

ZAGADNIENIA TECHNICZNE ODBUDOWY KRAJU.

9

MIECZYŚLAW RYBCZYŃSKI

KIEROWNIK KRAJOWEGO BIURA HYDROGRAFICZNEGO

REGULACYA RZEK



L W Ó W 1916

NAKLAD I WŁASNOŚĆ KSIĘGARNI POLSKIEJ BERNARDA POŁONIECKIEGO

WARSZAWA: GEBETHNER I WOLFF.



C. 20086

WYKONANO W ZAKŁADZIE DRUKARSKIM „GRAFIA”, LWÓW,
ULICA CHORĄŻCZYNY LICZBA 27. — NUMER TELEFONU 1996.

I. Wstęp.

§ 1. Pierwotne osadnictwo ludzkie związane było zawsze z wodami i to bez względu na to czy osada miała charakter czasowego obozowiska, jak u ludów pasterskich i myśliwskich, czy też stanowiła stałe miejsce zamieszkania a więc przedewszystkiem u plemion rolnictwem się zajmujących. Związek ten był tak ścisłym, że w historyi starożytnej większą rolę odgrywają rzeki, jako siedziba ludów, niż miasta, które kolejno wznoszą, kwitną, upadają i idą w gruzy.

Począwszy od Pendżabu, rzekomej kolebki ludów, a przynajmniej naszego szczepu indo-europejskiego, prze-wijają się w kolejnem następstwie występujących na widownię dziejową narodów dolina Gangesu, Eufratu i Tygrysu, Nilu, Jordanu, Tybru i t. p.

Nieinaczej postępowało osadnictwo Słowian, jak świadczą nazwy plemion, położenie najstarszych osad, kierunki rozprzestrzeniania się poszczególnych szczepów, wreszcie wzmianki kronikarzy obcych i swoich¹⁾.

Przyczyny tego zjawiska są jasne. Najważniejszą stanowią względy komunikacyjne, rzeki bowiem i jeziora, podobnie jak morze przybrzeżne, są jedyną pierwotnie

¹⁾ N. p. Mauritius (582—602): „Zagrody Słowian leżą w lasach nad rzekami, bagnami lub trudnymi do przystępu jeziorzyskami“. Cromer (1574): „Wsie w Polsce najwięcej w podwójny rząd nad jeziorami i strumieniami zbudowane“, i t. p.

drogą wymiany towarów tudzież przenoszenia się ludzi z miejsca na miejsce, a łódź jest najpierwszym i najprostszym środkiem transportowym człowieka. Powtórze woda stanowi żywiol niezbędny dla życia ludzkiego, a nie tak prędko nauczono się szukać jej pod ziemią, gromadzić ją z opadów atmosferycznych, lub doprowadzać z dalszych okolic. Po trzecie wody ułatwiają znakomicie wyżywienie się ludności, skutkiem obfitości ryb i zwierząt stałe nad wodą żyjących, lub też gromadzących się chętnie w jej sąsiedztwie; zarazem bliskość ich była niezbędnym czynnikiem przy chowie zwierząt domowych. W końcu były też wody doskonałym środkiem obrony, zwłaszcza dla plemion nie wojowniczych, osady bowiem położone nad większemi rzekami, jeziorami, wśród niedostępnych błot, zabezpieczały przynajmniej do pewnego stopnia od napaści wroga.

§ 2. Korzyści z sąsiedztwa wody. Te same przyczyny, które spowodowały naszych przodków do budowania swych siedzib nad brzegami rzek, jezior lub morza, przedstawiają nam w ogólnym zarysie i obecne korzyści, jakie odnosimy z sąsiedztwa wód, i tłumaczą zarazem, dlaczego i dziś nowe centra przemysłu i handlu skupiają się przeważnie w podobnych okolicach i dlaczego tą samą drogą postępuje kolonizacya w krajach zamorskich.

Stosunkowo najmniejszą rolę gra względ dawniej bardzo ważny, t. j. łatwość zdobycia środków żywności. Rybołówstwo naturalne i myśliwstwo mają dziś w aprowizacyi ludności nieznaczny tylko udział. Również względy obronne w tem znaczeniu co dawniej nie odgrywają żadnej roli, nie jest jednak wykluczone, że wielka wojna i w tym kierunku wytyczy nowe drogi, względnie przy-

wróci znaczenie dawnemu systemowi naturalnych granic przeważnie wodnych. Inne natomiast korzyści z sąsiedztwa wody pozostały te same, co i dawniej.

Przedewszystkiem więc względy komunikacyjne. Wielkie znaczenie dróg wodnych, które w połowie ubiegłego wieku, pod wpływem nagłego rozwoju kolei żelaznych, uległo zapoznaniu, odżyło wraz z niebywałym dotąd wzrostem ruchu handlowego i przemysłowego przy końcu XIX. stulecia. Zwrócono się ponownie do tego najtańszego i najpojemniejszego środka komunikacji, starając się wciągnąć w sieć dróg wodnych prócz wielkich rzek i kanałów spławnych, także i górne a przynajmniej średnie biegi wód i większe dopływy, wzmacniając ich zdolność transportową albo zapomocą regulacji lub też przez kanalizację.

Drugą z kolei korzyścią sąsiedztwa wód są względy gospodarcze. Działają one już nie tak bezpośrednio jak ongiś w czasach dawnych, gdy zapewniały potrzebną dla ludzi i zwierząt wodę, bo te potrzeby nauczyliśmy się zaspakajać w sposób o wiele wygodniejszy zapomocą studzien, wodociągów etc. natomiast umożliwiają nowoczesną meliorację gruntów a więc nawadniania, osuszania, kolmatację bagien i t. d. ułatwiają tak zaprowadzenia wodociągów (w pobliżu ścieków najłatwiej znaleźć tereny wodonośne) jak i kanalizację miast (rzeka bowiem o odpowiedniej ilości wody jest naturalnym odbiorcą wód zużytych odpowiednio oczyszczonych w razie koniecznej potrzeby).

Do tych dwóch głównych korzyści przybywają w obecnych czasach drugorzędne nie mniej jednak ważne. W pierwszej linii więc wyzyskanie sił wodnych. Pomijam tu kwestyę budowy zbiorników i wielkich zakładów wodno-

elektrycznych, niezależnych poniekąd od oddalenia od miejsc konsumpcji prądu, niejedna przecież z naszych miejscowości nadbrzeżnych znajduje się w tem położeniu, że posiada pod bokiem siłę wodną w takiej ilości, jaka wystarczyłaby nietylko do pokrycia potrzeb publicznych (oświetlenie, pompowanie wody, etc.) ale przyniosłaby niezły dochód gminie w postaci sprzedaży energii. Tak n. p. karpackie dopływy Wisły i Dniestru posiadają w średnim i dolnym swym biegu, nawet przy najniższych stanach na jeden kilometr rzeki energię 20 do 30 koni parowych, zaś przy stanach normalnych (woda ośmiomiesięczna), na jakie zakłady wodne się projektuje, 50 do 100 koni; można przeto zakład wodno-elektryczny o sile kilkudziesięciu a nawet kilkuset koni łatwo wszędzie zainstalować. Ten ważny moment powinien znaleźć bardzo szerokie uwzględnienie przy racjonalnie podjętej odbudowie kraju, która powinna zmienić nietylko wygląd zewnętrzny, ale i kulturalne uposażenie naszych siedzib¹⁾.

Następnie nie można pominąć milczeniem względów sanitarnych. Oprócz bowiem wspomnianych już ułatwień przy zaopatrzeniu miejscowości w wodę i ich kanalizacyi, bliskość umożliwiająca kąpiele, powodująca bujniejszą wegetację i co zatem idzie łatwiejszą regenerację powietrza, gra dużą rolę w zdrowotności osady. Rzecz naturalna wszystko to przy odpowiednim utrzymaniu ścieku. Ta sama bowiem rzeka, która należycie uregulowana i obudowana staje się dobroczynną dla nadbrzeżnych mieszkańców, może stać się pod względem

¹⁾ Obszerniej omawia tę sprawę prof. Łopuszański w osobnej broszurce.

zdrowotnym ich wrogiem, jeżeli n. p. niezalądowane stare koryciska i boczne ochaby utworzą prawdziwą wylęgarnię malarycznych komarów, jeżeli nie obniżony do należytej granicy stan wód utrzymywać będzie stan wód gruntowych i zaskórnych w takiej wysokości, że mieszkania przynajmniej w części nadbrzeżnej będą stale zawilgocone, lub jeżeli ściek w samej miejscowości stanie się zbiorowiskiem śmieci i nieczystości całej osady. Przykłady podobnego zaniedbania niestety aż nazbyt często znajdujemy właśnie w naszym kraju.

W końcu wspomnieć należy i o względach estetycznych, na które wpływa sąsiedztwo wód, urozmaicając krajobraz, przerywając monotonię zabudowania i t. p., a nie można zaprzeczyć, że względy te odgrywają nie małą rolę w życiu ludzi, ich usposobieniu, choćby sobie nawet sami z tego sprawy nie zdawali.

§. 3. S z k o d l i w e d z i a ł a n i e w ó d. Prócz wspomnianych poprzednio niekorzyści, jakie zwłaszcza nieodpowiednio utrzymywane rzeki i potoki mogą pod względem sanitarnym przynieść mieszkańcom osad nadbrzeżnych, jedyną złą stroną sąsiedztwa wód jest właściwie niebezpieczeństwo powodzi, grożącej utratą mienia a nawet życia ludzkiego, niszczeniem gruntów uprawnych, domów, przerwami komunikacji i t. p.

To też ochrona przed powodzią nie od dziś zajmuje umysły ludzkie, a, nie uciekając się do obcych przykładów, wystarczy nadmienić, że w dziejach państwa polskiego bardzo częste znachodzimy przykłady pieczołowitości sejmów, sejmików i inicjatywy prywatnej w tym kierunku. Tak n. p. do najwcześniejszych obwałowań w Europie środkowej i północnej należą wały nad dolną Wisłą, które początkiem swym sięgają XIII wieku. O wa-

ty i tamy wiślane bardzo często toczy się sprawa na Sejmach Rzeczypospolitej, a starania te wzmagają się pod koniec istnienia państwa polskiego do tego stopnia, że utworzona w r. 1766 Komisya skarbowa lwiał część budżetu swego na roboty wodne przeznaczca. Niestety po upadku Polski następuje w tym kierunku zastój, z wyjątkiem zaboru pruskiego, gdzie stosunkowo w krótkim czasie podjęto obudowę rzek, tak dla celów żeglugi jak i dla celów melioracyjnych. W Austryi żywszy ruch na tem polu rozpoczął się po uchwaleniu ustawy o funduszu melioracyjnym, zwłaszcza w kierunku budowy wałów i lokalnych zabezpieczeń brzegów rzek t. zw. niepaństwowych. Kilkakrotne wielkie powodzie, które cały kraj nawiedziły, jak n. p. w r. 1886, spowodowały również żywszy ruch na polu regulacji rzek systematycznej t. j. pojętej jako całość, z każdym rokiem wzrastała dotacya państwa i kraju na cele regulacji i melioracji tak, że w ostatnich latach wydatki roczne tylko na regulacje i obwałowania w Galicyi przekroczyły kwotę 10,000.000 koron.

Zupełny natomiast prawie zastój panował w zaborze rosyjskim, gdzie prócz nielicznych robót na Wiśle (bardzo wolno prowadzona regulacja granicznej przestrzeni i obwałowania) ochrona przed wodami pozostawioną była inicjatywie prywatnej, która naturalnie nie wiele mogła zdziałać. Tu zatem czeka nas naprawa zaniedbania wiekowego i wdzięczne dla polskich inżynierów pole pracy, której skutki oby jak najprędzej mogły być widoczne. Gdy jednak inicjatywie prywatnej przez czas dłuższy przypadnie kierownicza rola, jeśli już nie na polu budowy, to przynajmniej w kierunku dawania impulsu do różnego rodzaju robót, przeto zaznajomienie się szerszego ogółu z celami i zasadami obudowy rzek jest rzeczą pierwszorzędną wagi.

II. Ochrona przed powodzią.

§ 4. Zaraz na wstępie zauważyć wypada, że ochronę przed powodzią należy traktować zupełnie odrębnie i rozwiązać ją niezależnie od innych zagadnień gospodarczo-wodnych, choć w ścisłym z nimi związku. Mylnem jest bowiem rozpowszechnione mniemanie, że regulacja rzek, jako taka, zabezpiecza zupełnie nadbrzeżne osady przed niebezpieczeństwem wylewu, jak również nieuzasadnione są pretensje niejednokrotnie przez ludność podnoszone, że, mimo sum łożonych na cele regulacji, nieraz niebezpieczeństwo powodzi nie zostało usunięte. Ujęcie rzeki w stałe, zwarte koryto, wyrównanie jej spadków, ułatwienie odpływu może się tylko przyczynić do zmniejszenia niebezpieczeństwa powodzi i złagodzić w znacznym stopniu jego skutki. Po przejściu bowiem fali wezbrana rzeka wraca do dawnego koryta, nie tworząc nowych odnóg, zabierających najlepsze nieraz grunta; następnie ubezpieczone brzegi mniej są narażone na podmywanie, czas fali powodziowej, a zwłaszcza jej wysokość, ulega zwykle silnej redukcji i t. p. Wszystko to przyczynia się w znacznym stopniu do poprawy stosunków odpływu.

Niezależnie jednak od projektów regulacji i robót z nią związanych, muszą być dla miejscowości narażonych na wylewy obmyślane stosowne środki zapobiegawcze. Do takich należą: obwałowania, mury ochronne, zbiorniki, kanały ulgi, przełożenia ścieków i t. p.

§ 5. **O b w a ł o w a n i a** były do niedawna jedynym środkiem zupełnego zabezpieczenia osad nadbrzeżnych przed powodzią.

Budowa wałów może stanowić całość obejmującą większą przestrzeń rzeki lub nawet system rzek, albo też

jest jedynie lokalnym przedsięwzięciem, chroniącym jedną osadę lub jej część.

W pierwszym wypadku projekt obwałowania musi się opierać na bardzo sumiennych i szczegółowych studiach hydrotechnicznych odnośnie do ilości, wysokości wód, czasu ich trwania, chyżości posuwania się fali powodziowej, wszelkich stosunków odpływu, warunków terenowych, gospodarczych i t. p., w drugim zaś wystarczy na podstawie studyów hydrotechnicznych badanie, jaki wpływ będą miały projektowane miejscowe wały na odpływ wód poniżej lub na brzegi przeciwległe, jeżeli projektuje się tylko jednostronne obwałowanie.

Pod wyrazem „studya hydrotechniczne“ rozumieć należy wszechstronne zbadanie wszelkich zjawisk ruchu wody w związku z danym terenem, zatem obejmować one muszą:

1) szczegółowe zdjęcia sytuacyjne i wysokościowe całego terenu zalewowego, potrzebne dla projektu trasy wałów i dla obliczenia retencji t. j. tej ilości wody, jaka dotychczas, rozlewając się po brzegach, wpływa na zmniejszenie fali powodziowej;

2) dokładne zaniwelowanie spadku podłużnego rzeki z uwzględnieniem wszystkich charakterystycznych stanów wody, a zwłaszcza najwyższych;

3) zdjęcie przekrojów poprzecznych przez cały teren zalewowy;

4) wreszcie zbadanie stosunków odpływu.

Krótkie to określenie „stosunki odpływu“ obejmuje w rzeczywistości ogromny zakres badań. Przedewszystkiem bowiem potrzebną jest możliwie dokładna znajomość wielkości i rozkładu opadów w całym dorzeczu, to znaczy na całym obszarze, z którego wody spływają do rzeki,

będącej przedmiotem studyów. Znajomość tę osiągamy zapomocą wieloletnich obserwacji w stacyach tak zwanych ombrometrycznych, to znaczy stacyach notujących wysokość i czas opadu. Obserwacje te dają nam w rezultacie ilość opadu w roku, w poszczególnych miesiącach lub innych jednostkach czasu, a zarazem pouczają o największych katastrofalnych opadach. Dokładny czas trwania nawałnego deszczu, jego natężenia w jednostce czasu, notują rozmieszczone w stosownych miejscach aparaty samoczynne t. zw. ombrografy, kreślące zapomocą przyrządu zegarowego linię, wyrażającą stosunek ilości spadłego deszczu do ubiegającego czasu.

Odpowiednio założona sieć stacji spostrzegawczych pozwoli nam obliczyć z możliwą dokładnością, jaka ilość deszczu (lub śniegu) spadnie w badanem dorzeczu przeciętnie w ciągu roku, jakie ilości powodują wylewy, jakie są opady największe, tak co do wielkości, jak i co do rozciągłości, a porównanie wyników ze znanymi dla innych rzek stosunkami pozwoli na wysnuwanie odpowiednich wniosków.

Wiadomo jednak, że nie cała ilość opadu atmosferycznego spływa po powierzchni ziemi; znaczna jego część traci się skutkiem parowania, zwłaszcza w porze letniej, część wsiąka bezpowrotnie w ziemię, tworząc podziemne zbiorniki wody.

Nie mając innych danych, możemy w przybliżeniu oznaczyć stosunek odpływu do opadu zapomocą wzorów praktycznych, ułożonych na podstawie badań, przeprowadzonych w innych dorzeczach, dobierając jednak liczby wypośredkowane dla terenów o charakterze podobnym do badanego dorzecza pod względem konfiguracji, szaty roślinnej, stopnia przepuszczalności gleby itp. Będą to je-

dnak w każdym razie wartości przybliżone i można je stosować tylko przy projektach mniejszych, n. p. przy budowie miejscowych obwałowań.

Przy projektowaniu wałów na znacznej przestrzeni rzeki, a tak samo przy systematycznej regulacji rzek, musimy poznać dokładnie stosunki odpływu, panujące na danej rzece. W tym celu badamy najpierw rozkład odpływu zapomocą obserwacji wodoskazowych z szeregu lat. Wodoskazy są to podziałki, rozmieszczone wzdłuż rzeki, w pewnych odstępach (zależnych od zmian charakteru rzeki, odpływów, spadków etc.), na których odczytujemy przynajmniej raz dziennie stan wody, a w czasie wezbrań obserwujemy zapomocą częstych spostrzeżeń cały przebieg fali powodziowej. Przeciętne daty z szeregu lat pouczają nas, jak długo poszczególne stany wody w ciągu roku trwają, obserwacje szeregu fal powodziowych obznajomią nas z przebiegiem powodzi, najwyższe odczyty pouczą o groźących katastrofalnych wylewach. Jeżeli teraz zapomocą szeregu pomiarów ilości wody, wykonanych w pobliżu wodoskazu, przekonamy się, jakie ilości wody przepływają przy różnych stanach wody, kreśląc dla danego miejsca t. zw. krzywą konsumcyjną, wyrażającą stosunek ilości wody do odczytu wodoskazowego, to z porównania dat, to znaczy czasów trwania w roku różnych stanów wody i ilości wód, jakie tym stanom odpowiadają, potrafimy łatwo obliczyć całą ilość wody, jaka w pewnym czasie, a więc bądź to w ciągu roku, bądź też w czasie powodzi, przez przekrój wodoskazowy przepłynęła.

Porównując ilość opadu z ilością spływu w ciągu całego roku w różnych punktach rzeki, otrzymamy na podstawie badań z kilku lat rzeczywisty dla danej rzeki i danego jej miejsca współczynnik spływu, to znaczy

liczbę podającą, jaka część spadłego deszczu czy śniegu odpływa na powierzchni, a jaka traci się przez parowanie i wsiąkanie. W podobny sposób otrzymać możemy współczynniki spływu dla każdej zanotowanej powodzi.

Znając teraz z zapisków opadowych największe deszcze, jakie w dorzeczu się zdarzają lub przyjmując ich wysokość na podstawie dat znanych z innych podobnych okolic, potrafimy oznaczyć objętość absolutnie najwyższej wody z wystarczającą dokładnością. Jeżeli posiadamy długoletnie obserwacje wodoskazowe, w takim razie możemy skontrolować wyniki zapomocą danych, otrzymanych przez bezpośrednie pomiary wody. Te ostatnie pozwolą nam nadto zbadać wszystkie dane konieczne do obliczenia przekroju normalnego, potrzebnego dla pomieszczenia ustalonej ilości wielkiej wody, a zatem minimalnego rozstawu wałów.

Oprócz tych badań, przedsiębranych w podobny sposób także przy projektach regulacji rzek, należy poznać również na podstawie obserwacji wodoskazowych chyżość posuwania się fal powodziowych, tak na rzece głównej, jak i jej dopływach, ażeby następnie można oznaczyć wpływ, jaki wywrze obwałowanie na wysokość fali powodziowej, ponieważ zmiana warunków odpływu zmieni zarazem chyżość posuwania się fali, czasy zejścia się fal odpływowych z bocznych dopływów i t. p., a to wszystko nie pozostanie bez wpływu na wysokość głównej fali powodziowej.

Skoro studia hydrotechniczne dadzą nam należytą podstawę do projektu, a więc przede wszystkim do ustalenia rozstawu wałów i ich wysokości, to prowadzone równocześnie badania gospodarcze powinny dać jasny obraz, jaki wpływ będzie miało projektowane obwałowa-

nie tak na grunta pomiędzy wałami pozostawione, jak też na grunta ochronić się mające, zwłaszcza w kierunku możliwości ich odwodnienia, a zarazem przedstawić rentowność całego przedsięwzięcia.

§ 6. Trasa wałów. Obliczenia hydrotechniczne dają nam wprawdzie w wyniku końcowym rozstaw wałów konieczny, ażeby bez zbyteńnego spiętrzenia pomieścić całą wielką wodę w projektowanym przekroju, ale stosunki terenowe, stan zabudowań, linie komunikacyjne i tym podobne względy zwykle nie pozwalają na utrzymanie stałego, wszędzie jednakiego rozstawu. Obliczoną zatem szerokość uważać należy jako minimalną, poniżej której schodzić się nie powinno, natomiast zwiększenie jej jest w pewnych granicach dopuszczalne pod warunkiem, że zmiany te nie będą nagłe, a więc nie spowodują nieregularnego ruchu wody. Dla ujednostajnienia ruchu pożądane jest przeprowadzenie trasy w liniach, mało odbiegających od kierunków właściwego koryta rzeki, a zatem stosujących się do skrętów rzeki, w przeciwnym razie bowiem prąd wielkiej wody, uderzając pod dużym kątem na wały, może ich stałość nadwyrężyć, a nawet być przyczyną przerwania nasypów. Z drugiej jednak strony zbyt silne skręty rzeki należy przy trasie wałów możliwie łagodzić, wpływa to bowiem również korzystnie na ujednostajność ruchu. Również unikać należy nagłych załamań, ale prowadzić wały w łagodnych łukach, możliwie do siebie równoległych.

Ważną rzeczą jest prowadzenie trasy terenem wzniesionym, unikanie bagien, torfowisk, na których wały łatwo osiadają i tracą kształt pierwotny, tudzież nie pozostawianie takich miejsc mokrych poza trasą, osuszenie ich bowiem po obwałowaniu przedstawia zwykle większe trudności.

Przy ujściach dopływów bocznych wały muszą być przerwane; ażeby jednak uniknąć przelewania się wód wielkich poza wały, buduje się często wzdłuż obu brzegów dopływu wały t. zw. wsteczne, które, o ile ten dopływ niema być w dalszym ciągu obwałowany, obniża się w miarę posuwania się w górę rzeki.

Podobnych zasad trzymać się należy również przy obwałowaniu miejscowem, na krótszej przestrzeni, o ile przeprowadza się je obustronnie. Jeżeli jednak budować mamy wał jednostronny dla ochrony tylko jednej miejscowości lub jej części, wówczas przy trasie jego zważać należy tylko na należyte odsunięcie od właściwego koryta rzeki, ażeby nie skierować całej rzeki na brzeg przeciwny, a również, aby nie narażać wału na ciągłe podmywanie w razie zerwania brzegów, wreszcie, aby zapewnić sobie należytą przestrzeń terenu, potrzebną na wykonanie wału i jego konserwację.

Bardzo ważnem jest przy tego rodzaju obwałowaniach należyte związanie wałów z naturalnym terenem, ażeby nie dopuścić do obejścia wody poza wał i nie spowodować miejscowego spiętrzenia. Dlatego wał taki powinien od terenów wzniesionych ponad najwyższy zalew zbliżać się łagodnie ku rzece i powoli przyjmować kierunek do niej równoległy.

§ 7. Konstrukcja wałów nie przedstawia poważniejszych trudności, o ile materyał odpowiedni znajduje się na miejscu. Wymiary szerokości korony wałów i nachylenia skarp zależne są od wysokości wałów i od jakości materyałów. Z wymiarem korony nie schodzi się jednak poniżej 2·5 do 3 m, a często stosuje się nawet ponad 4 m, ażeby w razie naprawy lub ratowania wału przed grożącym przerwaniem można dojechać nawet

w czasie wylewu do miejsca zagrożonego. Wały miejscowe podrzędne, zwłaszcza niskie wały wsteczne lub budowane wzdłuż potoków, posiadają często koronę węższą: 1 do 2 m. Tak np. w Niemczech wały przeznaczone jedynie dla ochrony przed letnimi wodami, a więc takie, przez które wody wiosenne i powodziowe się przelewają, mają przy wysokości 1—2—3 m szerokość korony 1'0—1'5—2'0 m.

Wysokość korony ponad najwyższą wodę przyjmuje się rozmaita, zależnie od fali, kierunku panujących wiatrów, szerokości rzeki i stopnia bezpieczeństwa, jaki chcemy dla chronionych miejscowości uzyskać. Tak np. dla rzek, na których niema niebezpieczeństwa zatorów lodowych i gdzie ewentualne częściowe rozlanie się wody nie byłoby wielkiem nieszczęściem, podnosimy korony o 0'3 m nad najwyższy stan wody; w zwykłych warunkach przyjmujemy 0'5 do 0'6 m. Tam, gdzie przelanie się wody przez wał mogłoby zatopić miejscowość, zwłaszcza, gdzie tworzą się wielkie zatory lodowe, podnosimy koronę wałów na 0'9 do 1'2 m (ujścia Renu, delta Wisły).

Nachylenie skarp od strony rzeki zależy od jakości materiału i naporu wody i wynosi zwyczajnie 1:2 do 1:4, natomiast od lądu 1:1¹/₂ do 1:2, nierzadko jednak przerwyamy skarpę kilkumetrową ławeczką, służącą dla celów komunikacyjnych.

Wały przelewowe otrzymują nieraz nachylenie jeszcze łagodniejsze.

Materiałów do budowy używamy, rzecz prosta, tych, jakie mamy na miejscu. Najlepsze wyniki daje glina z piaskiem, jaka zresztą często się znajduje w sąsiedztwie rzek w postaci starych namulisk. Czysta glina po wyschnięciu łatwo pęka i powoduje nieszczelność, czysty piasek lub żwir jest zbyt przepuszczalny i wymaga nie-

raz stosowania rdzenia nieprzepuszczalnego, to znaczy umieszczenia bądź to w środku wału, bądź to od strony wody jak gdyby ścianki z itu lub gliny.

Podobnie jak wybór materiału i sama budowa (sypanie, ubijanie warstwami), musi być nadzwyczaj starannie przeprowadzona, dlatego np. Wydział Krajowy w Galicyi wykonuje wały we własnym zarządzie.

Wały wymagają całego szeregu dodatkowych urządzeń. Do najważniejszych należą drogi, czyli rampy przejazdowe do gruntów leżących wewnątrz wałów lub promów i brodów, oraz szluzy dla przepuszczenia ścieków, rowów osuszających, które nieraz służą równocześnie do wstrzymania na pewien czas odpływu z tychże ścieków w celach nawodnienia gruntów.

Rampy nie wymagają bliższego opisu, niczem się bowiem nie różnią od ramp kolejowych, chyba kierunkiem, gdyż prowadzone są od strony wody nie poprzecznie do wału, ale zwykle po skarpie, ażeby nie wywoływać miejscowego spiętrzenia. Rzadziej używane są zamiast ramp przejazdy dołem, tj. otwory w wale dla przepuszczenia drogi zamykane szczelnymi bramami.

Szluzy¹⁾ wykonuje się w rozmiarach najrozmaitszych zależnie od ilości wody, jaką mają przepuścić, a materiałem budowy jest drzewo, kamień, beton, żelazo-beton, żelazo itp. Również i konstrukcja ich jest najrozmaitszą; mogą one sięgać do korony wałów, przykryte jedynie mostkiem, mogą być przesklepione, mogą wreszcie znajdować się u spodu wału przykryte nasypem. Również

¹⁾ Szluzami, z niemieckiego Schleuse, nazywamy urządzenia do regulowania przepływu wody w pewnym punkcie ścieku naturalnego czy sztucznego zapomocą ruchomych zastawek, rolek, zasłon, stawidel itp.

zamknięcia w nich są najróżnorodniejsze. Małe szluzy zamyka się samoczynnymi klapami, większe stawidłami lub bramami regulowanymi z pomostu, zwłaszcza przy szluzach służących równocześnie do nawadniania.

W szczególności konstrukcyjne nie podobna tu wchodzić.

Wały miejscowe dla ochrony pojedynczych miejscowości budowane na krótkiej zwykle przestrzeni, najczęściej tych dodatkowych urządzeń nie potrzebują, a przynajmniej w niewielkiej ilości.

Koszta obwałowania zależne są od wysokości fali powodziowej, wysokości brzegów, jakości materiału, odległości przewozu, ilości i jakości obiektów, jednym słowem od tylu najrozmaitszych warunków, że nie podobna tu podać jakiejś orientacyjnej cyfry. Wewnątrz miejscowości obwałowanie jest tylko wtedy możliwe, jeżeli rzeka płynie w pewnym oddaleniu od zwartych zabudowań, a więc jeśli osada leży wprawdzie w terenie zalewowym, ale nie bezpośrednio nad brzegami.

Mamy jednak cały szereg miejscowości a nawet miast większych, położonych wprawdzie na brzegach wyższych, ale tuż nad wodą, które rzadziej może, ale mimo to są narażone na niebezpieczeństwo powodzi. W takim wypadku samo wykupno gruntów pod wały i terenu między wałami przybrałoby tak wielkie rozmiary i pochłonęłoby takie sumy, że zniewala nas to do zastosowania innego rodzaju budowli, które mimo swej kosztowności, ze względu na ogólny efekt finansowy, przecież się okazują ekonomiczniejsze. Tym rodzajem budowli są mury ochronne czyli bulwarowe.

§ 8. Mury ochronne różnią się od wałów właściwie tylko konstrukcją. Zamiast nasypów ziemnych są to ściany prawie pionowe z kamienia, betonu, lub na-

węł drzewa, należycie ufundowane i wyprowadzone ponad najwyższy stan wody. Od strony lądu są często zasypane aż do wysokości korony muru, przez co tworzy się wybrzeże, zwykle uposażone w aleje spacerowe, chodniki itp., znane pod nazwą bulwarów lub „quai“. Stają się one z czasem najpiękniejszą częścią miasta.

Przykładem tego rodzaju zabezpieczenia są mury ochronne, budowane obecnie nad Wisłą w Krakowie. Łączą się one bezpośrednio powyżej i poniżej z wałami wiślanymi, a pojemność ich obliczoną jest na największą wodę, jaka Wisłą przepływa.

Koszt murów ochronnych jest zwykle bardzo znaczny. Pomijając już wysoką cenę wykonania muru w porównaniu z robotami ziemnymi wałów mimo znacznie mniejszego profilu t. j. mniejszej objętości na jednostkę długości należy zauważyć, że budowle tego rodzaju muszą posiadać doskonały fundament, sięgający do odpowiednio wytrzymałych pokładów, które zwłaszcza przy rzece oczywiście w dość znacznej głębokości dopiero można znaleźć. Do tego przychodzą urządzenia dodatkowe, więc oprócz szluz i przepustów, podobnych jak przy wałach, zejścia i zjazdy, urządzenia do przybijania statków i łodzi itp.

To też, o ile obwałowania, zwłaszcza miejscowe, mogą być łatwo wykonane przez same gminy, to budowa murów ochronnych bez pomocy funduszy publicznych obejść się nie może.

W szczególności konstrukcyjne murów tu się wdawać nie możemy.

§ 9. Inne rodzaje zabezpieczeń. Niekiedy fale wód wysokich tak dalece się wznoszą ponad teren, że ze względów innych jak: komunikacyjnych, handlo-

wych, ruchu wodnego, wreszcie estetycznych, nie podobna stawiać odpowiednio wysokich murów, zwłaszcza jeżeli taka nadzwyczajna powódź stosunkowo rzadko się zdarza i jeżeli sposób zabudowania dawnych dzielnic nadbrzeżnych, a zwykle należą one do najstarszych, nie pozwala na tego rodzaju rozwiązanie. — Wówczas zmuszone są miasta uciec się do zupełnie innych sposobów ochrony. Tak n. p. Paryż rozważa kwestyę budowy kanałów odciążających; Wiedeń bierze pod uwagę rozszerzenie i zniesienie terenu inundacyjnego, ażeby w ten sposób obniżyć wysokość fali wezbrania i uchronić dzielnice nadbrzeżne przed zalewem. — Te sposoby ochrony mogą być łatwo zastosowane i do mniejszych ścieków i zostały nawet w Galicyi zapoczątkowane.

Przerzucenie wielkiej wody poza obręb osady zastosowano przy regulacyi Siwki dla ochrony salin i miasta Katusza, nawiedzanych prawie corocznie przez powódź (dotyczący przekop jest już od kilku lat w budowie). Dla zabezpieczenia Kołomyi zaprojektowano kanał odciążający, odprowadzający wody wielkiego Czarnego Potoku przed miastem do Prutu. I t. p.

Rozwiązanie tego rodzaju da się często bardzo ładnie połączyć z kanalizacją miasta, a nawet z melioracją (przedewszystkiem z nawodnieniem) gruntów podmiejskich, a jeżeli uwzględnimy zysk na gruntach wydartych terenowi zalewowemu wewnątrz osady i użytych czy to na ulice i place czy też nawet pod budowę, to nieraz może ono się okazać nadzwyczaj ekonomiczne i nadawać się do wykonania nawet kosztem samych gmin.

I tu jednak bez starannie przeprowadzonych studyów hydrotechnicznych obejść się nie podobna, bo można nie-

odpowiednim projektem wywołać pogorszenie stosunków odpływu w sąsiedztwie nowego koryta, lub szkodliwie oddziaływać na grunta niżej leżące. — Również łatwo udaje się nieraz usunąć groźne skutki powodzi, zwłaszcza na małych potokach i rzekach, przez rozszerzenie terenu zalewowego. Bardzo często dziwimy się wzrastającym z roku na rok klęskom powodzi, których powodem jest nienależyte utrzymanie ścieku. Ściek wewnątrz osady zwykle jest miejscem, gdzie gromadzi się śmiecie i wszelkiego rodzaju niepotrzebny materiał (gruz, ziemia z wykopów, hałdy z kopalń etc.). Dla rzekomego umocnienia brzegów zasadzamy je drzewami, krzewami, lub chronimy je wysokimi ostrogami¹⁾; dla oszczędzenia kosztów mostów skracamy je, przedłużając groblę drogową; nie ubezpieczając należycie skrętów, pozwalamy na tworzenie się coraz ostrzejszych łuków i t. p. Wszystko to powoduje, że woda wielka nie znajdując miejsca w naturalnem łożysku, względnie znajdując go co raz mniej, występuje z brzegów i powoduje zalew osady. W takich wypadkach niejednokrotnie niewielkim nakładem usuwa się przez uporządkowanie właściwego koryta, wycięcie drzew, sprośtowanie nurtu, skopanie nieznaczne brzegów, wreszcie rozszerzenie mostów, kładek lub jazów, niebezpieczeństwo powodzi i zapobiega wielkim szkodom.

Jest jednak wiele rzek średniej wielkości, górskich dopływów lub górnych biegów, w których przytoczone właśnie sposoby już ze względu na bardzo znaczne koszty nie dałyby się zastosować, a nawet mogłyby nie wydać pożądanego rezultatu, a dla których i obwałowanie

¹⁾ Ostrogami nazywamy tamy budowane wpoprzek do kierunku rzeki, mające odwrócić nurt od brzegu.

nie może znaleźć zastosowania, już to z powodu braku odpowiedniego materiału (żwiru), już też z tego powodu, że mocno przepuszczalny grunt zdoła przeprowadzić pod ziemią znaczną ilość wody poza wały pod wpływem ciśnienia, wywołanego spiętrzeniem. Również warunki kultury gruntów nadbrzeżnych mogą być tego rodzaju, że obwałowanie działałoby raczej szkodliwie niż dobroczynnie.

W takich wypadkach należało poszukać innego sposobu zabezpieczenia, ekonomiczniejszego, i wszystkim warunkom kultury zadość czyniącego i rzeczywiście znaleziono go w postaci budowy retencyjnych zbiorników.

§ 10. Zamknięcia dolin. Zasada ochrony przed powodzią zapomocą zamknięcia dolin czyli budowy zbiorników retencyjnych jest bardzo prostą. Rzeka wzbierająca zaczyna być niebezpieczną dopiero z chwilą swego wystąpienia z brzegów, a zatem przy pewnym stanie wody różnym zresztą dla różnych profili.

Jeżeli zatem zdołamy zapomocą zamknięcia doliny poprzeczną groblą i utworzenia w ten sposób sztucznego jeziora uchwycić część wody powodziowej, a mianowicie tę jej ilość, która powoduje wystąpienie z brzegów, czyli jak mówimy szczyt fali wezbrania, ażeby ją następnie po opadnięciu wód powoli ze zbiornika wypuszczać, to czynimy powódź nieszkodliwą, gdyż utrzymamy ją w granicach wysokich brzegów.

Budowę zbiorników poprzedzić muszą, podobnie jak budowę wałów, bardzo szczegółowe studia hydrotechniczne. Wiemy już na czem one polegają, tu jednak specjalny nacisk położyć trzeba na badaniu przebiegu powodzi, rozkładu opadów burzowych, na oznaczeniu możliwie dokładnem ilości opadów katastrofalnych i najnie-

korzystniejszych warunków odpływu. Od należytego bowiem zaprojektowania zapory i jej urządzeń zależy nie tylko powodzenie przedsięwzięcia, ale także bezpieczeństwo osad poniżej położonych. Pęknięcie grobli i nagłe runięcie zamagazynowanych dziesiątek, a nawet setek milionów metrów kubicznych wody spowodować może katastrofę nieobliczalną w następstwach.

Rezultatem studyów hydrotechnicznych powinno być wyświetlenie następujących zagadnień:

1. Jaką ilość wody należy w czasie powodzi uchwycić w danym miejscu rzeki, ażeby powódź uczynić nieszkodliwą?

2. Jaką ilość wody można ze zbiornika wypuszczać bez szkody dla gruntów nadbrzeżnych?

3. O ile można stale podnieść minimalną ilość wody w rzece, względnie jaki można uzyskać największy stały odpływ bądź to w roku bądź też w innym określonym czasie (6—9 miesięcy). Zagadnienie to niezmiernie ważne tak dla regulacji dolnej przestrzeni, jak też dla wyzyskania siły wodnej ze zbiornika.

4. Na jakie ilości wody obliczyć pomocnicze urządzenia zbiornika, a mianowicie: a) przelew dla wielkiej wody; b) otwory dla wcześniejszego opróżniania zbiornika; c) kanał fabryczny; d) spust dla zupełnego opróżnienia zbiornika.

Jak widzimy zagadnienia są dość skomplikowane i rozwiązanie ich nie należy bynajmniej do rzeczy łatwych.

Zamagazynowaną w zbiorniku wodę dzielimy zwyczajnie na trzy części. Część dolna sięgająca do pewnej wysokości, zależnej od stosunków terenowych i charakteru dorzecza, zowie się rezerwą żelazną, ponieważ nie wy-

próżnia jej się nigdy, chyba w razie naprawek koniecznych w dolnej części przegrody. Przeznaczeniem jej jest gromadzenie mułu i rumowiska przez rzekę niesionego; po pewnym, dość długim naturalnie okresie lat zostaje ona w zupełności zaszutrowaną. Drugą część stanowi rezerwa użytkowa. Z niej czerpiemy wodę do zakładu siły wodnej, a górna jej granica określona jest objętością wielkiej wody, jaką w czasie powodzi mamy w zbiorniku chwycić. Wodę w zbiorniku staramy się utrzymać możliwie blisko tej górnej granicy, wówczas bowiem mamy na zakładzie wodnym największy spad użyteczny, a zatem i największą siłę do dyspozycji. Jednakowoż w czasach posuchy lub w zimie, kiedy dopływ do zbiornika jest bardzo mały, musimy zasilać zakład częściowo wodą ze zbiornika i wówczas czerpiemy właśnie z tej rezerwy użytkowej, obniżając stan wody w zbiorniku, naturalnie tylko do granicy dolnej t. j. do poziomu rezerwy żelaznej. Trzecia górna część zbiornika służy na przyjęcie wody powodziowej i musi być stale próżna, ażeby wylew nadchodzący nieraz nagle i niespodziewanie zawsze znalazł pomieszczenie. Wypróżnienie tej części zbiornika winno następować automatycznie i zaczynać się już z chwilą nadejścia wody powodziowej. Zbiorniki, które niemają urządzeń do automatycznego wypróżniania, muszą mieć możliwość przepuszczenia całej wielkiej wody, nawet przy wypełnionym zbiorniku, gdyż obsługa urządzeń mechanicznych może zawieść. Naturalnie, że ze zbiornika wypuszczamy tylko ilość wody określoną powyżej warunkiem „2“, reszta zaś wody powodziowej wypełniać będzie powoli zbiornik.

Rozwiązawszy zagadnienia hydrotechniczne, musimy sporo uwagi poświęcić wyborowi konstrukcyi i położeniu zapory.

Pod względem konstrukcyi rozróżniamy zapory stosownie do zasadniczo użytego materiału: jako groble ziemne i mury kamienne czy też betonowe. Tak co do użycia materiału jak też i położenia zapory rozstrzygający głoś będzie miał geolog. Budowa muru bowiem wymaga odpowiedniego podłoża stosownego na fundament, który nie rozszerza się, jak przy grobli ziemnej, na bardzo szeroki pas ziemi; nadto warstwy w stoku muszą dawać dostateczną gwarancję, że nie nastąpi zbyt znaczne przesiąkanie wody znajdującej się, zwłaszcza u spodu doliny, pod silnem ciśnieniem. Badania geologiczne są tak ważne przy budowie zbiorników, że od nich nieraz zależy decyzya, czy wogóle zbiornik może przyjść do skutku. Tego rodzaju wypadki zachodziły już niejednokrotnie w naszych Karpatach przy studyach wstępnych.

Ponieważ racjonalne zaprojektowanie zbiornika wymaga zamagazynowania pewnej objętości wody, podyktowanej przeznaczeniem obiektu, a objętość ta jest ściśle związaną z warunkami terenowymi i wysokością zbiornika, przeto, obierając w pewnym punkcie rzeki miejsce na zbiornik, mamy tem samem dość ściśle określoną jego wysokość. Jeżeli zatem warunki geologiczne nie pozwolą na budowę zbiornika o pewnej wysokości n. p. z powodu przepuszczalności warstw pod większem ciśnieniem, lub niedostatecznie wytrzymałego fundamentu, to cały projekt zbiornika może się stać niewykonalnym, względnie musi być w inne miejsce przesunięty.

Pod względem kształtu grobla ziemna niczem się nie różni od grobel n. p. stawowych lub wałów rzecznych prócz naturalnie rozmiarów, podobnie jak zaporę kamienną jest właściwie tem samem co bulwar również o bardzo wielkich rozmiarach i o kształcie stosownym do

pokonania działających nań sił. Szczegóły konstrukcyi zapór i wszelkich urządzeń pomocniczych dla upustu, przelewu, wypróżniania i t. p. stanowią tak obfity materiał z powodu swej różnorodności, że muszą tu być z konieczności pominięte.

Dla orientacyi z jak wielkimi budowlami ma się tu do czynienia, podaję kilka dat o zbiornikach kamiennych w bieżącym stuleciu w Niemczech wykonanych¹⁾.

Rzeka lub miejsce	Rok bud.	Objętość mil. m ³	Pow. zalewu km ²	Wysokość muru m.	KOSZT	
					całko- wity milion. marek	na 1. m ³ zamaga- zynowa- nej wody ten.
Urf	1900/4	45·5	2·16	58·0	4·00	9
Meschede	1901/5	11·0	0·763	37·9	3·5	32
Ennep	1902/4	10·3	0·87	40·9	3·04	29
Marklissa	1901/5	15·0	1·4	44·5	3·2	21
Mauer	1904/12	50·0	2·4	48·2	8·1	20
Möhne	1908	130·0	10·16	40·0	14·4	12
Eder	1908	202·0	12·0	43·0	17·5	8·6

Budowle amerykańskie dochodzą do rozmiarów jeszcze większych, zwłaszcza projektowane w ostatnich latach.

Ochrona przed powodzią zapomocą zbiorników nie tylko nie stoi w sprzeczności z innymi zagadnieniami go-

¹⁾ Reinhard's Ingenieur - Kalender.

spodarki wodnej, lecz przeciwnie znacznie ją pod każdym względem ułatwia. I tak zamagazynowanie pewnej ilości wody w czasie wezbrania, a następnie wypuszczanie jej w czasie, kiedy normalny odpływ jest najniższy, tworzy wyrównanie odpływu, które przyczynia się znakomicie do poprawienia stosunków żeglugi. Jedną bowiem z ujemnych stron żeglugi rzecznej są niskie stany wód, które bądź to powodują zupełną przerwę w ruchu statków i galarów, bądź też zmuszają do jazdy bez pełnego ładunku. Przez wyrównanie odpływu możemy zwiększyć tak na samej rzece, na której zbiornik budujemy, jak i na jej recipiencie¹⁾ ilość dni w roku zdatnych do żeglugi o pełnej ładudze galarów; co więcej, możemy umożliwić nawet żeglugę na tych przestrzeniach rzek, gdzie ona przedtem była wogóle nie do przeprowadzenia.

Ponadto zasilenie kanałów spławnych byłoby nieraz wobec zmiennych stanów wód wprost niemożliwe bez budowy zbiornika wyrównawczego.

Następnie niżenie fali powodziowej ułatwia meliorację gruntów nadbrzeżnych, upraszcza trudności przy kanalizacji miejscowości nad rzekami położonych, obniża kosztą budowy jazów dla ewentualnych kanalizacji rzek, wreszcie umożliwia przeprowadzenie racjonalnej regulacji, która zwykle utyka na trudnościach dostosowania się do bardzo zmiennych stanów wód.

Wreszcie zbiorniki stają się źródłem siły wodnej, amortyzującej nawet część włożonego w nie kapitału, znaczne bowiem spiętrzenie wywołane zabudowaniem doliny i odpływ stały pod ciśnieniem, umożliwia już przy

¹⁾ Recipientem nazywamy rzekę, do której wpływa rzeka będąca przedmiotem studyów, np. dla Bugu, Dunajca itd. będzie recipientem Wisła.

samym zbiorniku założenie centrali wodno-elektrycznej, nieraz o bardzo poważnej sile, przy bardzo małym nakładzie kapitału, bo tylko kosztem urządzenia mechanicznego i przeniesienia siły. Prócz tego wyrównanie odpływu znacznie wzmacnia sprawność istniejących już poniżej zbiornika zakładów wodnych przez zmniejszenie ilości dni niepełnego ruchu skutkiem braku wody, lub oszczędzenie użycia rezerwy parowej.

Z tych wszystkich powodów uważać należy budowę zbiorników jako jedynie racjonalny w przyszłości sposób ochrony przed powodzią, umożliwiający należytą gospodarkę wodną, zwłaszcza dla rzek górskich, a pośrednio i dla ich recipientów, i byłoby rzeczą wszystkich czynników zainteresowanych w uzdrowieniu gospodarki wodnej jak najsilniejsze poparcie względnie inicjowanie podobnych przedsięwzięć i projektów. Wskazaniem przeto jest tworzenie spółek i towarzystw złożonych z gmin, właścicieli zakładów wodnych, kół przemysłowych i rolniczych, dla popierania, inicjatywy a ewentualnie i przeprowadzenia budowy poszczególnych obiektów tego rodzaju.

Na zakończenie wspomniećby jeszcze należało o różnych innych próbach odwrócenia klęski powodzi, są to jednak usiłowania, które przeważnie nie doprowadziły do pomyślnego rezultatu. Przykładowo wspomnę o próbach powstrzymania powodzi przez ułatwienie odpływu podziemnego. W tym celu w górnym dorzeczu kopano po stokach sztuczne rowy, których celem było gromadzenie wody dla wzmożenia wsiąkania. Sposób okazał się bardzo kosztowny i niewielki wydał rezultat. Natomiast podkreślić należy olbrzymie znaczenie należytej gospodarki lasowej, a więc niedopuszczanie do bezmyślnego

niszczenia lasów w górach, zalesienia stoków już pozbawionych szaty roślinnej i t. p., stan bowiem wegetacyi ma olbrzymi wpływ na wysokość fali powodziowej.

III. Regulacja rzek.

§ 11. Zadania regulacyi. Regulacja rzek może mieć dwojaki cel na oku: albo jest ona przedsięwzięciem czysto melioracyjnem, albo też ma głównie na celu poprawienie stosunków żeglugi.

W pierwszym wypadku zadaniem jej będzie ustalenie biegu, przyprowadzenie do równowagi ruchu rumowiska t. j. toczonych przez rzekę kamieni, żwirów i namulów, w razie potrzeby obniżenie koryta, oraz wytworzenie stałych i odpowiednio wzmocnionych brzegów. To wszystko bowiem umożliwia dopiero racjonalną melioracyę nadbrzeżnych gruntów, zamienia szeroki zwykle pas nieużytków na grunta urodzajne, a pośrednio przez ułatwienie odpływu wód, obniża nieraz falę powodziową, w każdym zaś razie zmniejsza szkodliwe działanie wysokich wód do minimum, zmuszając rzekę po opadnięciu fali do powrotu do dawnego łożyska.

W drugim natomiast wypadku, obok równie ważnego i koniecznego ustalenia biegu i wytworzenia brzegów tam, gdzie naturalnych nie ma, chodzić będzie głównie o ujednostajnienie spadku i uzyskanie większych głębokości, ażeby umożliwić ruch statków o jak największej pojemności i w ciągu możliwie wielkiej ilości dni w roku.

Do robót więc czysto melioracyjnych należeć będą obudowania małych ścieków, górskich potoków i regulacya wszystkich rzek niespławnych; pośredni charakter mieć będą budowle regulacyjne na rzekach spławnych ale nie żeglownych, po których zatem odbywa się jedy-

nie ruch tratów; do drugiej natomiast grupy zaliczyć musimy regulację rzek żeglownych, lub tych, których żeglowność chcemy uzyskać.

Rzecz naturalna, że te zadania wiążą się z sobą i splecają, i że jedne roboty na drugie mają wybitny wpływ. Tak n. p. zabudowanie potoków górskich, wstrzymujące ruch rumowiska, przyczynia się zarówno do łatwiejszego przeprowadzenia melioracyjnej regulacji rzek górskich, które z tych potoków powstają, jak też do ułatwienia żeglugi na dolnych biegach lub nawet ich recipientach.

§ 12. Podstawy projektów regulacji. Stosownie do różnych celów regulacji przyjmujemy też rozmaite zasady, na jakich projekt opieramy. W regulacji melioracyjnej staramy się opanować tą wodę, której działanie jest najszkodliwsze. Tak więc regulujemy potoki górskie i mniejsze ścieki na wielką wodę, to znaczy dobieramy taki profil koryta, który mógłby przynajmniej zwykłą, corocznie powtarzającą się, wielką wodę pomieścić, ponieważ chodzi nam tu o opanowanie ruchu rumowiska, który właśnie w czasie wielkiej wody się odbywa. Koryto regulacyjne rzek górskich obliczamy zwykle na stan wody zbliżony do średniego rocznego, a w każdym razie na stan taki, który w ciągu roku trwa możliwie wielką ilość dni. Stan ten ma przeważny wpływ na wyrobienie koryta, o co nam właśnie chodzi. Wreszcie regulację rzek żeglownych przeprowadzamy, dostosowując wymiary przekroju do stanu przeważnie niskiego, a określonego tą ilością dni w okresie żeglugi, w ciągu której chcielibyśmy mieć ruch pełno naładowanych galarów, a więc pewną określoną głębokość.

Rzecz naturalna, że nie znaczy to, jakoby wymiary przekroju, dostosowane do pewnego stanu, nie nadawały się do regularnego ruchu wody przy stanach innych, przeciwnie, wybór pewnego stanu jako charakterystycznego dla t. zw. znormalizowania koryta ma tylko to znaczenie, że ten stan będzie miał największy wpływ na należyte wyrobienie się koryta, na równowagę w ruchu rumowiska i t. p.

Ażeby regulacja mogła odpowiedzieć swemu zadaniu, musi być przeprowadzoną o ile możności na jak najdłuższej przestrzeni rzeki i musi stanowić jedną zwartą całość. Regulację taką zwiemy systematyczną, w przeciwieństwie do stosowanych dawniej przeważnie miejscowych budowli ochronnych, które zabezpieczały co najwyżej narażone na zerwanie brzegi, nie były jednak w stanie zasadniczo zmienić istniejących stosunków.

Projekt regulacji systematycznej opierać się musi na bardzo szczegółowych studyach hydrotechnicznych, obejmujących: pomiary sytuacyjne, wysokościowe, zdjęcia przekrojów poprzecznych, spadków, pomiary ilości wody i dalej na możliwie obfitym i z szeregu lat pochodzącym materiale obserwacji wodoskazowych i ombrometrycznych, na dokładnem zbadaniu charakteru rzeki, jej rumowiska, stosunków geologicznych, grubości pokładów szutru, następnie na zbadaniu ściśtem dopływów i ich wpływu na objętą projektem przestrzeń rzeki, wreszcie na poznaniu istniejących uprawnień wodnych, potrzeb gospodarczych ludności nadbrzeżnej i t. p.

Im dokładniejsze i ściślejsze będą studia przedwstępne, tem większą będzie pewność osiągnięcia zamierzonych rezultatów, t. j. udatęj regulacji. Badania te stanowią podstawę, na których oprzeć można projekt regu-

lacy. Przy sporządzaniu jego znów kierować nami będą pewne wytyczne, zależne od celów, do których dążymy.

Przy regulacji dla celów przeważnie melioracyjnych obowiązuje obecnie zasada, ażeby o ile możności jak najmniej zmieniać naturalne warunki odpływu. Silnych zatem skrótów biegu, zwiększania spadków, zwężania naturalnych przekroi należy używać z wielką ostrożnością, prowadząc trasę o ile możności za obecnym biegiem. Przekrój normalny winien wy pływać z warunków naturalnych, a nie być sztucznie rzece narzuconym. Tylko bardzo ostre skręty, narażane stale na zerwanie, łagodzą się przepokami. Skrócenie biegu stosuje się tylko tam, gdzie koniecznem jest przez zwiększenie spadku wzmocnić żywą siłę wody n. p. dla uprzątnięcia rumowiska, podobnie jak zmniejsza się spadek zapomocą progów tylko tam, gdzie skutkiem zbyt wielkiej siły żywej rzeka ustawicznie dno eroduje (wyżłabia).

Jak wspomniano celem regulacji melioracyjnej jest ustalenie biegu, wytworzenie stanu równowagi w ruchu rumowiska i, o ile to jest potrzebne, pewne pogłębienie koryta.

Do tego celu dochodzimy przedewszystkiem koncentrując w jedno koryto rozwidlony nieraz na szereg odnóg bieg rzeki, przyczem dążyć należy do tego, ażeby boczne koryta nie tylko zamknąć, ale je samoczynnie załadować to znaczy spowodować zasypanie ich osadami rzeczniemi. To jedno koryto należy następnie ustalić zapomocą budowli regulacyjnych, które niedopuszczają do dalszego dzielenia się rzeki na odnogi, do zrywania brzegów i wogóle do zmiany kierunku.

Równie ważną rzeczą, jak ustalenie kierunków, jest też należyte wykształcenie spadku, wyrównanie i ujedno-

stajnienie jego na dłuższych przestrzeniach i zniesienie nagłych załomów, o ile nie są spowodowane geologiczną budową dna (progi skaliste i t. p.). O ile możliwości staramy się utrzymać wyrównany spadek naturalny rzeki, a tylko w konieczności stosujemy zwiększanie spadków przez skracanie biegu, lub łagodzenie przez zakładanie progów lub budowę przegród.

Ustalenie dna i spadku oraz wybór stosownego poprzecznego profilu normalnego powodują już same przez się równowagę w ruchu rumowiska. Przez równowagę tę rozumiemy z jednej strony nadanie rzece takiej żywej siły, ażeby całe rumowisko z góry przyniesione mogła dalej unieść, nie tworząc szkodliwych złoży wewnątrz koryta regulacyjnego, z drugiej zaś strony utrzymanie tej właśnie siły żywej w pewnych granicach, ażeby nie powstała zbyt wielka siła, erodująca w samym korycie dawne pokłady rumowiska, ażeby więc siła unosząca nie przeszła w siłę żłobiącą. Równowaga taka nastąpić może dopiero po pewnym czasie, a poznać ją możemy po tem, jeśli po wyższych wodach koryto rzeki nie ulegnie zmianom nietylko co do swego położenia ale także i co do głębokości, rozkładu żwirowisk i t. p., jednym słowem, jeśli wyższe wody nie spowodują większych zaburzeń w układzie poziomym i pionowym rzeki. Wybór odpowiedniego przekroju normalnego należy do rzeczy najtrudniejszych. O ile bowiem bieg rzeki, a więc trasa regulacyjna, a także spadek, zależne są dość ściśle od warunków danych nam przez naturę, o tyle przy wyborze przekroju normalnego mamy dość szerokie granice, w których możemy się poruszać. Przedewszystkiem mamy do pewnego stopnia dowolność przy wyborze stanu wody, do którego chcemy przystosować obliczenie profilu. Kie-

rować się tu musimy następującymi zasadami. Wybór stanu zbyt niskiego ułatwia wprowadzenie wyrobienie się koryta, ale profil taki mieć będzie zbyt mały wpływ na wody wyższe, a nadto może spowodować nie zawsze pożądane pogłębienie zwłaszcza przy wysokich budowlach regulacyjnych. Przyjęcie stanu wody zbyt wysokiego, a zatem trasy za szerokiej, spowoduje wystąpienie przy małej wodzie odsypisk wewnątrz trasy regulacyjnej, i co zatem idzie serpentynowanie rzeki to znaczy przerzucanie się nurtu od brzegu do brzegu, a przez to uszkodzenie budowli regulacyjnych. Są to rzeczy tak trudne do pogodzenia, że nieraz, mimo szczegółowych studyów i badań, uciec się musimy do doświadczenia i przez zabudowanie części rzeki i badanie skutków obranej szerokości trasy na ukształtowanie się koryta, ruch rumowiska etc. szukamy wskazówek do dalszego prowadzenia robót regulacyjnych.

Nieraz musimy się uciec do jeszcze innego środka i oddzielić zupełnie regulację na małą wodę od regulacji na wodę średnią lub wyższą. Czynimy to w dwojaki sposób. Albo wykonujemy zupełnie odrębne budowle dla obu systemów regulacji, albo też staramy się wytworzyć koryto rzeki zdatne dla przepływu wód wyższych jedynie przez odpowiednie traktowanie terenu zalewowego, a więc przez kulturę wikliny, odpowiednio prowadzonej, pozostawienie pasa szutrowisk niekulturowanych lub corocznie wycinanych i t. p.

Doprowadzenie do równowagi w ruchu rumowiska nie na wiele się przyda, jeżeli rzeka otrzymuje z górnego biegu taki napływ materiału, że nie jest w stanie dalej go transportować. Wówczas musimy z budowlami regulacyjnymi posunąć się aż do samych początków rzeki.

i przeprowadzić korekcję lub zabudowanie potoków górskich, a nawet obudowę i zalesienie nagich stoków, stanowiących nieraz źródło powstawania rumowiska. Głównym celem tych budowli będzie już nie równowaga, ale powstrzymanie ruchu rumowiska tam, gdzie ono się wytwarza. Najważniejszym środkiem do tego celu jest zmniejszenie spadku, a zatem i siły żywej wody, i zmuszenie w ten sposób potoku do pozostawienia na miejscu toczonych materiałów. Ponieważ ilości wody zmienić nie możemy, przeto jedynym sposobem jest zmniejszenie spadku zapomocą budowy progów, zapór, przegród i t. p. obiektów. Budowle te powstrzymują ruch rumowiska na dnie doliny, zaś odpowiednia obudowa i zalesienie nagich stoków nie dopuszcza do powstawania nowych jego źródeł.

Jeszcze idealniejszym środkiem będzie budowa zbiorników retencyjnych (zamknięcia dolin), o których poprzednio była mowa, te bowiem nie tylko ujednostajniają odpływ i ułatwiają przez to znakomicie systematyczną regulację, ale przyczyniają się także w wysokim stopniu do powstrzymania ruchu rumowiska.

Jeżeli teraz zwrócimy się do regulacji mającej na celu poprawę splawności lub żeglowności rzek to, jak wspomniałem, celem jej będzie, obok ustalenia biegu i ujednostajnienia spadku, także powiększenie średniej głębokości, a przez to umożliwienie ruchu większym albo więcej ładownym statkom i galarom.

Przy ustaleniu biegu i spadku postępujemy w zasadzie podobnie, jak przy regulacji melioracyjnej, ale i tu musimy niejednokrotnie zastosować się do specjalnych

wymogów żeglugi. Tak n. p. przy zastosowaniu łuków musimy uważać na łatwość holowania galarów i dlatego nieraz konieczne tu będą sprostowania biegu zapomocą większych przekopów i t. d.

Konieczność powiększenia głębokości nie pozwoli nam również na ścisłe przystosowanie normalnego profilu regulacyjnego do istniejących stosunków w biegu naturalnym. Głębokość, spadek rzeki, chyżość średnia wody, powierzchnia przekroju i ilość wody są to wartości w ścisłym z sobą pozostające związku. Ilość wody zależy od powierzchni przekroju i chyżości; chyżość, od spadku i głębokości. Chcąc zwiększyć głębokość, musimy równocześnie zwiększyć chyżość, ponieważ spadek dają nam warunki naturalne. Ta sama jednak ilość wody przepływnie z większą chyżością tylko w tym wypadku, jeżeli zmniejszymy powierzchnię przekroju. Ponieważ zaś nawet przy tym samym przekroju zwiększona głębokość spowoduje jego zwężenie, zatem tem bardziej to musi nastąpić, przy konieczności zmniejszenia powierzchni przekroju, przekrój bowiem jest iloczynem z szerokości trasy i jej średniej głębokości. Z tego wynika, że każde zwiększenie głębokości pociągnie za sobą znaczne zwężenie trasy regulacyjnej.

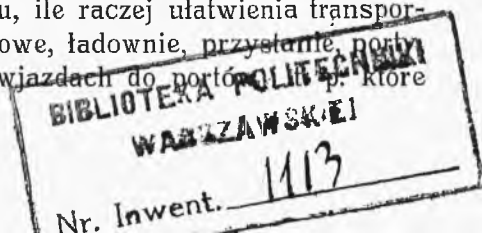
Przekrój zatem normalny rzek regulowanych dla celów żeglugi będzie się charakteryzował możliwie zwężeniami szerokościami w porównaniu do naturalnych.

I tu jednak mamy granicę, poza którą wyjść nie możemy, a tę ustala nam fakt, że zwiększona chyżość wzmacnia siłę żywą wody i jej zdolność złożenia, może zatem doprowadzić do wymulenia dna i zwiększenia ruchu rumowiska, o ile nie zechcemy zapomocą kosztownych budowli (progi podwodne) dno ustalić sztucznie.

I tu więc równowaga w ruchu rumowiska odgrywa bardzo poważną rolę, choć nie tak decydującą jak przy regulacji melioracyjnej. Moznaby zatem powiedzieć, że wybór i ustalenie normalnego przekroju jest w tym wypadku rzeczą łatwiejszą; dążyć tu bowiem będziemy do możliwego zwężenia trasy, o ile na to pozwoli równowaga rumowiska, a badać ją możemy obliczając dla wypełnionego profilu siłę żłobiącą wody naturalnie w związku z rodzajem i wielkością rumowiska. Również i wybór stanu wody dla regulacji będzie łatwiejszy, rozstrzygać tu bowiem będą wyłącznie względy żeglugi, a mianowicie ilość dni w roku, w czasie których chcemy mieć głębokość rzeki zdolną do przyjęcia galarów pewnego typu o pewnej ładudze. Przyjmując n. p. jak u nas dla Wisły, że przez $\frac{3}{4}$ okresu żeglugi t. zn. przez 210 dni w roku rzeka ma być żeglowną dla galarów typu wiślanego, obieramy tem samem jaką podstawę regulacji stan wody, który wraz ze stanami od niego wyższymi trwa w ciągu okresu żeglugi (od 1 marca do końca listopada) przez dni 210; a zatem w tym samym czasie tylko przez 2 miesiące utrzymywać się będzie stan niższy, zmuszający do jazdy z niezupełnie ładownymi galarami. Jaki to będzie stan, o tem pouczą nas obserwacje wodoskazowe z szeregu lat i wypośrodkowana na ich podstawie przeciętna krzywa czaso-trwania stanów wody.

Budowie, jakimi się posługuje regulacja dla celów żeglugi, są w zasadzie te same, co przy regulacji melioracyjnej; obszerniej o nich pomówimy niżej.

Natomiast przychodzi tu szereg budowli mających nie tyle regulację na oku, ile raczej ułatwienia transportowe, a więc place składowe, ładownie, przystanki, porty szluzy komorowe przy wjazdach do portów, które



jednak nie wchodzi w zakres tej pracy lecz należą do działu komunikacji wodnych.

Ułatwienia żeglugi zapomocą regulacji mają swoją granicę, poza którą wyjść nie możemy, nie chcąc narażać całego przedsięwzięcia na niepowodzenie, a tą jest jak wspomnieliśmy zwiększenie siły żywej wody. Zajść jednak mogą wypadki, że wymogi żeglugi idą dalej i że ich regulacja rzek zaspokoić nie będzie w stanie. Wówczas uciekamy się do innego środka a mianowicie budujemy w korycie rzeki przegrody ruchome tak zwane jazy, zapomocą których podnosimy stan wody do pewnej żądanej wysokości, zwiększając przez to powyżej jazu znacznie głębokość rzeki.

Ponieważ jaz jest ruchomy, zatem przy zmiennych stanach wody w rzece możemy zawsze utrzymać ten sam stan wody powyżej jazu przez stosowne manipulowanie zastawkami, wyjąwszy naturalnie wielkich powodzi. W ten sposób da się całą rzekę podzielić zapomocą szeregu jazów na stopnie i otrzymać wszędzie żadaną przez żeglugę głębokość. Głębokość ta będzie wobec spadku podłużnego rzeki naturalnie największą tuż za jazem, a zmniejszać się będzie w miarę posuwania się w górę rzeki. Skoro dojdzie już do granicy wymaganej przez żeglugę, musimy budować następny jaz. Różnicę wysokości poziomów wody pomiędzy poszczególnymi stopniami pokonują statki zapomocą specjalnych budowli, mianowicie wspomnianych już poprzednio szluz komorowych.

Są to jakby baseny murowane mogące pomieścić jeden lub więcej statków i łączące oba poziomy wody przejściami zaopatrzonemi w szczelnie zamykane bramy. Jeżeli statek ma przejechać w górę rzeki, otwiera się bramę dolną, po obniżeniu wody w szluzie do wysokości

poziomu dolnego. Statek wjeżdża do basenu, bramy dla poziomu dolnego zostają zamknięte, a wówczas wpuszcza się kanałem wodę z poziomu górnego tak długo, dopóki zwierciadło wody w szluzie nie zrówna się ze zwierciadłem wody górnego poziomu. Teraz otwiera się bramę górną i statek wyjeżdża ze szluzy na rzekę powyżej jazu. Przy jeździe w dół postępuje się naturalnie odwrotnie. W ten sposób obudowana rzeka nabiera właściwie cech sztucznego kanału, i dlatego nosi też nazwę skanalizowanej. Szczegóły tych budowli nie należą również do przedmiotu, który nas zajmuje i będą obszerniej omawiane w broszurze o komunikacjach wodnych.

Podzieliłiśmy uprzednio regulację ze względu na cele i zasady budowy na melioracyjną i dla żeglugi. W praktyce nie zawsze się da oba te cele ściśle od siebie oddzielić, zwłaszcza przy rzekach średniej wielkości. Wówczas musimy oba zadanie ze sobą godzić, a od charakteru rzeki, od ważności jednego lub drugiego celu zależy będzie, któremu z nich oddamy głos decydujący. Dla obu jednak rodzajów regulacji używamy tych samych w zasadzie budowli i im teraz należy parę słów poświęcić.

§ 13. Budowle regulacyjne. Zasadniczym elementem budowli regulacyjnych jest tama w najróżnorodniejszych swoich odmianach. Jest to budowla wpływająca na kierunek ruchu wody. Stosownie do swego przeznaczenia, zmienia ona kształt i wymiary i przybiera pewne specjalne nazwy. Tak więc tamę wstrzymującą ruch wody w pewnym kierunku nazywamy zamknięciem; tamę, chroniącą brzeg przed zerwaniem i budowaną tuż pod brzegiem, zowiemy opaską; tamy, służące do podniesienia brzegów do załadowania starych koryt, zowią się zamulnikami i t. p. Również tamy budowane dla utrzymania

rzeki w trasie regulacyjnej przybierają różne nazwy, zależnie od swego położenie względem kierunku ruchu wody. Biegące wzdłuż brzegów zowią się równoległymi, prostopadle do nurtu — prostopadłymi lub ostrogami, takie same ale za tamą równoległą, nazywamy poprzeczkami i t. p.

W jakich rozmiarach używać poszczególnych budowli i którym nadawać przewagę, to zależy od charakteru rzeki i żadne reguły pod tym względem istnieć nie mogą. Tak n. p. rzeki nizinne można nieraz utrzymać w trasie regulacyjnej zapomocą samych tam prostopadłych, rzeki górskie wymagają koniecznie tam równoległych i to obustronnych, gęsto stosowanych poprzeczek, zamknięć itp.

Drugim elementem budowy są przekopy, różniące się od podobnych budowli kolejowych i drogowych tylko tem, że często się je wykonuje tylko częściowo, a wodzie samej pozostawia się wybranie całego materiału do usunięcia przeznaczonego. Oszczędność ta nie na miejscu jest jednak w rzekach górskich, tam bowiem zazwyczaj materiał, wyniesiony z przekopu przez wielką wodę zbyt nagle, osadza się niedaleko w korycie uregulowanem powodując uszkodzenia w budowlach i konieczność późniejszego usunięcia.

Trzecim wreszcie elementem regulacji są kultury osuszonych koryt, odciętych części rzeki i przestrzeni między tamami, a wysokim brzegiem, jakoteż obudowa samego wysokiego brzegu (bruki, obitki brzegu, darnionowania i t. p.)

W rzekach górskich, a przede wszystkim przy zabudowaniu potoków górskich, przyłączają się do tych zasadniczych elementów jeszcze budowle służące do usta-

lenia dna i zmniejszenia spadku, a więc progi, brukowane lub betonowe kinety, przegrody, zapory i t. p.

Oprócz tych właściwych elementów czyli składników budowy każdej regulacji, spotykamy się przy wykonaniu projektów regulacyjnych z całym szeregiem najrozmaitszych obiektów, których potrzebę wywołała regulacja, jakkolwiek właściwie nie stanowią same przez się budowli regulacyjnych. Jedną grupę stanowią będą wspomniane już poprzednio urządzenia ułatwiające żeglugę (porty, przystanie, ładownie etc.), drugą natomiast urządzenia gospodarcze (brody, promy, zjazdy i drogi dojazdowe do nich, mosty, kładki, pójła i tarła dla zwierząt, miejsca poboru żwiru i piasku, adaptowane odpowiednio miejsca do kąpieli i do prania bielizny, jazy i szluzy dla poboru wody do zakładów wodnych i do nawodniania, odpływy drenów i t. d.)

Zależnie od charakteru rzeki i materiału, jaki mamy do dyspozycji, używamy najrozmaitszych typów budowli.

Najprostszym i najdawniej u nas używanym typem są t. zw. bite tamy faszynowe. Faszyny są to wiązki gałęzi wiklowych lub z najrozmaitszych innych drzew, jednak nie łatwo w wodzie gnijących, długie 3 do 4 m, a 30 cm średnicy. Bicie tam odbywa się w ten sposób, że rozpoczynając od brzegu rozściela się kilka warstw faszyn wachlarzowo, łącząc je w jedną całość zapomocą długich wstęp z przecia wiklowego witych, zwanych kiszka-mi, przybijanych do faszyn zapomocą palików o długości około 1 m. Wachlarz taki pływa na powierzchni wody; obciąża się go następnie warstwą żwiru lub w ostateczności piasku lub ziemi, skutkiem czego powoli się zatapia. Na tej warstwie wyrzuca się następną, nieco węższą i znów dalej wachlarzowo na wodę wysuniętą, postę-

pując tak, dopóki pierwsza warstwa na dnie nie osiadzie. Warstwy górne, nad wodą wzniesione, wykonuje się w całości z wikliny i noszą one nazwę koronki. Wiklina zakorzeniając się nie tylko utwierdza tamę, ale żywą swą warstwą chroni najbardziej na zniszczenie wystawione części tamy. Tamy faszynowe, zwłaszcza na rzekach górskich, nie należą do budowli długotrwałych i wymagają koniecznie okładki z kamienia t. zw. oskaławania.

Z faszyn wykonujemy najrozmaitsze rodzaje budowli, które w krótkości opiszemy.

Materace, składające się z kilku warstw faszyn odpowiednio z sobą kiszkami i palikami powiązanych, które się zatapia w miejscach, gdzie chcemy zapobiec tworzeniu się nadmiernych głębokości. Walce zatapiane, wypełnione wewnątrz grubymi kamieniami i żwirem, a mające tylko zewnątrz osłony z faszyn, ustaloną za pomocą wiązań grubego drutu. Walce te wykonuje się na rusztowaniu lub na galarach, w różnych długościach i zatapia się je następnie w miejscach, gdzie tworzyć mają tamę. Odpowiedni profil tamy uzyskuje się za pomocą walców o różnej długości.

Płotki, wyplatane z faszyn wiklowych na silnych palach dębowych, lub z innego twardego drzewa, bitych ręcznie lub kafarem, już to wprost w teren przy małej głębokości, już też na podściółce z faszyn. Płotki wykonuje się zwykle w kilku rzędach do siebie równoległych i łączonych drutem, a przestrzeń między płotkami wypełnia się grubymi kamieniami, na zewnątrz nawet kamieniem łamanym w formie skarpy brukowanej.

Zamulniki, złożone z wyściółki z faszyn wiklowych, przybitych kiszkami również wiklowymi.

Obitka brzegu również z faszyn, wiklowych wyście-
lonych na odpowiednio zeskarpowanym brzegu i przy-
mocowanych kiszkami i palikami.

Zasłony Wolfa z faszyn, uwiązanych na drucie roz-
piętym ponad niską tamą lub przerwą w tamie. Celem ich
jest wprowadzenie jak największej ilości rumowiska do
bocznych koryt i t. d.

Drugim głównym materiałem dla regulacji rzek jest
kamień. Wspomniałem już poprzednio o konieczności
oskałowania tam faszynowych, zwłaszcza na rzekach
górkich, wobec ich nietrwałości. Oskałowanie to wyko-
nuje się w formie swobodnie zrzuconego kamienia wzdłuż
skarpy tamy faszynowej, tworzącego narzut o nachyleniu
dość łagodnym (co najmniej 1:2) i koronie przynajmniej
1 m. wynoszącej. Część górną narzutu, ponad najniższą
wodę wystającego, wyrównuje się, a w rzekach górskich
nawet się brukuje, ażeby osłabić niszczące działanie
wody. Poza tem używa się kamienia jako bezpośredniego
materiału do najrozmaitszych budowli.

Przedewszystkiem bardzo często wykonuje się z nie-
go, skoro tylko kalkulacya na to pozwoli, całe tamy o kształ-
cie podobnym jak tamy faszynowe, tylko zwykle o nieco
stańszym profilu. W tym celu sypie się kamień do wody
jako narzut bądź to z taczek po rusztowaniu na miejscach
płytszych, bądź też z galarów na rzekach większych i głę-
bokich, gdzie transport materiałów wogóle wodą się od-
bywa. Rzecz naturalna, że kierunek tamy musi być na-
przód dokładnie oznaczony zapomocą tyk na wodzie lub
odpowiednich sygnałów na brzegu. Po wykonaniu narzutu
wyrównuje się go lub obrukowuje podobnie, jak oskało-
wanie, tylko z obu stron.

Jeszcze większe zastosowanie znachodzi kamień przy obudowie górskich potoków dla brukowania dna, lub całego koryta potoku, dla budowy progów, zapór, nie mówiąc już o zamknięciu dolin.

Dalszem zastosowaniem kamienia jest budowa wszelkiego rodzaju bruków, na tamach, skarpach, zjazdach, pójłach i t. p.

Wreszcie budowle dodatkowe, jak mosty, kładki, jazy, szluzy, ładownie, porty, przystanie i t. d., wymagają w pierwszej linii kamienia.

Drzewo dawniej często stosowane dla rzek górskich bądź to w formie t. zw. kaszyc czyli skrzyń budowanych wzdłuż brzegu i odpowiednio z nim złączonych a wypełnionych wielkimi kamieniami, bądź też jako ostróg zwykle z dużych gałęzi na kobylicach utwierdzonych i odpowiednio kamieniami obciążonych, dziś mniej jest używane.

Obecnie używa się drzewa najwięcej jeszcze przy zabudowaniu górskich potoków na progi, mniejsze zapory i t. p.

Natomiast bardzo obszerne jest zastosowanie jeszcze obecnie drzewa przy budowach dodatkowych, jak mosty, kładki, szluzy, jazy i t. p. choć z każdym dniem wypierane jest przez zastosowanie betonu, a zwłaszcza żelazobetonu.

Nie ulega bowiem wątpliwości, że większy nakład wyłożony jednorazowo przy budowie opłaca się później przez oszczędności uzyskane na utrzymaniu budowli. Kalkulacja zmienia się z każdym rokiem na korzyść betonu w miarę jak drzewo drożeje, a cement i żelazo utrzymują dawną cenę, kombinacja zaś obu pozwala na daleko idące oszczędności w materiale.

Beton stosuje się w najrozmaitszych formach. Wykonuje się n. p. całe tamy z bloków betonowych odpowiednio uformowanych, a łączonych bądź to drutem, bądź też na zaprawę. Przed podmyciem zabezpiecza się taką tamę również narzutem kamiennym. Równie częstem jest stosowanie betonu w formie płyt pokrywających tamy i zastępujących narzuty kamienne. Bardzo rozpowszechnionem jest pokrywanie skarp wysokiego brzegu płytami betonowymi lub warstwą betonu na miejscu ubijaną. Duże zastosowanie znajduje beton przy zabudowaniu potoków górskich; wykonuje się tu zeń całe koryta potoków, buduje się progi, zapory i t. p.

Zastosowanie betonu wzrosło jeszcze bardziej od czasu wprowadzenia doń żelaza. Konstrukcye bowiem żelazno-betonowe powiększają bardzo znacznie stałość budowli w porównaniu do samego betonu, a nadto pozwalają na daleko idącą oszczędność w materiale i na zastosowanie form użytych do wymogów wytrzymałości.

Na znaczne rozpowszechnienie budowli betonowych w budownictwie wodnym wpłynęła głównie ta okoliczność, że oprócz cementu stanowiącego $1/6$ do $1/10$ objętości, zwykle cały materiał w postaci piasku i żwiru mamy na miejscu. Nierzadko nie sporządza się nawet osobnej mieszanki tych dwóch materiałów, ale gotową mieszaninę wprost z rzeki się wydobywa, naturalnie tam, gdzie pozwala na to jakość i skład rumowiska.

W jeszcze większym stopniu, niż do właściwych robót regulacyjnych, używamy betonu i żelazo-betonu do robót dodatkowych, wykonywanych dla celów gospodarczych i dla żeglugi.

Porównanie tych najgłówniejszych materiałów pod względem ceny nie jest łatwe, wobec najrozmaitszych

warunków miejscowych, a więc obfitości i odległości lasów w okolicy, odległości kamieniołomów, kosztów transportu cementu i t. p. W bardzo wielkim przybliżeniu dla naszych stosunków można przyjąć, że 1 m³ tamy faszynowej, kamiennej, betonowej lub żelazo-betonowej, mają się do siebie pod względem ceny, jak 1:3:6:10. Ponieważ jednak potrzebna do budowy tamy kubatura zmniejsza się w stosunku odwrotnym tak, że tama kamienna wymaga przynajmniej o 1/3 mniej materiału, niż faszynowa, zaś betonowe bloki i płyty można tak wymiarami przystosować, że objętość spadnie prawie do połowy tam kamiennych, jeszcze zaś oszczędniejszą będzie kubatura budowli żelazno-betonowych, przeto w rezultacie okaże się, że jeden metr bieżący tamy, opaski czy bruku kamiennego, betonowego lub żelbetowego, mało się będzie kosztami różnił od siebie, takie same zaś budowle faszynowe będą o połowę tańsze, ale naturalnie bez kosztów oskałowania. Z tego porównania wynika, że dla każdej budowy musi się osobno przeprowadzić kalkulację dla wyboru materiału, o ile nie zadecydują już z góry inne względy.

Wzmagająca się działalność na polu regulacji rzek i rosnące z tego powodu koszty, zwłaszcza tam, gdzie brak na miejscu należytego materiału, spowodowały poszukiwania coraz to innych materiałów budowlanych i systemów budowy.

Wśród różnych pomysłów, więcej lub mniej szczęśliwych, zastępuje na uwagę system pochodzenia włoskiego budowy tam z szutru w siatkach drucianych. Elementem budowy jest tu skrzynka z siatki drucianej o kształcie graniastopłata najrozmaitszych rozmiarów, wypełniona żwirem wprost z rzeki czerpanym. Siatki

ustawia się próżne z otwartymi wiekami, następnie wypełnia je się, przykrywa i łączy drutem z następną warstwą. Spód budowy stanowią skrzynki w formie płyt, które, wystając z pod tamy, chronią ją w razie pogłębiania się koryta. Koszta dochodzą do 10 kor. za 1 m³, objętości są dość znaczne, zatem kalkulacya z miejscowymi cenami innych materiałów może dopiero okazać, jaki zrobić wybór, tem bardziej, że co do trwałości tego rodzaju budowli nie mamy dotąd wystarczających danych.

Żelazo znajduje zastosowanie tylko jako materiał pomocniczy, a więc n. p. w formie drutu przy robotach faszynowych lub wkładek do betonu. Jako samoisiny materiał konstrukcyjny znachodzi dopiero obszerne zastosowanie przy budowlach dodatkowych dla celów gospodarczych lub żeglugi. (Mosty, jazy, szluzy etc.)

Największą rozmaitość konstrukcyi i materiałów znachodzimy przy budowie zamknięć (zbiorników retencyjnych), o których poprzednio była mowa.

§ 14. Regulacya w obrębie miejscowości. Podobnie jak kolej lub droga przy przekroczeniu osad ludzkich wymaga rozmaitych zmian w przeprowadzeniu budowy, tak i regulacya rzeki czy potoku wewnątrz miejscowości, zwłaszcza większej i sięgającej zabudowaniami do samych brzegów, powinna być przeprowadzoną z uwzględnieniem wszystkich odrębnych warunków.

Przedewszystkiem jeśli już z zasadniczych względów unikamy przy regulacyi nadzwyczajnych skróceń rzeki, a więc przekopów, o ile nie są konieczne, to tem bardziej wskazaniem to jest wewnątrz miejscowości tak ze względu na drożyznę gruntów, jak też na konieczność wprowadzenia jak najmniejszych zmian w stosunkach wodnych, a więc w poziomie wody w głębszej, położeniu

ujść ścieków, kanałów etc. Jeżeli przekop okaże się konieczny, wówczas koryta odcięte nie powinny być pozostawione samoczynnemu załadowaniu, ale należy je sztucznie zasypać i zrównać z sąsiednim terenem. Wskazaniem to jest tak ze względów sanitarnych, ażeby uniknąć w pobliżu mieszkań ludzkich zbiorników wody stojącej, jak również ekonomicznych, grunta bowiem uzyskane można użyć czy to na cele komunikacyjne, czy nawet budowlane.

Sanitarne względy nakazują również zasypać sztucznie, zawieść, przestrzenie pomiędzy tamami a dawnym brzegiem i wogóle ograniczyć pracę samej wody przy wyrobieniu koryta do możliwego minimum.

Przy ustaleniu wysokości wody, a więc profilu podłużnego, należy się liczyć z potrzebami gospodarczymi ludności, a więc stanem wody gruntowej ze względu na studnie i wodociągi i działanie jej na budynki, z poziomem ujścia obecnych lub projektowanych kanałów i t. p.

Zawczasu należy obmyśleć urządzenia, umożliwiające ludności korzystanie z wody, a więc dostęp do rzeki dla poboru szutru i piasku, pójła i tarła dla zwierząt, a kąpiele dla ludzi, i t. p.

Rzeki żeglowne powinny zawierać wewnątrz lub w pobliżu miejscowości odpowiednio adaptowane brzegi dla urządzenia przyszłych przystani, portów, ładowni w stosunku naturalnie do znaczenia handlowego osady.

Tu powinna pójść na rękę gospodarka gruntowa gminna, przeznaczając na ten cel grunta gminne, w razie ich braku zakupując je zawczasu zanim nie wpadną w ręce spekulacyjne.

W miejscowościach małych lub tam, gdzie zabudowania nie dochodzą do samych brzegów rzeki, typy bu-

dowli nie ulegają żadnej zmianie. Przystosuje je się tylko odpowiednio przy pójściach, brodach, miejscach do kąpieli, prania bielizny i t. p. Zasadniczo natomiast zmienia się sposób obudowy, jeżeli rzeka czy potok przepływa przez środek większej osady, gęsto, po obu brzegach zabudowanej. Wówczas drożyzna gruntów, wartość domów i zabudowań nadbrzeżnych jest nieraz tak wielką, że opłaci raczej większy koszt regulacji w miejsce ubytku gruntów. Uzyskujemy to, budując w miejsce tam mury do wysokości brzegów, a przestrzeń między murem a brzegiem zasypujemy, tworząc przez to grunta na plantacje nadbrzeżne, lub na cele żeglugi. — Utworzy się w ten sposób bulwar podobnie, jak przy ochronie przed powodzią, tylko zwykle niższy, bo zależny od wysokości brzegów. Naturalnie, że odstęp murów wyższych niż tamy musi być obliczony na pojemność tej ilości wody, jaka przepłynie bez murów naturalnym korytem przy stanie równym wysokości korony murów.

W ten sposób powstają w miastach nad rzekami najpiękniejsze dzielnice, odznaczające się obfitością światła, zieleni i powietrza.

Jeżeli grunta są bardzo drogie, ściek niewielki a stosunki komunikacyjne tego wymagają, wówczas idziemy jeszcze o krok dalej. Obustronne mury łączymy sklepieniem i dnem w jedną całość i kryjemy ściek pod ziemię. Taki kanał podziemny murowany lub betonowy musi mieć przekrój obliczony na największą wielką wodę, a sklepienie tak głęboko umieszczone, ażeby była możliwość założenia plantacji lub drogi komunikacyjnej.

Zasklepienie ścieku należy do budowli bardzo drogich, stosuje się je zatem wyjątkowo tam, gdzie jak wspomniałem wymagają tego przedewszystkiem względy ko-

munikacyjne, ekonomiczne a także sanitarne. Ściek bowiem o niewielkiej ilości wody, przepływający przez środek miasta, jest zwykle głównym odbiorcą wszelkich nieczystości i naturalnem ujściem kanałów. Wprawdzie wody z kanałów po wprowadzeniu ich do ścieku naturalnego podlegają samo-oczyszczeniu skutkiem działania tlenu i drobnoustrojów, ale do tego potrzeba pewnego dość znacznego rozcieńczenia, to znaczy, że stosunek wody zużytej do czystej musi być niewielki; według Pettenkoffera powinien on wynosić co najmniej $1/15$ do $1/20$.

Ilość wody zużytej liczy się według ilości wody doprowadzonej, przeciętnie w przybliżeniu można przyjąć $1/1000$ l/sek i mieszkańca. W ten sposób miejscowości o ilości mieszkańców: 5000, 10.000, 20.000, 50.000, 100.000, i t. d. zużywają na sekundę: 5, 10, 20, 50, 100 litrów. Dla należytego rozcieńczenia potrzebaby zatem dla powyższych dat minimalnie: ilości wody: 0.1, 0.2, 0.4, 1, 2 m³ /sek., a gdy nasze potoki zwłaszcza nizinne spadają co do ilości spływu liczonego na 1 km² powierzchni dorzecza poniżej 1 l/sek., wynika stąd, że dla powyższych ilości ludności, nie chcąc przez wprowadzenie kanałów do ścieku pogarszać stosunków sanitarnych, musielibyśmy mieć rzeki o powierzchni dorzecza: 100, 200, 400, 1000, 2000 km². Są to jak widzimy wszystko już ścieki o charakterze rzek, dla których wielkie wody w nizinach wynosić będą od 100 do 500 m³/sek., zaś w górach nawet do tysiąca m³/sek.; o zasklepieniu takich ścieków rzecz naturalna nawet mowy być nie może. Natomiast ścieki mniejsze będą miały zawsze niedostateczną ilość małej wody dla przyjęcia wód z kanałów.

Okazywałyby się z tego, że wszystkie ścieki małe, nawet w miejscowościach nieznacznych, powinnyby być

ze względów sanitarnych zasklepienie; z drugiej strony jednak zasklepienie należy do najdroższych budowli i tylko miasta duże, silne finansowo, mogą ekonomicznie ten problem rozwiązać, należy zatem poszukać innego punktu wyjścia. — Rozwiązaniem tem będzie uniezależnienie kanalizacji osady od regulacji ścieku. Można to uzyskać przez budowę wzdłuż ścieku jednostronnie **lub** z obu stron kanałów, obliczonych jedynie na przyjęcie wody brudnej, a zatem posiadających wymiary niewielkie, i wyprowadzonych poza miasto, poczem jeśli bezpośrednio poniżej miasta nie ma osad zamieszkałych, a ściek nie jest zbyt mały można je wprost doń wpuścić, w przeciwnym zaś razie trzeba je wprzód poddać sztuczному oczyszczeniu. Wody deszczowe wówczas wprowadzamy bezpośrednio do ścieku, jużto otwartymi rowami, już też kanałami (kanalizacja rozdzielcza), a tę, która się do kanałów wody brudnej dostanie, przepuszczamy przez tak zwane wyloty burzowe. Wówczas sam ściek należycie uregulowany, ujęty w tamy lub mury, może pozostać otwarty i stanie się nie tylko zupełnie nieszkodliwym pod względem zdrowotnym, ale nawet może podobne, jak większa rzeka, stać się ozdobą osady i przyczynić się do rozwoju nad nim położonych dzielnic. Ewentualne częściowe jego zasklepienie będzie wówczas dyktowane jedynie warunkami komunikacyjnymi i ekonomicznymi i nie stanie się ciężarem dla miasta.

Ten sposób rozwiązania ułatwi również samą kanalizację. Najczęściej ścieki w równinach są mało wcięte w teren, skąd pochodzi trudność założenia kanałów w głębokości potrzebnej dla należytego odwodnienia, a zarazem pozostawienia odpowiedniego spadku do wpuszczenia go do głównego ścieku. Przez uniezależnienie więc ka-

nalizacji od ścieku możemy ją lepiej wykonać, a przyjmując wymiary jedynie dla wody brudnej obliczone, redukujemy znacznie jej koszt, i umożliwiaamy wogóle nieraz wykonanie dla miasteczek nieznacznych i niezamożnych.

Dlatego zasklepienie ścieku należałoby właściwie uważać jako ostateczność, do której uciec się należy dopiero wówczas, skoro względy komunikacyjne i rozwoju miasta tego wymagają, a stosunki ekonomiczne się nie sprzeciwiają, regułą natomiast powinno być pozostawienie ścieków otwartych należycie obudowanych ale zarazem uwolnionych od wpływu nieczystości i kanałów miejskich.

§ 15. Miejscowe zabezpieczenia. Systematyczna regulacja rzek jest przedsiębiorstwem nadzwyczaj kosztownem. Obudowa nieznacznych rzeczek i potoków idzie w dziesiątki tysięcy, większych sięga setek tysięcy na jeden kilometr biegu rzeki. Dla przykładu przytoczę, że n. p. regulacja Pełtwi od Lwowa do ujścia do Bugu obliczoną została na 5,770.000 kor.; przełożenie, regulacja i częściowe zasklepienie Rudawy w obrębie Krakowa na 2,400.000 koron, zabezpieczenie Krakowa przed powodzią na 5,300.000, i t. p. Są to zatem przedsiębiorstwa, które tylko państwo jest w stanie przeprowadzić.

Na ziemiach polskich tylko nieznaczna część rzek położonych w Austrii i w Niemczech jest, względnie podlega systematycznej regulacji. W Galicyi reguluje się z funduszów wyłącznie państwowych rzeki spławne i żeglowne, a zatem Wisłę, Dniestr, San, Dunajec, dolny bieg Wisłoki i Prutu. Bardzo wiele rzek reguluje się wspólnym kosztem rządu i kraju; tu należą: Soła, Skawa, Raba, Dunajec z Popradem i dopływami, Wisłoka, Łęg, Jasiołka, Ropa, Biała, San górny, Wisłok, Wiar, Tanew,

Mleczka, Wyrwa, Bug, Pełtew, Strwiąż, Tyśmienica, Stryj, Opór, Sukiel, Łomnica, Czeczwa, Bystrzyca, Siwka, Worrone, górny Prut, Czeremosz, Rybnica i ważniejsze ich dopływy, jako zabudowania górskich potoków.

O ile akcja rozpoczęta przeprowadzoną zostanie w przeciągu najbliższych lat w zupełności, można będzie powiedzieć, że wszystkie najniebezpieczniejsze rzeki zostaną ujęte i obudowane. Pozostaną jednak jeszcze i w Galicyi i w Poznańskim drobniejsze potoki (w Galicyi całe Podole), które nie będą wymagać obudowy w całości swego biegu, ale tu i ówdzie wyrządzają poważne szkody. Całe natomiast Królestwo i przyległe ziemie Polskie stanowią pod względem regulacyi przestrzeń prawie nie-
tkniętą.

Niejednokrotnie zajdzie więc potrzeba wykonania pewnych robót ochronnych o miejscowym wyłączenie charakterze, których celem będzie bądźto zabezpieczenie nadbrzeżnych osad ludzkich, bądźto obiektów komunikacyjnych, bądź wreszcie poszczególnych gruntów narażonych na zniszczenie.

Naczelną zasadą regulacyi miejscowej powinno być jak najdalej idące przystosowanie się do warunków miejscowych i charakteru rzeki. Zwłaszcza, jeżeli rzeka prowadzi większą ilość rumowiska, powinno się zwracać baczną uwagę, aby nie naruszyć istniejącej równowagi, nie tylko ze względu na powodzenie regulacyi, ale także z powodu oddziaływania wykonywanych robót na przestrzeń rzeki, poniżej leżącą. Tak n. n. powiększenie spadku, zwężenie przekroju naturalnego, może spowodować zbytne pogłębienie, niestałość budowli i większy ruch rumowiska, które następnie, układając się poniżej w rzece jeszcze nieuregulowanej, powodują jeszcze większe dewa-

stacye, zrywania brzegów, podniesienia się koryta i przez to zalewanie nadbrzeżnych gruntów.

Tę równowagę utrzymamy, pozostawiając bieg rzeki możliwie niezmieniony, stosując przekopy tylko w najkorniejszych wypadkach, ubezpieczając opaskami i tamami o ile możności tylko istniejące brzegi, zatrzymując naturalną szerokość koryta, wreszcie w razie potrzeby ustalając dno zapomocą progów.

Przy obudowie miejscowej rzek, których systematyczna regulacya nie leży jeszcze nawet w sferze projektów, nie jest konieczne utrzymanie ciągłości budowli lub jakiejś jednostajnej trasy regulacyjnej. Przy projektowaniu należy zatem mieć tylko jeden cel na oku, utrzymanie stanu istniejącego, niedopuszczenie do dalszych zerwisk i do dalszego dziczenia koryta rzeki.

Zupełnie inaczej ma się rzecz z niziinnymi potokami przepływającymi przez miejscowości. Tu, oprócz zabezpieczenia brzegów, nieraz ważniejszą rolę odgrywają względy sanitarne. Ponieważ głównem złem są gromadzące się w ścieku nieczystości, które w czasie posuchy gniją, gdyż woda nie ma siły dalej ich unieść, przeto regulacya winna możliwie zwiększyć siłę żywą wody, a przez to ułatwić spławienie psujących się nieczystości. Do tego celu dojdziemy przez powiększenie spadku i zmniejszenie oporów ruchu. To też, przeciwnie, jak poprzednio, stosować tu będziemy jak najdalej idące sprostowanie krętego zwykłego biegu, brukowanie lub betonowanie dna, uporządkowanie brzegów zwykle zarośniętych i t. d. Naturalnie, że wymiary i kształt profilu muszą podlegać wprzód dokładnemu przestudyowaniu warunków odpływu.

Poza tem budowle przy regulacyi miejscowej pod względem jakości typów, materiału, nie różnią się niczem od takichże budowli przy regulacyi systematycznej.

IV. Uwagi końcowe.

§. 16.-Ziemie nasze oczekują po wojnie gorączkowej pracy około odbudowy tego, co zniszczonem zostało, odbudowy w formie lepszej, piękniejszej i postępowszej. Jeżeli zamierzona odbudowa nie ma być tylko wymianą zniszczonych obiektów na nowe takie same lub nawet gorsze, jeśli nie ma być tylko umożliwieniem ludziom wegetowania ale prawdziwem odrodzeniem kraju, to musi objąć całokształt naszych potrzeb gospodarczych i z myślą o tej całości, która dopiero kiedyś po latach może być osiągniętą, muszą też być wszystkie szczegóły obmyślane, projektowane i wykonywane.

Przy tak pojętej odbudowie nie mogą też być pominięte stosunki gospodarstwa wodnego.

Na pierwszy plan wysuwa się sprawa budowy dróg wodnych. Ponieważ o tym przedmiocie będzie na innem miejscu mowa, przeto zaznaczyć tylko należy, że ziemie nasze nadają się jak mało innych do rozwoju sieci dróg wodnych. Czy dla połączenia północy z południem czy wschodu z zachodem, warunki miejscowe nadają się znakomicie, a punktem wyjścia mogą być projekty i budowle wykonane w ostatnich czasach naszej niezależności politycznej, wiek bowiem z górą niewoli nie posunął nas ani o krok naprzód poza prace naszych przodków.

Naturalnie że przyszłe stosunki polityczne, ukształtowanie się granic, traktaty celne i t. p. nie małą będą w tem wszystkim grały rolę, rzeczą naszą będzie jak najlepiej do danych warunków się przystosować i jak największą osiągnąć z nich korzyść.

Bezpośrednio z kwestyą dróg wodnych łączy się systematyczna regulacja rzek żeglownych i spławnych.

Projekt sieci tych dróg choćby w najogólniejszych zarysach powinien powstać jak najrychlej, ażeby doń dostosować inne zagadnienia odbudowy, a więc plany regulacji miast, komunikacji lądowej itd.

Poza siecią dróg spławnych winna systematyczna regulacja rzek objąć w przyszłości te rzeki, których obudowa ma ważne cele melioracyjne na oku, lub których bieg wpływa na bieg rzek żeglownych.

Tu należy raz jeszcze zaakcentować jak najsilniej niezmierną ważność budowy zbiorników retencyjnych. Zbiorniki te tak znakomicie rozwiązują sprawę zabezpieczenia przed powodzią, tak upraszczają wiele zagadnień regulacji, tak wreszcie oddziałują dodatnio na spławność i żeglowność rzek, że one powinny się stać początkiem całej akcji regulacyjnej. Ponadto posiadamy w rzekach naszych dość znaczne bogactwo sił wodnych, a trudność w ich wykorzystaniu leży właśnie w niekorzystnym rozłożeniu odpływu. Zbiorniki nietylko tę niekorzyść radykalnie usuwają, ale stają się same źródłem siły wodnej i w ten sposób na szybki rozwój gospodarczy kraju znakomicie mogą oddziaływać.

Przy projektowaniu planów regulacyjnych dla znieszonych miejscowości winny być wszystkie stosunki wodne należycie rozpatrzone. Nietylko wymaga tego ochrona miejscowości, ale jak najściślej łączy się z tem asanacja jej, umożliwienie kanalizacji, zaopatrzenia w wodę itp. jak to na wstępie mówiliśmy.

Projektujący zatem regulację miejscowości czy też prowadzący odbudowę będzie miał najrozmaitsze zagadnienia wodne do rozwiązania. W osadach leżących nad istniejącymi lub przyszłymi drogami wodnymi musi się liczyć z włączeniem osady do drogi handlowej, a więc

przewidzieć utworzenie dzielnic handlowej i przemysłowej, przystani, portów, odpowiednich dróg komunikacyjnych itp.

W miejscowościach nad rzekami, będącymi w toku regulacji dla celów przeważnie melioracyjnych, należy zabezpieczyć wszystkie potrzeby gospodarczo-wodne mieszkańców, a nadto liczyć się w przyszłości z ukształtowaniem się stosunków odpływu ze względu na projekty kanalizacji, studzien, wodociągów itp.

Wreszcie rzeki i potoki nie objęte ze strony państwa lub kraju muszą być przez czynniki zajmujące się odbudową wzięte w program robót i traktowane łącznie z innymi zagadnieniami komunikacyjnymi, sanitarnymi etc.

Pominięcie stosunków wodnych może się później mścić fatalnie.

Osada ludzka stanowi dla siebie niejako organizm żywy, którego wszystkie części muszą być z sobą w zgodzie i należycie spełniać swą funkcję.

Wody płynące można porównać do arterii, które wraz z innymi środkami komunikacyjnymi wnoszą życie w ten organizm, a także do żył, które zużyte cząstki organizmu odprowadzają. Należyte ich funkcjonowanie to warunek należytego istnienia i rozwoju organizmu, zaniedbanie — to zastój i powolny upadek.



TREŚĆ:

	Strona
I. Uwagi ogólne	
§. 1. Wstęp	3
§. 2. Korzyści z sąsiedztwa wody	4
§. 3. Szkodliwe działania wód	7
II. Ochrona przed powodzią	
§. 4. Ochrona przed powodzią a regulacja rzek	9
§. 5. Obwałowania	9
§. 6. Trasa wałów	14
§. 7. Konstrukcja wałów	15
§. 8. Mury ochronne	18
§. 9. Inne rodzaje zabezpieczeń	19
§. 10. Zamknięcie dolin	22
III. Regulacja rzek	
§. 11. Zadania regulacji	29
§. 12. Podstawy projektów regulacji	30
§. 13. Budowle regulacyjne	39
§. 14. Regulacja w obrębie miejscowości	47
§. 15. Miejscowe zabezpieczania	52
IV. Uwagi końcowe	
§. 16. Znaczenie zagadnień wodnych przy odbudowie kraju	55

Wydawnictwo Księgarni Polskiej

Bernarda Połonieckiego we Lwowie.

ZAGADNIENIA TECHNICZNE ODBUDOWY KRAJU.

Grono techników, skupiających się w Polskiem Towarzystwie Politechnicznym we Lwowie, podjęło wydawnictwo popularne o sprawach technicznych, związanych z odbudową kraju, poruczając redakcyę inż. Ar. Kühnelowi. Przedmiot każdy opracowany będzie w oddzielnym ustępie w sposób ściśle fachowy, a jednak przystępny i łatwo zrozumiały dla szerokiego grona czytelników, dla każdego kogo sprawy odbudowy obchodzą i kto pragnie znaleźć wskazówki praktyczne.

Prace omówią następujące temata:

1. Regulacya wsi i miast;
2. Budowa komunikacyi lądowych i wodnych;
3. Przedsiębiorstwa i zadania gminne;
4. Zaopatrzenie miast i wsi we wodę;
5. Kanalizacya;
6. Ogrody, sady i parki;
7. Cmentarze;
8. Zakłady gazowe;
9. Zakłady elektryczne;
10. Rzeźnie;
11. Materiały budowlane;
12. Budownictwo;
13. Odbudowa kościołów;
14. Hygiena i estetyka mieszkania;
16. Budynki dla przemysłu drobnego i dla rzemieślnika;
17. Budownictwo wiejskie;
18. Parcelacya i komasacya;
19. Mapy katastralne, a procesa gruntowe;
20. Melioracye rolne;
21. Wyzyskanie sił wodnych i zakłady wodne;
22. Gospodarstwo rybne;
23. Automobile.