

## ROZDZIAŁ VIII.

### ROBOTY WYKONAWCZE.

**Trasowanie kanałów.** W wypadkach zwykłych trasowanie kanałów i rowów osuszających rozpoczyna się od wytyczenia według planu ich osi środkowej, które wykonywa się zapomocą tyczek lub dłuższych pali ustawionych co 40 do 50 m. Kierunki właściwe znajduje się bądź określając charakterystyczne punkty zapomocą spółrzędnych, bądź wyznaczenie kierunków azymutami. Łuki łączące odcinki proste wytyczane są znanymi metodami<sup>\*)</sup>. W kierunku tak oznaczonej osi kanału wbija się paliki niwelacyjne równo z powierzchnią gruntu co 20 do 40 m, noszące na sobie liczby porządkowe. Po zniwelowaniu tych punktów i określeniu ich poziomów, nie trudno obliczyć głębokości wykopów, znajdując różnicę pomiędzy znalezioną rzędną punktu, a rzędną dna w tem miejscu, wziętą z profilu podłużnego, który przy trasowaniu kanału jest bardzo pomocny. Ze-stawienie tych głębokości, które stanowi materiał do wykonania robót ziemnych, najdogodniej uskutecznić na odpowiednio przygotowanym schemacie:

Nr. punktu	R z ę d n e terenu	R z ę d n e dna projekt.	Głębokość wykopu	Szerokość dna	Szerokość góry
0	122,31	121,10	1,21	0,6	30,2
1	122,28	121,05	1,23	0,6	30,6

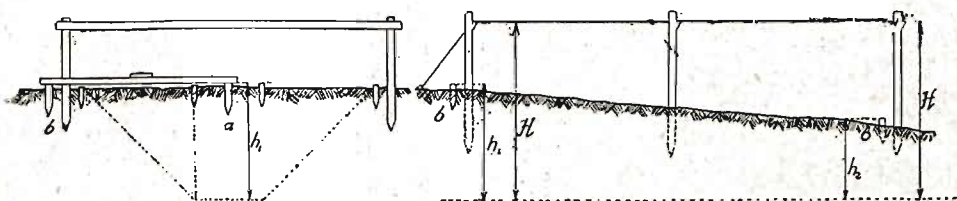
Znając w ten sposób dokładne głębokości rowu w poszczególnych punktach szerokości jego dna i nachylenie skarp, nie trudno obliczyć rozwartość góra rowu w każdym punkcie. Dla ułatwienia ro-

<sup>\*)</sup> Inż. K. Skibiński. Tyczenie tras. Lwów.

Łót wykonawczych wyznacza się na gruncie palikami po obu stronach osi rowu linie dna, oraz krawędzi zewnętrznych. W ten sposób szczegóły potrzebne do rozpoczęcia kopania są przygotowane.

Z powodu, że przy robocie zachowanie palików niwelacyjnych  $a$ , wbitych poprzednio po środku, jest niemożliwe, przeto dla ułatwienia sprawdzenia w każdej chwili głębokości wykopu, przenosi się je następnie po za krawędź rowu, wbijając palik  $b$  tak głęboko, aby był na jednakowym poziomie z palikami  $a$ , co sprawdzić można za pomocą łąty z poziomnicą lub niwelatoru.

Ułatwi jeszcze robotę, jeśli zamiast palików, umożliwiających wyznaczanie głębokości w poszczególnych punktach, ustawione zostaną celownice, przez wbicie po obu stronach rowu szeregu słupków i przytwierdzenie do nich deszczólek poziomych, tak, aby krawędź ich górna była na pewnej stałej wysokości nad dnem. Wyprężwszy sznur pomiędzy tak ustawionymi celownicami, damy moż-



Rys. 83.

ność robotnikom łatwego i stałego sprawdzania pożądanej głębokości wykopu podczas pracy. (Rys. 83.).

Jako pomocniczy przyrząd umożliwiający zachowanie równych odkosów i właściwego ich nachylenia, jest szablon ruchomy, zbitý z lekkich łąt, który, będąc ustawiany w dowolnym punkcie rowu, ułatwia zachowanie obranego kształtu profilu poprzecznego.

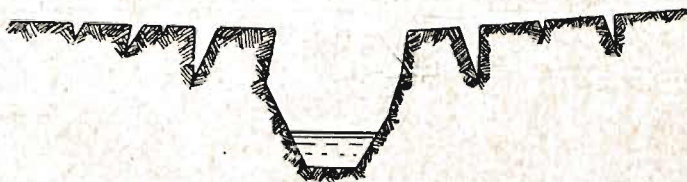
**Kopanie ręczne i maszynowe.** Kopanie kanałów rozpoczyna się od miejsca najniższego, tak aby zapewnić podczas roboty wodzie napływającej odpływ swobodny, i posuwa się stopniowo ku górze. Aby umożliwić zatrudnienie większej ilości robotników, wykonywujących kopanie zwykle akordowo, rozdziela się kanały na stacje 20 — 40 m długie, które wydawać można poszczególnym partjom roboczym, złożonym z kilku lub kilkunastu ludzi.

Ziemia z wykopu zostaje wyrzucona przy węższych kanałach wprost na brzeg szpadlem, przy szerszych — wywożona taczkami.

Materiał wydobyty składa się po obu brzegach w formie wałów, z zachowaniem odstępu około 50 cm od krawędzi rowu (t. zw. ława), aby do czasu rozplantowania ziemi zapobiec zsuwaniu się jej do rowu i zanieczyszczaniu wykopanego kanału.

Kopanie rowów osuszających do pełnej głębokości na gruncie o znacznym zabagnieniu jest trudne i nie zawsze korzystne, bowiem grunt w pobliżu rowów zaczyna gwałtownie osiadać i często pęka wzdłuż osi rowów a skarpy łatwo obsuwają się. To też zaleca się w tych wypadkach stopniowo prowadzić osuszanie przez wykopanie w roku pierwszym tylko płytkich rowów dla sprowadzenia wody z powierzchni, a w następnym roku pogłębienie ich (Rys. 84).

Usunięcie ziemi wydobytej powinno być dokonane jaknajprędzej, pomijając bowiem, że tak utworzone wały po obu stronach kanałów odwadniających uniemożliwiają dostęp wodzie powierzchniowej, wywierają one znaczne ciśnienie na brzegi, co przy gruncie słabym sprzyja obsuwaniu się ich i jest częstokroć powodem całkowitego zniszczenia rowu. Zwykle ziemia ta zostaje rozrzucona cienką warstwą po przyległej do rowu powierzchni, usunięcie jednak jej i rozplantowanie sprawia niemałe trudności, zwłaszcza gdy rowy i kanały są większych rozmiarów i ilość wydobytego materiału jest znaczna. Robota wtedy może być wykonana najdogodniej z pomocą konnych szufli amerykańskich. Tylko przy rowach, głębokość których nie przekracza 1,2 m daje się z korzyścią ziemię rozrzucić i wyrównać ręcznie.



Rys. 84.

Kopanie maszynowe jest dotychczas w robotach meljoracyjnych mało rozpowszechnione. Użycie maszyn do kopania kanałów odwadniających w ziemiach bagnistych, prawie nie jest u nas dotychczas w zastosowaniu z powodu, że koszt tych maszyn jest dość znaczny, a koszty eksploatacyjne w stosunku do względnie taniej robocizny — wysokie. Natomiast w krajach, gdzie robotnik ziemny jest drogi, lub wogóle dostać go nie można, jak np. w Ame-

ryce Północnej, mechaniczne kopanie jest dość rozpowszechnione. Niewątpliwie jednak, przy robotach prowadzonych na dużą skalę, użycie odpowiednich maszyn może być i u nas częstokroć pożądane, a to z powodu, że w ten sposób osiągnąć można uniezależnienie się od warunków atmosferycznych, co daje możliwość przedłużenia okresu roboczego, zaś w trudnych dla robotnika warunkach pracy, wykonanie sprawne roboty staje się ułatwione. Niestety jednak niezawsze w miejscowościach zabagnionych użycie maszyn takich jest możliwe: w gruntach grząskich, zarośniętych, manipulowanie maszynami ciężkimi, jest bardzo utrudnione, zaś kopaczki umieszczone na pontonach, a służące do pogłębiania strumieni bagiennych z powodu ich płytkości, nie w każdej porze dają się zastosować.

Zasadniczo do celów powyższych mogą być stosowane wszelkiego rodzaju kopaczki, czyli bagrownice ziemne. Systemów tego rodzaju maszyn posiadamy znaczną ilość, nie wszystkie jednak przy wykopach zazwyczaj wydłużonych, a niezbyt głębokich, jakimi są kanały odwadniające, równie wygodnie dadzą się zużytkować. Należy w tym wypadku dążyć do względnie lekkich konstrukcji, bowiem i grunt bagienny, stanowiący zwykle niezbyt ściśle torfy lub rozwodnione piaski i iły, nie wymaga dużych naprężeń przy odspajaniu. Z będących w użyciu narzędzi wspomnieć należy:

1) Pługi kopaczkowe, poruszane zazwyczaj traktorami, nie nadają się do większych wykopów, są w użyciu w Ameryce dla wykonania mniejszych doprowadzalników irygacyjnych i bród rozlewowych.

2) Kopaczki rotacyjne i ramowe, są to przeważnie maszyny, stosowane do wąskich przekopów, a więc rowków drenowych.

3) Kopaczki linowe (Rys. 85), ustawione na podwoziu ruchomem. Szufla, czerpiąca ziemię, umocowana jest na linie, przerzuconej przez blok, umieszczony na końcu ramienia około 10 m długości. Pojemność szuflki wynosi pół do 1 m<sup>3</sup>. Kopaczka zagarnia ziemię, podnosi ją do góry i wreszcie składa na bok do wozów. Sprawność jej przy obsłudze 2 do 3-ch ludzi wynosi do 300 m<sup>3</sup> w ciągu 8-miu godzin. Maszyna ta jest przydatna do kopania rowów mniejszych koryt rzecznych, a wygodna jest, ponieważ można ją używać zarówno do kópania, a nawet podnoszenia w razie potrzeby materiałów budowlanych. Pędzona jest gazoliną lub elektrycznością. Typy rozpowszechnione w Ameryce wyrabiają firmy: Pawling et Harnischfeger U. S. A., Bucyrus et Comp. i inne.

4) Bagrownice łyżkowe — rozpowszechnione przy robotach większych meljoracyjnych i wodnych. Maszyny te masywne, ciężkie, używane są przeważnie do kopania materiału spoistego. Kopaczka podobna do linowej, lecz szufla jej nie jest umieszczona swobodnie, lecz na ramieniu ruchomem. Pojemność łyżki wynosi 0,4 do 4,0 m<sup>3</sup>, a wysokość zacięcia 4,5 do 6 m, wydajność przy pojemności łyżki 2 m<sup>3</sup> wynosi w gruncie lekkim do 140 m<sup>3</sup>/godz.

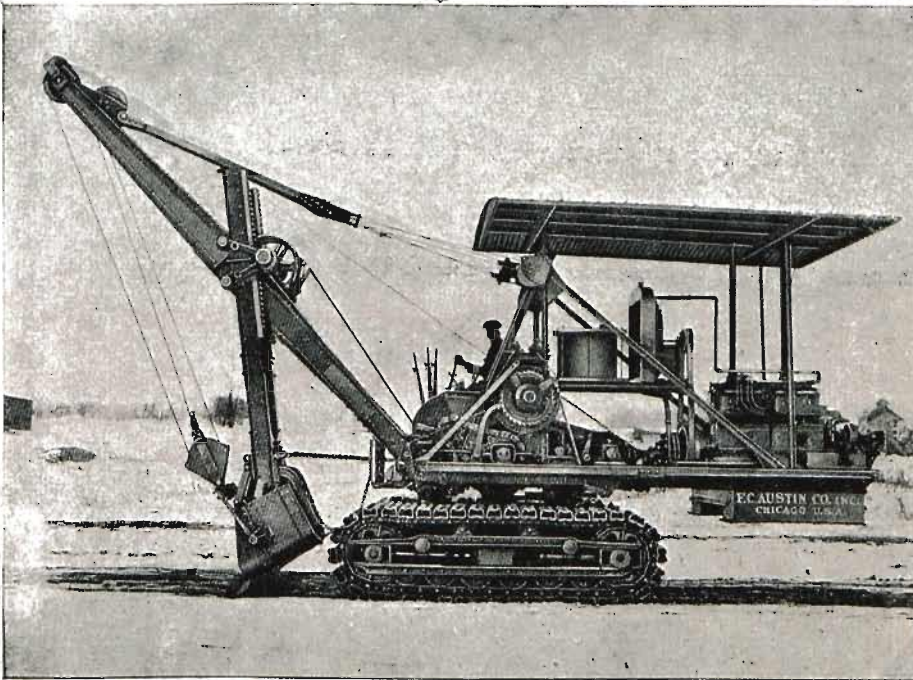


Rys. 85.

Bagrownica ta umieszczona bywa zazwyczaj na ruchomym podwoziu, toczącym się po szynach (Rys. 86).

5) Bagrownice łańcuchowe czyli czerpaki (exkawatory) używane przeważnie w Niemczech i Francji przy gruntach lżejszych z napędem najczęściej parowym (Rys. 87), są to zazwyczaj większe kopaczki systemu ramowego, gdzie rama jest prostopadła do osi wykopu. W systemach amerykańskich, przeznaczonych do wykopów rowów, drenów, rama jest równoległa. Podnoszenie lub opuszczanie ramy, na której umieszczone są łańcuchy z przytwierdzeniem czerpakami, reguluje głębokość wykopu. Bagrownica może

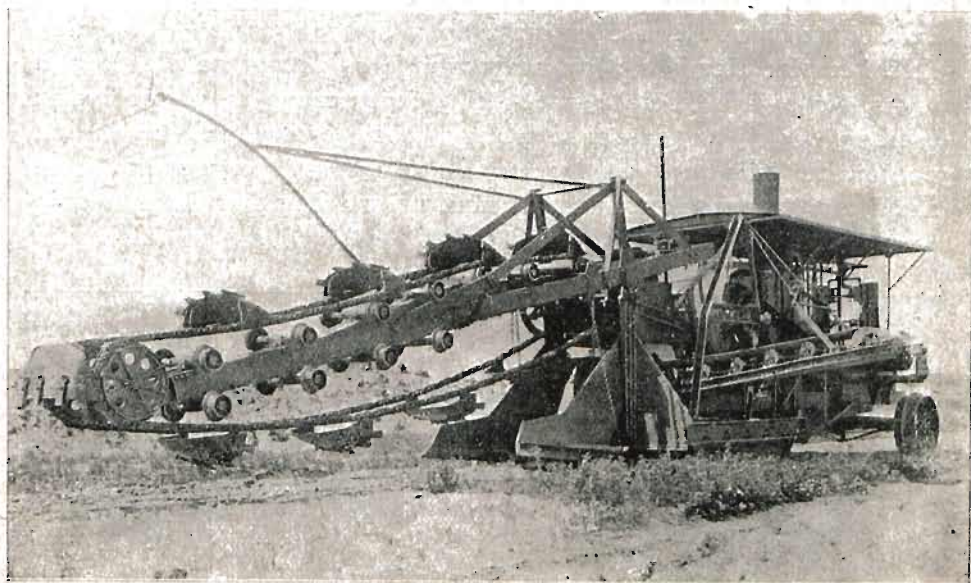
działać stojąc na górze i kopiąc z dołu, lub odwrotnie — stojąc na dole i kopiąc ziemię z góry. Kopaczki te są przydatne dla długich wykopów o jednakowej głębokości, umieszczane są na podwoziu toczącym się po szynach, na podwoziu czołgowym, lub też na pontonach. Ziemia, wyrzucana z kubelków bagrownicy, jest zazwyczaj transportowana przenośnikami na bok lub bezpośrednio wsypywana do wagonów. Przy pracy pod wodą dla wydobywania



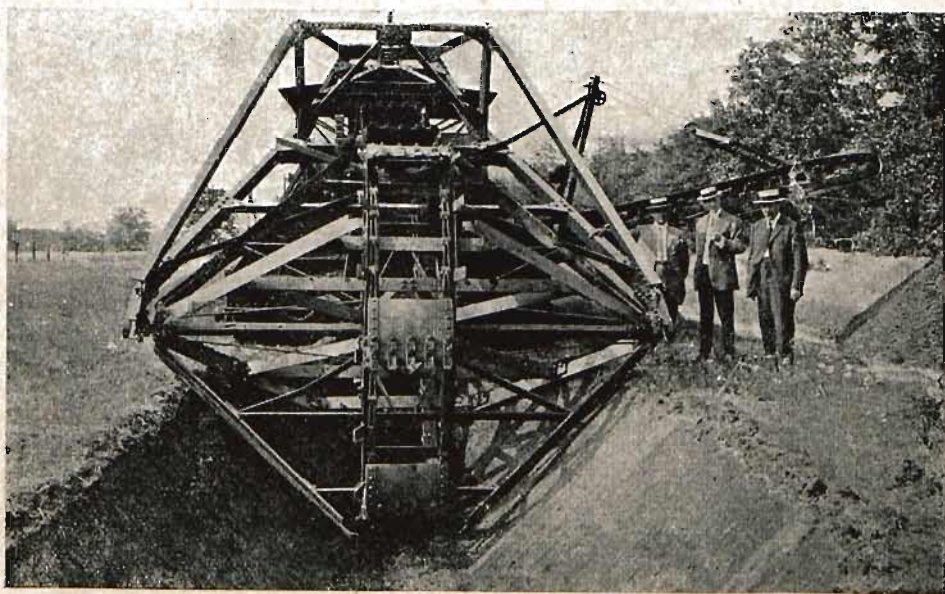
Rys. 86.

ziemi z dna, praktyczny jest sposób transportu wkopanej ziemi rurami. Mniejsze czerpaki posiadają pojemność czerpaków  $0,2 m^3$ , a przeciętna rzeczywista wydajność na godzinę — około  $100 m^3$  przy obsłudze jednego palacza, jednego maszynisty i jednego pomocnika.

6) Kopaczki specjalne do kopania rowów, oparte na zasadzie rotacyjnych kopaczek. Na kole umieszczone są kroje, mające profil przyszłego wykopu. Dla przejazdu, koło wraz z krojami podnosi się ponad teren. Materiał wydobyty składany jest na bok przy pomocy przenośnika pasowego, rozmiary wykopu dochodzą do  $70 \times 90 cm$ ,



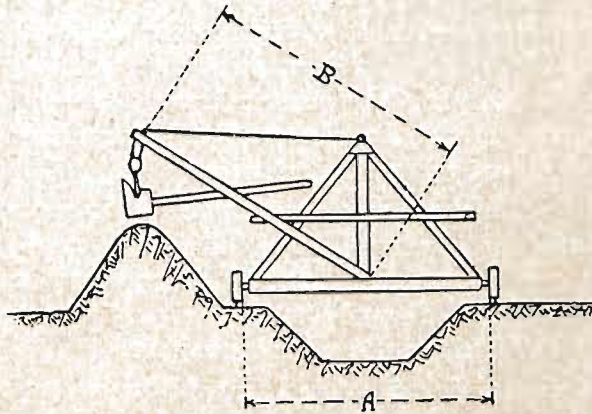
Rys. 87.



Rys. 88.

wyrabia je firma Buckeye Ditscher, Ohio, U. S. A., firma Austin robi takie kopaczki na wzór czerparek łańcuchowych, gdzie kubły mają formę wykopu i są wymienne, pozwalają one wykonywać rowy do głębokości jednego metra. Sprawność zależna jest od zwięzłości gruntu i wynosi od 15 cm do 6 m rowu na jedną minutę. Kopaczka umieszczona jest na czołgowym podwoziu. Przy przejazdach drogami porusza się z prędkością 2 km/godz. (Rys. 88).

7) Maszyny do kopania profilów regulacyjnych, szerokości 5 do 20 m są używane w Ameryce i budowane na wzór kopaczek czerpakowych. Konstrukcja umieszczona jest na szkielecie, kształtu równoramiennego trójkąta, drewnianego lub żelaznego, w środku



Rys. 89.

którego umieszczone jest ramię, noszące łyżkę (Rys. 89). Ruch tych bagrownic odbywa się w sposób różny — pod tym względem znane są:

- a) bagrownice przesuwane po ziemi, po podłożonych deskach;
- b) pełzające na podwoziach czołgowych, mogą poruszać się po gruntach miękkich i nierównych;
- c) pojazdowe, poruszające się po szynach;
- d) pływające, gdzie konstrukcja umieszczona jest na pontonach, promach lub łodziach zakotwionych w miejscu pracy.

**Rowy rozorywane, przegony.** Rowy wykopane szpadłem kształtu trapezowego, tak, jak to powyżej było opisane, mogą być z łatwością zastosowane na łąkach, lub wogóle w miejscowościach nie podle-

gających uprawie rolnej. Na polach jednak z wielu względów rowy otwarte nie są pożądane, zwłaszcza obecnie, gdy uprawa maszynowa w coraz większe wchodzi zastosowanie. Z tych powodów usiłowano z powodzeniem zastąpić je krytymi kanałami, czyli drenami. Te jednak, sprawując doskonale swe zadanie gdy chodzi o obniżenie wód gruntowych, nie są w stanie odprowadzać wód powierzchniowych, gromadzących się z deszczów, lub topniejących śniegów.

To też praktyka wykazuje, że odwodnienie pól wyłącznie pozostawiać drenom niezawsze jest bezpieczne, lecz wewnętrzne kotliny zamknięte, jak również niziny ufałdowań gruntu, powinny być zaopatrzone w rowy, pozwalające na szybki spływ wód.

Tam, gdzie przewidziany jest stały napływ wody, rowy normalne o dostatecznie szerokiem i ubezpieczonem dnie są nieodzowne, w innych wypadkach, doskonale spełniać swe zadania mogą rowy rozorywane, a gdzie głębokość nie jest wielka — przegony\*).

Tego rodzaju rowy polne zalecają dla uzyskania powierzchni uprawnej wykonywać w sposób następujący:

Przy wyznaczeniu osi rowu, wykopuje się do potrzebnej głębokości rów o ścianach prostopadłych i dnie dość szerokiem (Rys. 90). Ziemię stąd uzyskaną rozwieźć należy niezwłocznie, zasypując nią miejscowe zagłębienia, lub wywożąc na miejsca piaszczyste wydobyta z podspodu glinę, jeśli takowa się tam znajduje.

Następnie załamuje się górną krawędź burty i zsypuje na dno, tworząc w ten sposób rów o bardzo rozłożystych skarpach i przytem pokrytych wierzchnią warstwą urodzajną, oraz głęboko zregulowaną tak, że rola w tem miejscu będzie bardzo urodzajna (Rys. 91).

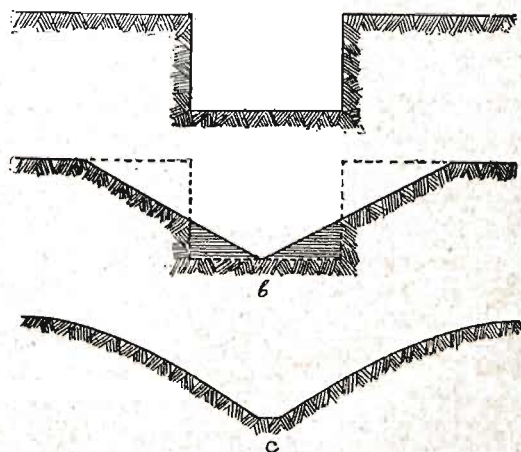
Przy rowach niezbyt głębokich należy burty złamać szpadlem, a potem kultywatorami i bronami wyrównać, wreszcie pługiem rozorać. Tak wkonywanych rowów nigdy już kopać nie potrzeba (Rys. 92), a tylko po każdym rozoraniu wyczyścić szpadlem i grabiami. Mogą one być obsiewane całkowicie, w uprawie pól nie przeszkadzają, jak również nie tamują swobodnej komunikacji.

\*) Na pewnej kombinacji rowów rozorywanych, przegonów i brózd, polega system odwodnienia pól inż. Korzybskiego, tak szeroko stosowany w latach 1890 — 1900 w Królestwie Polskiem i to w wielu wypadkach z niezaprzczonemi korzyściami.

Wł. H. Korzybski: „Instrukcja do przeprowadzenia melioracji rolnych”. Warszawa, 1889.

W podobny sposób wykonywa się i przegony, gdzie zaś równy spad nie zmusza do stosowania przekopów, można te ostatnie wykonać całkowicie mechanicznie, bądź zapomocą specjalnych pługów, bądź też, rozorywując je stopniowo, co jest lepsze.

W tym celu, mając wytknięty przegon według planu warstwicowego, przepędza się pługiem po jednej bruździe jego linię środkową. Następnie, po odmierzeniu od osi przegonu po 2 m z każdej strony, te dwa pasy rozoruje się pługiem pojedynczym na rozgon w ten sposób, że zaczynając od zewnątrz, orzą pierwsze skiby płytko, a następnie stopniowo pogłębiają, aż do dna przegonu. Po wyoraniu przegonów, trzeba je pobronować w kierunku orki, a jeśli pole było zadarnicne — należy je silnie wałem żelaznym utłoczyć.



Rys. 90.

Rys. 91.

Rys. 92.

Tak utrzymane przegony z początku płytkie, lecz o bardzo rozłożystych brzegach, rozoruje się przed każdą orką do czasu osiągnięcia pożądanej głębokości. Po skończonej uprawie polnej, rowy i przegony przechodzi się radełkiem, a ziemię podniesioną tem narzędziem odrzuca się szpadlem lub grabiami, oraz zaokrągla wszystkie ujścia bródz od przegonów do rowów.

**Umocnienie brzegów i dna.** W rzadkich tylko wypadkach kanały mogą się dłuższy czas ostać niszczącej działalności wody płynącej bez specjalnego ubezpieczenia brzegów i dna. Zwłaszcza w gruntach mniej zwięzłych, lub warstwowanych i obfitujących w żyły piasku wodonośnego, następuje bardzo szybkie podmycie brzegów, rezultatem czego jest obsuwanie się ich i zamulanie całego kanału lub rowu.

Jeszcze trudniej przedstawia się sprawa, jeśli rów osiągnął dnem piasku płynnego, t. zw. kurzawki. Konserwacja takich rowów, nawet w wypadkach, gdy odkosy wykonane zostały z bardzo małym nachyleniem i prędkość przepływu wody jest nieznaczna, staje się trudną i kosztowną. Jedynie przez umiejętne umocnienie łożyska kanału można zapobiec ciągłemu jego zamulaniu się. Zważywszy też, że pomimo stosowania stopni, nie zawsze nadać można wodzie płynącej właściwą gruntowi prędkość, że nawet w warunkach korzystnych uszkodzenie brzegów bądź przez wodę spływającą z powierzchni i przesiąkającą brzegami, bądź przez szkodników różnych lub wpływy atmosferyczne jest łatwe, umacnianie dna i brzegów, ze względu na koszt konserwacji, jest zawsze pożądane i zaniechane może być tylko w rowach płytkich, przecinających grunta bardziej spoiste.

Zależnie od warunków miejscowych, stopnia uszkodzania skarp, materiału posiadanego do dyspozycji, stosować można różne środki, przeciwdziałające nadwyrężaniu brzegów, jak np. obsiew, darniowanie, drzewo, kamienie, beton i t. p.

Najprostszym sposobem umocowywania skarp rowów nad zwykłym poziomem wody jest obsiew stosownymi trawami. W tym celu pokrywa się je 10 — 15 cm warstwą próchnicznej ziemi i obsiewa wiosną, ze względu na dostatek potrzebnej do kiełkowania traw wilgoci.

Na 1 ha powierzchni bierze się około 65 kg nasion traw, wybierając na grunta gliniaste i marglowate mieszankę koniczyny i lucerny, na piaszczyste — owies z mieszanką traw, zaś na bardzo chude piaski — *Carex arenaria* (turzyca), *Triticum repens* (perz).

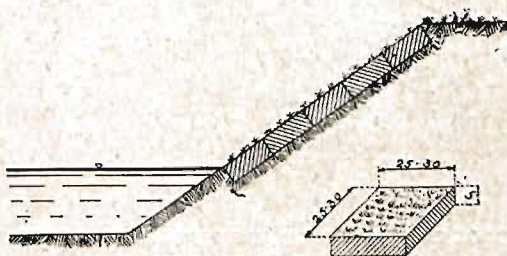
Na gruntach bardziej wilgotnych: *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Lolium italicum*.

Straeker podaje następujący skład mieszanki do obsiewu stoków rowów:

Koniczyna szwedzka ( <i>Trifolium hybridum</i> ) . . .	2,3 kg
„ biała ( <i>Trifolium repens</i> ) . . . . .	2,3 „
Wyczyniec łąkowy ( <i>Alopecurus pratensis</i> ) . . .	6 „
Trawa kupkowa ( <i>Dactylis glomerata</i> ) . . . . .	4 „
Kostrzewa trzcinowata ( <i>Festuca arundinacea</i> ) . .	4 „
„ łąkowa ( <i>Festuca pratensis</i> ) . . . . .	10,6 „
Tymoteusz ( <i>Phleum pratense</i> ) . . . . .	6,9 „

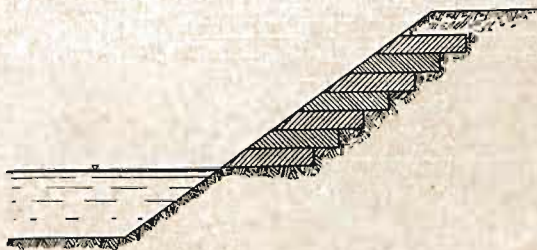
Mietlica rozłogowa ( <i>Agrostis alba</i> ) . . . . .	4	„
Grzebieńnica ( <i>Cynosurus cristatus</i> ) . . . . .	4,8	„
Kostrzewa czerwona ( <i>Festuca rubra</i> ) . . . . .	6,4	„
Rajgras angielski ( <i>Lolium perenne</i> ) . . . . .	10,4	„
Wyklina szorstka ( <i>Poa pratensis</i> ) . . . . .	2,8	„
„ łąkowa ( <i>Poa trivialis</i> ) . . . . .	2,8	„

Nierównie prędzej i lepiej zostają umocnione odkosy ponad poziomem wody norm. przez zadarnienie.



Rys. 93.

W tym celu darninę tnie się na kawałki prostokątne wielkości 25 — 30 cm, o grubości 5 — 8 cm, układa ściśle na płask na poprzednio wzruszoną ziemię (Rys. 93), a następnie silnie przyklepuje.



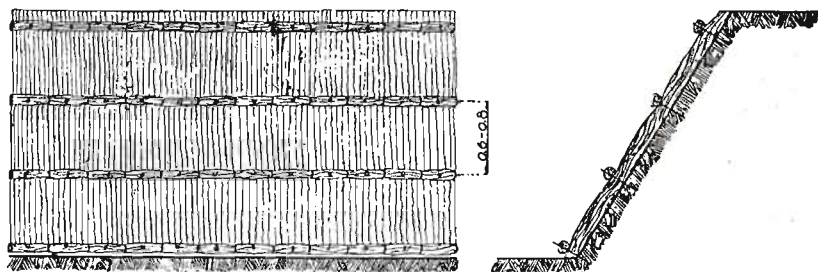
Rys. 94.

Na stromych skarpach, dla uniknięcia zsuwania, każda darni zostaje przybita jednym lub dwoma palikami 20 cm długości i 1—2 cm średnicy.

W wypadkach wymagających silniejszego umocnienia skarp, układa się darninę na z rąb (Rys. 94), czyli warstwami poziomymi, na kształt cegieł przy murowaniu.

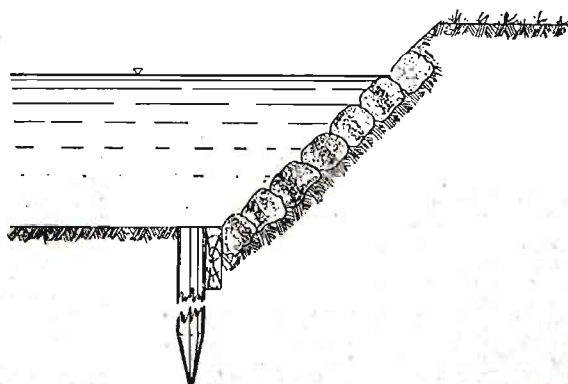
Sposób ten, gwarantując znacznie większą trwałość, jest jednak kosztowniejszy od poprzedniego.

Dla umocnienia szczególnie stromych odkosów używa się niekiedy pokrycia faszynowego. Na skarpę układa się warstwę drobnej faszyny, 5 — 10 cm grubą, najlepiej z wierzby, w kierunku prostym lub równoległym do kierunku rowu i przymocowywa



Rys. 95.

ją stosownie ułożonemi kiskami faszynowemi, średnicy 10 — 15 cm, przybitemi do ziemi kółkami (Rys. 95). Dla umocnienia brzegów pod poziomem wody przeciw podmyciu ich, najtrwalszym jest bruk, ułożony dość ściśle. Zaznaczyć należy, że sposób ten,

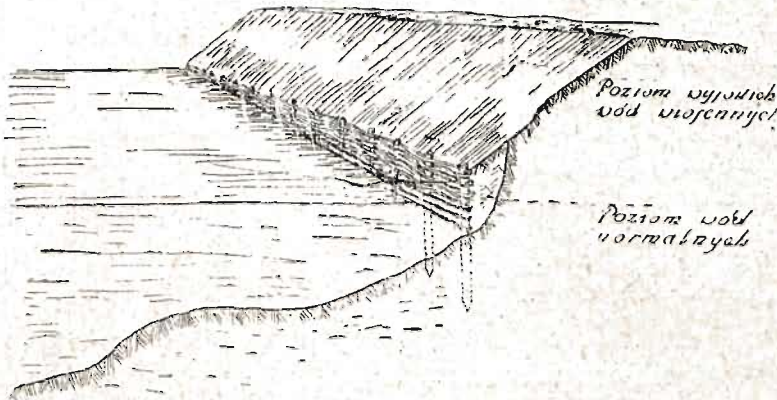


Rys. 96.

tworząc nieprzenikliwą powierzchnię brzegów, nie może znaleźć zastosowania przy zwykłych rowach osuszających.

Jeśli grunt składa się z łatwo przepuszczalnej gliny, należy bruk kłaść na 10 — 15 cm grubą podsypkę z piasku lub żwiru, albo też na warstwę podkładu betonowego. Zauważyć należy, że bruk utrzymać się może czas dłuższy tylko na niezbyt stromych skarpach o ty-

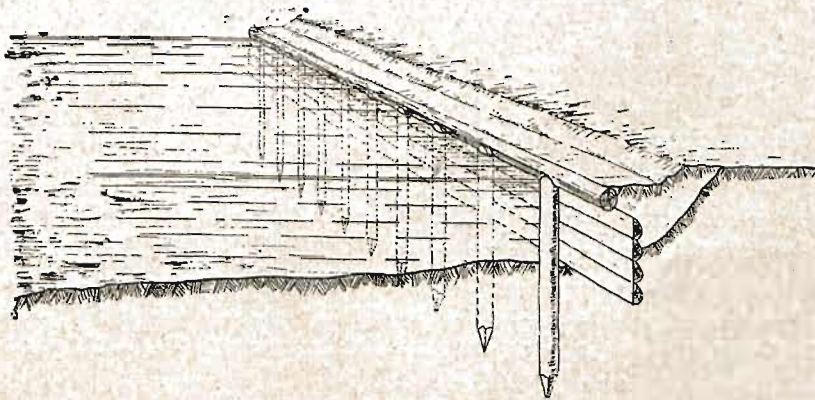
le, o ile zabezpieczony jest od spodu od podmycia. Dla zapobieżenia temu stosują narzut kamienny, pale wbite w dno z nasadzonym oczepem, albo wzdłuż przymocowanym balem, o który opiera się



Rys. 97.

bruk (Rys. 96), lub nawet w wypadkach wyjątkowych żelazo - betonowa belka, idąca wzdłuż skarpy.

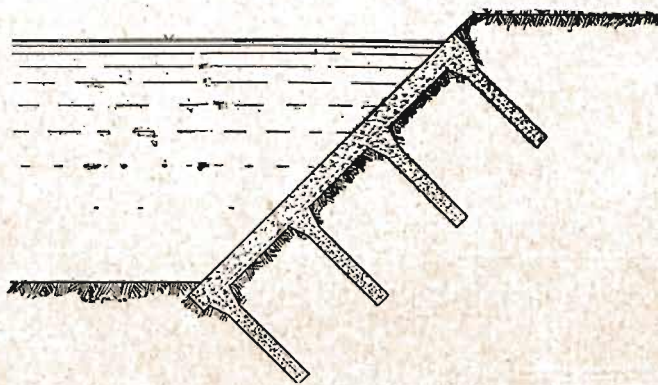
Sposobem prostym i niekosztownym zabezpieczenia skarp od podmycia ich od dołu, są płotki faszynowe, wbijane po obu



Rys. 98.

stronach dna rowów (Rys. 97). W razie braku odpowiedniego materiału do przeplecenia płotka, jakim są cienkie pręty wierzbowe, lub chróst olszowy, można zastosować w tym celu ogrodzenia, wykonane z łąt albo desek. (Rys. 98).

W wypadkach szczególnych, gdy przepuszczalność skarp rowów nie jest wymagana, stosować można umocnienie brzegów pokryciem betonowym 8 — 12 cm grubości. Dla uniknięcia pęknięć tak utworzonego pancerza wskutek zmian temperatury, pozostawiać należy co 2,5 m szczeliny stykowe. Polecenia godne są pokrycia żelbetonowe z kotwami (Rys. 99). Kotwy te wykonywa się w ten sposób, że za pomocą świdra zostają wywiercone w brzegu otwory 0,55 do 1,2 m głębokości, wypełniane następnie betonem, po zapuszczeniu uprzedniem odpowiednio długich drutów. Po pokryciu skarpy siatką metalową, z którą druty kotwiczne kolejno są łączone, całość zostaje zabetonowana 5 cm warstwą, tak, aby siatka całkowicie była betonem otoczona.



Rys. 99.

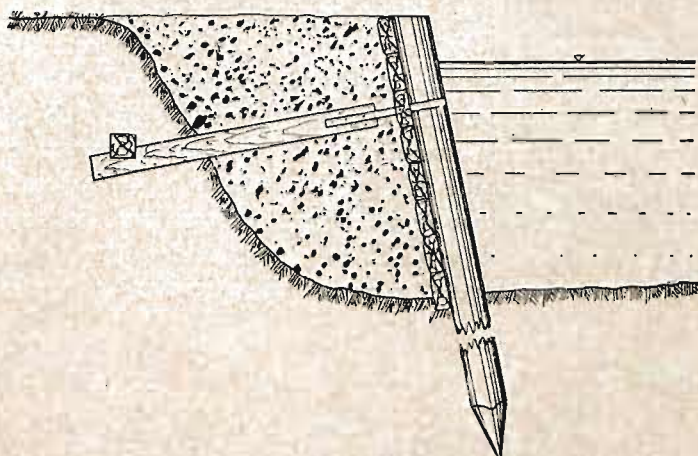
W wypadkach, gdy z jakichkolwiek powodów odkosom nie można nadać wymaganej pochyłości, odpowiedniej do jakości gruntu, stosuje się ściany oporowe drewniane, lub murowane.

Najprostszą konstrukcją ścian oporowych drewnianych jest ściana wybudowana z pali okrągłych, wbitych w dno, z szalowaniem z desek, lub bali. Pale, których średnica wynosi około  $\frac{1}{20}$  ich długości, wbija się zwykle przynajmniej tak głęboko w grunt, jak wysoko wystają nad nim (Rys. 100).

W wielu wypadkach okazuje się potrzeba umocnienia nie tylko brzegów, lecz i dna kanałów, zwłaszcza, gdy nadmierna szybkość wody spływającej grozi nadwyrężeniem jego.

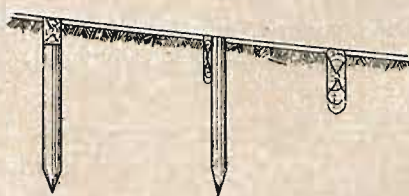
Darniowania dna w tym razie nie można polecić, ponieważ sprzyja ono porostowi trawy, a co za tem idzie i stopniowemu замуłaniu rowów.

O wiele lepsze jest wybrukowanie dna kamieniami, lub wysypanie grubym żwirem, co zapobiega jego zarastaniu chwastami, utrudniając zarazem rozmywanie wody. Przy większych szerokościach dna i nadmiernych spadkach, można starać się umocnić je płotkami poprzecznymi, dawanymi co 2 — 5 m, lub progami z belek



Rys. 100.

drewnianych 10 — 15 cm, założonych na palach, brusami drewnianymi albo blokami z betonu (Rys. 101). W zupełnie słabym gruncie, jak np. kurzawka, dobre rezultaty daje pokrycie dna faszyną. Cienka pręcina układa się na dnie równo i starannie warstwą

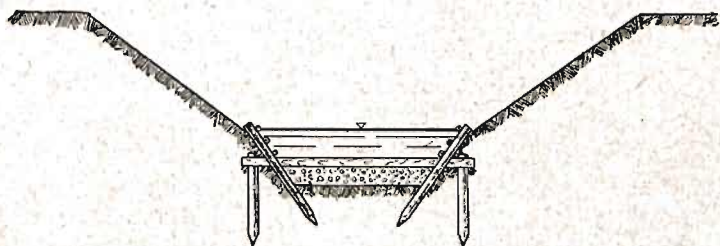


Rys. 101.

10 — 20 cm grubą, wierzchołkami w kierunku prądu, a następnie zostaje przyciśnięta poprzecznymi łatami w odstępach 0,5 do 0,75 m. Nadaje się to zwłaszcza dla rowów ze znacznym spadkiem, prowadzącym piasek i żwir, który nabijając się pomiędzy faszynę, daje twarde i trwałe dno. (Rys. 102).

W gruntach gliniastych lub ilastych, jak również w rowach wysychających czasowo, umocnienie wyściółką faszynowym powinno być wykluczone.

**Stopnie.** W celu zmniejszania spadku dna rowów, lub ujednolajnienia go, stosowane bywają często kaskady, zwane również stopniami. Do wysokości 30 cm można wybudować je z pomocą płotków faszynowych. Takie jednak wykonanie nie gwarantuje większej trwałości i wymaga starannej konserwacji. Dno poniżej stopnia musi być wzmocnione narzutem kamiennym, lub wyściółką faszynowym, dla zabezpieczenia go od wymulenia przez spadającą z wysokości wodę. Długość umocnienia zależy od wysokości stopnia, jak również głębokości wody wielkiej, przeciętnie jednak wynosi potrójną wysokość stopnia. Budując stopień z faszyny, praktyczniej jest rozłożyć różnicę spadków przez nadanie dnu w odpowiednim

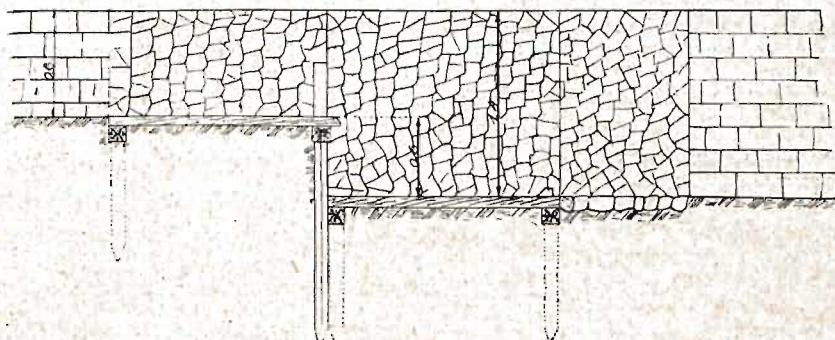


Rys. 102.

miejscu większą pochyłość, np. 1:4 do 1:10 i umocnienie go przez wbicie w dno rowu i brzegi co 3 do 5 m szeregu pali, tworzących ściany, zabezpieczające od wypłókania ziemi zbyt szybkim prądem wody.

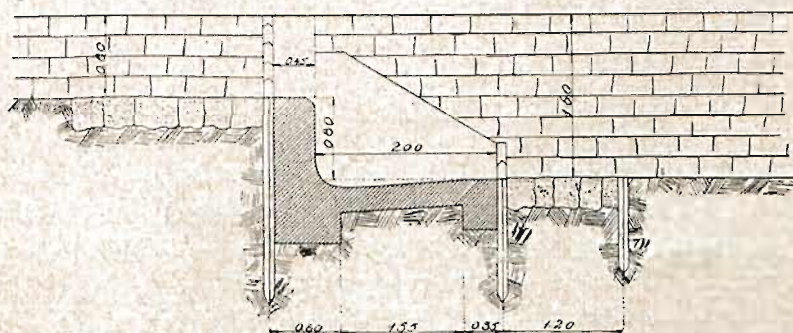
Nierównie trwalsze, choć bez porównania kosztowniejsze są kaskady, wybudowane z drzewa (Rys. 103), muru lub betonu (Rys. 104). Wysokość ich może być dowolna. Przy wykonaniu tych budowli, w celu ułatwienia połączenia części górnej rowu z dolną, rozszerza się dno pierwszej do takich rozmiarów, aby płaszczyzny brzegów górnej części zeszyły się z płaszczyznami podobnymi do dolnej części. Przy stopniach o znacznej wysokości zaleca się wybudowanie w dnie rowu, u podnóża stopnia t. zw. kotła, czyli nieckowatego zagłębienia, gdzie woda spadająca, zmieniając kierunek ruchu, traci na energii, i w ten sposób zostaje złagodzony, niszczący dno i brzegi, wpływ

siły uderzenia spadającego z wysokości strumienia. Rys. 105 przedstawia typ podobnej budowli, zbudowanej całkowicie z drzewa (ścianki szczelne i okraglaki, pokrywające dno), a nadającej się w prymitywnych warunkach i rozmiękłym bagienym gruncie. Nie-  
wielkie te budowle, ze względu na rozmiękły i mało spoisty grunt,



Rys. 103.

winny być bardzo starannie wykonywane, bowiem inaczej, w prędkim czasie ulegają zupełnemu zniszczeniu. Zwłaszcza dno i brzegi w miejscu przelewu wody powinny być trwale umacniane.

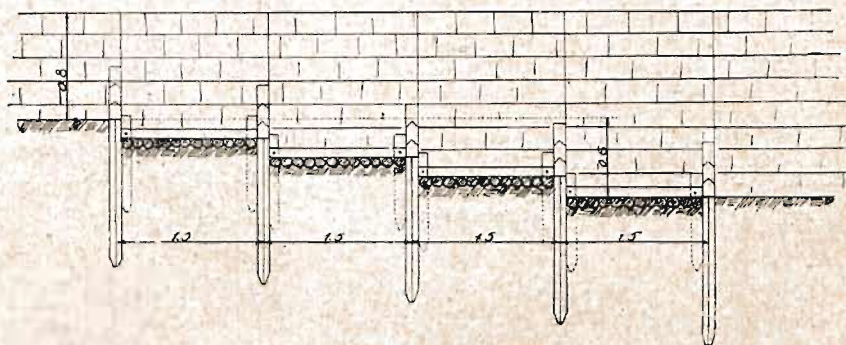


Rys. 104.

**Mosty i przepusty.** Do budowli, spotykanych przy każdym odwodnieniu, należą przepusty i mosty, umożliwiające komunikację poprzez wykopane kanały i rowy. Budowa ich stosować się musi do prawideł ogólnych dotyczących się tego rodzaju zestrojów. i nie możemy na tem miejscu wchodzić w interesujące szczegóły, ogranicza-

jąc się do uwag dotyczących się tych budowli mniejszych i stawianych na gruntach bagiennych.

Przepusty mają za cel przeprowadzenie wody poprzez nasypy, jak groble lub wywyższone drogi. O ile możliwości, kierować należy przepust w ten sposób, aby oś jego przecinała drogę pod kątem prostym. Zazwyczaj przepusty wykonywane są z betonu i tworzą typ małych bardzo mostów. Na ziemiach bagiennych, posiadających grunt rozmiękły, ten rodzaj przepustów jest częstokroć trudny do zastosowania, ze względu na utrudnione fundamentowanie. Najczęściej też spotykane w tych warunkach przepusty są rurowe (betonowe lub kamionkowe), o przekroju okrągłym, albo owalnym. Wlot i wylot zabezpieczane są murowanymi lub betonowymi skrzydłami, niekiedy zaś, dla taniości i lekkości budowy, tylko faszynowymi



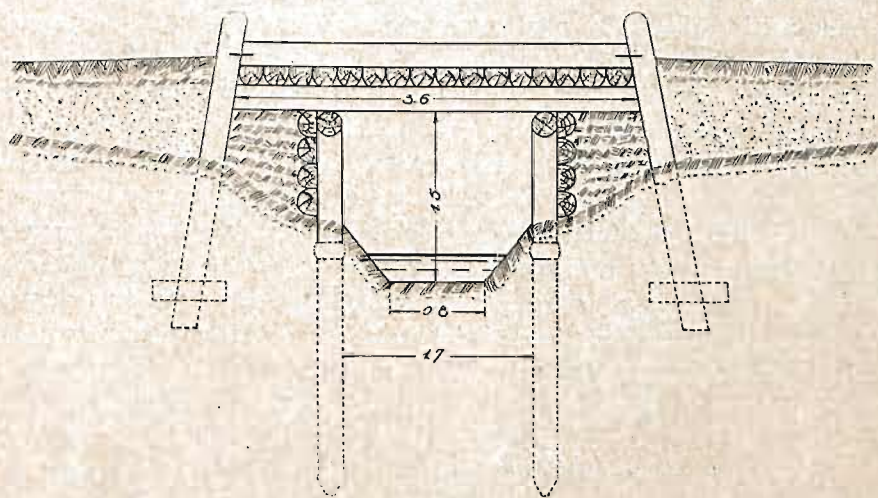
Rys. 105.

umocnieniami i odarniowaniem na zrab skarpy nasypu. Co do wymiarów, to stosować się winno do obliczeń, podanych na str. 110, nie należy jednak, ze względu na umożliwienie odczyszczania, używać średnic mniejszych nad 50 — 60 cm.

Dla przeciwdziałania osiadaniu, układa się niekiedy rury przepustowe na ruszcie drewnianym, zbudowanym z belek, lub żelazo-betonowej płycie.

O ile chodzi o zabezpieczenie komunikacji poprzez szersze kanały, konieczna jest budowa mostów. Na gruntach grząskich, wykonanie mostów murowanych, lub betonowych przedstawia niemałe trudności, wymaga bowiem szczególnie starannego, głębokiego, a zarazem i kosztownego fundamentowania, to też gdzie materiał drzewny nie jest zbyt drogi, a zalecona jest ekonomia wykonania,

tam najodpowiedniejsze okażą się niewątpliwie lekkie mosty drewniane, lub mieszanej konstrukcji, zbudowane na palach drewnianych z takiemż przyczółkami. Konstrukcja jest wprawdzie mniej trwała niż murowanych lub żelbetowych, ponieważ pomost trzeba zmieniać co 5 — 6 lat, zależnie od ruchu, zaś belkowania co 8 do 10-ciu lat, lecz nierównie tańsza i łatwiejsza w wykonaniu w warunkach prymitywnych, jakie przy tego rodzaju robotach istnieją. Ponieważ części drewniane, wystające nad wodą, ulegają łatwemu gniciu, przeto zaleca się pale mostowe wykonywać dzielone w ten sposób, że na pilotach wbitych w ziemię nałożona jest belka podłużna, na której dopiero opierają się pale mostowe, stanowiące filary. Po ich nad-



Rys. 106.

gniciu nie potrzeba wyciągać z ziemi pilotów, które są dębowe, trwać mogą w ziemi bardzo długie lata. Rys. 106 przedstawia typ podobnego mostu niewielkich rozmiarów.

Przeloty mostowe winny być szczególnie starannie obliczone, by nie powodować spiętrzeń wody, połączonych z podtopianiem osuszonej miejscowości, wzgl. uszkodzanie budowli. Z tego powodu przy obliczaniu tych przelotów \*) należy brać pod uwagę wody katastrofalne.

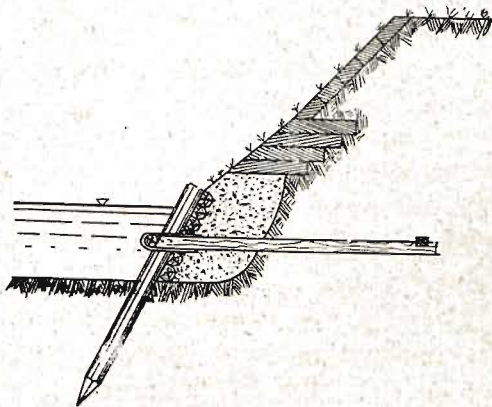
**Utrzymanie robót odwadniających.** Wszystkie urządzenia odwadniające wymagają stałej pieczy i perjodycznego remontu. Choćby

\*) Inż. Luft. Nomogramy dla wyznaczenia otworów mostów i przepustów, 1926.

najstaranniej wykonane rowy i kanały z czasem zamulają się i uszkadzane bywają zarówno przez ludzi przechodzących przez nie, albo przejeżdżających, jak i przez bydło szukające na burtach paszy, lub w rowach wody. Wskutek obsuwającej się ziemi, tworzą się łatwo miejscowe zwężenie łożyska, które powodują spiętrzenie wody, sprzyjając zamulaniu dna powyżej, jak również rozmywaniu burt w miejscach ich formowania, wskutek przyspieszonej prędkości przepływu. Wreszcie, jeśli grunt w spodnich swych warstwach jest luźny, łatwo następuje podmycie brzegów, a często piasek wraz z wodą gruntową wypływa z pod burt, które obrywając się, tworzą wyrwy, deformujące najzupełniej cały rów. To też rowy wymagają stałego dozoru, jeśli funkcjonowanie ich ma być prawidłowe. Drobne zatamowania przepływu bądź obsuwającą się ziemią, bądź przedmiotami obcymi, jak gałęzie, kamienie i t. p., które przypadkowo mogłyby dostać się do rowu, powinny być natychmiast usuwane, a w razie zauważenia tendencji do tworzenia się większych uszkodzeń, należy przedsięwziąć zaraz roboty, mające na celu uniknięcie niebezpieczeństwa. Ziemia luźna z nad brzegów powinna być usunięta i cienko rozplantowana po bokach, z jednej bowiem strony tamuje dostęp wody powierzchniowej do rowów, z drugiej — będąc splukiwana deszczami, sprzyja zamulaniu ich. Przy systematycznej konserwacji roboty remontowe nie będą kosztowne i ograniczać się mogą do gruntownego oczyszczenia rowów raz na 4 do 5 lat. Przy niedostatecznej stałej pieczy, okazuje się niekiedy potrzeba przedsięwzięcia poważnych robót remontowych co rok, lub co drugi.

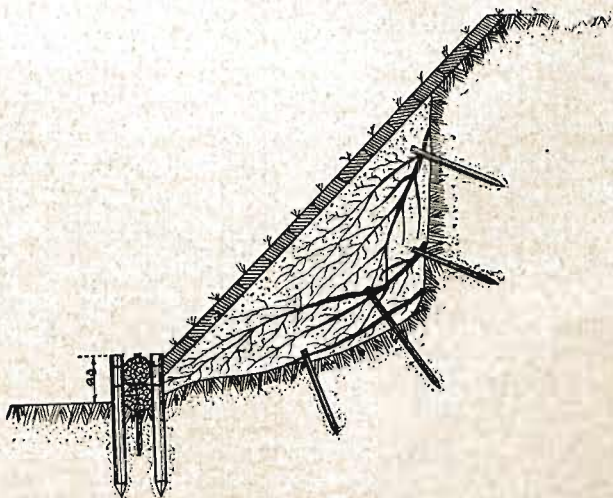
Przy odczyszczaniu rowów wystrzegać się należy zbytecznego pogłębiania dna, skutkiem czego nietylko następuje zmniejszenie spadku, lecz zwykle i powiększenie nachylenia skarp, co grozi dalszym ich obsuwaniem się. Założone przy wykonaniu rowu równo z dnem progi co 100 — 200 m, tak, jak to na str. 163 mówiąc o umacnianiu dna wspomniano, są bardzo pomocne dla zachowania pierwotnego spadku, ustawivszy bowiem na nich podczas odcyszczania krzyżowe celownice, łatwo przyprowadzić dno do pierwotnej głębokości. Szczególniej trudne i kosztowne jest doprowadzenie do porządku rowów, gdy wskutek wodonośnych pokładów piasku skarpy osunęły się, a szybki prąd podczas wysokiego stanu wody ziemię uniósł, tworząc bezkształtne wyrwy. Naprawa zwykle daje się skutecznie, zakładając faszynowe, lub wykonane z tarcic płotki, ograniczające linię dna i pozwalające na uformowanie na nowo skarpy przez zasypianie wyrw. Pale płotka muszą być dość głęboko

wbite, lub, co lepsze, jeśli grunt dna jest luźny i przesycony wodą, zamocowane poprzecznymi rozporami, lub lepiej kotwami zapuszczonymi w skarpe rowu (Rys. 107).



Rys. 107.

Te proste jednak sposoby niezawsze okazują się dostatecznymi. Gdy grunt jest przesycony wodą, a poziom jej w rowie bywa zmien-



Rys. 108.

ny, ziemia z brzegów łatwo zostaje unoszona prądem przy wyższych wodostanach, a płotek, z chwilą, gdy go woda pokryje i dostanie się poza niego, bywa często wypłukany i obalony. Nierzadko się też

zdarza, że po wiosennych rozlewach, słabe płotki obu brzegów, zepchnięte zostają do środka parciem ziemi. To też w podobnych wypadkach zwrócić głównie uwagę należy na silną podstawę krawędzi skarpy, dając np. po dwa rzędy płotów faszynowych, połączonych ze sobą poprzecznie, co utrudni podmycie skarpy. Umocnienie składać się też może z kiszek faszynowych pomiędzy dwoma rzędami kołków, ułożonych wzdłuż krawędzi dna, zaś wyrwy wypełnić można wyściółem z gałęzi, najlepiej jałowcowych, przybitych do gruntu i zasypanych ziemią (Rys. 108). Gałęzie układać należy wierzchołkami w kierunku biegu wody. Zastosować wreszcie można jedno z poprzednio już podanych umocnień dna i brzegów.

Remont rowów zwykle odbywa się w czasie najniższych wód, przytem gdy temperatura pozwala na pracę w wodzie. Początki jesieni są do tego najodpowiedniejszą porą roku. W tej porze oczyszczone rowy są przygotowane do funkcjonowania prawidłowego w chwilach, gdy to jest najwięcej pożądane, a więc z nastaniem roztopów wiosennych. Koszt konserwacji starannej bywa zwykle dość znaczny, i to jest jednym z powodów, dla którego odwodnienie rowami otwartemi ustępuje miejsce drenom, ograniczając się do wypadków, omówionych na str. 89.

Staranna konserwacja jest szczególnie ważna dla wszelkich cieków większych, stanowiących odbiorniki odwodnienia. Jeśli jest ona zaniedbana, nie wiele przynieść może pożytku urządzenie osuszające. Konserwacja polega na zabezpieczaniu stałem brzegów, wycinaniu chwastów, o czem już mówiliśmy, karczowaniu roślin które pojawiają się na brzegach, i usuwaniu odsypisk piaszczystych. Szczególniej uwagę zwrócić należy na nadwyreżenie brzegów, którym w zaczątku należy przeciwdziałać, aby zapobiec zdziżeniu łożyska. Roboty te są proste, ogólnie wzięwszy nie kosztowne, zwłaszcza jeśli się je prowadzi systematycznie, gdy jednak moment odpowiedni zostanie pominięty, szkody mogą się tak powiększyć, że okaże się niezbędna gruntowna korekcja łożyska.

Konserwacja cieków naturalnych bywa często utrudniona ze względów prawnych, gdy brzegi należą do różnych właścicieli. Rozkład kosztów jest wtedy bardzo trudny, ze względu na nierówne korzyści jakie otrzymują, a które częstokroć osiągają posiadłości, nie przylegające bezpośrednio do brzegów, a zatem zwykle nie obowiązane prawnie do utrzymywania ich w porządku. Prawidłowy jednak spływ jest pożyteczny dla całych okolic, zwłaszcza w tak płaskich

krajach, jak większa część naszego, i zainteresowana jest w nim cała ludność okoliczna, ze względów komunikacyjnych, higienicznych, rolniczych i t. d.; utrzymanie więc ich, ogólnie wzięwszy, jest regulowane ustawą wodną, a dozór nad nimi sprawują organy rządowe.

Odchwaszczanie, jest środkiem skutecznym dla ułatwienia odpływu i nie powinno być zaniedbywane co rok. Brzegi mogą być co najwyżej obsadzone wikliną, a większe drzewa rosnące na nich należy usuwać, ponieważ korzenie psują brzegi, a wpadające liście i gałęzie zanieczyszczają wodę. Szczególniej wystrzegać się należy pąsienia bydła po brzegach, niszczącego kosztowne roboty nadbrzeżne. Na pastwiskach dla utrudnienia dostępu, polecenia jest godne ogradzanie łożysk, konserwacja których jest kosztowniejsza, pozostawiając miejsca otwarte ze stosownie obniżonemi brzegami dla wodopojów.

**Koszt wykonania robót odwadniających** składa się w głównej części z wydatków na roboty ziemne, t. j. wykopanie rowów i kanałów, oraz budowli dodatkowych, jak rurociągi, stopnie, lewary i t. p. O ile koszt pierwszej grupy robót daje się ze względną dokładnością przewidzieć, o tyle określenie kosztów wszelkich budowli hydrotechnicznych jest zwykle trudne i niepewne, a to wobec prymitywnych warunków w jakich często są wykonywane, trudności stosowania postępowych metod technicznych i niemożliwości przewidzenia okoliczności mniej pomyślnych, wynikających bądź z właściwości gruntu, bądź z warunków atmosferycznych. Wszystkie przewidywane wydatki winny być ujęte w **k o s z t o r y s**, dołączony do każdego projektu odwodnienia miejscowości. W kosztorysie takim uwzględnione być powinny następujące pozycje:

- 1) Sporządzenie projektu i inne roboty wstępne.
- 2) Roboty ziemne i inne, prostsze, związane z niemi.
- 3) Materiały budowlane, jak rury, cegła, drzewo i t. d.
- 4) Budowa stopni, przepustów, mostów i t. d.
- 5) Dozór techniczny i prowadzenie robót.
- 6) Koszty nieprzewidziane.

Do robót pozycji 1) należy zbadanie wstępne terenu co do możliwości i celowości robót, wykonanie studjów oraz sporządzenie projektu wraz z kosztorysem. Koszty te mogą być określone w stosunku do meljorowanego obszaru, lub też obliczając poszczególnie — za każdą pracę. Sposób pierwszy właściwy jest dla robót większych, drugi dla mniejszych. Niewątpliwie koszt studjów, wypadający na

jednostkę obszaru, zależny jest z jednej strony od trudności, związanych z terenem, z drugiej — od rodzaju przedsięwziętych robót. Studja w celu przeprowadzenia osuszenia generalnego mogą znacznie mniej kosztować, niż w celu wykonania szczegółowego odwodnienia, jak meljoracji łąkowej, lub polnej.

W następnej tabelce podane są koszty robót wstępnych, (zdjęcia, opracowanie projektów, kosztorysów, wykazów udziałowców i t. d.), wykonanych w Niemczech przed wojną \*).

Nazwa projektu	Obszar ha	Koszty ogólne Mk.	Koszty na 1 ha Mk.
Odwodnienie okręgu Beuren . . . . .	32	300	27,—
„ łąk torfowych okręgu Kirchworbis . . . . .	11	270	8,40
„ okręgu Martinrieth . . . . .	479	1600	3,20
„ doliny Unstrut . . . . .	511	1500	2,90
„ obszaru Leppingsville . . . . .	1047	1700	1,60

Prace wstępne do większych odwodnień kosztują 14 do 18 zł. za *ha*. Jako wytyczną przyjąć można, że sprawny inżynier zaopatrzony w odpowiednią pomoc, w zwykłych warunkach przestudjować może w polu 6 do 10 *ha* dziennie, licząc w tem czas potrzebny do nanieśienia danych na papier.

Poz. 2-gą stanowią w całości prawie koszty robót ziemnych, związanych z budową kanałów i rowów. Koszty te zależą nietylko od rozmiarów budowli (szerokości i głębokości), lecz i od rodzaju gruntu oraz ogólnych warunków chwili, jak wymagania robotnika, trudności miejscowe, pora roku i t. p.

Poniższa tablica daje koszt przeciętny kopania rowów różnej głębokości i w rozmaitych rodzajach gruntu pod warunkiem, że szerokość rowów pozwala na wykopanie ich ręcznie i bez odwożenia ziemi taczkami. Dobycie ziemi wraz z odrzuceniem jej na dwa boki, zachowaniem odsady (ławy) około 50 *cm* i wyrównanie stoków według szablonu, przy szerokości dna rowu do 1 *m* i nachyleniu skarp 1 : 1 do 1 : 2, kosztuje na 1 *m*<sup>3</sup> w godzinach roboczych:

\*) Ostchoff u. Scheck, Kostenberechnung im Ingenieurbau, 1920.

Klasa gruntu	Głębokość rowów w metrach				
	1	1,5	2	2,5	3
I	0,75	0,95	1,2	1,6	2,2
II	1,3	1,55	1,85	2,25	2,7
III	2,18	2,4	2,7	3,1	3,45

Kl. I — ziemia lekka, sypki piasek. Kl. II — ziemia średnia, torf.  
Kl. III — ziemia ciężka, gliniasta, kamienista.

Przy wyrzucaniu ziemi na jedną stronę koszt wzrasta o 15 do 25%.  
Również ulega podrożeniu w gruncie nadmiernie wilgotnym lub przerośniętym korzeniami.

Dobycie szlamu ręcznym czerpakiem (bagrownicą trzonkową) wraz z wypróżnianiem łodzi:

na 1 m<sup>3</sup> przy głębokości 1 m . . . . 5 — 7 godz. rob.

" " " 2 m . . . . 11 — 15 godz. rob.

Rozplantowanie na bliższy dystans ziemi wyrzuconej z rowów i złożonej po bokach, kosztuje 0,5 — 0,75 godz. rob. za 1 m<sup>3</sup> ziemi.

Koszt darniowania wynosi:

1 m<sup>2</sup> zdjęcia murawy . . . . . 0,15 godz. rob.

przenoszenie murawy na odległość do 50 m . 0,15 — 0,3 " "

darniowanie na płask 1 m<sup>2</sup> . . . . . 0,2 " "

" z przybiciem . . . . . 0,25 " "

" na mur 1 m<sup>2</sup> . . . . . 0,3 " "

Koszt robót faszynowych:

Wiązanie kieszki faszynowej średnicy 10 — 15 cm

z przewiązaniem jej co 20 cm . . . . . 0,2 godz. rob.

Przygotowanie 1000 szt. wici . . . . . 15 " "

Przygotowanie kołków 4 — 6 cm i dług. do 1,20 za

100 szt. . . . . 6 " "

Wbicie 100 szt. kołków . . . . . 2,3 " "

Pokrycie powierzchni faszyną z przybiciem jej kiesz-

kami co 60 cm na 1 m<sup>2</sup> . . . . . 0,27 " "

Wykonanie płotka chruścianego, jako ubezpiecze-

nie od podmycia stoków rowów, wysokości do

0,35 m, na 1 m . . . . . 0,15 — 0,25 " "

Szczegółową analizę cen znaleźć można w specjalnych podręcznikach \*).

Wobec nadmiernego podrożenia pracy ręcznej w latach ostatnich, niewątpliwie muszą wejść w zastosowanie większe niż dotychczas, mechaniczne wypełnianie tych robót, które tylko ręcznie były wykonywane. W tym celu do bagrowania rzek przy mniejszych robotach używane są ręczne bagrownice łańcuchowe. Przeciętna sprawność ich wynosi  $5 m^3$  na godzinę przy obsłudze 5 — 7 ludzi.

Poz. 3) i 4) muszą być obliczone stosownie do warunków, dyktowanych ogólnymi koniunkturami chwilowymi i zgodnie z zasadami, które są przyjęte dla kosztorysowania robót inżynierskich. Koszta te w zupełności zależne są od jakości projektu i rodzaju rozwiązania jego. W pewnych wypadkach maleją do zera, w innych przewyższać mogą koszty pozostałych robót. Toteż wykonanie szczegółowych projektów budowli dodatkowych stanowić może bardzo poważną rubrykę w poz. 1-ej.

Poz. 5) obejmuje koszty techniczne prowadzenia robót. Obliczyć je najwłaściwiej przy robotach większych w odsetkach kosztu samego wykonania. Przy pracach ziemnych wynoszą one 10 — 20% kosztu robocizny, przy innych 15 — 20%.

Poz. 6). Przy każdej robocie należy wziąć pod uwagę, że wskutek nieprzewidzianych okoliczności, mogą rzeczywiste koszty przewyższyć te, które były objęte kosztorysem. Przedewszystkiem wpływać to może z anormalnych warunków atmosferycznych, jak: długotrwałe deszcze, lub silne mrozy, powódzie i t. p., jak również zmieniające się koniunktury. Wysokość tych kosztów oblicza się w pewnym stosunku do przewidzianych zgóry i wystarcza zwykle 5 do 10% kosztorysu ogólnego.

Granice przeciętnych kosztów rzeczywistych odwodnienia gruntów w stosunku do jednostki powierzchni trudno określić, zależą one bowiem nie tylko od warunków miejscowych, lecz i od intensywności osuszenia. Jeśli odwodnienie rowami otwartymi jest tylko melioracją pierwszego rzędu, jako krok przygotowawczy do osuszenia systematycznego ziem bagiennych, przeznaczonych np. do uprawy rolnej. Na koszt ogólny nie mały wpływ też mają wydatki, związane z budową obiektów takich, jak lewary, mosty i t. p., wahaające się

---

\*) Podręcznik do obliczania kosztów robót budowlanych. Warsz., 1922.

Kühl H. Voranschlagen von Tiefbauten.

Bazali M. Preisermittlung u. Verauschlagen, 1923.

w bardzo rozległych granicach, zależnie od trudności miejscowych i fundamentalności, z jaką budowle te są wykonywane.

Jak wielkie różnice istnieć mogą w kosztach wykonawczych różnych odwodnień, świadczą dane cytowane przez Osthoffa, a dotyczące się robót, wykonywanych w Niemczech przed wojną światową:

Nr.	Określenie roboty	Obszar	Koszty ogólne Mk.	Koszty na 1 ha Mk.
1	Odwodnienie w okręgu Beuren . . .	12	2.920	26.60
2	" " Kirchvorbis i Genrode . .	32	10.200	319
3	" " Martinsrieth . .	497	42.400	86
4	" doliny Ustrut od Grifsteot Gorsleben . . . . .	511	100.000	196

Jako przykład wielkiej, a z małymi kosztami związanej meljoracji, służyć może osuszenie w Gaskonji, rozległości 800.000 ha. Wyniosłość, leżąca około 100 m nad poziom morza, składa się z 0,3 — 0,5 m głębokiej warstwy piasku, leżącej na warstwie nieprzepuszczalnej 0,4 — 0,5 m grubej. Wobec braku odpływu, obszar ten po większej części był do lata zabagniony. Odwodnienie wykonane zostało w latach 1858 — 1878 zapomocą 2200 km rowów, szerokości dna 5 — 6 m, a koszt robót wyniósł 4 M. 44 f. na ha.

Odwodnienie błot Pińskich dokonane w końcu zeszłego stulecia pociągnęło koszt 4.780.609 rb., za co wykonano 4367 wiorst kanałów i oczyszczono 127 wiorst rzeczek. Wyniosło to 686 rb. na 1 wiorstę kanałów. Obszar bagien wynosi przeszło 15.000 wiorst kwadr. Ze względu jednak, że nie cały obszar został zmeljorowany, przytem meljoracja, jako rzędu pierwszego, ograniczała się do robót raczej przygotawczych i skierowanych do udostępnienia bagien, niż bezpośredniego użytkowania ich rolnego, określenie kosztu na jednostkę powierzchni nie jest miarodajne.

Z innych robót, wykonanych w czasach ostatnich, przytoczyć można w Galicji przez Biuro meljoracyjne Wydziału Krajowego: osuszenie bagien Oleskich 13.000 mg. torfowiska kosztem 10.976 zł. w. a., osuszenie bagien Stojanowskich kosztem 60.000 zł. w. a. na obszarze 5026 mg., osuszenie bagien Rudnickich obszaru 6382 mg. kosz-

tem 105.200 zł. r. Bogaty materiał faktyczny podaje dzieło inż. Kędziora<sup>\*)</sup>).

Koszt osuszenia systematycznego bagien torfowych zapomocą rowów był oceniany w b. Królestwie Kongr. na 35 — 60 rb, z mg. p. w okresie lat przed wojną r. 1914-go. W czasach obecnych koszt osaczenia 1 *ha* wynosi 400 — 700 zł. W czasach obecnych koszt osuszenia ocenić można na 400 — 700 zł. na *ha*.

**Budowa dróg na bagnach.** Błota w pierwotnym swym stanie nie nadają się do przeprowadzenia jakichkolwiek linii komunikacyjnych. Mała wytrzymałość gruntu nie jest w stanie znieść większych obciążeń, nie mówiąc, że woda występująca na powierzchni uniemożliwia jakikolwiek ruch, to też widzimy na bagnach, że w lecie pasza zbierana gromadzona jest zazwyczaj w stogach, częstokroć układanych na rusztowaniach, a zwożona jest dopiero w okresie zimy, kiedy mróz na tyle zetnie powierzchnię, że przejazd po niej jest możliwy. Z chwilą odwodnienia bagien i uintensywnienia ich użytkowania, zjawia się potrzeba budowy prawidłowych dróg komunikacyjnych. Drogi takie najdogodniej przeprowadzać tam, 1) gdzie głębokość warstwy torfu nie jest znaczna, ponieważ osiadanie drogi będzie mniejsze, a wydobycie materiału mineralnego na jej powierzchni będzie łatwiejsze, 2) w bliskości zarośli lub lasów, ponieważ dowóz materiału drzewnego i faszyny na umocnienie jezdni lub budowie będzie znacznie łatwiejsze.

Urządzenia drogowe normalne składają się: 1) z bocznych rowów odwadniających, 2) bankietów, 3) jezdni, składającej się z podłoża i nawierzchni.

Według Dubacha <sup>\*)</sup>, należy zachować następujące warunki przy projektowaniu dróg tego rodzaju: 1) szerokość jezdni nie powinna być mniejsza, niż 5 *m* w celu umożliwienia mijania się; 2) spadki podłużne nie powinny być mniejsze niż 0,005; 3) spadki poprzeczne należy dawać nie mniej niż  $\frac{1}{500}$ , to znaczy przy 5-ciu metrowej szerokości uwypuklenie jezdni winno wynosić po środku jej 5 *cm*; 4) odprowadzenie wody winno być zabezpieczone rowami podłużnymi; 5) poziom jezdni winien znajdować się ponad poziomem wody w rowach nie mniej, niż na 1 *m*, a to z powodu łatwego podsiąkania

---

<sup>\*)</sup> Inż. A. Kędzior: Roboty wodne i meljoracyjne w południowej Małopolsce. 1929 r.

<sup>\*)</sup> Dubach A. i Sparro R. Osuszenie błot. 1918.

drogą włoskowatości; 6) osiadanie nasypu na gruncie torfowym ocenić należy na  $\frac{1}{5}$  ich pierwotnej wysokości; 7) zakrętom, przekraczającym  $120^\circ$ , nadaje się promień 10 do 20 m; 8) ponieważ siła pociągowa konia wynosi około 85-ciu kilogramów a współczynnik oporów wozów poruszających się na złych drogach wynosi 0,10, to koń na tego rodzaju drogach wieźć może ciężar (łącznie z ciężarem wozu) 850 kilogramów.

Wykonanie drogi po oczyszczeniu trasy z zarośli, rozpoczyna się wykopaniem rowów przydrożnych przeciętnej głębokości około 1 m z zachowaniem spadków, umożliwiających odprowadzenie wody do najbliższych cieków i profilu poprzecznego, odpowiadającego właściwościom gruntu. Materiał wydobyty z rowów zostaje rozrzucony po powierzchni przyszłej drogi. Jeśli grunt był zabagniony, należy wstrzymać się na pewien czas z dalszemi robotami, czekając osączenia się wody i osadzenia gruntu.

Jezdnia może być wykonywana trzech typów:

1) Typ lekki drogi gruntowej polega na podłożu faszynowym, składającym się z gałęzi wierzbowych, brzoźowych lub olszowych, o warstwie około 20-tu cm. Na faszynę narzucona zostaje warstwa torfu mieszanego z piaskiem, wyjętego z rowów przydrożnych, które wówczas w miarę potrzeby materiału, mogą być rozszerzone. Warstwę tę należy starannie rozplantować i ubić, ażeby dostała się pomiędzy gałęzie, warstwa ta pokryta zostaje nawierzchnią z piasku o grubości około 15 cm. Dla zabezpieczenia nawierzchni od rozjeżdżania jej, ujmuje się ją bądź podłużnemi płótkami faszynowymi, bądź też balami drewnianymi, położonemi wzdłuż drogi i umocowanemi do ziemi kołkami. Dubach podaje, że na wybudowanie jednego km. drogi, potrzeba około 1200 roboczych dni kopaczy, 400 dni robotników i 200 podwód.

2) Typ średni drogi wiejskiej znaczenia lokalnego otrzymuje podłoże z faszyn wiązanych, conajmniej 6-cio metrowej długości i 30-tu cm średnicy, układanych szczelnie obok siebie prostopadle do osi drogi. Dla nadania wypukłości jezdni po środku, otrzymuje podściół faszynowy. Na powyżej opisaną warstwę faszynową zostaje nasypała warstwa ziemi grubości około 13 cm., na który przychodzi nawierzchnia grubości 18 cm., składająca się z warstwy piasku. Wzdłuż nawierzchni zaleca się umocnione obrzeża faszyną lub balami drewnianymi.

3) Typ trwały drogi gruntowej znaczenia ogólnego, otrzymuje podkład z legarów, układanych wzdłuż drogi w odstępach około 1 m i silnie obsadzonych w gruncie. Na te legary drewniane ułożony zostaje w kierunku poprzecznym naściół z żerdzi, grubości około 5 cm układanych naprzemian odziomkami w jedną lub drugą stronę. Żerdzie te, zapomocą wici, przymocowane zostają do legarów. Na ten podkład nałożona zostaje cienka warstwa faszynowa, a następnie warstwa ziemi około 30-tu cm i wreszcie nawierzchnia, złożona z piasku. Po brzegach, dla zabezpieczenia rozmycia, daje się płotki faszynowe lub obrzeża z bali. W miarę trudności warunków miejscowych musi być zastosowany odpowiedni typ drogi, który zatem nie na całej jej długości musi być jednakowy.

---