jój zmieniony być musi. W jakimkolwiek będzie ona stanie, zawsze rozumne i staranne koło polepszenia jój zabiegi pomyślnym zostaną uwieńczone skutkiem, odbudowanie zaś z ogromnemi połączone jest kosztami, a przerywając zupełnie na pewnej części drogi komunikację, dotkliwie czuć się daje publiczności.

Mając poprawić w tak opłakany stanie zostającą drogę, zbadać najprzód należy przyczyny, które na jój zniszczenie wpłynąć mogły. W tym celu przekopać potrzeba w kilku miejscach cały pokład szabru, dla przekonania się o jego grubości i częściach składowych. Często bardzo w takich miejscach grubość nasypki nietylko dostateczną, lecz zbyt może być wielką; jeżeli bowiem droga oddawna w tém miejscu psuć się zaczęła, sypano ciągle na jój powierzchnię szaber bez dokładnego oczyszczania spodu. Na takiej podstawie oparte świeże dosypki, mieszały się z ziemią i dawném błotem; grubość więc pokładu rosła, a stan drogi szczególniej w porze dżdżystej, w niczém się nie polepszał.

W takim przypadku zacząć potrzeba od zebrania z powierzchni drogi, części szabru zupełnie ruchomego. Tym sposobem dojdzie się do powierzchni nie gładkiej, lecz cokolwiek przynajmniej twardszej, która wystawiona na działanie powietrza, i nacisków wozowych, wkrótce wygładzać się i coraz większej wytrzymałości nabierać zacznie. Jednocześnie należy w miejscach najślabszych, porobić częściowe dosypki, zachowując w tym wzglę-

dzie wszystkie powyżej podane przepisy, i czuwać z największą troskliwością nad dokładnym ich ucieraniem.

Nowe dosypki, tyle razy powtarzane, ile razy okaże się tego potrzeba, pokryją całą powierzchnię drogi świeżą warstwą zdrowego szabru, którego cząstki ściśle z sobą połączone, utworzą pokład gładki i jednolity, i dostateczną do zniesienia ciężaru kół opatrzony wytrzymałością. Grubość téj zdrowej warstwy może być nie wielką, czasem zaledwie dwa, lub trzy cale wynosi, spód pozostał zmieszany z ziemią, i wszystkie dawniejsze przedstawia wady, główne jednak złe, zostało już usuniętem, i jeżeli potrzeba, można powoli wiadomemi już sposobami, powiększać grubość zdrowej téj warstwy. Tym więc sposobem, droga bez przerwania na jeden nawet dzień komunikacyi, bez zniszczenia tego co dawniej zrobioném było, z niewielkim kosztem, doprowadzoną do należytego zostanie stanu.

Jeżeli po przekopaniu nasypki okaże się, iż przyczyną złego stanu drogi, jest zbyt mała grubość pokładu szabrowego, wówczas zaradzenie złemu, jeszcze łatwiejszém będzie. Częściowe dosypki, zaczynając je od miejsc najbardziej osłabionych, wkrótce nadadzą całemu pokładowi szabru dostateczną grubość i wytrzymałość.

Oprócz dwóch wymienionych przypadków, inne jeszcze przyczyny na zupełne popsucie drogi wpłynąć mogą. Jeżeli *np.* droga zbudowaną jest na gruncie gliniastym, jeżeli przytém powierzchnia nasypki nie jest utrzymywana w stanie ciągłej czystości, i nagromadzone na niej błoto, w ciągłej podczas pory dżdżystej utrzymuje ją w wilgoci, wówczas wilgoć ta przesiąka powoli przez całą grubość nasypki, a doszedłszy do gliniastego spodu, rozmiękcza go zupełnie, i czyni niezdołnym do stawienia oporu naciskowi kół, po nasypce przechodzących. Staranne uprzątnienie błota z powierzchni drogi, nawet z częściami już poruszonego szabru, i cząstkowe świeże dosypki, w zupełności w takich przypadkach złemu zaradzić mogą. — Po pewnym przeciągu czasu, wierzchnia warstwa stanie się twardą, gładką i nieprzepuszczalną, a woda deszczowa zamiast do spodu przesiąkać, po jój powierzchni do rowów spły-

wać będzie. Jeżeli droga zbudowaną jest na fundamencie brukowym, a przez długie użytkowanie, wierzchnia nasypka szabrowa zupełnie została zjeżdżoną, tak, iż kamienie fundamentu na powierzchni widzieć się dają, to i w takim razie częściowe dosypki, drogę do dobrego mogą doprowadzić stanu.

§ 185.

Utrzymanie dróg przez dosypki ogólne walcowane.

Drogi na których ruch jest nadzwyczaj ożywiony, np. ulice wielkich miast i t. p., z trudnością czasami utrzymać się dają w dobrym stanie, za pomocą częściowych dosypek, o których dotychczas mówiliśmy. Przyczyną tego jest to, iż więcej używa się tam szabru pod kołami ciągle przebiegających wozów, aniżeli go można w tymże samym czasie, za pomocą częściowych dosypek na drodze rozsypać. Ztąd droga ubożeje, pokład szabru staje się z każdym dniem cieńszy, i w końcu, zupełnym grozi zużyciem. W takich przypadkach, należy powierzchnię drogi ciąglem starannem uprzątanem kurzu i błota, utrzymywać gładką i twardą; jeżeli się pomimo to, jaki dół kołami wybije, małą tylko zapewnić go dosypką. Tym sposobem grubość nasypki ciągle zmniejszać się będzie, i gdy już dojdzie do tego stopnia, że dłuższe pozostawienie jej w tym stanie, do zupełnego doprowadziłoby zniszczenia, wtedy należy dokonać ogólną na całej drodze dosypkę dostatecznej grubości, i ustalić ją za pomocą walcowania.

Czynność ta odbywa się w ten sposób, iż naprzód sypie się szaber na jednej połowie szerokości, przez ten czas ruch odbywa się swobodnie po drugiej jeszcze nienaruszonej. Po ukończeniu roboty na pierwszej połowie, i dokładnem uwalcowaniu nawiezionego świeżo szabru, robota przenosi się na drugą połowę drogi, a publiczność pierwszą znowu ma do użytku zostawioną.

§ 186.

Niektórzy inżynierowie, zalecają zastosowanie tego sposobu utrzymania, do wszystkich dróg w ogólności. Chcąc iść za

ich radą, należy najprzód oznaczyć najmniejszą grubość nasypki do jakiej się doprowadzić drogę zamierza.

Przypuśćmy, iż nasypka na danej drodze, w właściwym jej stanie powinna mieć 10 cali grubości, że się jej na 1 cal corocznie zużywa. Jeżeli oznaczymy 5 cali, jako najmniejszą grubość, do której bez niebezpieczeństwa popsucia się drogę doprowadzić można, wówczas nasypka przez lat 5, bez dosypania szabru będzie mogła pozostać. Nie można jednak pozostawić przez ten czas całej drogi w tym stanie, kilka bowiem lat przeszłoby bezczynnie i bez wydatków, lecz w końcu jednocześnie na całej drodze roboty prowadzić i na jeden raz znaczne summy wydać, byłoby potrzeba. Należy więc rozdzielić drogę na pięć *np.* części równej długości, i co rok jedną z nich w powyżej wskazany odnowić sposób.

W przeciągu pierwszych czterech lat należałoby stosunkowo mniej grube robić dosypki, później zaś, wszedłszy już raz w właściwą kolęj, corocznie jednakowa ilość szabru byłaby zużywaną.

Dodać tu jeszcze należy, iż w takim sposobie utrzymania drogi, potrzeba powtarzać często dokładne niwellacye, w niektórych przynajmniej punktach, a zarazem przekopywać od czasu do czasu pokład szabrowy, a to aby w każdej chwili dokładnie zdać sobie można było sprawę, o grubości nasypki na każdej części drogi, i o stopniowem takowej zużywaniu. Sposób ten utrzymania, uderza swoją prostotą i zdaje się wszelkim odpowiadać warunkom, brak jednak dotąd porównawczych doświadczeń; nie można więc twierdzić z pewnością, iż korzystniejszym jest od zwykłego, częściowemi dosypkami zwracającego drodze utracone części. To jednak niezawodną jest rzeczą, iż zastosowanie powyższych przepisów do dróg bardzo uczęszczanych, może o wiele utrzymanie ich w dobrym stanie ułatwić.

§ 187.

Ilość szabru, na drogach zużywanego.

Powiedzieliśmy na początku niniejszego rozdziału, iż przy należytem utrzymaniu drogi, powinna jej corocznie być zwracana

w postaci świeżych dosypek ilość szabru zużytego, i usuniętego z powierzchni, pod postacią kurzu i błota. Dokładne ocenienie téj ilości, nie jest rzeczą łatwą; pomyłki jednak w tym względzie, bardzo szkodliwe za sobą pociągają muszą skutki. Jeżeli bowiem ocenimy zbyt nisko ilość zużywanego corocznie materiału, nasypka nie odbierając równoważnego za swe straty wynagrodzenia, powoli zmniejszać będzie swą grubość, i z czasem do zupełnego dojść może zniszczenia. Jeżeli przeciwnie, zbyt wielką ilość corocznie szabru rozsypywać będziemy po drodze, grubość nasypki wzrastać będzie, lecz ani droga, ani przejeżdżający po niej podróżni, żadnego ztąd zysku nie odniosą; wiemy już bowiem, że zbytnią grubość nasypki, dobroci drogi nie stanowi, bezużyteczne zaś szafowanie materiałem, prostém jest i niczém nieusprawiedliwioném marnotrawstwem grosza publicznego.

§ 188.

Obliczenie z matematyczną ścisłością ilości zużywanego corocznie na danéj drodze szabru, jest rzeczą niepodobną; chodzi więc tylko o pewne przybliżenie, które za pomocą sposobów poniżej podanych, osiągnąć zawsze można. Pierwszy sposób zależy na bardzo dokładném zdjęciu pewnej liczby profili poprzecznych drogi, i przekopaniu na każdym profilu w kilku miejscach nasypki. Jeżeli droga zbudowana jest na fundamencie brukowym, ocenienie grubości nasypki po jéj przekopaniu jest łatwiejszém; lecz gdy szaber na ziemi zwyczajnej spoczywa, nadzwyczaj trudno z dokładnością oznaczyć linię graniczną, nasypkę od ziemi oddzielającą; spodnie bowiem kamyki, pomieszane są z ziemią, i pewien rodzaj warstwy przejściowej stanowią; w takim więc razie, grubość nasypki tylko przybliżonym sposobem oznaczoną być może.

Po dokonaniu téj przedwstępnej czynności, zapisuje się z wielką ścisłością przez pewien przeciąg czasu, najlepiej przez rok cały, ilość szabru rozsyanego na części drogi doświadczeniu poddanéj. Po upływie tego czasu, na nowo się w tych samych miejscach zdejmuje profile, i nowe się robi przekopy. Je-

żeli grubość nasypki okaże się taż sama co poprzednio, ilość rozsypanego szabru była właściwą; jeżeli grubość się zmniejszyła, zamało: jeżeli się zaś powiększyła, zanadto szabru rozsypano.

Obliczenie o ile zanadto lub zamało szabru zostało użytego, żadnej już nie ulega trudności. W pierwszym razie należy od późniejszej wynalezionej większej grubości nasypki, odjąć dawniej otrzymaną mniejszą; w drugim przypadku przeciwnie. Tym sposobem otrzymawszy grubość warstwy, o którą się nasypka powiększyła lub zmniejszyła, znając przytém szerokość drogi i długość części doświadczeniu poddanej, łatwo bryłowatość całej rozpoznawanej warstwy obliczyć. Zwrócić tu jednak należy uwagę, iż szaber w pryzmach mierzony, zawiera wiele próżnego miejsca, zawartego pomiędzy wspierającemi się wzajemnie na sobie kamykami; przeciwnie szaber w pokładzie nasypki jest już ubity, a objętość jego mniej więcej w stosunku jak 10 do 7 się zmniejszyła: chcąc więc z obliczonej bryłowatości warstwy nasypki dojść ilości użytego nań szabru, potrzeba wypadek w wskazanym powyżej powiększyć stosunku. Widoczną jest rzeczą, iż sposób ten obliczania zużytego szabru, dalekim jest od dokładności, dlatego téż zastosować go można jedynie na drogach bardzo uczęszczanych, gdzie zużywanie prędko następuje, i znaczne w przeciągu roku przedstawia różnice.

Drugi sposób polega na mierzeniu bezpośredniem miału bądź jako błoto, bądź jako kurz z drogi uprzątanego; sposób ten daje zazwyczaj wypadki dokładniejsze. Jeżeli za pomocą tego sposobu, zechcemy ocenić ilość zużytego szabru na danej drodze, wybiera się część jej $\frac{1}{4}$, lub $\frac{1}{2}$ wiorsty wynoszącą i na téj części doświadczenie z całą ścisłością przeprowadza. Oddział drogi doświadczeniu poddany, powinien, jeżeli można, być poziomy, na pochyłościach bowiem, wody gwałtownie spadających deszczów splukują powierzchnię nasypki, i miał na niéj się znajdujący unoszą. Unikać przytém należy, aby w bliskości tego oddziału, do drogi bitéj nie dochodziły drogi boczne polowe, koła bowiem wozów, z dróg takich na nasykę przynoszą ziemię i błoto, które

z miałem szabrowym pomieszane, ilość jego powiększałyby musiało. Tak obraną część drogi przed zaczęciem doświadczeń, oczyścić starannie należy z kurzu i błota; od téj chwili przez cały czas trwania próby, zapisuje się z największą ścisłością ilość zbieranego z niéj miału, w postaci błota i kurzu. Miał ten usypuje się w pryzmy, jak szaber i tym mierzy sposobem. Ilość jednak uprzątnionego z drogi miału, nie dozwala od razu ocenić ilości zużytego szabru, stosunek bowiem objętości szabru i miału jest zmienny i zależy od rodzaju na szaber użytego kamienia. Potrzeba więc za pomocą kilkakrotnie powtarzanego ważenia, poznać ciężar *np.* sążnia sześciennego miału, a porównawszy go z ciężarem takiegoż sążnia szabru, łatwo już obliczyć będzie ilość zużytego podczas doświadczenia materyału.

§ 189.

Doświadczenia powyżéj opisane, dozwalają z pewném przy najmniej przybliżeniem obliczyć ilość zużywanego corocznie szabru na danéj drodze; z prób jednak takich, żadnego stanowczego nie można wyprowadzić wniosku odnośnie do dróg innych, w odmiennych znajdujących się okolicznościach, a nawet odnośnie do innych części odleglejszych téjże saméj drogi, gdzie ruch więcéj, albo téż mniej może być ożywiony, lub inny kamień na szaber jest używany. Dla uogólnienia wypadków, za pomocą takich doświadczeń otrzymywanych, potrzeba się oprzeć na jakiejś jednostce porównawczéj, któraby je do każdéj miejscowości zastosować pozwoliła.

Zużywanie szabru na drodze, jest proporcjonalném do wielkości ruchu, jaki się na téjże odbywa drodze; odwrotnie zaś proporcjonalném do wytrzymałości kamienia na szaber użytego: potrzeba zatem najprzód ocenić wielkość ruchu. Tu znowu nowe przedstawiają się trudności:

Każda droga przebieganą bywa przez wozy ładowne, wolnym ciągnione krokiem, przez lekkie powozy szybko się przesuwające, przez konie wreszcie i inne zwierzęta luzem po drodze przeprowadzane. Wszystko to lecz nie w jednakowym stopniu, przyczynia się do zużywania nasypki. Doświadczenia wykaza-

ły, iż wozy ciężkie, najszkodliwszy na drogę wpływ wywierają; szkodliwość jednak ta, nie wzrasta w stosunku wielkości ciężaru. Tak np., jeden wóz 8000 kilogramów obciążony, mniej daleko na drodze zużywa szabru, aniżeli ośm wozów, z których każdy 1000 kilogramów ma ładunku. Zważywszy trudność obliczenia dokładnego, w jakim stosunku każdy wóz, lub zwierzę po drodze przechodzące, do jej zniszczenia się przyczynia, zgodzono się na następującą zasadę:

Za jednostkę porównawczą przy ocenieniu ruchu, służyć będzie 100 koni w zaprzęgu po drodze przechodzących; każdy koń zaprzężony do wozu ciężarem obciążonego, liczy się za 1, koń w wozie lekkim postępujący za $\frac{1}{3}$, luzem zaś za $\frac{1}{10}$, lub wcale może być nie liczony.

Dla oznaczenia na téj zasadzie przecięciowo ilości koni zaprzęgowych, codziennie drogę przebiegających, obiera się kilka lub kilkanaście dni z rzędu. W ciągu tych dni kilku, nieodstępny dostrzegacz, zapisuje wszystkie wozy i konie w danym punkcie po drodze przechodzące, a średnia tych obliczeń, wskaże wielkość ruchu każdodziennego.

Jeżeli na pewnej części drogi dokonane zostały doświadczenia, ilość zużywanego corocznie szabru na wiorstę np. ocenić pozwalające; jeżeli następnie w sposób powyżej wskazany, ilość koni codziennie po tejże drodze przechodzących obliczoną zostanie, należy pierwszą z tych ilości podzielić przez liczbę setek koni, a otrzymany wypadek wskaże ilość szabru zużywanego na drodze na jedną wiorstę i ruch sto-konny. Sto koni służy nam więc za jednostkę porównawczą, i jeżeli przez przybliżenie ocenić zechcemy ilość szabru tego samego gatunku na innej drodze, gdzie ruch jest więcej, lub mniej aniżeli na pierwszej ożywiony, należy tylko za pomocą wyżej podanego sposobu, obliczyć ilość koni po owej drodze przechodzących, a następnie liczbę setek rozmnożyć przez ilość zużywanego rocznie szabru na każde sto koni dziennie po drodze przechodzących przypadającą.

Ocenienie stopnia wytrzymałości kamienia na szaber użytego, jeszcze większej ulega trudności. Różnice mogą tu zachodzić zna-

czne, bywają bowiem kamienie, które dwa razy prędziej od innych się zużywają; dla każdego więc gatunku kamienia, osobne trzeba by przeprowadzić doświadczenie. Za jednostkę porównawczą posłużyć tu może, podobnie jak w poprzednim przykładzie 100 koni dziennie z ciężarem po drodze przechodzących; stopień więc wytrzymałości kamienia oznaczy ilość szabru rocznie przez sto koni zużywanego.

Wszystkim wskazanym powyżej obliczeniom, słusznie brak matematycznej dokładności zarzucić można; opierają się one bowiem na zmuđnych doświadczeniach, których w innych krajach nie wiele, a u nas wcale dotąd nie robiono. Ważny to jednak przedmiot, i przy coraz bardziej wzrastającej w kraju liczbie dróg bitych, prawdziwą usługę oddaliby ci inżynierowie, którzyby na powierzonych im do utrzymania częściach drogi podobne doświadczenia sumiennie przeprowadzić zechcieli. Najłatwiej i z największym skutkiem zajęłoby się tém mogło istniejące obecnie towarzystwo, które obowiązek utrzymania dróg głównych na siebie przyjęło.

§ 190.

Na zakończenie tego wszystkiego cośmy dotąd o utrzymaniu dróg bitych powiedzieli, postaramy się wypadki naszych rozumowań, w matematyczną ująć formułę. Oznaczmy zatem przez:

m Ilość zużywanego rocznie szabru na wiorstę i ruch stulkonny.

R Wielkość ruchu, to jest ilość setek koni dziennie po drodze przechodzących.

L Całkowitą długość drogi.

u Liczbę dni potrzebnych na rozsypanie na drodze jednego sążnia kubicznego szabru, i dopilnowanie, aby tenże dokładnie został utartym.

W takim razie *m R* oznaczy ilość szabru, na wiorstę w ciągu roku potrzebnego, a *m L R* całą ilość szabru na drodze użyć się mającego. *m L R u* wreszcie, wyrazi liczbę wszystkich dni na rozsypanie szabru i starania koło utarcia się takowego potrzebnych.

Oznaczmy nadto przez D liczbę sążni sześciennych kamienia jaką chcemy aby dróżnicy w ciągu roku potłukli, a przez d liczbę dni potrzebnych na potłuczenie jednego sążnia sześciennego kamienia. Całkowita liczba dni do tłuczenia użyć się mających wyrażoną będzie przez Dd . Dodając ilość tę do wynalezioną poprzednio, $mLRu + Dd$ oznaczy ilość wszelkich dni roboczych, na drodze w ciągu roku potrzebnych. Liczbę dróżników na drodze użyć się mających, nazwijmy x . Jeżeli wszelkie roboty przez samych dróżników mają być wykonywane, ich liczba wynalezioną być może z następującego równania:

$$Dd + mLRu = 300x$$

gdzie 300 oznacza liczbę dni roboczych w roku.

Znając długość drogi i liczbę potrzebnych do obsłużenia jój dróżników, łatwo długość oddziałów pojedynczym dróżnikom powierzyć się mających obrachować. Jeżeli do tłuczenia kamieni i rozsypywania szabru oprócz dróżników, chcemy użyć najmowanych dziennie robotników, wówczas oznaczywszy przez $\frac{1}{a}$ stosunek liczby dni najemnych do ilości dni dróżniczych, formuła powyższa następujący kształt przybierze:

$$Dd + mLRu \left(1 - \frac{1}{a} \right) = 300x$$

W powyższym wzorze niema wyrażenia, któreby czas potrzebny na uprzątanie drogi z kurzu i błota i naprawę skarp, rowów i t. d. oznaczało, łatwo jednak niedostatkowi temu zaradzić. Roboty tego rodzaju w każdym roku, mniej więcej, jednakową ilość czasu zabierają, która do wzoru jako ilość stała dodatnia, a na poprzedniem doświadczeniu oparta, wprowadzoną być może.

ROZDZIAŁ II.

UTRZYMANIE DRÓG SMOŁOWCOWYCH.

§ 191.

Drogi i chodniki smołowcowe dopóki w dobrym zostają stanie, żadnych około swego utrzymania nie wymagają starań; idzie

więc tutaj nie tyle o dozór uszkodzeniom zapobiegający, jak raczej o jak najprędszą każdego uszkodzenia naprawę.

Dwa są sposoby naprawiania uszkodzeń w smołowcu: na gorąco i na zimno. Pierwszy polega na staranném oczyszczeniu części nadwierzonych z błota i nieczystości, odłupaniu przyległych cząstek już naruszonych, lub łatwo uszkodzić się mogących, i wypełnieniu powstałych ztąd szpar, lub dziur gorącą masą smołowcową, której skład podaliśmy, mówiąc o budowaniu dróg tego rodzaju. Sposób ten rzadko kiedy korzystne daje wypadki, naprawiona bowiem powierzchnia, zwykle staje się niegładką a masa smołowcowa w rozmaitych czasach przygotowywana, niejednostajny stopień wytrzymałości posiada, i niejednostajność ta, nowych częstokroć uszkodzeń stać się może przyczyną.

Największą wadą tego rodzaju naprawek jest to, iż masa świeża nie łączy się dokładnie z dawną, i zdarza się że po pewnym przeciągu czasu, nowe łaty zupełnie się od dawnego pokładu oddzielają; z tém wszystkiem, jeżeli uszkodzenia są głębokie, użycie tego sposobu staje się konieczném, i byleby wszelkie możliwe ostrożności przy robocie zachowane zostały, dobrego skutku spodziewać się można.

§ 192.

Sposób naprawiania uszkodzeń w smołowcu na zimno, jest następujący:

Powierzchnię przeznaczoną do naprawy, oczyszcza się starannie i pociąga pędzlem maczanym w płynie, złożonym z trzech części smoły drzewnej oczyszczonej, i jednej części smoły mineralnej. Na tak rozciągniętą świeżą, nie zaschłą jeszcze smołę, sypie się asfalt sproszkowany i rozprowadza po niej miotłą dopóty, dopóki tyle proszku się nie przylepi, ile go smoła utrzymać może. Wszystko to posypuje się w końcu piaskiem gruboziarnistym, który w części nogami przechodniów, lub kołami wozów, zostaje w niezupełnie jeszcze stężałą masę wgnieciony. Resztę piasku, która nie złączyła się ze smołowcem, po pewnym przeciągu czasu uprzątnąć należy.

Asfalt do tego użytku powinien być mielony, proszkowanie bowiem kamienia na ogniu, odbiera mu znaczną ilość części smolnych. Jeżeli powierzchnia naprawianego pokładu smołowcowego, bardzo jest niegładką, i głębokie przedstawia uszkodzenia, w miejsce proszku, użyć można asfaltu w bardzo drobne potłuczonego kawałki, albo na wpol proszek z kawałkami pomieszać.

Roboty tego rodzaju, wymagają pięknej i ciągłej pogody. Cienka warstwa smołowcu po powierzchni rozproszona, łączy się jak najściślej z dawnym pokładem, i to właściwie stanowi wyższość opisywanego tu sposobu: ale głębokie uszkodzenia, na zimno naprawionemi być nie mogą, grubość bowiem całej tak rozciągniętej warstwy, najwięcej 2, lub 3 millimetry wynosić może; ażeby więc korzystnie sposób ten mógł być zastosowanym, należy niedopuszczać wielkich uszkodzeń, i w samym początku starać się złemu zaradzać. Jeżeli wreszcie pokład smołowcowy na drodze, lub chodniku, znacznie zostanie nadwężonym, w miejsce cząstkowych naprawek, korzystniej będzie cały na nowo przerobić, zużywając części starej masy, która roztopiona i z świeżą zmieszana, powtórnie może być użyta.

R O Z D Z I A Ł III.

UTRZYMANIE DRÓG BRUKOWANYCH.

§ 193.

Uszkodzenia w bruku, w rozmaity sposób objawiać się mogą. Czasami pojedyncze kamienie rozkruszone lub splekane, czasami mniej, lub więcej obszerne zakłębnięcia powierzchni, naprawy wymagają; gdzieindziej znowu zaokrąglenie i zbytnie wyslizganie wszystkich, lub pewnej części kamieni, o zużywaniu się bruku zaświadcza. W pierwszych dwóch przypadkach cząstkowe naprawy, w trzecim ogólne przełożenie bruku staje się koniecznym; naprzód więc o częściowych naprawkach, następnie

o przekładaniu bruku mówić nam wypada. Naprawy cząstkowe polegają na wyjęciu z bruku kamieni nadpsutych, lub zanadto w ziemię wgniecionych; pierwsze, powinny być świeżemi zastąpione, drugie mogą być na nowo w témże samém użyte miejscu.

W bruku kostkowym starannie wykonanym, wyjęcie pierwszego kamienia nie jest rzeczą łatwą. Używa się do tego drąga żelaznego ostro zakończonego, którym się kamień do wyjęcia przeznaczony podważa. Pomimo zachowania przy téj robocie ostrożności, często pierwszy kamień z pomiędzy innych wydobywany, uszkodzonym, a nawet całkiem rozbitym być musi; wydobywanie jednak następnych, żadnej już nie ulega trudności: pod jedném założeniem drąga, każdy kamień ustąpić musi.

Piasek który wypełniał stosugi między kamieniami, równie jak wierzchnia warstwa piasku na podsypkę użytego, po pewnym przeciągu czasu skutkiem przepływania nieczystej wody, zamienia się w błoto, lub cuchnącą masę, cząstkami organicznemi przepełnioną; poruszywszy zatem bruk i usunąwszy kamienie z miejsca na którym spoczywały, należy część piasku, która przez zanieczyszczenie straciła właściwe sobie przymioty, odrzucić, i na nowo podsypkę uzupełnić. Przy téj czynności, takiej tylko grubości warstwę piasku zebrać się powinno z podsypki, jaka rzeczywiście zanieczyszczoną została, co po kolorze łatwo rozpoznać można. Poruszanie podsypki aż do dna, powiększa koszt, a nadto szkodliwem jest dla bruku, piasek bowiem jakkolwiek nie wiele, ugniata się jednak powoli do pewnego stopnia; jeżeli zatem w pośrodku bruku wspartego na uleżałej już podsypce, część nowo przerabianą wesprzemy na świeżym piasku, ta część z początku na jednym zresztą bruku znajdując się poziomie, powoli osiadać zacznie, i nowe utworzy zakłębienie.

§ 194.

Po uzupełnieniu świeżym piaskiem podsypki, do ułożenia na nowo bruku przystąpić można. Czynność ta tém się tylko od układania zupełnie nowego bruku różni, iż trzeba się starać,

o zgodzenie na nowo układanych rzędów z dawnymi, potrzeba uważać, aby stosugi na te same gdzie były dawniej przypadały miejsca i podług wskazanych już przepisów, wzajemnie się z sobą krzyżowały.

Kamienie brukowe nie są zwykle wszystkie dokładnie jednakowych wymiarów, nie zawsze przytém można tak robotę urządzić, aby każdy kamień na dawniej zajmowane miejsce nentrafił; ztąd téż wynika często potrzeba, obrabiania na nowo zbyt wielkich, lub zastąpienia zamałych nowemi. Zwykle nie o wielkie tu chodzi różnice, i kilka cięć dłuta albo uderzeń młotka, żądane kamieniowi nadać może wymiary; robota jednak tego rodzaju, wykonywana przez brukarzy, z ciosaniem kamieni nie obeznanych, jest niedokładną, dlatego téż ile możności unikać jój, i o dobieranie w ten sposób kamieni starać się należy, aby bez dodatkowych obróbek obejść się można było.

Przy przekładaniu bruku zwracać także na to należy uwagę, aby ściany kamieni zużyte i zaokrąglone, na nowo na wierzch się nie dostawały. Okoliczność ta, nowój częstokroć staje się przyczyną trudności. Ściana zaokrąglona, po obróceniu jój na spód, złą staje się podstawą, kamień łatwo się pod naciskiem w jedną lub drugą stronę pochyla, i w końcu zupełnie staje się ruchomym. Obrócenie powierzchni zużytej tak, aby jedną z ścian bocznych graniastosłupa stanowiła, często także trudności usuwa, i staje się przyczyną zbyt szerokich stosug, których jak wiadomo wystrzegać się należy. W takim przypadku obrobienie na nowo ściany zużytej, jest zazwyczaj koniecznym, czasami jednak wystarcza obrócenie kamienia w ten sposób, aby ściany położone poprzednio w kierunku długości drogi, zwrócić w kierunku jój szerokości. Stosugi podłużne, więcej od poprzecznych na działanie kół są wystawione, i prędszemu ulegają zużyciu, przez zastąpienie więc krawędzi bardziej zużytych mniej nadwężonemi, złe jeśli nie zupełnie usunięte, do pewnego przynajmniej stopnia zmniejszonym zostaje.

Gdy chodzi tylko o podniesienie zakłęśniętego na pewnej przestrzeni bruku, kamienie na samym brzegu zakłęśnięcia po-

łożone, mogą w miejscu pozostać, przed zaczęciem tylko układania na nowo, brukarz każdy pozostały kamień potrzebujący podniesienia podważa młotkiem, i świeżego w miarę potrzeby nagarnia poden piasku. Po ułożeniu na nowo wszystkich kamieni, cała powierzchnia ubija się ręczną drewnianą babą; kamień któryby podczas téj czynności został rozbitym, natychmiast innym musi być zastąpiony, zanadto zaś zapadający należy wydobyć, a podsypawszy w miarę potrzeby piasku, na témże samém osadzić miejscu. Podczas ubijania, piasek wypełniający stosugi otrząsa się, potrzeba więc ubytek na nowo zastąpić. W końcu cała powierzchnia świeżo przełożonego bruku, pokrywa się na czas niejaki cienką warstwą piasku.

Dodać tu należy, iż przy podobnych cząstkowych naprawach, kamienie niezdatne o ile możności nie nowemi, lecz użytymi już do pewnego stopnia zastępować należy. W tym celu, przy ogólném przekładaniu bruku, o którym niżej mówić będziemy, zachowuje się zwykle pewna ilość zdatnych jeszcze do użytku kamieni, a utworzony tym sposobem zapas, dostarcza do cząstkowych naprawek materyału. W razie więc tylko koniecznej potrzeby, nowe kamienie do naprawy starego bruku używane być powinny.

§ 195.

Powyżej opisany sposób dokonywania cząstkowych naprawek bruku, połączony jest z pewnemi niedogodnościami. Niektóre kamienie ulegają tu zniszczeniu, inne nie natrafwszy na dawniej zajmowane miejsce, nie posiadają odpowiednich wymiarów, i użytymi być nie mogą. W jednym i drugim razie, albo zupełnie nowemi kamieniami, albo z innego bruku pochodzącemi, ubytek zastępować potrzeba i przez to koszt się naprawy powiększa, zresztą mieszanie nowych kamieni ze starymi, jest prostą stratą. Bruk powoli się zużywa, i składające go kamienie, po odwróceniu ich w różne strony, w końcu do tego ścierają się stopnia, iż je albo na nowo obciosać, albo nowemi zastąpić potrzeba; kamienie od samego początku w bruku umieszczone, mniej więcéj wszystkie jednocześnie się zużywają, lecz

nowe później przydane, mogłyby służyć przez długi czas, gdy dawniejsze koniecznie już odmienić wypada: przy ogólném jednak odnowieniu bruku, trudno wybierać małą ilość lepszych: wszystkie więc razem nowo obrobione, lub odrzucone zostają.

§ 196.

Czasami, zwłaszcza gdy bruk cokolwiek szersze ma stosugi, można przy naprawianiu zakłęśłości, strat powyżej opisanych uniknąć, przez użycie następującego sposobu:

Stosugi kamieni zbitym i zanieczyszczonym wypełnione piaskiem, należy starannie wyskrobać, następnie brukarz podważa drążkami żelaznymi, z dwóch stron jednocześnie każdy kamień, i tym sposobem na parę cali w górę go unosi, a utrzymując go w tém położeniu, nagarnia nogą świeży piasek, który przez wypróżnione stosugi dostaje się na spód kamienia, i na nowo osiadać mu nie dozwala. Po podniesieniu w ten sposób wszystkich zapadłych kamieni, rozsypuje się po wierzchu warstwę piasku, wypełnia się nim stosugi, a w końcu ubija się całą świeżo poruszoną powierzchnię.

Sposób ten, jak to już powiedzieliśmy poprzednio, tylko na bruku o szerokich stosugach korzystnie użytym być może; jest on znacznie oszczędniejszym, ód opisanego powyżej zupełnego przekładania bruku; lecz służyć tylko może do podniesienia części zakłęśniętych, a zatem wtenczas tylko używać go można, jeśli bruk innéj jak podniesienia nie wymaga naprawy.

§ 197.

Jeżeli bruk do tego stopnia jest uszkodzony, iż za pomocą opisanych powyżej cząstkowych naprawek, do właściwego nie może być doprowadzony stanu, przystąpić należy do ogólnego przełożenia. Przyczyną zmuszającą do użycia tego środka, jest najczęściej ogólne wygładzenie i pozaokrąglenie wierzchnich ścian kamieni. Bruk w takim stanie nadzwyczaj staje się niedogodnym, wozy doświadczają na nim nieledwie większych wstrząśnień jak na zwykłym, z okrągłego polowego kamienia układanym, a konie na wygładzonej powierzchni bezustannie śli-

zgać się muszą: złe tu jest ogólném, ogólnéj zatem wymaga naprawy.

Przy przekładaniu bruku, roboty w następujący prowadzić się powinny sposób:

Po wydobyciu wszystkich kamieni z bruku, do przebrania ich przystąpić należy. Wszystkie kamienie nadwężone, spękane, lub rozkruszone, najprzód odrzuconemi być powinny. Następnie wybiera się takie, które przez użycie stały się zbyt małemi, lub kształty zanadto przybrały nieregularne; z tych ostatnich lepsze, służyć mogą do cząstkowych w razie potrzeby naprawek, jak to już w właściwém powiedzieliśmy miejscu. Ubytek przez podobne wybrakowanie powstający, zapełnia się nowemi kamieniami.

Podsypka piaskowa powinna w części zostać odnowioną. Tak jak przy cząstkowych naprawach, zebrać tu należy wierzchnią tylko warstwę piasku, spodniej wcale nie naruszając. Jeżeli jednak podsypka w całej swéj grubości przesiąkniętą nieczystościami została, zupełnie ją odnowić wypada. Po uzupełnieniu świeżą warstwą piasku staréj podsypki, lub zupełném jéj odnowieniu, przystępuje się do ułożenia na nowo bruku.

Znane już przepisy znajdują tu zupełne zastosowanie, z tym dodatkiem, iż kamienie nowe nie powinny być bez porządku ze starymi mieszane: lepiej przegradzać nowemi rzędy starych kamieni, lub po kilka rzędów jednych i drugich obok siebie układać.

Kamienie stare powinny świeżemi, nie użytymi ścianami na wierzch być odwracane; często przy podobném odwracaniu, okazuje się potrzeba obrobienia na nowo niektórych kamieni: téj ostateczności jednak, równie jak przy cząstkowych naprawach unikać się tu powinno, obrabianie bowiem dorywcze, przez ludzi nieumiejętnych dokonywane, psuje najczęściej kamienie, na dłużej jeszcze czas do użytku zdadne.

§ 198.

Wyliczone powyżej przepisy utrzymywania bruków kostkowych, jakkolwiek zwykle dotąd wykonywane, licznym jednak

ulegają zarzutom; najważniejszy zaś z nich jest ten, iż bruk przekładany, po odwróceniu kamieni innemi ścianami na wierzch, najczęściej gorszym i mniej wytrzymałym jest od nowego. Z téj to przyczyny, w krajach gdzie tego rodzaju bruki bardziej niż u nas są rozpowszechnione, zaczęto od niejakiemu czasu myśleć o zaprowadzeniu pod tym względem porządku, na bardziej rozumowych opartego zasadach.

Bruk przekładany dlatego gorszym jest od nowego, że ściany kamieni zużyte, i na spód obrócone, najczęściej złą stanowią podstawę, obrócone zaś na boki, zbyt szerokie tworzą stosugi; uznano więc za właściwe, aby ile razy do przekładania bruku przystąpić będzie potrzeba, wszystkie składające go kamienie jednocześnie podług pewnych stałych przepisów obrabianemi były. Tym sposobem bruk przekładany, w niczemby nowemu nie ustępował, stopniowo tylko zmniejszałyby się wymiary obrabianych przy każdym przełożeniu kamieni.

Przypuśćmy *np.*, iż mamy do utrzymania 60 wiorst bruku kostkowego, z kamieni sześciennych 10 calowych złożonego. Bruk dobrze ułożony z małemi cząstkowymi naprawkami, może przez lat 10 w miejscu pozostać, po upływie zaś tego czasu musi być przełożony; w przykładzie więc przytoczonym, po zaprowadzeniu pewnego porządku, corocznie 6 wiorst przekładaćby potrzeba.

Dziesięcio-letnie użycie bruku, ściera krawędzie kamieni mniej więcej na 1 cal grubości, ściany więc zużyte na nowo obrobiwszy, mielibyśmy kamienie z dwoma wymiarami 10-cio, a trzecim 9-cio calowym. Jeżeli po upływie drugich lat dziesięciu, taż sama część bruku przełożoną ma zostać, po obrobieniu otrzymamy kamienie o dwóch wymiarach dziewięć i jednym dziesięć calowym. Po trzecich latach dziesięciu, wszystkie wymiary do 9 cali umniejszonymi zostaną i t. d. Jeżeli nadto po zaprowadzeniu pewnego porządku, corocznie 1 wiorstę czyli $\frac{1}{6}$ przekładanej przestrzeni zapełnić nowemi zechcemy kamieniami, po przejściu kolei, otrzymalibyśmy na każdym sześciu wiorstowym oddziale następujących wymiarów bruki:

	Długość cali	Szerokość cali	Wysokość cali
1 wiorsta bruku nowego z kamieni mających	10	10	10
1 wiorsta z kamieni raz obrabianych —	10	9	10
1 wiorsta z kamieni 2 razy obrabianych —	10	9	9
1 — — — 3 — — —	9	9	9
1 — — — 4 — — —	9	8	9
1 — — — 5 — — —	9	8	8

Kamienie szóstej wiorsty zbyt małe, aby je dalej jeszcze obrabiać można było, co dziesięć lat byłyby odrzucane i nowe miaby je zastąpić należało.

Zaprowadzenie i zachowywanie podobnej kolei, zapewnićby mogło na zawsze dobry stan na całej przestrzeni utrzymanego bruku, wydatki zaś w niczem nie zostałyby powiększone; jeżeli bowiem corocznie dodawanie $\frac{1}{60}$ nowych kamieni, pozornie powiększyłoby roczny wydatek, unikałoby się tym sposobem konieczności po latach kilkudziesięciu ogromnego kosztu, zaprowadzenia na całej przestrzeni nowego bruku. U nas gdzie bruki kostkowe dopiero w użycie wchodzić zaczynają, zaprowadzenie od początku tego rodzaju gospodarstwa, równie łatwą jak pożyteczną byłoby rzeczą. Dodać tu jednak musimy, iż liczby i ścisłość, tak co do wymiarów, jak i ilości, corocznie na nowo dodawanych kamieni, jakąśmy w powyższym przykładzie przytoczyli, do pewnego tylko stopnia w użyciu może być otrzymana, i dla wyraźniejszego tylko przedstawienia naszej myśli, w tak dobitne staraliśmy się przybrać ją kształty.

§ 199.

Na zakończenie rozbieranego przez nas przedmiotu, dodać musimy kilka słów, dotyczących utrzymania bruków z kamienia okrągłego połowego zbudowanych. Ścisłe rzeczy biorąc, przedmiot ten w zakres pracy naszej wchodzićby nie powinien, my bowiem chcielibyśmy podać zasady, podług których postępując,

możnaby drogi do dobrego doprowadzić stanu, a bruki z kamienia okrągłego nigdy dobremi, a nawet znośnemi być nie mogą; gdy jednak z małym dotąd wyjątkiem, bruki tego rodzaju wyłącznie są u nas używane, przedmiotu więc tego zupełnie pominąć nam niepodobna.

Przepisy podane powyżej, utrzymania bruków kostkowych dotyczące, po większej części i przy brukach okrągłych zastosowanie znaleźć mogą. Uszkodzenia w takich brukach najczęściej widzieć się dające, są to zakłębienia mniej, lub więcej rozległych przestrzeni, lub pozapadania kamieni pojedynczych, które czasami takie przybierają rozmiary, iż z trudnością przyszłoby na całej drodze odszukać dwa kamienie ściśle na jednym znajdujące się poziomie. W jednym i drugim przypadku, bruk tylko za pomocą przełożenia cząstkowego, lub całkowitego może być naprawionym.

Przy przekładaniu kamienie zupełnie zużyte, rozkruszone, lub spękane, odrzuconemi być muszą. Na stan podsypki piaskowej najbaczniejszą zwracać tu należy uwagę, oddaje ona bowiem daleko ważniejsze przy brukach tego rodzaju, niż przy kostkowych usługi. W brukach kostkowych, wąskie stosugi małą tylko ilość wody nieczystej na spód bruku przepuszczają, przeciwnie pomiędzy okrągłemi kamieniami, pozostaje bardzo wiele miejsc próżnych; piasek te miejsca wypełniający, stanowi znaczną część powierzchni drogi, a zarazem daje przystęp wodzie, która w wielkiej ilości pod kamienie się dostaje. Z téj to przyczyny, podsypka pod brukiem z okrągłego kamienia, daleko prędzej i daleko głębiej się zanieczyszcza. W takim stanie piasek własności swe utraciwszy, przy lada wilgoci, w warstwę gęstego zamienia się błota, a spoczywające na nim kamienie, nie znajdują już stałego punktu oparcia; jedne więc naciśnięte kołami w głąb zapadają, inne do góry wypychane, wznoszą się nad właściwy poziom: inne wreszcie całkiem zostają poruszone. Przy każdym więc przekładaniu bruku z kamienia okrągłego, podsypka piaskowa odnowioną być powinna do téj głębokości, do jakiej ślady zanieczyszczenia napotykać się będą. Bez téj ostrożności, całe przekładanie na nic przydać się nie może, i bruk

świeżo przerobiony, po pierwszym deszczu do dawnego powraca stanu.

Smutny stan bruku na ulicach Warszawy i innych miast naszych, głównie zaniedbania podsypek przypisać należy. Ciągłe tu widzieć można koło bruku roboty, to naprawy cząstkowe, to przekładanie kamieni na całych ulicach; ale jest to praca bez żadnego skutku, marnowanie pieniędzy, bez żadnego dla miasta pożytku. Nie można złemu zaradzić, nie usunąwszy jego przyczyny. Kamień z zasuszonego błota wydobyty, i w toż samo błoto nazad osadzony, żadnym sposobem bruku polepszyć nie może.

KONIEC TOMU DRUGIEGO.

OBJAŚNIENIE TABLIC.

TABLICA I.

ZAMIANA SPADKÓW POD GÓRĘ IDĄCYCH.

Kolumna pierwsza z nadpisem *wst a*, wskazuje nachylenie spadku, który na równoważną mu długość poziomą zamienić chcemy.

Kolumna druga głóską *U* oznaczona, wyraża w killometrach prędkość konia luzem po wszelkich spadkach postępującego. Przypomnieć tu należy, iż prędkość ta tak jest obliczoną, iż koń podczas dziennéj swéj pracy tyle tylko sił zużywa, ile mu ich spoczynek nocny powrócić może.

Kolumna trzecia π wyraża w tonach (1000 killogramów), wielkość ciśnienia, jakie koń na każdym spadku wywierać może, czyli mówiąc słowami których poprzednio użyliśmy, część siły konia, która mu pozostaje do użycia, gdy reszta na poruszanie własnego ciała musi być obróconą.

Kolumna czwarta ρ , oznacza podobnie w tonach wielkość oporu przez jednostkę ciężaru na każdej pochyłości sile ciągnącej stawianego.

Kolumna piąta R jest najważniejszą i daje odpowiednie każdemu nachyleniu współczynniki zamiany spadków na długości poziome. Liczby w niej zawarte, wypadają z podzielenia liczb kolumny czwartéj przez trzecią, czyli $R = \frac{\rho}{\pi}$.

Przy obliczeniu tych tablic, przyjmuje P. Favier za zasadę następane wartości:

Długość czasu pracy dziennéj = $t = 9$ godzin.

Prędkość biegu konia ciągnącego ciężar za jednostkę przyjętą, na godzinę = $u = 3,^{ki.} 4$.

Współczynnik tarcia na dobrej żwirowéj drodze. = $a = 0,03$.

Ciężar wozu z ładunkiem, jaki jeden koń na drodze pozioméj uciągnąć bez zbytegno wysilenia może = $k = \frac{\pi}{a} = \frac{0,^{t}054}{0,^{t}03} = 1,^{t} 8$.

TABLICA II.

ZAMIANA SPADKÓW NA DÓŁ IDĄCYCH.

Kolumna pierwsza wst α oznacza kąt nachylenia spadku.

Kolumna druga głóską U oznaczona, wyraża na każdy spadek prędkość biegu konia luzem postępującego. Prędkość ta zmniejsza się w miarę powiększania się kąta nachylenia spadku, koń bowiem zużywa część swéj siły na opór własnemu ciężarowi w dół go popychającemu. Gdybyśmy zatem prędkość biegu, i ilość zużywanéj siły dziennie, jednostajną na wszelkich spadkach utrzymać chcieli, czas trwania pracy dziennéj, musiałby się odpowiednio kątowi nachylenia zmieniać. Gdy jednak czas trwania pracy dziennéj, 9 godzin wynoszący, przyjęliśmy za ilość stałą, przeto różnicę wysilen na różnych pochyłościach, zmianą prędkości biegu oznaczać będziemy. Przypuszczenie to jakkolwiek nie zupełnie prawdziwe, wypadków rachunku w niczem nie zmienia.

Kolumna trzecia u , wyraża prędkość biegu konia ciągnącego wóz z ładunkiem na wszelkich pochyłościach. Prędkość ta wzrasta wraz z kątem nachylenia, część bowiem ciężaru wozu, po inii równoległej do powierzchni drogi działająca, bieg konia przyspiesza.

Kolumna czwarta ρ , oznacza wielkość oporu przez jednostkę ciężaru na każdej pochyłości stawianego. Widoczną jest rzeczą, iż w miarę zwiększania się kąta nachylenia, opór się zmniejsza.

Kolumna piąta, głóską R oznaczona, daje współczynniki zamiany spadków na równoważne im długości poziome. Wartość dla współczynnika R , wynajduje się przy każdym spadku podług wzoru $R = \frac{v}{u}$ gdzie v prędkość biegu konia z wozem ładownym po drodze poziomej, czyli 3, ^{kil.} 4 na godzinę oznacza.

TABLICE

SŁUŻĄCE DO OBLICZANIA ZAMIANY SPADKÓW, NA
RÓWNOWAŻNE IM DŁUGOŚCI POZIOME.

10000	100000	100000	100000	100000
10001	100010	100010	100010	100010
10002	100020	100020	100020	100020
10003	100030	100030	100030	100030
10004	100040	100040	100040	100040
10005	100050	100050	100050	100050
10006	100060	100060	100060	100060
10007	100070	100070	100070	100070
10008	100080	100080	100080	100080
10009	100090	100090	100090	100090
10010	100100	100100	100100	100100
10011	100110	100110	100110	100110
10012	100120	100120	100120	100120
10013	100130	100130	100130	100130
10014	100140	100140	100140	100140
10015	100150	100150	100150	100150
10016	100160	100160	100160	100160
10017	100170	100170	100170	100170
10018	100180	100180	100180	100180
10019	100190	100190	100190	100190
10020	100200	100200	100200	100200
10021	100210	100210	100210	100210
10022	100220	100220	100220	100220
10023	100230	100230	100230	100230
10024	100240	100240	100240	100240
10025	100250	100250	100250	100250
10026	100260	100260	100260	100260
10027	100270	100270	100270	100270
10028	100280	100280	100280	100280
10029	100290	100290	100290	100290
10030	100300	100300	100300	100300
10031	100310	100310	100310	100310
10032	100320	100320	100320	100320
10033	100330	100330	100330	100330
10034	100340	100340	100340	100340
10035	100350	100350	100350	100350
10036	100360	100360	100360	100360
10037	100370	100370	100370	100370
10038	100380	100380	100380	100380
10039	100390	100390	100390	100390
10040	100400	100400	100400	100400
10041	100410	100410	100410	100410
10042	100420	100420	100420	100420
10043	100430	100430	100430	100430
10044	100440	100440	100440	100440
10045	100450	100450	100450	100450
10046	100460	100460	100460	100460
10047	100470	100470	100470	100470
10048	100480	100480	100480	100480
10049	100490	100490	100490	100490
10050	100500	100500	100500	100500

T A B L I C A I.

wst α	U	π	ρ	R
0,000	^{k.} 6,80000	^{t.} 0,05400	^{t.} 0,05400	1,0000
0,001	6,79136	0,05367	0,05580	1,0397
0,002	6,78252	0,05331	0,05760	1,0805
0,003	6,77348	0,05295	0,05940	1,1218
0,004	6,76430	0,05255	0,06120	1,1646
0,005	6,75498	0,05215	0,06300	1,2081
0,006	6,74546	0,05174	0,06480	1,2524
0,007	6,73581	0,05132	0,06660	1,2977
0,008	6,72608	0,05089	0,06840	1,3441
0,009	6,71616	0,05045	0,07020	1,3915
0,010	6,70609	0,04999	0,07200	1,4403
0,011	6,69596	0,04953	0,07379	1,4898
0,012	6,68569	0,04906	0,07559	1,5407
0,013	6,67536	0,04858	0,07739	1,5930
0,014	6,66482	0,04809	0,07919	1,6467
0,015	6,65421	0,04760	0,08099	1,7013
0,016	6,64346	0,04711	0,08279	1,7574
0,017	6,63265	0,04660	0,08459	1,8152
0,018	6,62170	0,04610	0,08639	1,8740
0,019	6,61069	0,04557	0,08819	1,9352
0,020	6,59960	0,04506	0,08999	1,9971
0,021	6,58832	0,04455	0,09179	2,0604
0,022	6,57696	0,04402	0,09359	2,1261
0,023	6,56554	0,04349	0,09539	2,1934
0,024	6,55404	0,04296	0,09718	2,2621
0,025	6,54242	0,04243	0,09898	2,3328
0,026	6,53072	0,04189	0,10078	2,4058
0,027	6,51889	0,04136	0,10258	2,4802
0,028	6,50669	0,04083	0,10438	2,5565
0,029	6,49502	0,04029	0,10618	2,6354
0,030	6,48292	0,03975	0,10798	2,7165
0,031	6,47074	0,03921	0,10978	2,7998
0,032	6,45844	0,03867	0,11157	2,8852
0,033	6,44620	0,03814	0,11337	2,9725
0,034	6,43375	0,03760	0,11517	3,0630
0,035	6,42124	0,03707	0,11696	3,1551
0,036	6,40873	0,03653	0,11876	3,2510
0,037	6,39601	0,03599	0,12056	3,3498

Dalszy ciąg tablicy pierwszej.

wst α	U	π	ρ	R
0,038	^{k.} 6,38330	^{t.} 0,03546	^{t.} 0,12235	3,4504
0,039	6,37051	0,03493	0,12415	3,5543
0,040	6,35752	0,03440	0,12595	3,6613
0,041	6,34460	0,03387	0,12775	3,7718
0,042	6,33155	0,03334	0,12955	3,8857
0,043	6,31842	0,03282	0,13135	4,0021
0,044	6,30516	0,03230	0,13315	4,1217
0,045	6,29190	0,03179	0,13495	4,2450
0,046	6,27858	0,03127	0,13674	4,3729
0,047	6,26518	0,03076	0,13854	4,5039
0,048	6,25165	0,03025	0,14034	4,6393
0,049	6,23812	0,02975	0,14213	4,7775
0,050	6,22452	0,02925	0,14393	4,9207
0,051	6,21078	0,02875	0,14573	5,0689
0,052	6,19704	0,02826	0,14753	5,2205
0,053	6,18317	0,02776	0,14932	5,3789
0,054	6,16923	0,02728	0,15112	5,5396
0,055	6,15529	0,02679	0,15292	5,7081
0,056	6,14128	0,02631	0,15472	5,8807
0,057	6,12714	0,02584	0,15651	6,0569
0,058	6,11300	0,02537	0,15831	6,2400
0,059	6,09878	0,02490	0,16010	6,4297
0,060	6,08444	0,02444	0,16190	6,6244
0,061	6,07009	0,02398	0,16370	6,8265
0,062	6,05567	0,02353	0,16550	7,0336
0,063	6,04119	0,02308	0,16729	7,2482
0,064	6,02664	0,02264	0,16909	7,4687
0,065	6,01208	0,02220	0,17089	7,6977
0,066	5,99740	0,02177	0,17268	7,9320
0,067	5,98270	0,02134	0,17448	8,1762
0,068	5,96788	0,02091	0,17628	8,4304
0,069	5,95306	0,02049	0,17807	8,6906
0,070	5,93817	0,02007	0,17987	8,9621
0,071	5,92321	0,01966	0,18166	9,2401
0,072	5,90825	0,01926	0,18346	9,5254
0,073	5,89315	0,01886	0,18526	9,8229
0,074	5,87805	0,01847	0,18705	10,1272
0,075	5,86289	0,01808	0,18885	10,4452

Dalszy ciąg tablicy pierwszej

wst α	U	π	ρ	R
0,076	^{k.} 5,84766	^{t.} 0,01770	^{t.} 0,19064	10,7706
0,077	5,83236	0,01732	0,19244	11,1109
0,078	5,81706	0,01694	0,19424	11,4663
0,079	5,80162	0,01657	0,19603	11,8304
0,080	5,78618	0,01621	0,19783	12,2042
0,081	5,77074	0,01585	0,19962	12,5943
0,082	5,75518	0,01549	0,20142	13,0032
0,083	5,73961	0,01514	0,20321	13,4220
0,084	5,72397	0,01480	0,20501	13,8514
0,085	5,70826	0,01446	0,20680	14,3015
0,086	5,69255	0,01412	0,20860	14,7734
0,087	5,67671	0,01379	0,21039	15,2567
0,088	5,66087	0,01346	0,21219	15,7645
0,089	5,64503	0,01314	0,21399	16,2853
0,090	5,62912	0,01283	0,21578	16,8184
0,091	5,61314	0,01252	0,21758	17,3786
0,092	5,59709	0,01222	0,21937	17,9517
0,093	5,58104	0,01192	0,22117	18,5545
0,094	5,56492	0,01163	0,22296	19,1720
0,095	5,54874	0,01134	0,22476	19,8201
0,096	5,53255	0,01105	0,22655	20,5023
0,097	5,51630	0,01077	0,22835	21,2024
0,098	5,50004	0,01049	0,23014	21,9390
0,099	5,48372	0,01022	0,23194	22,6947
0,100	5,46734	0,00996	0,23373	23,4669
0,110	5,30135	0,00754	0,25167	33,3789
0,120	5,13162	0,00555	0,26961	48,5784
0,130	4,95842	0,00396	0,28754	72,6111
0,140	4,78224	0,00271	0,30547	112,7196
0,150	4,60340	0,00175	0,32339	184,7943
0,160	4,42218	0,00106	0,34130	321,9812
0,170	4,23898	0,00058	0,35921	619,5000
0,180	4,05409	0,00027	0,37712	1396,740
0,190	3,86770	0,00010	0,39502	3950,200
0,200	3,68009	0,00002	0,41291	20645,50
0,210	3,49166	0,00008	0,43080	538500,0
wst α'	3,40000	0,00000	0,43976	∞

T A B L I C A II.

wst α	U	u	ϱ	R
0,000	^{k.} 6.80000	^{k.} 3,40000	^{t.} 0,05400	1,00000
0.001	6,78961	3,51858	0,05220	0,96630
0,002	6,77893	3,63493	0,05040	0,93537
0,003	6,76800	3,74954	0,04860	0,90678
0,004	6,75684	3,86234	0,04680	0,88030
0,005	6,74546	3,97335	0,04500	0,85570
0,006	6,73389	4,08282	0,04320	0,83276
0,007	6,72212	4,19058	0,04140	0,81134
0,008	6,71016	4,29692	0,03960	0,79126
0,009	6,69803	4,40201	0,03780	0,77237
0,010	6,68572	4,50558	0,03600	0,75462
0,011	6,67325	4,60808	0,03420	0,73783
0,012	6,66061	4,70925	0,03240	0,72198
0,013	6,64781	4,80936	0,03060	0,70695
0,014	6,63486	4,90913	0,02879	0,69259
0,015	6,62175	5,00730	0,02699	0,67901
0,016	6,60850	5,10460	0,02519	0,66607
0,017	6,59509	5,20095	0,02339	0,65373
0,018	6,58155	5,29663	0,02159	0,64192
0,019	6,56786	5,39169	0,01979	0,63060
0,020	6,55404	5,48606	0,01799	0,61975
0,021	6,54008	5,57987	0,01619	0,60933
0,022	6,52598	5,67311	0,01439	0,59932
0,023	6,51176	5,76597	0,01259	0,58967
0,024	6,49741	5,85904	0,01078	0,58030
0,025	6,48293	5,95126	0,00898	0,57131
0,026	6,46832	6,04318	0,00718	0,56262
0,027	6,45360	6,13499	0,00538	0,55420
0,028	6,43875	6,22666	0,00358	0,54604
0,029	6,42378	6,31824	0,00178	0,53812
0,030	6,40869	6,40869	0,00000	0,53053
0,031	6,39349	6,39349	.....	0,523179
0,032	6,37817	6,37817	.....	0,516007
0,033	6,36274	6,36274	.....	0,509036
0,034	6,34720	6,34720	.....	0,502267
0,035	6,33155	6,33155	.....	0,495699
0,036	6,31579	6,31579	.....	0,489333
0,037	6,29992	6,29992	.....	0,483169

Dalszy ciąg tablicy drugiej.

wst α	U	u	ρ	R
00,38	^{k.} 6,28394	^{k.} 6,28394	.....	0,54106
0,039	6,26786	6,26786	.....	0,54245
0,040	6,25168	6,25168	.....	0,54385
0,041	6,23540	6,23540	.....	0,54527
0,042	6,21902	6,21902	.....	0,54671
0,043	6,20253	6,20253	.....	0,54816
0,044	6,18595	6,18595	.....	0,54963
0,045	6,16927	6,16927	.....	0,55112
0,046	6,15250	6,15250	.....	0,55262
0,047	6,13563	6,13563	.....	0,55414
0,048	6,11867	6,11867	.....	0,55568
0,049	6,10161	6,10161	.....	0,55723
0,050	6,08447	6,08447	.....	0,55880
0,051	6,06723	6,06723	.....	0,56039
0,052	6,04991	6,04991	.....	0,56199
0,053	6,03249	6,03249	.....	0,56361
0,054	6,01499	6,01499	.....	0,56525
0,055	5,99741	5,99741	.....	0,56691
0,056	5,97974	5,97974	.....	0,56859
0,057	5,96198	5,96198	.....	0,57028
0,058	5,94414	5,94414	.....	0,57199
0,059	5,92622	5,92622	.....	0,57372
0,060	5,90822	5,90822	.....	0,57547
0,061	5,89014	5,89014	.....	0,57723
0,062	5,87198	5,87198	.....	0,57902
0,063	5,85374	5,85374	.....	0,58083
0,064	5,83543	5,83543	.....	0,58265
0,065	5,81703	5,81703	.....	0,58449
0,066	5,79857	5,79857	.....	0,58635
0,067	5,78002	5,78002	.....	0,58823
0,068	5,76141	5,76141	.....	0,59013
0,069	5,74272	5,74272	.....	0,59205
0,070	5,72396	5,72396	.....	0,59399
0,071	5,70512	5,70512	.....	0,59596
0,072	5,68622	5,68622	.....	0,59794
0,073	5,66725	5,66725	.....	0,59994
0,074	5,64821	5,64821	.....	0,60196
0,075	5,62910	5,62910	.....	0,60400

Dalszy ciąg tablicy drugiéj.

wst α	U	u	ρ	R
0,076	^{k.} 5 60992	^{k.} 5,60992	.....	0,60607
0,077	5,59068	5,59068	.....	0,60815
0,078	5,57137	5,57137	.....	0,61026
0,079	5,55200	5,55200	.....	0,61239
0,080	5,53257	5,53257	.....	0,61454
0,081	5,51307	5,51307	.....	0,61672
0,082	5,49351	5,49351	.....	0,61891
0,083	5,47388	5,47388	.....	0,62113
0,084	5,45420	5,45420	.....	0,62336
0,085	5,43446	5,43446	.....	0,62563
0,086	5,41465	5,41465	.....	0,62792
0,087	5,39479	5,39479	.....	0,63024
0,088	5,37487	5,37487	.....	0,63257
0,089	5,35489	5,35489	.....	0,63493
0,090	5,33486	5,33486	.....	0,63732
0,091	5,31477	5,31477	.....	0,63973
0,092	5,29463	5,29463	.....	0,64216
0,093	5,27443	5,27443	.....	0,64462
0,094	5,25418	5,25418	.....	0,64710
0,095	5,23388	5,23388	.....	0,64961
0,096	5,21352	5,21352	.....	0,65215
0,097	5,19311	5,19311	.....	0,65471
0,098	5,17265	5,17265	.....	0,65730
0,099	5,15214	5,15214	.....	0,65992
0,100	5,13158	5,13158	.....	0,66256
0,110	4,92342	4,92342	.....	0,69058
0,120	4,71100	4,71100	.....	0,72172
0,130	4,49493	4,49493	.....	0,75641
0,140	4,27577	4,27577	.....	0,79518
0,150	4,05405	4,05405	.....	0,83867
0,160	3,83025	3,83025	.....	0,88767
0,170	3,60485	3,60485	.....	0,94317
0,180	3,37828	3,37828	.....	1,00643
0,190	3,15096	3,15096	.....	1,07904
0,200	2,92326	2,92326	.....	1,16308
0,210	2,69557	2,69557	.....	1,26134
0,220	2,46822	2,46822	.....	1,37751
0,230	2,24153	2,24153	.....	1,51682

Dalszy ciąg tablicy drugiej.

wst α	U	u	φ	R
0,240	^{k.} 2,01580	^{k.} 2,01580	.....	1,68669
0,250	1,79182	1,79132	.....	1,89804
0,260	1,56835	1,56835	.....	2,16789
0,270	1,34712	1,34712	.....	2,52390
0,280	1,12788	1,12788	.....	3,01450
0,290	0,91082	0,91082	.....	3,73287
0,300	0,69615	0,69615	.....	4,88392
0,310	0,48404	0,48404	.....	7,02416
0,320	0,27467	0,27467	.....	12,37759
0,330	0,06819	0,06819	.....	49,98622
wst α	0,00000	0,00000	∞

SPIS PRZEDMIOTÓW.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

Wiadomości przygotowawcze.

	<i>Stron.</i>
Rozdział I. Plany	1
Rozdział II. Profile niwelacyjne.....	16
Rozdział III. Obliczanie bryłowości nasypów i wykopów.....	29
Rozdział IV. Obliczanie bryłowości robót ziemnych za pomocą stosownych tablic.....	50
Rozdział V. Przewożenie ziemi dla wykonania nasypów i wykopów.....	63

CZĘŚĆ DRUGA.

Projekt drogi.

Rozdział I.	82
Rozdział II. O wyborze kierunku drogi.....	92
Rozdział III. Wybór najstosowniejszego w danych okolicznościach profilu drogi	112
Rozdział IV. Drogi bite (Chaussées).....	122
Rozdział V. Drogi szotkowe.....	137
Rozdział VI. Drogi brukowane.....	142
Rozdział VII. Fundamenta pod drogami.....	159
Rozdział VIII. Chodniki — rynsztoki.....	162
Rozdział IX. Kanaly odciekowe po miastach.....	171
Rozdział X. Mury podtrzymujące skarpy, oskalowanie, słupy wiorstowe, wy- sadzanie dróg drzewami.....	189

CZĘŚĆ TRZECIA.

Wykonanie robót.

Stron.

Rozdział I. Roboty ziemne.....	195
Rozdział II. Wykonanie nasypki szabrowej na drogach bitych.....	233
Rozdział III. Drogi smołoweowe.....	239
Rozdział IV. Drogi brukowane.....	247

CZĘŚĆ CZWARTA.

Utrzymanie dróg zbudowanych.

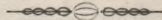
Rozdział I. Drogi bite.....	255
Rozdział II. Utrzymanie dróg smołowcowych.....	289
Rozdział III. Utrzymanie dróg brukowanych.....	291

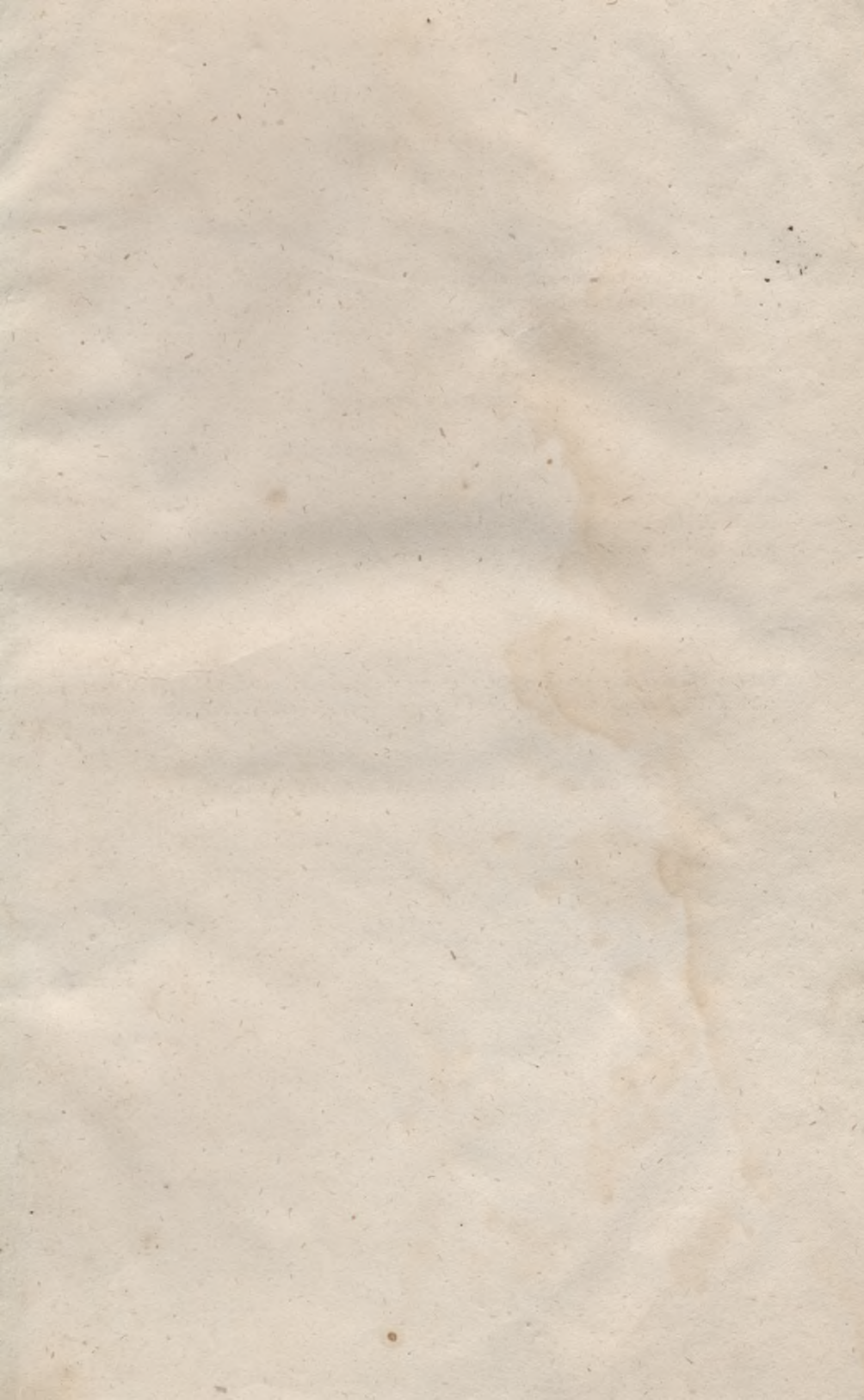
Objaśnienie tablic.

Tablica I. Zamiana spadków pod górę idących.....	301
Tablica II. Zamiana spadków na dół idących.....	302

Tablice służące do obliczania zamiany spadków.

Tablica I.....	306
Tablica II.....	309









BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-352556

PK 340/83 - 100

Politechnika Krakowska
Biblioteka Główna



100000095494