

przeszkok nurtu stanowi bardzo poważną przeszkodę dla żeglugi. Z wywodów powyższych widzimy, że krzywizna prawidłowej trasy regulacyjnej powinna być ciągła, w tym tylko bowiem wypadku wir zwrócony w jednym kierunku stopniowo maleje do zera na przemiele, zaczyna się od zera wir w drugim kierunku. Nurt rzeki będzie ciągłą linią, nie będzie się załamywał pod kątem prostym. Łuki powyższe, jak już zaznaczyliśmy, nie powinny być więc częściami koła, lecz sinusoidalnymi. W praktyce jednak, ze względu na duże trudności jakie zachodzą przy tyczeniu podobnych łuków, używamy łuków kołowych z parabolicznymi krzywymi przejściowymi.

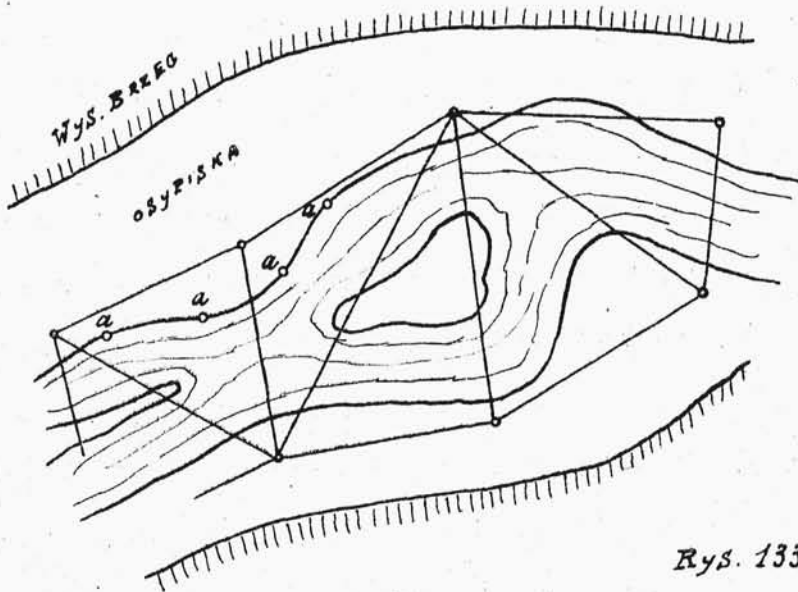
Projektowanie regulacji rzeki.

Żeby wykonać projekt regulacji jakiejś rzeki, w tym celu musimy przedewszystkiem wykonać dokładne

1. zdjęcie sytuacji

rzeki aż po sam wysoki brzeg. Taki plan sytuacyjny zdejmujemy zwykle zapomocą sieci trjangułacyjnej, a następnie tachymetrycznie. Zaznaczyć jeszcze należy, że przy tym zdjęciu tachymetrycznym pożądane jest, aczkolwiek niekonieczne, zdjęcie wysokości

poszczególnych punktów /niwelacja/.

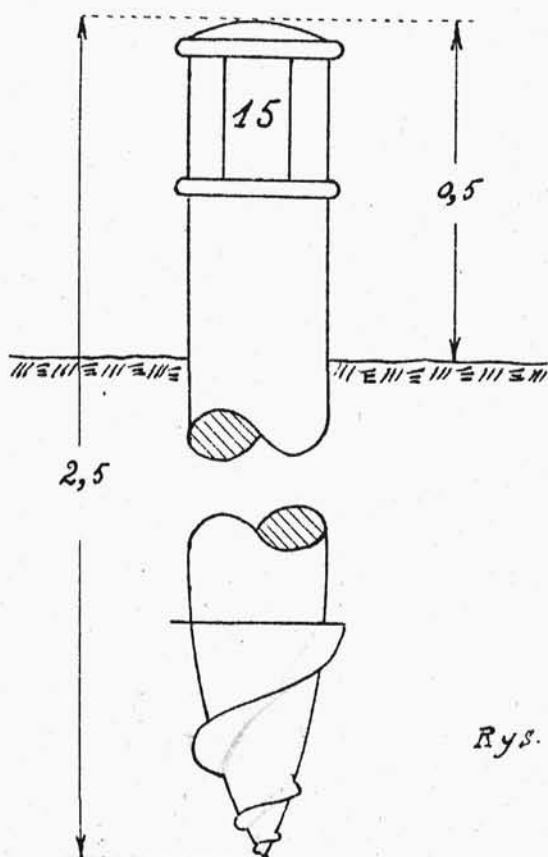


Rys. 133.

Gdy już mamy dokładny plan sytuacyjny wykonujemy

2. niwelację podłużną.

Idziemy z taśmą wzdłuż brzegu rzeki i zakładamy słupy kilometrowe /a/: kamienne lub żelazne. - Taki słup żelazny wyobraża nam rys.134. Słupy powyższe z wielu względów ^{są} praktyczniejsze od kamiennych i dlatego częściej bywają używane. Założywszy te słupy niwelujemy wodę. W tym celu musimy poczekać, żeby stan na całej części rzeki regulowanej się ustalił, a więc zwykle do jesieni, gdy nie będzie deszczów. Gdybyśmy bowiem robili niwelację w okresie deszczowym, moglibyśmy zniwelować nie właściwy



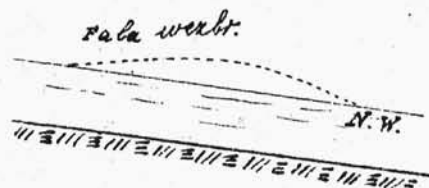
Rys. 134.

stan wody, lecz falę wezbrania i rezultaty wobec tego otrzymalibyśmy z gruntu fałszywe.

Samo techniczne wykonanie niwelacji przedstawia się w ten sposób, że tuż nad wodą zabijamy paliki, które ni-

welujemy, a następnie, już jednego dnia, odmierzamy wysokość tych palików od lustra wody. Żeby praca ta była wykonalna, dzielimy cały obszar

rzeki zdejmowanej na rewiry po 8 - 10 km każdy, tak, że inżynierowie odmierzający wysokość tych palików, każdy w swoim rewirze tego samego dnia, bardzo łatwo mogą tę pracę wykonać. W ten sposób otrzymamy niwelację podłużną rzeki.



Z kolei wykonujemy

3. Niwelację poprzeczną

w pewnych regularnych odstępach, zwykle w 0,5 km. oraz we wszystkich punktach charakterystycznych. Jeśli rzeka jest mała, płytka, to niwelacja ta nie przedstawia żadnych trudności. Przez rzekę przeciągamy taśmę i w pewnych regularnych odstępach robotnik staje poprostu w wodzie z łata. - O ile zaś rzeka jest nieco większa, że sposobu tego zastosować już nie możemy, wówczas z łódek mierzymy głębokość rzeki w poszczególnych profilach, a następnie już nawiązujemy się do niwelacji podłużnej. Zauważymy więc, że niwelację poprzeczną możemy wykonać przy dowolnym stanie, później ją tylko nawiązujemy do podłużnej - w ten sposób otrzymujemy całą niwelację podłużną i poprzeczną przy jednym stanie.

Na zasadzie tych prac możemy przystąpić do samego projektu regulacji, jeśli już poprzednio mieliśmy

4. ustawione wodowskazy,

5. pomierzone Q m³/sec.

A więc przedewszystkiem z profilu podłużnego otrzymamy spad rzeki. Będzie on miał tu różne schodki i załamy - z profilu tego będziemy mogli

obliczyć spad rzeki wyrównany, jaki z biegiem czasu będzie się starała rzeka przyjąć.



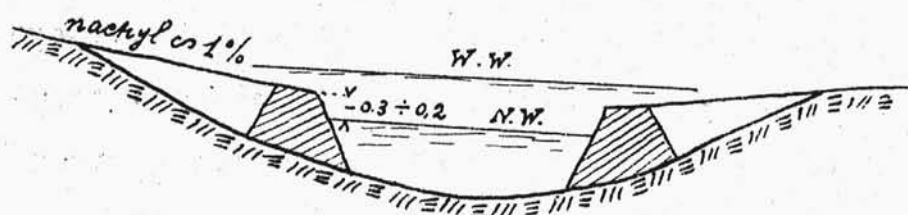
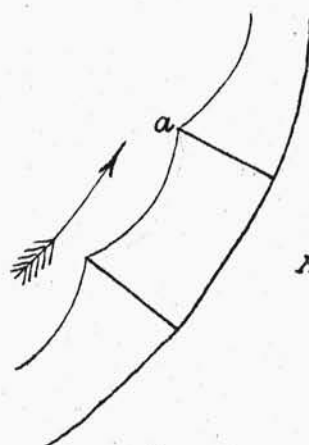
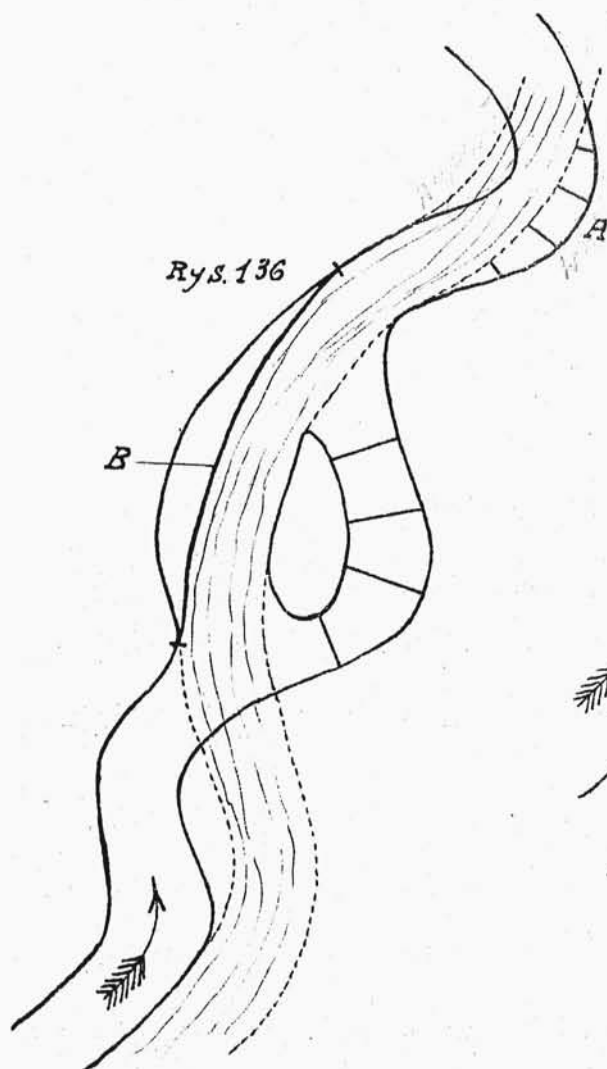
Rys. 135.

Rodzaje tam.

Jeśli mamy rzekę nieuregulowaną i chcemy jej nadać kształt stosownie do projektu regulacji, to trasę tę wykonujemy za pomocą specjalnych budowli, którymi są:

1. Tamy poprzeczne,
2. " podłużne,
3. " mieszane.

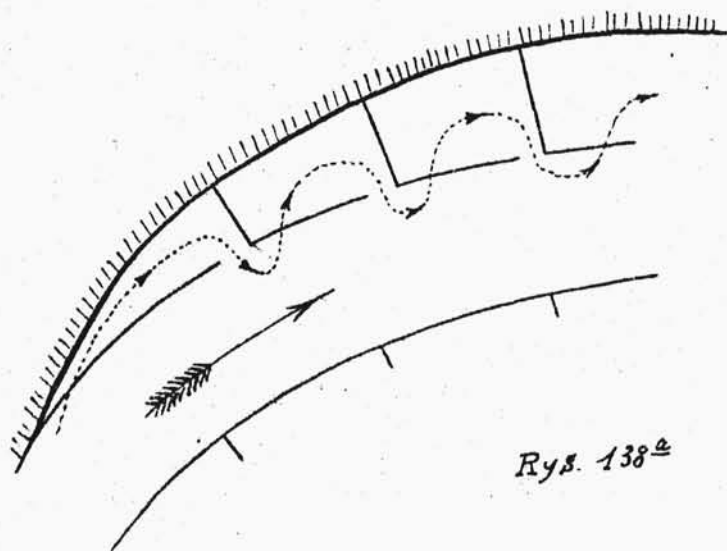
Jeśli np. chcemy, żeby rzeka nasza przyjęła położenie trasy, jak na rys. 136 w odnodze A, możemy zastosować tu tamy poprzeczne. Zakładając te tamy zmuszamy nurt rzeki do zajęcia projektowanego koryta, zaś miejsca wolne między tamami woda stopniowo zamula rumowiskiem, tak iż wreszcie otrzymujemy żądany brzeg. Zauważymy jednak, że otrzymany



brzeg nie będzie regularny, przyjmie on postać jak na rys.137. W punktach *a*, na głowach tam *poprzecznych*, otrzymujemy bardzo silne wiry, wobec czego te głowy tamy muszą być nadzwyczaj silne.

Ten sam rezultat możemy osiągnąć przez założenie tamy podłużnej: przy dużej wodzie woda prowadząc rumowisko dostaje się za tamę i je osadza. Sposób regulacji zapomocą samych tam podłużnych w praktyce okazał się mało praktyczny, poza tamą tworzy się drugorzędny nurt rzeki i trzeba bardzo długiego czasu, by w ten sposób otrzymać żądane zamulenie.

Najlepsze rezultaty uzyskuje się stosując metody tam mieszanych. Woda podczas wyższych stanów wznosi się ponad korony tam przelewa się przez



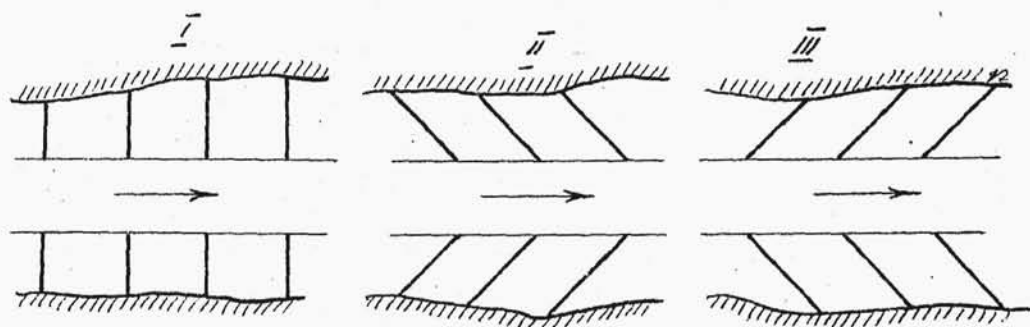
Rys. 138^a

tamy podłużne i dostaje się do kwater między tamami poprzecznymi i je zamula. Ażeby jednak woda mogła zamulić te kwatery, musi między nimi istnieć pewien ruch wody, w tym celu przerywamy tamę podłużną przy końcu każdej kwatery. Ruch wody w tych kwaterach przedstawiony mamy na rys. 138^a. Stosunkowo nieznaczne ilości wody dostają się przez tamy poprzeczne z jednej kwatery do drugiej, prędkość wody jest mała, wskutek czego rumowisko poza tamami opada, czyli odcięte części koryta za tamą się "załadowują".

Jak więc widzimy, najbardziej racjonalnym jest mieszany system tam. Zwykle określenie szerokości trasy jest bardzo trudne: jeśli zaprojektujemy trasę zbyt szeroką, zrealizowanie się trasy regulacji będzie trudne, rzeka będzie serpentynować w za szerokim korycie, jeśli znów trasa jest za wąską - otrzymamy duże pogłębienia. Ponieważ trudno od razu przewidzieć, czy trasa nasza jest za wąska czy też za szeroka, postępujemy w ten sposób, że brzeg wklęsły regulujemy za pomocą tam mieszanych, wypukły zaś za pomocą poprzecznych; gdyby trasa okazała się za wąska lub za szeroka, możemy ją uregulować zmniejszając lub zwiększając tamy poprzeczne.

Wracając do tam poprzecznych zauważymy, że w

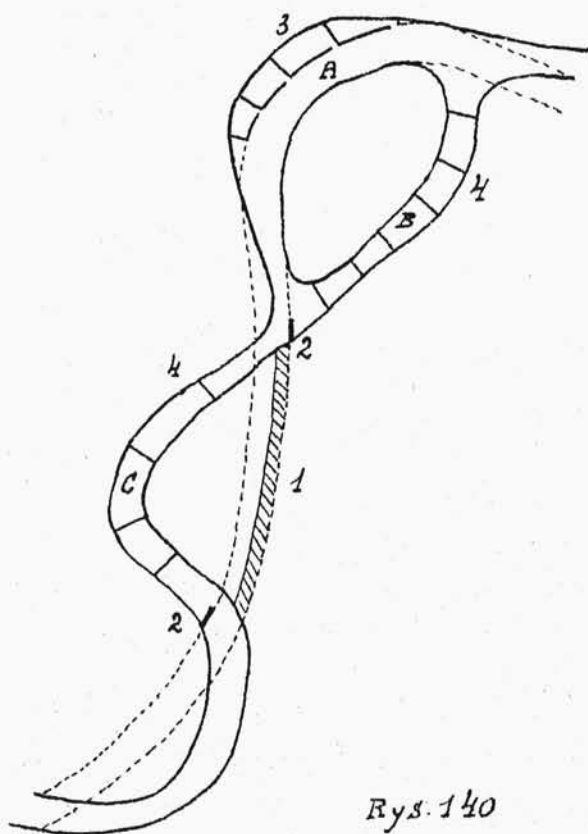
praktyce są w użyciu 3 systemy: tamy prostopadłe do nurtu jedna naprzeciw drugiej, albo też zwró-



Rys. 139

cone w kierunku wody /II/, wreszcie przeciw wodzie /III/. Ponieważ żaden z tych typów nie ma żadnych specjalnych zalet, używamy przeto zwykle typu I, ponieważ na budowę ich wychodzi najmniej materiału, tamy są najkrótsze.

Przystępując do regulacji rzeki nie powinniśmy zmuszać rzeki odrazu do projektowanej trasy. Gdybyśmy bowiem zmusili ją do tego odrazu na całej przestrzeni regulowanej, zwiększylibyśmy wskutek tego znacznie spadek, rzeka zaczęłaby się pogłębiać i znosić rumowisko poniżej części regulowanej. - A więc regulację musimy wykonywać stopniowo, a zarazem pamiętać, żeby materiał uniesiony przez rzekę wskutek robót regulacyjnych miał przygotowane miejsce, gdzie mógłby zostać przez rzekę złożony.



Rys. 140

Np. jeśli mamy uregulować przestrzeń jak na rys. 140 robimy najpierw wykop 1. i częściowo zamkamy korytów odcięte tamami 2. Ponieważ część wody skierowaliśmy na wykop, w korycie C i B będzie płynąć mniejsza ilość wody, powstanie mniejsza prędkość, rumowisko

unoszone z góry zacznie się w tych korytach osadzać. Materiał z wykopu, unoszony przez wodę, - wykop robi się na część normalnej szerokości koryta, resztę woda sama rozbierze - osadzi się częściowo w korycie B, częściowo za tamami koryta A. W miarę jak się przekop 1. realizuje, zamknięcia 2. przedłużamy oraz dajemy tamy 4. narażenie niskie, aby woda przez nie przechodziła, w tym celu, aby zamulenie tych koryt przyspieszyć.

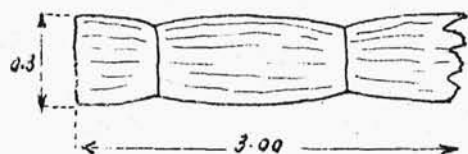
Ponieważ każda rzeka inaczej reaguje na budowlę, zależy to od jej spadku, ilości prowadzonego rumowiska i t.d., należy charakter jej zbadać i stosować taki rodzaj budowli i w takim porządku, jaki da najszybsze i najlepsze rezultaty.

Konstrukcje tam.

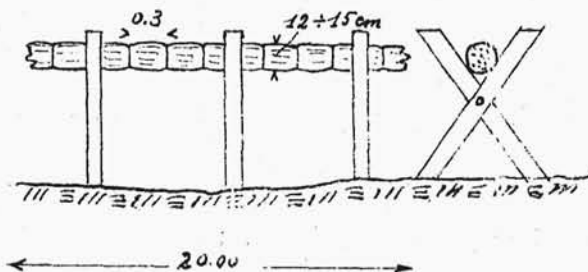
Do regulacji posługujemy się tamami z:

1. faszyny: a/ wiklowej i b/ przecinki leśnej,
2. kamieni,
3. drzewa,
4. betonu w płytach.

Tamy z faszyny. Pod względem jakości materiału faszyna wiklowa jest znacznie lepsza, ale też i droższa od leśnej. Faszyna taka przychodzi na bu-



Rys 141

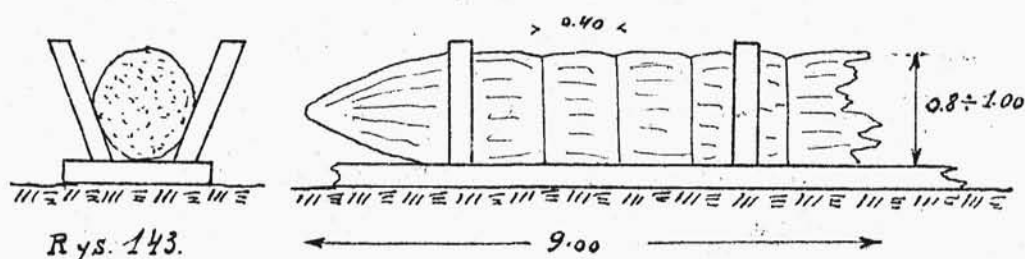


Rys 142.

downę w wiązках o grubości 0,3 mtr. i długości

= 3.00 mtr. /rys.141/. Trzy podobne wiązki wychodzą zwykle na 1 mtr.³ faszynady. Z faszyny robimy t.zw. kiszki. W tym celu na kozłach /rys.142/ układamy faszynę wikłową i przewiązujemy ją drutem co 0,3 mtr. Długość takich kiszek wynosi ∞ 20.00 mtr. grubość 12 - 15 cm.

W praktyce znajdują jeszcze zastosowanie t.zw. walce z faszyny. Wykonuje się je tak samo jak kiszki, na kozłach, grubość ich dochodzi do 0,8 - 1,00 mtr., a długość ∞ 9.00 mtr., przewiązując mocnym drutem w odstępach 0,4 metra. Czasami po-

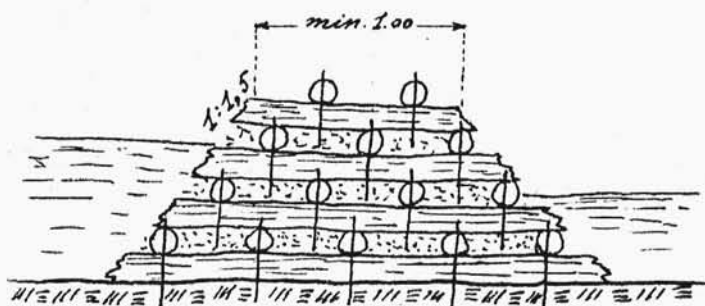


trzebne nam są walce znacznie dłuższe, które możemy zupełnie podobnie wykonać w kozłach na brzegu, a następnie bardzo łatwo zepchnąć do samej rzeki. - W tej formie zwykle stosujemy faszynę w naszych budowlach.

Rozpatrzymy kilka rodzajów tam. Najbardziej typową konstrukcją dla tam /zarówno poprzecznych

jak i podłużnych/ jest następująca forma: bezpo-
średnio na gruncie *rozścielamy* faszyny na grubość

około 0,3 mtr.,
poczem na tej
warstwie w około
metrowych odstępach
kładziemy
kiszki /12 - 15
cm. grubości/,
które przybijamy
kołkami drewnia-

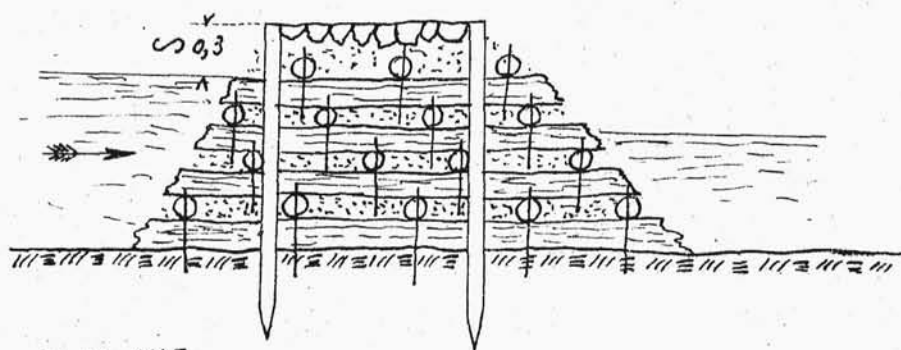


Rys. 144

nemi, grubości \approx 5 cm. i długości 1,6 - 1,2 mtr.
zaś miejsca wolne między tymi kiszkami wypełniamy
żwirem, rumowiskiem. W ten sposób otrzymujemy cały
szereg warstw: faszyny /30 cm./ i żwiru /15 cm./.
Na samej górze tamy t.zw. koronę robimy z faszyny
wikłowej w tym celu żeby ta zarosła i w ten sposób
skuteczniej mogła się przeciwstawić niszczącemu
działaniu wody. Szerokość korony nie może być mniej-
sza od 1,0 mtr. Nachylenie tamy od strony dopływu
dajemy zwykle bardziej strome /1:1,5/, od strony od-
pływu łagodniejsze.

Silniejszą tamą, która nie będzie tak szybko ule-

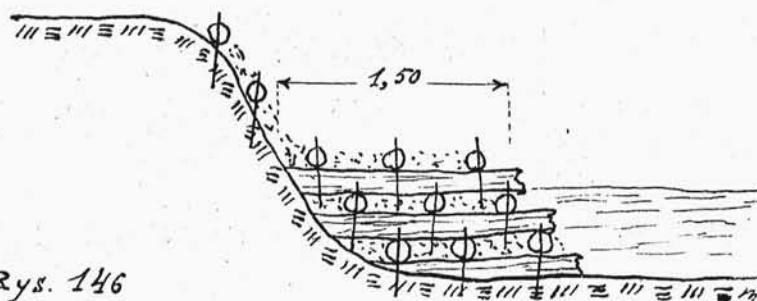
wała niszczącemu działaniu np. lodów czy też rumo-
wiska, będzie następująca. Układamy warstwy faszyny
i żwiru w sposób podobny jak w wypadku poprzednim,
następnie wszystkie te warstwy przebijamy grubemi
kołami /10 - 12 cm./, a koronę tamy zabrukowujemy



Rys. 145

kamieniami. W ten sposób uzyskujemy konstrukcję na-
der silną, którą używamy w tamach poprzecznych.

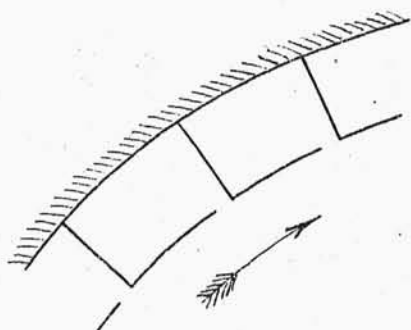
Jeśli mamy zbudować tamę podłużną przy samym
brzegu rzeki, to zwykle stosujemy profil następują-
cy /rys.146/. W tym celu brzeg rzeki ubezpieczamy



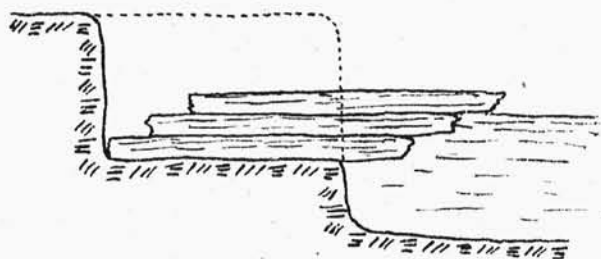
Rys. 146

kiszkami z faszyny, poprzybijanemi do skarpy, zaś na samym dnie rzeki budujemy tamę jednym ze sposobów powyżej opisanych. Zaznaczyć tylko należy, że korona takiej *tamy*, musi mieć conajmniej 1,5 m. szerokości.

Budując tamę czy to poprzeczną, czy też podłużną, musimy wyjść ze stałego brzegu. Połączenie ta-

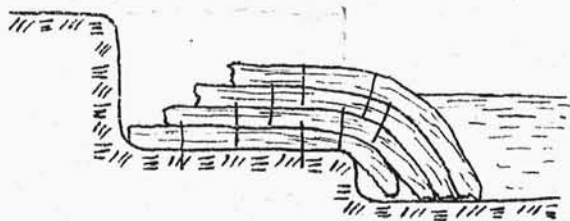


Rys. 147

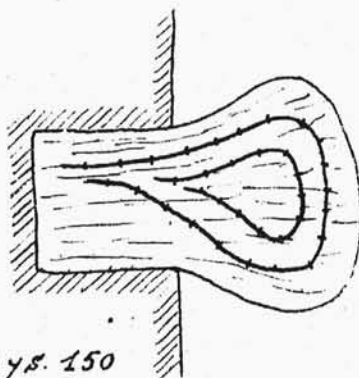


Rys. 148

my z brzegiem wykonujemy zapomocą t.zw. wrzynki. Wrzynkę wykonujemy w ten sposób, że w brzegu rzeki



Rys. 149.



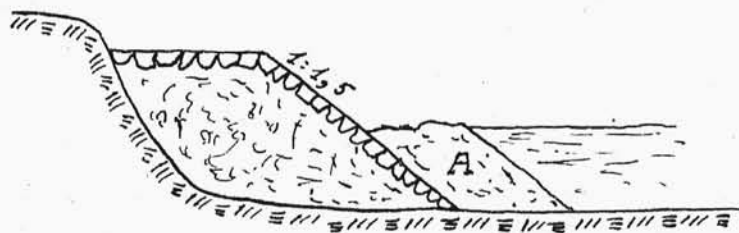
Rys. 150

robimy wykop 4 - 6 mtr. a następnie już rozście-
lamy pęki faszyny warstwami, przebijamy kieszka-
mi i zasypujemy żwirem /rys.148/. Po obciążeniu
drugą warstwą warstwa dolna osiada na dno i przy-
biera pochyle położenie /rys.149/ i w ten sposób
oprze się tama o dno koryta. W rzucie poziomym wy-
rzutka faszynowa musi otrzymać postać wachlarza.
Długość boków tego trapezu musimy dać taką, aby
po przyjęciu pochylego położenia tama otrzymała
żądane nachylenie skarp. Każdą warstwę
faszyny przykrywamy kieszkami, przybijając je za-
pomocą kołków.

Tamy faszynowe są budowlami bardzo elastyczne-
mi i ciężkimi, woda przesuwając ich nie może, gdyż
przedstawiają bardzo duży opór tarcia; jeśli zaś
woda wymyje gdzieś część żwiru, to wkrótce to
miejsce sama zamuli prowadzonym rumowiskiem. Tama
taka jest więc budowlą prawie że idealną. Zwrócić
tylko jeszcze należy uwagę, że z biegiem czasu fa-
szyna gnije; żeby się od tego w miarę możliwości za-
bezpieczyć, dajemy na koronie faszynę wikkową, ży-
wą, skarpy zaś z biegiem czasu obrzucamy kamieniem
Tamami.

Tamy kamienne. Do poprzednio rozpatrzonych pro-

filów możemy również zastosować kamień. W tym celu na gruncie robimy t.zw. narzut luźny, a następnie koronę i skarpe wybrukujemy kamieniami /rys.151/. Zwykle przed taką tamą od strony rzeki

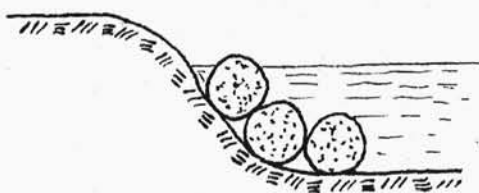


Rys. 151.

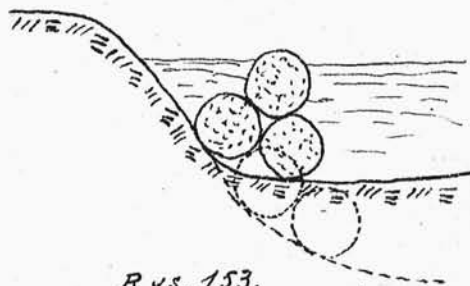
dajemy drugi narzut A /z kamienia/ w następującym celu. Rzeka pogłębiając swe koryto, może wytworzyć dół, który mógłby spowodować obsunięcie się, a więc zrujnowanie skarpy naszej tamy. Żeby tego uniknąć dajemy właśnie wspomniany narzut, który w razie takiego podmywania automatycznie zapełnia wytworzone doły.

Tam drewnianych w ścisłym tego słowa znaczeniu nie budujemy. Używamy tylko drzewa jako materiału pomocniczego w formie *kasyc*, przeważnie w zabudowaniu potoku.

Oprócz faszynad używamy też, jak już wspominaliśmy, w naszych robotach t.zw. walców, wypełnionych wewnątrz kamieniem lub żwirem. Walce takie, w pierwszym rzędzie służą do ochrony brzegów. - W tym celu układamy je zwykle na dnie i skarpach rzeki, jak wskazują rys.152 i 153. Podobne ułoże-

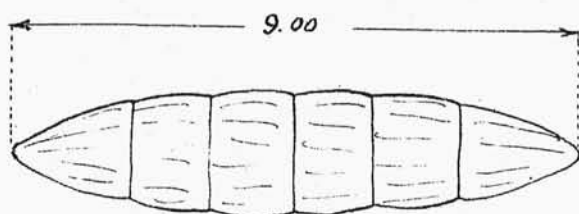


Rys. 152



Rys. 153.

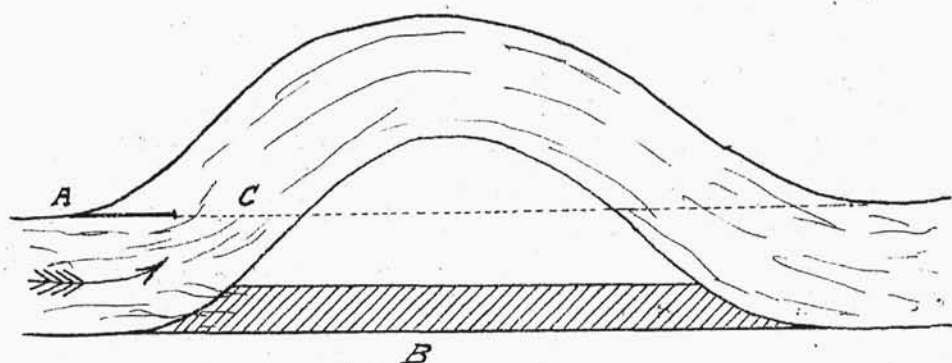
nie tych walców nie przedstawia wielkich trudności, pomimo ich znacznej wagi, a to z tego względu, że wykonujemy je zwykle na brzegu i następnie wprost spychamy do rzeki. Jeśli woda z biegiem czasu podmyje nam brzeg, walce obsuwają się i zabezpieczają w ten sposób dno od dalszego podmywania. Są często w użyciu walce w postaci sztuk /rys.154/ o długości około 9.00 mtr., grubości 0,8 - 1,00 mtr. wypełnionych żwirem. Walców takich używa się zwykle w wypadkach następujących:



Rys. 154.

Jeśli mamy rzekę regulowaną "wfor-
sować" w nową tra-
sę, w tym celu w
miejscu *A* stare-

go koryta budujemy tamę, pozostawiając jednak pe-
wien nieduży otwór dla przepływu wody i rumowiska.

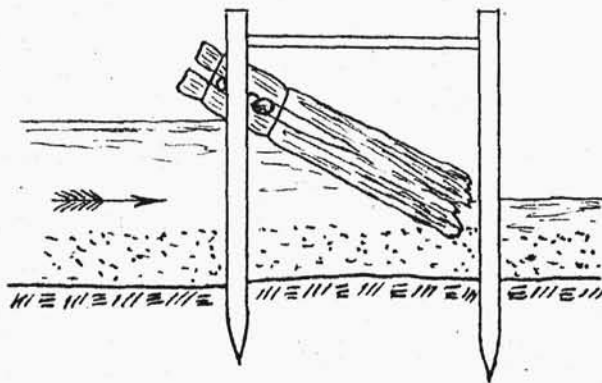


Rys. 155

Wskutek tego część wody pójdzie starym korytem,
część przekopem *B*. Ten czas przejściowy, gdy wo-
da płynie dwoma korytami, wymaga bardzo dużej uwa-
gi, by rzeka składała rumowiska rzeczywiście w te
miejscu, które nam są potrzebne. Wskutek tego, że
w punkcie *A* postaviliśmy tamę, otrzymamy spię-
trzenie wody przed tamą, wskutek czego woda przez
otwór *C* będzie przepływać ze znaczną prędkością

i pogłębiać koryto przy głowie tamy ; gdy przyjdzie tamę *A* przedłużyć do przeciwległego brzegu i koryto zamknąć, trzeba wykonać szybko ciężką budowlę, wówczas na promach podwozimy walce /rys. 154/, zarzucamy niemi dno i w ten sposób zamykamy ten otwór.

W pewnych warunkach dobre rezultaty uzyskujemy wynalezioną w Niemczech t.zw. zasłoną Wolffa. Zbudowana ona jest

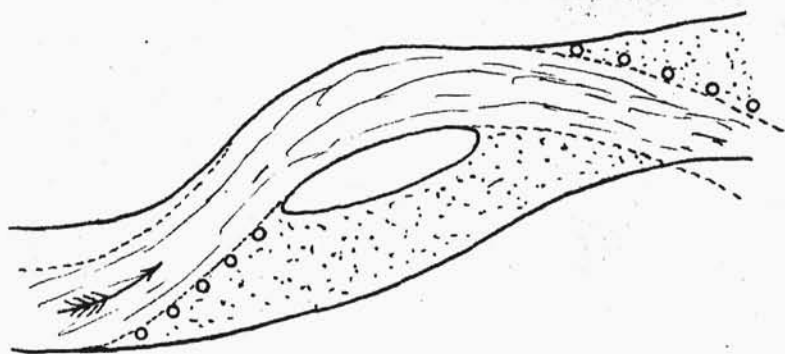


Rys. 156.

w ten sposób, że na mocnych palach wbitych w dno rzeki umieszczamy pod kątem płytę z faszyny. Faszyna skierowuje wodę w żądanym kierunku,

a natomiast cały żwir dołem przepuszcza. Poza zasłoną przepuszczona część wody nie jest w stanie unosić dalej tego rumowiska, wskutek czego je osadza.

Jeśli mamy rzekę nieuregulowaną, to chcąc skierować nurt rzeki w żądaną trasę ustawiamy zasłony Wolffa w miejscu *A* i *B* , przez co uzyskamy zamulenie tych części, które leżą poza niemi.



Rys. 157.

Ten okres stopniowego wprowadzania rzeki do trasy regulacyjnej nazywamy normalizacją. Dopiero po okresie normalizacji przystępujemy do budowy bardziej trwałych konstrukcji, jakimi są tamy.

Regulacja potoków górskich.

Jako jeden z rozdziałów o regulacji rzek rozpatrujemy regulację górskich potoków. Jeśli rozpatrzemy profil takiego potoku, to zauważymy, że w górnym biegu ma on spadki największe, następnie zbliżając się do ujścia maleje ona coraz bardziej. W górnym biegu potok płynie wąskim, głęboko wciętym między strome stoki korytem. Prowadzi on tu stosunkowo znaczne ilości burzowej wody, w bardzo dużym