



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000231366

DR. INŻ. MAKSYMILJAN MATAKIEWICZ
PROFESOR POLITECHNIKI LWOWSKIEJ

ŚWIATOWE DROGI WODNE A REGULACJA WISŁY

PRACA NAGRODZONA NA KONKURSIE
POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE
IM. ŚP. ROMANA BAR. GOSTKOWSKIEGO

Z 11 RYSUNKAMI



LWÓW i WARSZAWA
NAKŁADEM KSIĘGARNI POLSKIEJ B. POŁONIECKIEGO
1921.

ŚWIATOWE DROGI WODNE
A REGULACJA WISŁY

DR INŻ. MAKSYMILJAN MATAKIEWICZ
PROFESOR POLITECHNIKI LWOWSKIEJ

ŚWIATOWE DROGI WODNE A REGULACJA WISŁY

PRACA NAGRODZONA NA KONKURSIE
POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE
IM. ŚP. ROMANA BAR. GOSTKOWSKIEGO

Z 11 RYSUNKAMI

36

LWÓW I WARSZAWA 1921
NAKLADEM KSIĘGARNI POLSKIEJ B. POŁONIECKIEGO



II 6299

W S T Ę P.

Impuls do tej pracy dał mi ogłoszony w r. 1920 przez Polskie Tow. Politechniczne we Lwowie konkurs im śp. Romana bar. Gostkowskiego na opracowanie szeregu aktualnych tematów, między którymi znajdował się i następujący.

„Rozważyć, jak przeprowadzić regulację Wisły, aby do lat dwudziestu można było uczynić z niej drogę wodną dla dużych transportów“.

Praca niniejsza stanowi próbę odpowiedzi na to pytanie i wiąże się z dwiema memi pracami poprzednimi, a mianowicie wydaną w r. 1917 pracą „Drogi wodne w Polsce“¹⁾, oraz w r. 1920 pracą „Regulacja Wisły“²⁾.

W pierwszej z nich omawiam warunki hydrograficzne 11-u największych rzek w Polsce i wysnuwam wnioski co do ich żeglowności, nadto omawiam drogi wodne sztuczne, oraz projekty przyszłych dróg wodnych, w drugiej zajmuję się specjalnie warunkami hydrograficznymi Wisły i jej większych dopływów, przedstawiając historję i stan regulacji tych rzek. Praca niniejsza porównuje Wisłę z innymi wielkimi rzekami europejskimi, przedstawia metody stosowane przy ich regulacji i wyciąga odpowiednie wnioski dla Wisły, uzupełniając je wnioskami wynikającymi z przyrodzonych jej warunków i przeprowadzonych obliczeń, a wreszcie podaje pewne wskazówki co do zarządzeń natury administracyjnej, które należałoby wprowadzić, aby ta królowa rzek naszych mogła być jako droga wodna należycie wyzyskana.

We Lwowie, 30. grudnia 1920.

¹⁾ W cyklu „Zagadnienia techniczne odbudowy kraju“ Lwów, Połoniecki.

²⁾ W cyklu „Monografia Wisły“, wydawanym przez Polskie Towarzystwo Krajoznawcze w Warszawie.

CZĘŚĆ I.

NASZE DRÓGI WODNE W STOSUNKU DO DRÓG WODNYCH PAŃSTW SĄSIEDNICH.

1. Światowe drogi wodne śródlądowe.

Zamieszanie w stosunkach handlowych państw i narodów jakie wywołała wojna, w związku z obniżeniem produkcji, jest powodem powszechnej drożyzny, a w wielu krajach nędzy, równającej się wielkiej katastrofie ekonomicznej. Z zaprzestaniem walk między narodami nadejdzie chwila gorączkowego działania w celu zaradzenia tym stosunkom i tu kwestja umożliwienia przewozu produktów zajmie między środkami zaradczymi pierwszorzędne stanowisko. Wojna przerwała kontakt między światowymi centrami zbytu surowców i ogniskami wytwórstwa przemysłowego — wywołała w pewnych krajach ich nagromadzenie — w innych zupełny ich brak; w pierwszym okresie po zakończeniu walk i nastaniu trwałego pokoju — gdy nieufność wzajemna między państwami zniknie i zanim normalna produkcja się ustali, rozpocznie się wymiana przedewszystkiem tych zapasów, których nadmiar pewne obszary nagromadziły. Niewątpliwie ważne zadanie przypadnie kolejom żelaznym, które jednak z powodu braku dostatecznej liczby parowozów i wozów, oraz węgla, nie będą w stanie dostosować się do wymogów chwili. Tem większe zadanie przypadnie drogom wodnym, mogącym jak wiadomo pokonać wielkie transporty, przedewszystkiem towarów masowych, jak węgla i surowców, nafty, materiałów budowlanych, zboża i t. p. i to w sposób najtańszy, zużywając najmniejsze ilości węgla i sił roboczych. Odnosi się wrażenie, że po zakończeniu wojny światowej nastanie dla dróg wodnych nowy okres — znaczenie ich i rozwój, które od blisko wieku nie wzrastały w odpowiednim tempie, skutkiem wkroczenia potężnego konkurenta jakim są koleje żelazne, wzrośnie znowu niepomieranie i dla

obu środków komunikacyjnych nastanie nowa era, w której nie zwalczać, ale wzajemnie wspierać się będą.

Po przejściu wojny światowej, największej jaka nawiedziła Europę, najdonioślejszej w skutki zniszczenia i zubożenia mieszkańców — spodziewać się należy długiego pokoju, już choćby z tego powodu, że ustaną walki narodowościowe, znikną ambitne dążenia władców, a wreszcie po przejściu okresu uporządkowania państw, może zniknie potrzeba utrzymywania wielkich armij, zbrojeń, na które wyczerpują się zwykle skarby państw i w których marnuje się wiele energii ludzkiej. Nie wdając się w osądzenie, czy wojen wogóle będzie można uniknąć, możemy wyrazić przekonanie, że po wielkich zmaganiach i po wielkiem wyczerpaniu energii, nadejdzie długi okres pokoju, który po upadku ekonomicznym i nastaniu ogólnej apatii zaznaczy się znowu dążnością do wytworzenia nowych i wielkich dzieł kultury ludzkiej.

Że w tych dążeniach wytworzenie wielkich dróg wodnych, łączących wielkie rzeki i morza, łączących kraje i państwa, a przytem obszary różnej produkcji ze sobą, będzie jednym z pierwszych punktów programu, nie ulega wątpliwości, a śledzenie dążności państw na tem polu, oraz głosów prasy zawodowej państw, które urządzenie Europy wzięły w swoje ręce, daje nam tego najlepsze dowody.

Do czego dążyć musi polityka ekonomiczna państwa nowoczesnego? Musi dążyć do zupełnego zaspokojenia jego potrzeb życiowych, wyzyskując najekonomiczniej własne płody i starając się pozyskać po jaknajniższych cenach płody i produkty obce, których wytwórstwo w kraju opłacać się nie może. W tym kierunku wytworzenie jaknajdogodniejszych linii komunikacyjnych jest pierwszorzędną podstawą. Nadmiar linii komunikacyjnych nigdy szkodzić nie może — owszem utrwala niezależność ekonomiczną i stwarza możność uzyskania cen konkurencyjnych. Wobec niezwykle doniosłego znaczenia dla komunikacji dróg wodnych wielkiego typu, jakie stanowią wielkie rzeki i kanały żeglugi, rozejrzyjmy się, co na polu dróg wodnych nasi sąsiedzi robią i jakie są ich zamiary.

Według Prof. Smrcka¹⁾, znanego wybitnego fachowca w dzie-

¹⁾ A. Smrcek, Prof. Brno, Délégué du Gouvernement C. S. á la Commission Interalliée du Danube: Jusqu'ou le Danube pourrait-il être ouvert au cabotage maritime? Le Danube international 1920 — Nr. 2. (1/V. 1920).

dzinie budowy dróg wodnych, Dunaj dzięki swej długości (2900 Km.) i położeniu geograficznemu, jest ważną drogą komunikacyjną między Europą zachodnią z jednej, a Bałkanami i Morzem Czarnem, o wybrzeżach obfitujących w surowce i płody rolne, z drugiej strony. Jest on znacznie potężniejszy od Renu, Łaby i Odry i tylko złym stosunkom politycznym, a także i przeszkodom naturalnym przypisać należy, że żegluga nie rozwinęła się na nim w odpowiedniej mierze.

Autor zadaje sobie pytanie, jak daleko statki morskie o mniejszem zagłębieniu (około 3 m)¹⁾ mogą wchodzić w Łożyisko Dunaju, przyczem rzekę tę charakteryzuje następująco: Wojna światowa zmieniła gruntownie stosunki na Dunaju, wejście do rzeki jest wolne, statki wszystkich państw mogą płynąć wzdłuż całego jego [żeglownego] biegu, a więc od Suliny aż do Ulm, na długości 2500 Km. Wszystkie zarządzenia co do poprawy żeglowności i administracji żeglugi odbywać się będą pod egidą Międzynarodowej Komisji Dunaju, którą stworzy Liga Narodów, a aż do ukonstytuowania się tej komisji zastępuje ją Komisja Dunajowa państw sprzymierzonych. Staraniem tej komisji jest umożliwienie przy stanach niskich ruchu statków 650 tonowych z pełnym ładunkiem, prócz tego zaś wdrożenie starań o stworzenie połączenia między Dunajem, a dorzeczami Łaby, Odry, Wisły i Renu, przyczem ustalić trzeba będzie rozmiary największych statków, jakie mają przechodzić na te drogi wodne.

Co do przechodzenia statków z mórz na rzeki, autor powołuje się na ujścia Dniestru, Dniepru, i Donu, na żeglugę mieszaną istniejącą już na dolnym Renie, gdzie statki od Kolonji płyną aż do ujść Tamizy, Wezery i Łaby, a także i na Morze Bałtyckie.

Na dolnym Dunaju dzięki nader małemu spadkowi (0,03‰, 0,07‰) i znacznej ilości wody (1700—16500 m³ sek w profilu pod Turnu Severin) można bez wielkich robót pogłębiających uzyskać głębokość 3 m podczas stanów niskich. Dalej w górę istnieją liczne przeszkody w partji od żelaznej Bramy

¹⁾ Na kanale Ren-Amsterdam statki największego typu, mogące przejść z morza na kanał i Ren mają 3600 ton pojemności, szerokość 14 m i zanurzenie 3 m; światło szluz wynosi 16 m. Szluzy na Barge-Canal w Stanie New-York mają 98 m długości, szerokość 13,5 m, przechodzą przez nie statki ładujące 1800 ton.

aż do Drenkowy i Moldowy, gdzie na 100-tu Km. istnieją liczne katarakty, a spad bezwzględny wynosi 28 m.

Roboty wykonane przez Węgry, polegające na rozsadzeniu skał w łożysku i wykonaniu kunety 60 m szerokości, oraz ograniczeniu łożyska w pewnych miejscach tamami równoległymi celem koncentracji, nie poprawiły warunków żeglugi w znaczniejszej mierze. Głębokości nie są wystarczające, a chyżość wody w kunecie wzrasta do 5-ciu m. Najsilniejsze holowniki mogą ciągnąć tylko po jednym statku. Autor uważa, co zresztą nie jest pomysłem nowym, jako jedyny środek poprawy żeglugi kanalizację zapomocą jazów ruchomych Stoneya, zwłaszcza, że przy tego rodzaju rozwiązaniu można wyzyskać siłę wodną w zakładach o łącznej mocy 500.000 H. P. Roboty kanalizacyjne można wykonać w 5-ciu latach.

Na Dunaju środkowym, między Moldową a Gönyö o spadku $0,04\text{‰}$ do $0,1\text{‰}$, nie trudno znowu uzyskać odpowiednią głębokość, natomiast nowe trudności zaczynają się na przestrzeni między Gönyö a ujściem Morawy (Bratislava, czyli Preszburg). Na tym odcinku 90 Km. długości, wynosi spad $0,32\text{‰}$, miejscami dochodzi jednak do $0,5\text{‰}$ i wyżej. Normalna szerokość jest zbyt duża (300 m), a trasa zbyt wyprostowana; autor sądzi, że przez przeprowadzenie regulacji na małą wodę można będzie bez kanalizacji uzyskać potrzebną głębokość dla statków morskich.

W ten sposób autor stwierdza możliwość dochodzenia statków morskich aż do Wiednia. Jest to dążenie śmiałe, jak i wiele innych pomysłów tego autora, (między innymi znamy projekt kanału galicyjskiego) — ale nie niemożliwe do spełnienia. Prof. Smrcek, którego rodakom udało się opanować obszary przylegające do Dunaju, widzi zapewne już w dalszem następstwie połączenie Dunaju ze skanalizowaną Wełtawą i Łabą, a przez osobny kanał idący od kanału Dunaj-Łaba z Odrą i Wisłą. W ten sposób przez małe Czechy przechodziłyby główne arterje sieci wodnej europejskiej, przecinając kraj na długiej przestrzeni i nie wykluczając możliwości przechodzenia bezpośredniego statków morskich o zanurzeniu do 3 m.¹⁾

¹⁾ Że już obecnie osiągną znaczne korzyści z oparcia się o Dunaj nie ulega wątpliwości, między innymi mają możność uniezależnienia się od

Obecnie Czesi projektują połączenie drogi wodnej Dunaju z Odrą za pomocą kanału, który będzie wykonany na lewym brzegu Morawy. Gdyby istniała trudność, z powodu znacznieszego spadku Dunaju między Bratislavą a Wiedniem, uzyskania potrzebnej głębokości, to Smrcek proponuje, aby Wiedeń połączył się z projektowanym kanałem Dunaj-Odra pod Devinem, a osiągnąłby te same korzyści jak Bratislava i Budapeszt.

W tem samem piśmie Contre-admiral Fatou¹⁾ podnosi wielkie korzyści umiędzynarodowienia Dunaju, która to doniosła sprawa nie mogła być w wystarczający sposób przed wojną przeprowadzona. Autor jest zagorzałym zwolennikiem jaknajdalej idącego umiędzynarodowienia tej drogi wodnej, stwierdzając niezmiernie korzyści jakie z tego wynikną dla wszystkich krajów połączonych drogą wodną Ren-Dunaj, w którą to drogę wodną włącza Morze Północne, oraz Morze Czarne, stwierdzając, że w razie przebudowania kanału Ludwika (Ren-Dunaj) na głębokość 3 m, statki z tej drogi wodnej będą mogły przechodzić bez przeładowania na drogę morską. Wprawdzie holowanie statków ciężarowych bez motorów napotyka na morzu na trudności, jednak technika zdoła je pokonać. Można wprawdzie budować statki ciężarowe z motorami własnymi, wybuchowemi, które są znacznie ekonomiczniejsze od parowych, jednak zastosowanie ich już obecnie na Dunaju nie jest wskazane, gdyż na gwałtownych spądkach Żelaznej Bramy trzeba siłę potęgować. W razie wykonania w tej partji kanałów bocznych i śluz komorowych statki takie będą mogły być w całej pełni wykorzystane.

Autor proponuje dalej prócz ustalenia dla całej drogi wodnej od ujścia Renu aż do ujścia Dunaju głębokości 3 m, urządzenie na Dunaju i kanale Ren-Dunaj ruchu statków całodobowego z oświetleniem i wytyczeniem drogi wodnej, który to środek pozwoli na podwojenie dzielności kanału, a koszt tych zarządzeń jest stosunkowo bardzo nieznaczny.

Dziś np. węgiel belgijski transportuje się do Rumunji przez Anvers i drogą morską (M. Północne, Kanał La Manche, Ocean, M. Śródziemne, M. Marmara i M. Czarne), przez wybudowanie

Polski co do poboru nafty, którą w przyszłości sprowadzać będą Dunajem z Rumunji.

¹⁾ L'avenir du Danube.

połączenia Ren-Dunaj, który to obowiązek nałożono na Niemcy w traktacie pokojowym, będą te transporty mogły iść krótszą i wygodniejszą drogą lądową, statkami jak na Renie o ładowności 1000—1200 ton.

Autor podkreśla ważność stosunków przemysłowych krajów zachodnich, z bogatymi w płody rolnicze i naftę krajami wschodu (Porty, Ukrainy, Azji mniejszej, ewentualnie Syrii i Egiptu) i gorąco argumentuje przeciw partykularyzmowi i szowinizmowi, mówiąc do opornych: „Gardez, si vous voulez, vos préventions contre l'Etranger, mais sachez du moins l'exploiter à votre bénéfice“.

Z tych głosów wynika dążność państw sprzymierzonych do stworzenia wielkich dróg wodnych transportowych do międzynarodowego ruchu, niekępowanych przywilejami poszczególnych państw i narodów, służących do zupełnego wykorzystania nadmiaru produkcji pewnych obszarów świata.

Że te zamiary i cele zostaną w niedalekiej przyszłości urzeczywistnione, nie ulega najmniejszej wątpliwości. Chodzi tylko o to, jakie konsekwencje płyną stąd dla nas i jak się należy wobec nich zastosować, zwłaszcza, że z pewnością, skutkiem poczynionych zarządzeń technicznych, powstaną doniosłe skutki nie tylko ekonomiczne, ale i polityczne, gdyż państwa i kraje silnie związane ze sobą ekonomicznie, dążyć będą do utrwalenia tego związku i pod względem politycznym.

W związku z kwestją wielkich dróg wodnych europejskich trzeba przypomnieć, że jeszcze na długo przed wojną Niemcy uważali wykonanie kanału śródlądowego (Mittellandkanal), oraz kanału od Renu do Dunaju za jeden z najważniejszych postulatów, a w roku 1918 powiada Sympher: „Jetzt wo die Erfahrungen des Krieges uns die Notwendigkeit der weiteren Ausgestaltung des deutschen Wasserstrassennetzes dargetan haben, wo besonders die Forderung nach Vollendung des Mittellandkanals und nach Verbindung mit der Donau erhoben wird, muss die Frage der diesen Anlagen zu gebenden Abmessungen erneut geprüft werden“¹⁾.

W tym kierunku proponuje Sympher przyjęcie jednolitego

¹⁾ Ztsch. f. Binnenschiffahrt Nr. 1/2 1918 i Ztblt der Bauverwaltung Nr. 7-8 1918.

typu statku i przekroju kanału, któryby w wyjątkowych wypadkach mógł być powiększony, nigdy zaś pomniejszony. Taki typ jednolity przyjęto we Francji w r. 1879, gdzie w programie dróg wodnych francuskich Freycineta przyjęto typ 300^o tonowy jako normalny.

W Niemczech, gdzie od r. 1878 do r. 1913 wzrosły transporty na drogach wodnych z 2,8 na 21 miliardów tonkilometrów, wykonano w r. 1846, na kanale Finowskim nowe śluzy dla statków o pojemności 170 ton, a właściwie 200 ton. W roku 1873 kongres techniczny w Berlinie zalecił statki 300 tonowe, w r. 1879 proponowano już w Niemczech typ statków 350 tonowy. Dla projektu kanału Dortmund Ems przyjmowano początkowo (w latach 1882—1886) typ 500 tonowy, który w wykonaniu zwiększono na 600 ton; faktycznie kursują tu także statki o 750 tonach ładowności.

W byłej Austrii przyjęto typ 670 tonowy, uwzględniając warunki żeglugi Dunajowej. W roku 1908 przeprowadzono w pruskim ministerstwie robót publicznych obliczenia, które okazały wielką ekonomję typu 1000 tonowego. Faktycznie już niektóre drogi wodne w Niemczech przystępne są dla statków ładujących 1000 ton, a nawet i wyżej, jak kanał Ren-Herne, kanalizacja Menu, kanał Łaba-Trawa.

Symphor stwierdza, że przyjąwszy statek 76—80 m długi, 9,2 m szeroki i zwiększając zanurzenie do 2 m, otrzymuje się typ o ładowności 1000 ton¹⁾. Dla tego typu potrzebne są śluzy dla pojedynczych statków o 85-ciu m długości, 10-ciu m szerokości i 3 metrowej głębokości na progu; długość śluz dla całych pociągów wynosiłaby 165 m. Przyjmując stosunek przekroju zanurzonego statku do przekroju kanału równy 1:4,2, otrzymuje się przy szerokości statku 9 m i zanurzeniu 2 m, czyli przy przekroju zanurzonym $9 \times 2 = 18 \text{ m}^2$, powierzchnię przekroju poprzecznego kanału $18 \times 4,2 = 75,6 \text{ m}^2$.

Autor zauważa, że różnica przekroju dla statków 600 i 1000 tonowych jest nieznaczna, że 600 tonowe kanały niemieckie dadzą się z łatwością na 1000 tonowe przekształcić i proponuje

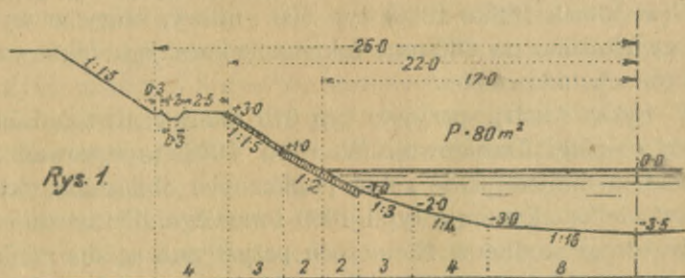
¹⁾ Pojemność $P = 0,9 D \cdot S \cdot (Zl. - Zp.)$ (D długość, S szerokość, Zl zanurzenie ładownego, Zp zanurzenie pustego statku). Przyjmując $Zp. = \frac{1}{3} Zl.$ otrzymuje się: $P = 0,9 D \cdot S \cdot 0,8 Zl. = 0,72 D \cdot S \cdot Zl.$

następujące ukształtowanie statków, profilu poprzecznego i budowli kanałowych:

1) Długość statków 80 m, szerokość (wraz z listwami bocznymi) 9,2 m, zanurzenie przy pełnym ładunku 1000 ton — 2 m.

2) Śluzy 100 m długości dla pojedynczych statków (wraz z holownikiem), a 180, lub 370 dla pociągów statków, światło głów 10 m, głębokość wody na progu 3,5 m.

3) Przekrój poprzeczny kanału o 34 m szerokości w zwierciadle, 16-tu m w dnie, o głębokości w środku 3,5 m, a 3 m na krawędziach dna, o przekroju po zwierciadło wody 80 m² (rys. 1).



4) Światło mostów 41 m, wysokość dolnej krawędzi konstrukcji ponad zwierciadłem 4 m.

5) Krzywizny o ile możności od 1000 m w górę, przy ostrzejszych, które jednak tylko wyjątkowo stosować można, należy dać znacznie większe rozszerzenie; wynosi ono: dla R = 500—700, 700—900, 900—1200, 1200—1500, 1500—2000.

5 m 4 m 3 m 2 m 1 m

6) Głębokość rzek uregulowanych przy podwyższonym¹⁾ stanie średnim niskim 1,70—1,80 m, później o ile możności 2,20 m.

Przytem zauważa autor, że zamiast zmiennego poziomu zwierciadła, należy przyjąć stały, t. j. w wysokości podwyższonego o 0,50 m zwierciadła profilu 600 tonowego, przez co już głębokość w środku wzrośnie do 3,5 m.

Celem uniknięcia uszkodzeń dna, należy je ubezpieczyć warstwą żwiru, lub piasku grubego ze żwirkiem, nadto należy

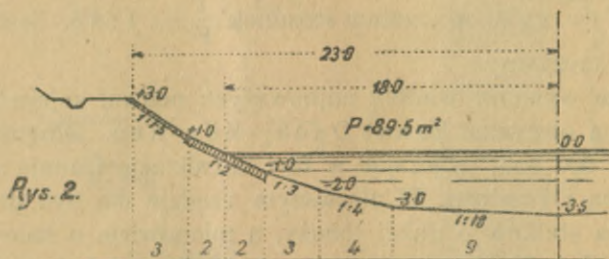
¹⁾ zapomogą wody zasilkowej ze zbiorników.

dać okładkę kamienną w pochyleniu 1:2 do wysokości 1 m nad i 1 m pod zwierciadłem wody. Poniżej, powinno iść pochylenie skarpy 1:3 i 1:4, a nawet przy lżejszym materiale odrazu 1:4 aż do dna, założonego w pochyleniu obustronnem 1:16.

Powyższe propozycje Symphera powitano w Niemczech z wielkiem uznaniem — bezpośrednio jednak po artykule Symphera ukazał się artykuł Höcha¹⁾, w którym autor wyraża zdanie, że kanały niemieckie należałoby budować już nie dla statków na 1000 ton, lecz na 1200 ton.

Jaki profil kanału odpowiada statkom o tej pojemności?

Otóż przyjmując statki 85 m długie i 10 m szerokie (bez listw bocznych), o zanurzeniu 2 m, otrzymujemy według formuły poprzednio podanej pojemność $P = 0.72 \cdot D \cdot S \cdot Zl. = 0.72 \cdot 85 \cdot 10 \cdot 2 = 1224$ ton, a przyjmując profil kanału o szerokości 18-tu m w dnie, a 36 m w zwierciadle, głębokości w środku 3.5 m, obustronnem nachyleniu dna 1:18, oraz skarp 1:4, 1:3 i 1:2, jak to wskazuje rysunek 2-gi, mamy typ odpowiadający naszym wymaganiom.



Powierzchnia przekroju poprzecznego kanału wynosi $F = 89.5 \text{ m}^2$, a ponieważ przekrój poprzeczny zanurzonego statku jest $f = 2 \times 10 = 20 \text{ m}^2$, zatem stosunek $\frac{f}{F} = 1 : 4.475$, jest nader korzystny.

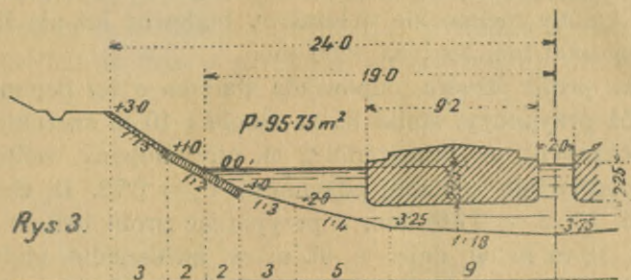
Gdybyśmy nie chcieli powiększać długości i szerokości statku, lecz przyjęli typ statku pod względem długości i szerokości prawie zgodny z przyjętymi poprzednio wymiarami dla statku 1000 tonowego, to zwiększając pojemność statku na

¹⁾ Zur Vollendung des Mittellandkanals, Ztsch. f. Binnenschifffahrt Nr. 13 14 1919.

1200 ton, musi się powiększyć zanurzenie. Statek o długości 80 m, szerokości (bez listw bocznych) 9·2 m, wymaga przy pojemności 1200 ton zanurzenia (według poprzedniego wzoru):

$$Z = \frac{P}{0.72 D S} = \frac{1200}{0.72 \cdot 80 \cdot 9.2} = 2,25 \text{ m.}$$

Przyjmując profil o 2 m szerszy w zwierciadle i o głębokości w środku 3·75 (rys. 3-ci) mamy typ odpowiadający takiemu typowi statku.

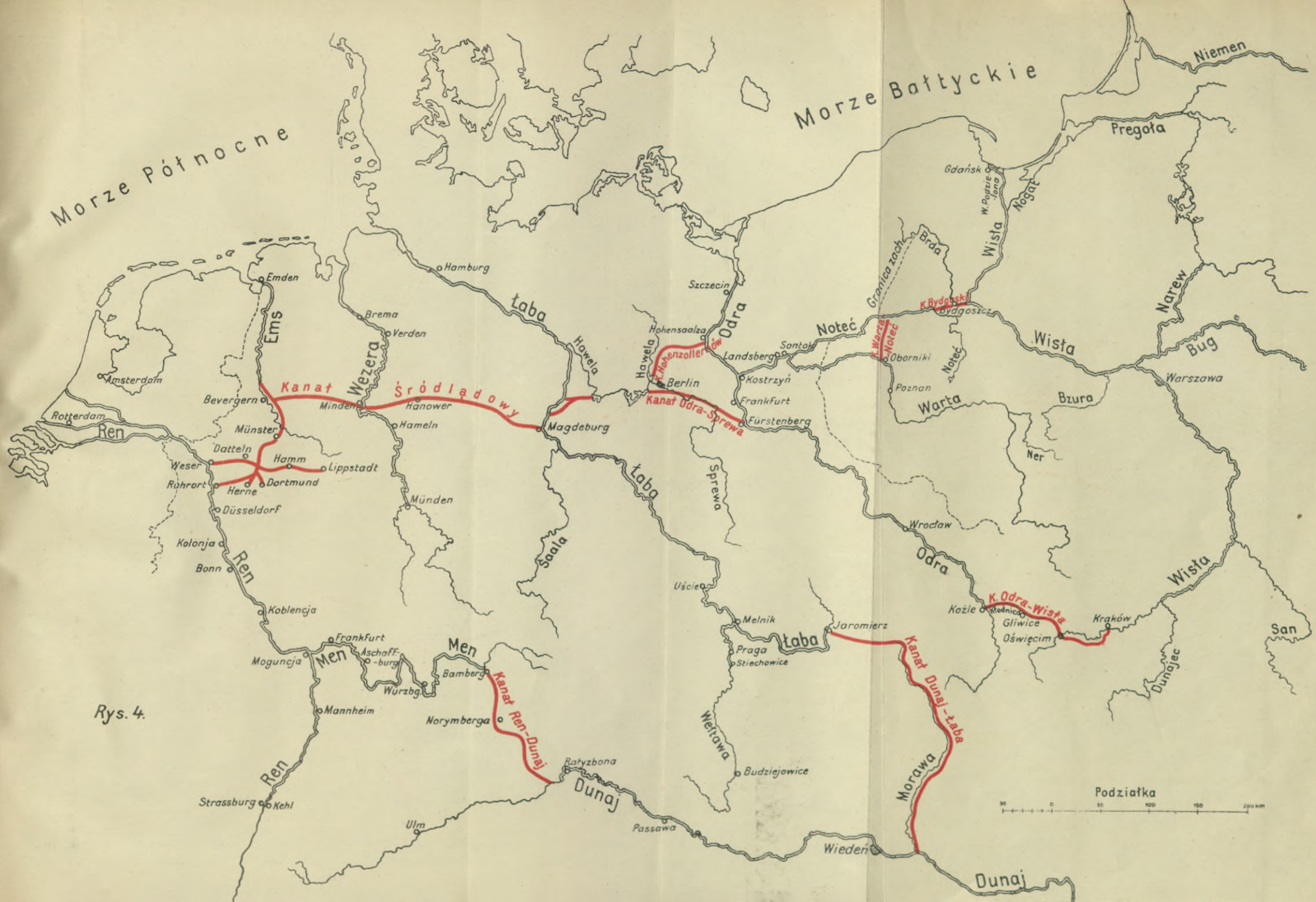


Powierzchnia przekroju zanurzonego statku wynosi tu $F = 2,25 \times 9,2 = 20,7 \text{ m}^2$ zaś powierzchnia przekroju poprzecznego kanału $F = 95,75 \text{ m}^2$, zatem stosunek $\frac{f}{F} = 1 : 4,6$, jest więc również korzystny.

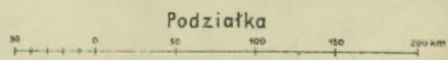
Takie wymiary według najnowszych uchwał sejmu bawarskiego ma otrzymać kanał Dunaj-Mén-Ren. Długość jego wyniesie 607 Km, włączając w to i kanalizację Dunaju między Ratzboną i Passawą. W pierwszym rzędzie ma być przeznaczony dla statków o dużej tonaży, a mianowicie o ładowności 1200 ton. Szerokość zwierciadła wyniesie 38 m, głębokość 3·75 m. Celem osiągnięcia wzniesienia 455 m n. p. m. potrzeba będzie 49 śluz. Na spadach tych śluz uzyskać będzie można siłę wodną 99.800 H. P.

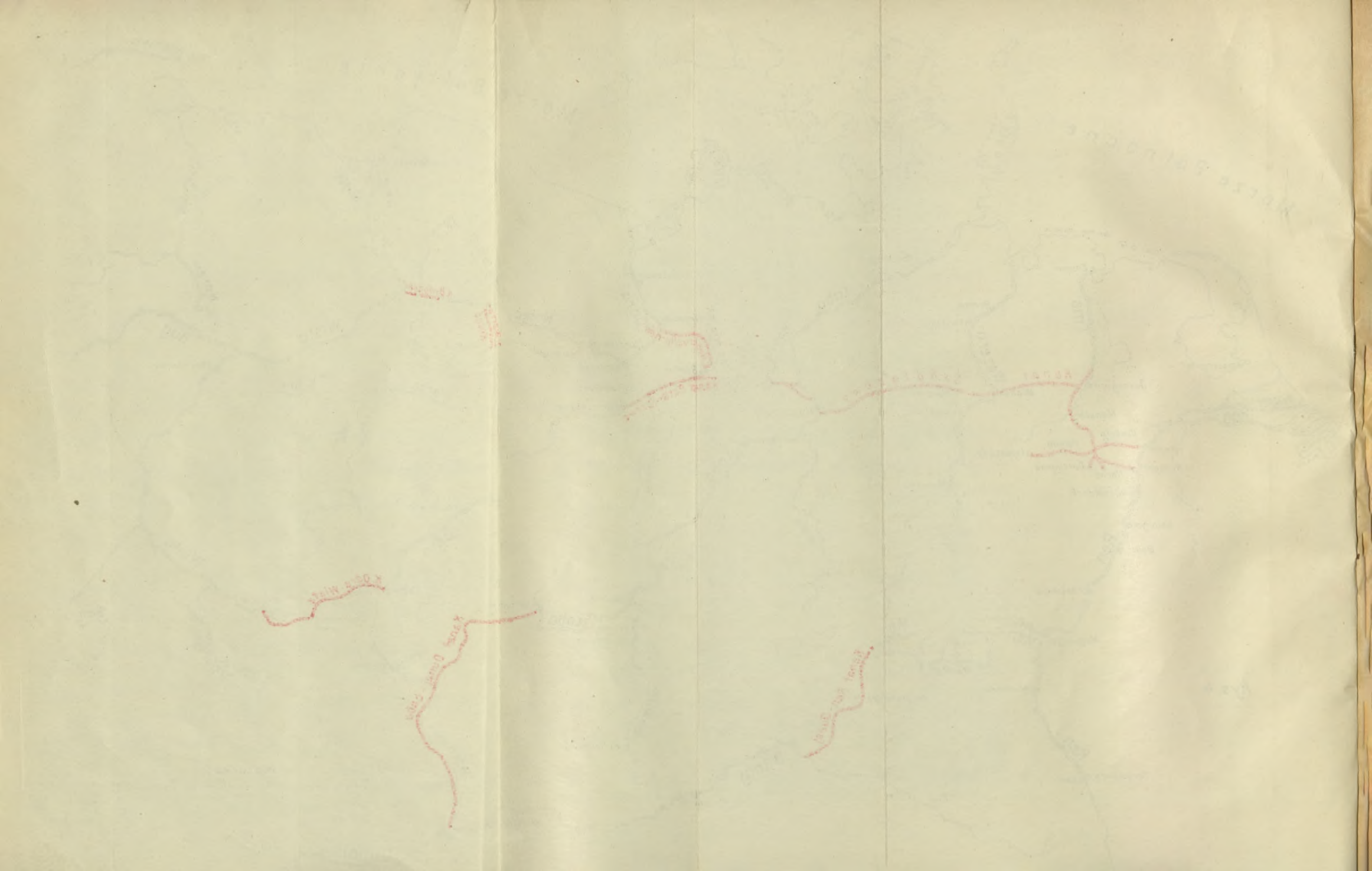
Początkowy ruch przyjmują na 3·3 miliona ton, w krótkim jednak czasie dojdzie on prawdopodobnie do 10-ciu milionów ton. Koszta budowy w normalnych warunkach wynosiłyby około 533 miliony Mk, obecnie byłyby naturalnie wielokrotnie wyższe. Okres budowy w razie intensywnej pracy wynosiłby około 10-ciu lat.

Największe centra siły wodnej daje kanalizacja Menu, na przestrzeni Aschaffenburg - Würzburg, gdzie jest 12 większych



Rys. 4.





szypotów (łącznie 40.000 H. P.) i Dunaj pod Vilshofen, gdzie przez spiętrzenie Dunaju o 9 m da się w stacji centralnej uzyskać 42.000 H. P.

Według uchwały sejmu bawarskiego trasa ma iść przez miasta Aschaffenburg-Wernfeld-Arnstein-Bamberg-Norymberga-Beilngries-Kelheim-Ratyzbona-Passawa (vide mapka rys. 4).

Przedstawiliśmy tu pokrótce warunki żeglugi na Dunaju i znaczenie projektowanej wielkiej drogi wodnej jaką stanowić będzie kanał od Dunaju do Renu, teraz zorientować się trzeba co do warunków żeglugi na Renie i innych wielkich rzekach północno-niemieckich, zwłaszcza, że jest w toku budowa kanału żeglugi przecinającego je poprzecznie i łączącego je w sieć dróg wodnych dużego typu i o wielkiem znaczeniu gospodarczem.

2. Wielkie rzeki północno-niemieckie.

R e n.

Omówiwszy znaczenie drogi wodnej Dunaj - Ren, warunki żeglugi na Dunaju i łącznik obu wielkich arterji rzecznych, jaki stanowić będzie kanał od Dunaju do Renu, scharakteryzujemy obecnie warunki żeglugi na Renie na podstawie danych hydrograficznych¹⁾.

Ren jest potężną arterją komunikacyjną, pod względem rozmiarów dorzecza nie dorównuje Dunajowi (całkowite dorzecze 224.000 Km², pod Strassburgiem wynosi ono 41.000, poniżej Neckaru pod Mannheimem 68.000, poniżej Menu pod Moguncją 98.000, poniżej Mozeli pod Koblencją 138.000, pod Kolonją 144.000, poniżej Ruhr pod Ruhrort 154.000 Km²), jednak przewyższa go pod wielu innymi względami. Odpływ wody przy stanach niskich i średnich na jednostkę powierzchni dorzecza jest stosunkowo bardzo znaczny, dzięki istnieniu lodowców w jego górskim (alpejskim) dorzeczu, które w lecie, w czasie posuchy topnieją i zasilają łożysko obficie, dalej także dzięki temu, że liczne jeziora przez które przepływa w biegu górnym (szczególnie jezioro Bodeńskie) wpływają na odpływ wyrównująco. Podczas gdy dorzecze od granicy holenderskiej do Strassburga maleje około 4 krotnie, objętość odpływu przy stanie najniższym maleje tylko w stosunku jak 2:1,

¹⁾ Der Rhein von Strassburg bis zur holländischen Grenze in technischer und wirtschaftlicher Beziehung. Bearbeitet 1902. von E. Beyerhaus.

a mianowicie wynosi pod Strassburgiem $380 \text{ m}^3/\text{sek}$, a przy granicy holenderskiej $790 \text{ m}^3/\text{sek}$. Objętości przy stanie średnim najniższym są około o 50% wyższe (według przeprowadzonych pomiarów pod Bingen $800 \text{ m}^3/\text{sek}$, pod St. Goar $825 \text{ m}^3/\text{sek}$, pod Bonn $970 \text{ m}^3/\text{sek}$), średnia woda wzrasta od $1880 \text{ m}^3/\text{sek}$, pod Koblencją do 2030 pod Ruhrort. Największą wielką wodę oceniają poniżej Koblencji na $10.000 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Spadki rzeki są zmienne — niema tu jednak tak długich partji z szypotami o znacznych spadkach, tamujących żegluge, jak na Dunaju.

Spadek w partji od jeziora Bodeńskiego do Strassburga wynosi przeciętnie 1% , między Strassburgiem a Spirą zmienia się stosunkowo równomiernie od $0\cdot6\%$ — $0\cdot08\%$ ¹⁾ i ten ostatni bardzo już mały spadek zachowuje się aż do Mannheimu, a właściwie aż do Moguncji, gdyż między temi dwoma miastami spadek tylko nieznacznie wzrasta. W partji od Moguncji aż do Bingen spadek jest również bardzo łagodny $0\cdot125\%$ ²⁾.

Po tej partji następuje przestrzeń o znacznym spadku i skalistem dnie między Bingen a St. Goar, o 27 Km . długości. Przeciętny spadek zmienia się tu od $0\cdot50\%$ — $0\cdot25\%$, jednak w zwężeniu tuż poniżej Bingen wzrasta na długości 250 m do 2% , a w najwęższem miejscu Binger-Loch na $8\cdot2\%$.

Z powodu, że te spadki istnieją tylko na krótkiej przestrzeni, chyżość powierzchniowa przy małej i średniej wodzie nie przenosi 3 m . Przez rozsadzanie skał i wywołane przez to rozszerzenie i pogłębienie, spadek trochę zmniejszono. W partji tej po gwałtownych spadkach następują spady nader małe, wywołujące znaczne głębokości; tak na przykład powyżej St. Goar (Loreley) istnieją głębokości przy średniej wodzie do 30-tu m .

Między St. Goar a Kolonją (101 Km) spadek waha między $0\cdot18$ a $0\cdot28\%$, poczem między Kolonją a granicą holenderską (178 Km) maleje prawie równomiernie od $0\cdot172$ — $0\cdot107\%$.

Długość rzeki od jeziora Bodeńskiego do Strassburga wynosi

		265 Km
	od Strassburga do granicy Holandji	570 "
	" " " Rotterdamu	703 "
a	" " " ujścia do Morza Północ.	738 "

¹⁾ Strassburg-Spira $105, 1 \text{ Km}$.

²⁾ Spira-Bingen $149, 4 \text{ Km}$.

Te trochę dat hydrograficznych posłuży do lepszego zrozumienia przedmiotu, teraz podamy pokrótce charakterystykę Renu jako drogi wodnej.

1. Ren między jeziorem Bodeńskim a Strassburgiem nie stanowi obecnie jeszcze należytej drogi wodnej i wymaga gruntownej poprawy, po przeprowadzeniu której będą tu mogły kursować statki o długości do 75 m, szerokości 11 m, oraz zanurzeniu 2 m, ładujące do 1100 ton¹⁾.

Przestrzeń ta rozpada się jednak na 2 części, które muszą być traktowane odrębnie, a mianowicie:

a) przestrzeń od jeziora Bodeńskiego do Bazylei, o długości 138 Km nadaje się tylko do kanalizacji, gdyż przez regulację nie uzyska się potrzebnych głębokości i

b) przestrzeń od Bazylei do Strassburga, 127 Km długości, co do której można zastosować jedną z dwu metod, a mianowicie albo się całą tę przestrzeń ureguje na małą wodę (regulacja uzupełniająca), albo też możnaby uregulować na małą wodę tylko najniższą partję tej przestrzeni 32 Km długości, o bardzo małym spadku, a górną o długości 95 Km skanalizować za pomocą 20—26 jazów ze śluzami komorowemi.

Kanalizacja od Bazylei do Strassburga jest pewniejsza jak regulacja, gdyż potrzebne głębokości istniałyby cały rok, natomiast wyniki regulacji, wobec znacznego spadku rzeki (poniżej Bazylei przeciętnie 1‰) i wędrujących ławic żwirowych, nie są zupełnie pewne²⁾.

Co do sposobu prowadzenia ruchu, to odbywać się on może w przestrzeniach uregulowanych za pomocą holowników kołowych o sile 1500 H. P., z których każdy ciągnąć może 2 łodzie po 1000 ton z chyżością 4 Km godz. w górę, a 20 Km godz. w dół, natomiast holowników śrubowych o sile 500 H. P. w przestrzeni skanalizowanej, poruszających się z chyżością 3—8 Km godz. w górę, a 10—18 Km w dół, również z dwiema łodziami.

¹⁾ Ztsch. für Binnenschiffahrt 1914 Nr. 11 (Sympher).

²⁾ Obecnie rozstrzygnięto konkurs na projekt użegłownienia przestrzeni Renu od Jeziora Bodeńskiego do Bazylei. Przewidziana jest kanalizacja wraz z wyzyskaniem sił wodnych. W przestrzeni od Bazylei do Strassburga projektuje Francja zamiast kanalizacji kanał boczny na lewym brzegu wraz z szeregiem wielkich zakładów wodnych. („Grand Canal d'Alzace“ vide Schweizerische Bauztg. 1921).

Nawiasowo dodaje się, że równocześnie z wykonaniem kanalizacji można będzie wyzyskać siłę wodną; w przestrzeni od Konstancji aż do Strassburga jest do dyspozycji 750.000 H. P., czyli okragło $\frac{1}{2}$ miliona K. W., lub 3 miljardy kilowat godzin.¹⁾

2. Przestrzeń od Strassburga do Mannheimu (132 Km długości) uregulowano na wodę średnią, za pomocą przekopów i budowli równoległych, mając na celu przedewszystkiem ułatwienie odpływu, a nie względy żeglugi. Stąd też koryto jest nadmiernie wyprostowane o szerokości początkowo 200—250 m (po Lauterburg), dalej zaś w dół 240 m. Przestrzeń ta nie stanowiła należytej drogi wodnej z powodu ruchomego dna, wędrujących ławic i nieustalonego nurtu, dopiero od r. 1902 podjęto akcję celem poprawy łożyska i stworzenia należytej drogi wodnej zapomocą regulacji na małą wodę. Projekt opracowany pod kierunkiem Honsella obejmował stworzenie w obrębie łożyska dla średniej wody, łożyska dla małej wody, o szerokości wzrastającej od 160 do 180 m w zwierciedle, a w dnie profilu od 130—150 m, przyczem spodziewano się uzyskać głębokość przy stanach niskich 2 m. Główna część robót potrzebna była na przestrzeni po Sondernheim, warunki żeglugi dla przestrzeni poniżej położonej aż po Mannheim były już przed podjęciem regulacji uzupełniającej stosunkowo korzystne.

Warunki osiągnięte skutkiem wykonanych robót mają być bardzo dobre, a różnice spodziewanych i uzyskanych głębokości nieznaczne. Zwężenie profilu małej wody uzyskano zapomocą niskich ostróg, o głowach na brzegach wypukłych bardzo łagodnie pochyłonych.

3. Przestrzeń od Mannheimu do Moguncji 72 Km długości miała już naturalne warunki bardzo korzystne, wymagała tylko regulacji na pewnych przestrzeniach, gdzie wykonano tamy równoległe, lub ostrogi. Szerokość normalna dla średniej wody wynosi 300 m, choć są jeszcze partje do 500 i 700 m szerokości, miejscami brzegi zbliżają się bardziej jak na 300 m — aż do 235 m. Z powodu bardzo małego spadku panuje wszędzie głębokość 2,50 m przy stanie średnim niskim.

4. Przestrzeń od Moguncji do Bingen, 30 Km długości. Były tu już większe trudności z powodu znacznych ilości

¹⁾ Według najnowszych projektów, uwzględniając wodę średnią rzeczną, można będzie wyzyskać prawie dwa razy tak wielką siłę wodną.

toczonego piasku, pochodzącego głównie z łożyska Menu i skłonności do wytwarzania wysp. Wykonano cały szereg robót regulacyjnych, które warunki żeglugi poprawiły, jednak potrzebne są tu i ówdzie roboty uzupełniające, nadto pomoc pogłębiarek. Głębokość przy stanie średnim niskim wynosi 2 m.

5. W partji Bingen-St. Goar, 27 Km długości, stanowiącej główną przeszkodę ruchu w całym biegu Renu od Mannheimu do Rotterdamu 571 Km długości, przeprowadzono poprawę drogi wodnej przez rozsądzenie skał w dnie, oraz za pomocą budowli regulacyjnych ostróg i kierownic. Roboty wykonane głównie w latach 1880—1900 wytworzyły drogę do jazdy o głębokości 2 m przy stanie średnim niskim, o szerokości prawie wszędzie 120 m, tylko na krótkiej przestrzeni powyżej Loreley szerokość wynosi 90 m.

Szerokość normalna rzeki wynosi w całej partji 230 m. Pod Binger-Loch główna rynna do jazdy wykuta w skale o głębokości 2 m ma tylko 30 m szerokości, jednak jest to partja nader krótka, a na lewym brzegu istnieje „druga droga do jazdy“ o znaczniejszej szerokości, tylko o 0,5 m płytsza, którą wyzyskują statki próżno jadące przedewszystkiem w górę. Największe powiększenie głębokości przez rozsadzanie skał nastąpiło właśnie pod Binger-Loch; powiększenie to wynosi przy stanie średnim niskim 70 cm.

W partjach poniżej położonych, a mianowicie od St. Goar do Kolonji, regulacja miała na celu wytworzenie głębokości 2,5 m, a od Kolonji do granicy Holandji 3 m przy szerokości drogi do jazdy 150 m. Normalne szerokości zmieniają się między St. Goar a granicą Holandji między 280 a 340 m.

Zasady regulacji przestrzegane tu są podobnie jak i na innych rzekach — tamy regulacyjne stanowią przeważnie ostrogi podprądowe, lub prostopadłe, tudzież tu i ówdzie kierownice. Miejsca o nadmiernych głębokościach zabudowano zapomocą progów podwodnych o odstępie około 100 m, wypełniając przestrzeń między nimi żwirkiem otrzymanym z bagrowania. Budowle wykonano ze żwirku z okładziną kamienną, a u spodu wzmocniono je narzutem kamiennym. W razie rozdziału rzeki na dwa ramiona wykształcano wyspę po stronie górnej i dolnej w ostre zakończenia.

W dalszych partjach tamy równoległe nie dawały dobrych wyników. Tama taka, o ile ma stromą skarpe od strony rzeki, powoduje powstanie u swej stopy nadmiernych głębokości, deformując cały profil — z drugiej strony danie tej skarpie bardzo łagodnego pochylenia (1 : 4—1 : 8) wywołałoby nadmierne koszta. Według sprawozdań z wykonanych robót, znacznie ekonomiczniejsze są ostrogi podprądowe o łagodnej skarpie czołowej — lub też można sobie poradzić w inny sposób — wykonując tamę równoległą (wzgl. opaskę) o stosunkowo stromej skarpie (skarpa narzutu kamiennego 1 : 2) i prowadząc od niej na wodę krótkie ostrogi, względnie progi podprądowe, o koronie spadającej w stosunku 1 : 5—1 : 8, w znacznie większych odstępach (tak jak ostrogi) rozmieszczone. Zastępują one wykonanie łagodnej skarpy na całej długości tamy równoległej. Budowa tam równoległych była w wielu wypadkach i z tego względu niemożliwą, ponieważ zachodziła nieraz potrzeba zabudowania miejsc do 10-ciu m głębokości, co wymagałoby niezwykle wysokich kosztów. Dalej ostrogi wywoływały znacznie szybciej zamulenie, jak tamy równoległe. Co do systemu samych ostróg, to ostrogi podprądowe okazały się korzystniejsze z uwagi na to, że przy wyższych stanach woda przelewająca się przez nie nie napiera na brzeg, lecz kieruje się w stronę łożyska.

Co do wykonania budowli zauważyć należy, że starano się o możliwą oszczędność — w skład tamy wchodzi faszynada, narzuty kamienne i walce zatapiane, jednak znaczną część korpusu wykonywano z żwirku bagrowanego z dna rzeki w miejscach, które wymagały pogłębienia i usunięcia zbyt wytrzymałych ławic materiału. Wreszcie podnieść należy, że o ile wykonywano tamy równoległe, przestrzenie poza nimi zasypany materiałem wybagrowanym. Ta zasada występuje dobitnie przy nowszych regulacjach rzek w wielu krajach np. w Czechach — aby tama równoległa mogła się utrzymać — powinno się dążyć do szybkiego zamulenia przestrzeni odciętych, a jeżeli to nie następuje, należy je sztucznie wypełnić.

Według planów regulacyjnych odstęp ostróg wynosił około 100—150 m — ostrogi krótkie dawano w stosunkowo mniejszych odstępach.

Dolną część Renu w Niemczech między Xanten a granicą holenderską regulowano za pomocą licznych przekopów (tz. kana-

(tów celem usunięcia zbyt ostrych krzywizn. Spadek jednak w tej przestrzeni pomimo skrócenia biegu wynosi tylko 1 : 8000, jest więc mniejszy jak w partji powyżej położonej.

W obrębie Holandji uzyskano na Renie przez wykonanie robót regulacyjnych i bagrowań również głębokość 3 m.

Z tego przedstawienia widać, że Ren od Strassburga do Rotterdamu przedstawia wielką drogę wodną śródlądową o długości 703 Km, na której dzięki systematycznie przeprowadzonej regulacji uzyskano maximum sprawności.

Wezera.

Z rzek, które tu omawiać będziemy, jest Wezera najmniejszą co do powierzchni dorzecza i wielkości odpływu, jednak przez systematyczną regulację wiele tu zdziałano.

Chcąc się najpierw zorientować co do charakteru rzeki i jej wielkości, podajemy następujące dane co do wielkości dorzecza, odpływu i spadków wyrównanych: ¹⁾

a) Spadki:	Münden — ujście Wezery	0,5 ⁰ / ₀₀
	Werra — Minden	0,39 ¹ / ₀₀
	pod Minden	0,48 ⁰ / ₀₀
	między Minden a jazem	
	pod Hemelingen	0,33 ⁰ / ₀₀ —0,183 ⁰ / ₀₀ .

b) Wielkości dorzecza i odpływu przy stanie średnim najniższym wynoszą:

	pow. dorzecza	objętość odpływu	na 1 Km ²
pod Münden	12,500 Km ²	22,5 m ³ /sek	1,8 lt/sek
„ Minden	19,300 „	48,0 „	2,49 „
„ Dörverden	22,300 „	55,0 „	2,49 „
„ Dreye	38,390 „	100,0 „	2,62 „

Gdybyśmy Wezerę na podstawie tych danych porównali z Wisłą, to musielibyśmy zauważyć, że Wezera pod żadnym względem nie jest od Wisły lepiej przez przyrodę wyposażona, tak co do spadków (Wisła od ujścia Raby do ujścia Narwi 0,27⁰/₀₀, poniżej 0,18⁰/₀₀), jak i co do objętości (przy stanie średnim najniższym pod Krakowem 3,8 lt/Km², poniżej Dunajca 3,45 lt/Km², poniżej Sanu 2,2 lt/Km², pod Warszawą 2 lt/Km², przy Montawskiej Szpicy 1,73 lt/Km²), nie mówiąc już o samej

¹⁾ Ztsch. f. Bauwesen 1919. Sprawozdanie z wykonanych robót.

wielkości rzeki, której miarą może być wielkość dorzecza wynosząca w całości przy Wiśle 198,510 Km², przy Wezerze 41,000 Km². Pomimo tego jednak, że Wezera należy do rzek o niezbyt wielkiem dorzeczu i niezbyt małych spadkach, regulacja wytworzyła z niej bardzo dobrą drogę wodną.

Regulację Wezery na średnią wodę rozpoczęto w latach czterdziestych zeszłego wieku. Po przeprowadzeniu jej okazało się, że wyniki były dla żeglugi zupełnie niewystarczające. Musiano zatem myśleć o regulacji na małą wodę, która stała się konieczną, kiedy budowa kanału śródlądowego od Renu do Hanoweru została postanowiona — musiało się dążyć do uczynienia z rzeki możliwie wydajnej drogi wodnej.

Ponieważ pod Minden pompuje się z rzeki do kanału śródlądowego 7 m³/sek wody, a pod Hoya zabiera spółka meljoracyjna 6 m³/sek, musiano ten ubytek uzupełnić. Wykonano więc zbiorniki w górskiej części dorzecza na Eder pod Hemfurth o pojemności 202 miljonów m³ i na Diemel pod Helminghausen (20 mil. m³). Wprawdzie zasilek ze zbiorników nie wystarcza, aby statki kanałowe mogły płynąć przez cały rok po rzece, jednak uniknięto przez to kanalizacji rzeki z licznymi śluzami, które bądź co bądź stanowią przeszkodę żeglugi.

W r. 1879 postawiono sobie jako cel regulacji uzyskanie przy stanach najniższych w partji górnej Münden-Karlshafen

głębokości	0,80 m
średniej, powyżej Minden	1,00 „
dolnej, poniżej „	1,25 „

Co do stanu rzeki uregulowanej, jednak przed przeprowadzeniem regulacji na małą wodę zauważyć trzeba, że Wezera nie była uregulowana według jednolitych zasad; jedynie tylko partja najwyższa 44,6 Km długości poniżej Münden była jednolicie traktowana (szerokość dna zależnie od spadku 19—38 m, zwierzciadła 42—61 m); stan też rzeki pozostawiał wiele do życzenia. Na podstawie obserwacji w naturze, oraz licznych doświadczeń na modelach ustalono zasady regulacji na małą wodę, które streścić można w następujących słowach, wyjętych z podanego powyżej sprawozdania:

„Całe zachowanie się Wezery jest niezbitym dowodem, że wędrujących ławic na rzece o ruchomem dnie można uniknąć. Jeżeli ich na Wezerze niema, to przypisać to należy korzystnemu

układowi w sytuacji, a mianowicie unikaniu wyprostowania biegu przez przekopy, podczas gdy na innych rzekach z początkiem XIX wieku inne metody stosowano. Dzięki temu prostymi środkami uzyskano na Wezerze bardzo korzystne głębokości¹⁾.

Baczną uwagę zwracano na kształt profilów; jak wiadomo w prostych panuje profil płaski, trapezowy, lub słabo wklęsły, w krzywiznach głęboki, zbliżający się do trójkąta. Nachylenie skarp jest rzeczą bardzo ważną; przestrzenie o łagodnie nachylonych skarpach mają głębokości do jazdy bardzo regularne. Na Wezerze przy regulacji na małą wodę z powodu niezbyt silnego ruchu rumowiska mniej wymagały poprawy przejścia nurtu, jak miejsca o ostrych załomach spadków, oraz profile o anormalnych głębokościach, ale zbyt wąskie. Tu trzeba było wyboje przy głowach ostróg zabudowywać niskimi progami, a przekrój rozszerzać przez bagrowanie. W takich profilach dawano także na brzegach wklęsłych opaski o nachyleniu skarpy 1 : 5, a przed nimi (u ich stopy) podobnie jak na Renie jeszcze niskie podwodne progi: przeciwny brzeg wypukły miał nachylenie 1 : 15.

Celem usunięcia wybojów przy głowach ostróg używano

¹⁾ Zauważyć trzeba, że co do stosowania kierunków prostych przy regulacji nie ma jeszcze między hydrotechnikami bezwzględnie jednolitej opinii. Znany badacz na polu regulacji rzek górskich inż. Krapf wyraża zdanie, że stosowanie długich prostych w trasie rzek w zasadzie nie należy uważać za szkodliwe (Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1919 Nr. 13/14). Podobnie w Annales des ponts et chaussées 1913 (I) twierdzi inż. Gockinga, że rzeka w pewnych warunkach może się zupełnie dobrze trzymać w linii prostej i podaje jako przykład rzekę Mozę w Holandji, gdzie 7-0 kilometrowa przestrzeń między wsią Heumen a miasteczkiem Grave tworzy linię prostą, a utrzymuje się zupełnie dobrze, nie wymaga prawie żadnych robót konserwacyjnych, ani bagrowania. Przytem autor zastrzega się jednak, że kierunki regulacji należy dostosowywać jaknajbardziej do naturalnych kierunków biegu rzeki. Pomimo tych głosów stwierdzić trzeba, że znakomita większość hydrotektów potępia stosowanie długich kierunków prostych na rzekach o znacznieszym ruchu rumowiska, regulowanych dla celów żeglugi, gdyż nurt nie jest ustalony i powstają wędrujące ławice. Trasa rzeki takiej powinna być obudowaną w krzywiznach, dostosowanych do naturalnych kierunków biegu, a dłuższe proste mogą być chyba tylko tam dopuszczone, gdzie naturalny bieg jest prosty, o wytrzymalnych brzegach, obudowanie trasy w prostej nie skraca biegu, a spadek naturalny na partji prostoliniowej zgadza się ze spadkiem wyrównanym.

także i innego środka, a mianowicie zasypywania ich wybagrowanym z łożyska żwirem, na który jeszcze dawano tłuczony kamień. Wyboje między ostrogami zasypywano również żwirem i nakrywano matami.

Uzyskanie potrzebnych głębokości przy stanach niskich ułatwia wykonanie podanych powyżej zbiorników, które zasilają rzekę objętością 18 m³/sek, a ponieważ jak powiedziano powyżej pod Minden zabiera się kanału 7 m³/sek, a pod Hoya dla spółki meljoracyjnej 6 m³/sek, zatem odpływ zwiększa się do Minden o 18 m³/sek, poniżej Minden o 11 m³/sek, poniżej Hoya o 5 m³/sek. Powstaje w ten sposób podwyższony stan średni najniższy, przy którym objętości odpływu wynoszą:

pod Münden	40,5 m ³ /sek
„ Minden	55,0 „
„ Dörverden	66,0 „
„ Dreye	106,0 „

Zakładając minimalną szerokość do jazdy 25—30 m otrzymano następujące głębokości do jazdy przy zwykłym niskim stanie: powyżej ujścia Diemel 0,75 m, między Diemel a Hameln 0,90—0,95, między Hameln a Minden 1 m, między Minden a ujściem Allery 1,25—1,35 m, poniżej Allery 1,50 m. Przy „podniesionym“ stanie średnim niskim głębokości te wzrastają o 14 cm (w górze), do 4 cm (w dole).

Regulacja Wezery przeprowadzona bardzo starannie okazała, że zapomocą systematycznej regulacji i celowo stosowanych środków, można przydatność rzeki dla żeglugi znakomicie powiększyć.

Ł a b a.

Nie będziemy się tu bliżej zastanawiali nad partją Łaby powyżej połączenia z Wełtawą, na której wykonuje rząd czeski w dalszym ciągu kanalizację rozpoczętą przez rząd austriacki. Zaznacza się tylko, że kanalizacja Łaby obejmuje przestrzeń 180,3 Km od ujścia Wełtawy pod Melnikiem w górę aż do Jaromierza (ujście Aupy i Metuji) dla statków 600 tonowych, przyczem minimalną głębokość określono na 2,1 m. Roboty rozpoczęte w ośmiu punktach obejmują regulację biegu i kanalizację zapomocą jazów, słuz komorowych i kanałów bocznych.

Wykona się tu ogółem 32 stopnie, odpowiednio do całkowitego spadku tej przestrzeni, wynoszącego 94,2 m.

Podobnie druga górna gałąź Łaby, za jaką możemy uważać jej dopływ Wełtawę, została skanalizowana na przestrzeni od Pragi do ujścia do Łaby pod Melnikiem na przestrzeni 51 Km, również na głębokość 2,1 m, przy której największe łodzie Łaby ładujące 700—800 ton będą mogły się poruszać. W toku jest również kanalizacja Wełtawy na kilkunastu kilometrowej przestrzeni od Pragi w górę do Stiechowic, natomiast projektowana w swoim czasie przez rząd austriacki dalsza kanalizacja tej rzeki aż do Budziejowic, skąd Wełtawa zapomocą kanału żegluga miała łączyć się z Dunajem pod Linzem lub Wiedniem, prawdopodobnie nigdy nie przyjdzie do skutku, wobec trudności i kosztowności robót w tej przestrzeni, oraz wobec zmiany ukształtowania politycznego.

Potrzeba kanalizacji Wełtawy wynikała z tego powodu, że odpływy przy stanach wyjątkowo niskich były bardzo nieznaczne tak, że uzyskanie potrzebnej dla żeglugi minimalnej głębokości 1,04 m okazało się niemożliwym. Pomimo przeprowadzenia rozległych regulacji i bagrowań spadły najmniejsze głębokości w roku 1904 na Wełtawie na 20—30 cm¹⁾, a skutkiem tego żegluga spoczywała zupełnie przez 3 miesiące.

Spadek Wełtawy na przestrzeni od Pragi do ujścia do Łaby wynoszący 25,16 m pokonano za pomocą 5-ciu stopni.

Z tych samych powodów musiano również skanalizować i Łabę poniżej połączenia z Wełtawą. I tu pomimo znacznie-szego już dorzecza (wynoszącego pod Melnikiem 41,800 Km² a pod Uściem 49,650 Km², normalny odpływ pod Melnikiem 114 m³/sek), przy wyjątkowo niskich stanach objętości odpływu spadały znacznie;²⁾ wprowadzie przez wykonanie regulacji i kosztownych bagrowań można tu było uzyskać pożądaną głębokość 1,04 m, jednak wobec silnego ruchu rumowiska wątpliwem było, czy stan ten dałby się trwale utrzymać. Wobec tego zdecydowano się na kanalizację rzeki na przestrzeni od Mel-

¹⁾ Dorzecze pod Pragę wynosi 27,000 Km², odpływ przy stanie średnim najniższym 21,5 m³/sek, zaś absolutne minimum w r. 1904 wynosiło zaledwie 11,5 m³/sek, t. j. 0,42 lt/Km², sek.

²⁾ W r. 1904 najmniejszy odpływ poniżej połączenia z Wełtawą wynosił 43 m³/sek, t. j. 1,03 lt/Km², sek.

nika do Ujścia (Aussig) 70 Km długiej, na głębokość minimalną również 2,1 m. Całkowity spad tej przestrzeni wynoszący 21,44 m pokonano zapomocą 6-ciu względnie 7-miu stopni¹⁾.

Jeżeli trudno będzie w przyszłości o wykonanie planowanego przed wojną przez rząd austriacki połączenia Wełtawy z Dunajem, to natomiast istnieje większe prawdopodobieństwo wykonania drugiego połączenia, również planowanego przez rząd austriacki, a mianowicie połączenia kanału Dunaj—Odra z Łabą pod Jaromierzem. Kanał Dunaj—Odra, który według dzisiejszego stanu rzeczy leży cały na terytorjum czesko-słowackiem i ma być prowadzony lewym brzegiem Morawy, będzie mógł być w przyszłości połączony z Łabą pod Jaromierzem, które to połączenie nie napotyka większych trudności terenowych. Naturalnie jest to muzyka przyszłości, gdy jednak kanał Dunaj—Odra i jego połączenie ze skanalizowaną Łabą zostaną wykonane, państwo czesko-słowackie rozporządzać będzie ważnymi arterjami wodnymi, które mu zapewnią tani dowóz surowców, tak od strony Morza Czarnego (przez Dunaj), jak i od strony Morza Północnego (przez Łabę), a wrzescie połączenie z Bałtykiem (przez Odrę).

Łaba w obrębie Saksonji, posiadająca przy granicy czesko-saskiej dorzecze okrągło 51,000 Km², odpływ przy stanie absolutnie najniższym około 47 m³/sek, a przy stanie średnim 286 m³/sek i spadek przeciętny 1 : 3500, uregulowaną jest zapomocą budowli równoległych, jednak z powodu zmiennych spadków, warunki żeglugi przy stanach niskich są rozmaite. Myślano i tu o kanalizacji, jednak z powodu zbyt rozwiniętego ruchu osobowego, dla którego kanalizacja byłaby przeszkodą, zaniechano tej myśli. Celem uzyskania przy stanach najniższych głębokości 1,10 m, przeprowadza się roboty dążące do wyrównania spadków. Prócz tego przekształci się profile zapomocą bagrowania, wbudowania ostróg i progów, oraz wykonania kierownic i opasek w obrębie normalnej szerokości dla średniej wody, wynoszącej 100 m w ten sposób, aby zamierzona głębokość 1,10 m przy stanach absolutnie najniższych istniała na

¹⁾ Wykonanie ostatniego stopnia jeszcze nie zdecydowane.

szerokości łożyska 40-tu metrów, wyjątkowo przy najsilniejszych spadkach na szerokości 33 m¹⁾.

Całą przestrzeń niemieckiej Łaby mierzącą od granicy czesko-saskiej do Hamburga 620 Km, na której dorzecze rzeki wzrasta (do ujścia Sewy powyżej Hamburga) na 138,500 Km², a spadek maleje od 0,264‰ do 0,1‰²⁾, regulowano na serjo od r. 1866. Celem regulacji było osiągnięcie przy stanie najniższym z r. 1842 głębokości 0,78 m, jednak jak się okazało później, stany najniższe z r. 1904 i 1911 były jeszcze o 20 cm niższe. Regulacja polegała przedewszystkiem na wykonaniu ostróg, o wysokości korony zgodnej ze stanem średniej wody. Z biegiem czasu wypełniano przestrzenie między ostrogami materiałem wybagrowanym z łożyska i nową linię brzegu ubezpieczano opaską. Ostrogi otrzymywały łagodną skarpe 1 : 5, a w przedłużeniu ich celem zabudowania wybojów jakie się przy głowach ostróg tworzą, wykonywano progi o koronie w pochyleniu 1 : 10 do 1 : 30. Równocześnie wykonywano bagrowania w łożysku. Normalna szerokość przy granicy saskiej wynosi 100 m i wzrasta do Hamburga na 300 m.

Regulacja ta stworzyła jednolite łożysko i poprawiła warunki żeglugi przy wodzie średniej, natomiast warunki te przy stanach niskich nie doznały wystarczającej poprawy. Prócz tego zaznaczyć należy, że rezultaty osiągnięte na partji powyżej ujścia Haweli są lepsze, gdyż tu regulacja ustaliła przynajmniej położenie nurtu, natomiast na partji poniżej ujścia Haweli ustalenie nurtu nie nastąpiło w dostatecznej mierze. Minimalne głębokości uzyskane przy stanie najniższym z r. 1911 wynosiły powyżej Magdeburga tylko 0,65 m, poniżej 0,80 m. Przy stanach średnich natomiast żegluga doznała w znacznej mierze poprawy, czego dowodzi znaczny wzrost żeglugi i wzrost pojemności statków.

Podczas gdy w dziesięcioletnim okresie 1871—1880 obrót w obie strony wynosił na granicy czesko saskiej przeciętnie 796000 t, a powyżej Hamburga 926000 t, wzrósł w r. 1910

¹⁾ Die Verhandlungen über die Frage der Vertiefung der Elbe..., Ztsch. f. Binnenschiffahrt 1912.

²⁾ Objętość odpływu przy stanie najniższym wynosi pod Magdeburgiem około 99 m³/sek, poniżej Haweli 128 m³/sek, przy stanie średnim pod Magdeburgiem 475 m³/sek, poniżej Haweli 670 m³/sek.

w pierwszym punkcie do 3,440.000 t, a w drugim do 10,368.000 t. Podczas gdy w roku 1866 typem statku na Łabie był statek 250 tonowy, do roku 1890 wzrosła pojemność statków do 600 ton, a obecnie kursują statki ładujące 1000 t, a nawet 1500 ton. Pomimo tego trafiające się co parę lat stany wyjątkowo niskie wymagają poprawy łożyska.

Ustawa z r. 1911 o budowie dróg wodnych w Niemczech i opłatach za żeglugę¹⁾ przewiduje uzyskanie przy absolutnie najniższych stanach minimalnej głębokości powyżej Saali²⁾ 1,10 m, poniżej Saali aż do ujścia Haweli³⁾ 1,25 m.

Zasady regulacji uzupełniającej (na małą wodę), jaką się tu przeprowadza, są następujące: Z uwagi na przedstawioną powyżej różnicę w stanie łożyska powyżej i poniżej ujścia Haweli, w partji powyżej Haweli nie przeprowadza się regulacji uzupełniającej w sposób ciągły, lecz poprawia tylko miejsca złe, przedewszystkiem niekorzystne przejścia, w których przy głowach ostróg potworzyły się głębokie wyboje, zaś ku środkowi profilu wzniesienia. Trzeba tu w przedłużeniu ostróg wykonać progi, celem zabudowania i zamulenia wybojów, nadto w środku profilu wytworzyć większą głębokość przez bagrowanie. Gdzie ostrogi są za rzadko, wstawia się ostrogi pośrednie, a w ostrych krzywiznach, lub w dłuższych prostych, albo szczególnie niekorzystnych miejscach, daje tamy równoległe, względnie opaski. Zbyt głębokie wyboje zabudowuje się progami poprzecznymi, celem uzyskania szerszej drogi do jazdy. Najmniejsza szerokość drogi do jazdy ma wynosić w partji górnej przy granicy saskiej przynajmniej 30 m, poniżej Saali przynajmniej 60 m.

Przestrzeń Łaby poniżej Saali wymaga natomiast nieprzerwanej gruntownej regulacji uzupełniającej, z powodu nieustalenia nurtu. Normalne szerokości dla średniej wody pozostaną niezmienione, natomiast wykona się osobną regulację na małą wodę, zapomocą przedłużeń ostróg, celem ustalenia nurtu.

¹⁾ Ztsch. f. Binnenschiffahrt Nr. 11 1911. „Die technische Möglichkeit einer Vertiefung der Elbe bei Niederwasser...“

²⁾ Normalna szerokość dla średniej wody wynosi tu 100—110 i 150 m, średni spadek 0,25‰.

³⁾ Normalna szerokość dla średniej wody wynosi tu 170 m, średni spadek 0,20‰.

W łukach wykona się przedłużenia ostróg na brzegach wypukłych, natomiast na przejściach obustronne krótsze ostrogi podwyższone. Do najtrudniejszych partji należą długie proste, lub prawie proste przestrzenie, ciągnące się nieraz kilometrami; tu zapomocą krótkich ostróg wytworzy się dopiero krzywizny w trasie. Pozatem wykona się w miarę potrzeby ostrogi pośrednie, tamy równoległe, względnie opaski i zabudowania wybójów zapomocą progów.

W ostatnich latach spotyka się w pismach fachowych wzmianki o zamierzonej budowie zbiorników w górskim dorzeczcu Łaby. Zbiorniki te mogą być wykonane w Saali pod Hohenwarte i w Czechach, a mianowicie w dorzeczcu Beraunki, co sprawia pewne trudności w przeprowadzeniu. O ile jednak regulacja na małą wodę nie wystarczy, trzeba będzie program ten urzeczywistnić celem zwiększenia odpływu przy niskich stanach. Głębokości mogą być przypuszczalnie zwiększone o $0,07+0,16$ m, łącznie zatem o 23 cm. Jeżeli przyjmiemy zwiększenie najmniejszej głębokości przez regulację na małą wodę na 1,25 m, to łącznie z powiększeniem przez dopływ ze zbiorników, osiągalna głębokość przy małej wodzie wynieść może okrągło 1,50 m.

O d r a.

Podobnie jak na Łabie musiano i tu na górnej partji Odry celem stworzenia dobrej drogi wodnej przeprowadzić kanalizację. Regulacja Odry wykonana w latach siedemdziesiątych nie poprawiła warunków żeglugi w dostatecznej mierze. Kanalizacja pierwotna, wykonana w latach 1888—1895, obejmowała tylko przestrzeń od Koźła do ujścia Nissy Kłodzkiej¹⁾ 84 Km długą, z 11-tu stopniami, prócz tego wykonano dwa stopnie pod Brzegiem i Olawą, oraz skanalizowano 7,5 Km długą partję pod Wrocławiem. Kanalizację wykonano dla statków ładujących 400—500 ton, zanurzających się na 1,4 m głęboko (minimalna głębokość skanalizowanego łożyska 1,5 m).

Po wykonaniu tej kanalizacji okazało się, że warunki żeglugi na części nieskanalizowanej, poniżej położonej, są gorsze,

¹⁾ Dorzeczce pod Koźłem 9.057,1 Km², powyżej ujścia Nissy Kłodzkiej 13.469,6 Km².

jak na części górnej. W czasie niskich stanów w r. 1904, połowa floty Odry leżała na przestrzeni od ujścia Nissy Kłodzkiej do Wrocławia na mieliznach, a najmniejsze głębokości dochodziły do 80 cm. W razie wykonania regulacji uzupełniającej na małą wodę osiągnęłoby się tu conajmniej minimalną głębokość 1,15, resztę głębokości potrzebnej dla statków ładujących 400—500 ton (dla umożliwienia zanurzenia 1,40 m) t. j. 0,25 m, trzebaby uzyskać zapomocą wody zapasowej, której jednak niema w dostatecznej mierze do dyspozycji. Wobec tego zdecydowano się na dalszą kanalizację, do Wrocławia¹⁾. Przestrzeń ta, 69 Km długości otrzymała 8 nowych stopni (prócz dwu dawniejszych).

W dalszej przestrzeni od Wrocławia aż do Fürstenbergu²⁾ droga wodna wymagała również poprawy, pomimo że rzeka ma tu już znacznieszą zlewnię, spadek nie jest zbyt znaczny, gdyż wynosi w całości 82 m, czyli przeciętnie 0,273‰ (zmieniając się w granicach od 0,237‰ do 0,301‰), a objętości przepływu wynoszą³⁾.

	średnim najniższym	średnia woda
pod Wrocławiem . . .	49 m ³ /sek	138 m ³ /sek
„ Fürstenbergem . . .	81 „	520 „

Podobne warunki panują i w dalszej part Odry średniej aż do ujścia Warty, gdzie dorzecze wzrasta na przestrzeni od Fürstenbergu do Kostrzyna (64 Km) na 54.088,2 Km², spadek przeciętny wynosi 0,275‰.

Celem regulacji Odry środkowej (od ujścia Weide, 16 Km poniżej Wrocławia, aż do ujścia Warty), 350 Km długości, na średnią wodę, było uzyskanie głębokości 2 m przy średniej wodzie. Normalne szerokości przyjęte dla stanu średniego były do ujścia Katzbach 87 m⁴⁾ stąd aż do granicy okręgu frankfurckiego 94 m, do ujścia Obrzycka 110 m⁵⁾, do ujścia Bobra

¹⁾ Dorzecze pod Wrocławiem 21.580 Km².

²⁾ Poniżej ujścia Nissy Łużyckiej dorzecze powyżej tego dopływu 41.541 Km², poniżej 4.577,39 Km².

³⁾ Według dzieła: Der Oderstrom, sein Stromgebiet, und seine wichtigsten Nebenflüsse.

⁴⁾ Dorzecze 27.241,6 Km².

⁵⁾ 38.111,1 Km².

120 m¹⁾, do ujścia Nissy Łużyckiej 135 m²⁾ dalej zaś aż do ujścia Warty 140 m³⁾). Dla stanu średniego niskiego żądano początkowo głębokości 1-go metra, przyjmując, że różnica między stanem średnim a średnim niskim wynosi 1 m. Ponieważ jednak przy tych szerokościach nie uzyskano żądanych głębokości, więc zdecydowano się na zwięźenie normalnych szerokości za pomocą niskich przedłużeń ostróg (Vorlage), mających średnio długość równą $\frac{1}{5}$ normalnej szerokości, czyli zwiężających normalne szerokości na $\frac{3}{5}$. Szerokości te wynoszą w poziomie stanu średniego niskiego dla podanych powyżej sekcji 53, 54, 65, 70, 80 i 90 m. Głowice ostróg mają koronę położoną na wysokości średniej wody, przedłużenia zaś ostróg są o 1 metr niższe, a zatem mniej więcej w poziomie stanu średniego niskiego. Skarpy przednie głowic ostróg i ich przedłużeń mają pochylenia 1 : 5⁴⁾, wyjątkowo 1 : 4. Przedłużenia wykonuje się przy wielkich głębokościach i silnym prądzie z płyt zatapiających (materaców), w innych wypadkach z pakunku (warstwy ukośne zatapiane), obciążonego kamieniem. Szerokość przedłużeń wynosi zazwyczaj 10—12 m, korona ostróg 2,5 m.

Kanalizacji w partji Wrocław-Fürstenberg nie uznano za odpowiednią, z uwagi na wielką liczbę stopni, jaką potrzebaby tu wykonać (około 40—50), tudzież przedłużenie czasu jazdy statków z 4—5 dni na 10—12-tu, zdecydowano się natomiast na przeprowadzenie regulacji na małą wodę. Spodziewanem jest, że przez regulację zwiększy się głębokość minimalna przy stanie najniższym na 1,25 m, resztę, t. j. 0,15 m, uzupełni się zapomocą wody zapasowej ze zbiorników. Zbiorników takich jest dwa, a mianowicie jeden na Małej Panwi, drugi na Nissie Kładzkiej pod Ottmachowem. Ten ostatni ma 118 milionów m³, zamyka go grobla ziemna 5,5 Km długa. Z tej objętości zużywać się ma 86 milionów m³ jako wodę zasiłkową, 23 miliony m³ służyć ma jako rezerwoar do ochrony przed powodzią, wreszcie pewna część służyć ma do celów rybołówstwa.

Regulacja na małą wodę obejmuje stworzenie łożyska dla

1) 40.055,5 Km².

2) 47.541,9 Km².

3) 54.088,2 Km².

4) To łagodne pochylenie uznane zostało wszędzie jako niezmiernie ważne z uwagi na układ nurtu i wytworzenie się regularnych profilów.

małej wody zapomocą ostróg i ich przedłużeń, oraz regulację brzegów.

Odra dolna, od połączenia się z Wartą, jest już dużą rzeką, o dorzeczu wynoszącem w tej przestrzeni od 107.797,9 (poniżej połączenia z Wartą) do 118.611,2 (całkowite dorzecze Odry aż do ujścia do Zalewu Szczecińskiego). Zwrócić tu należy uwagę, że obie rzeki łączące się tu, t. j. Odra i Warta mają prawie równe dorzecza (54.088,2 i 53.709,7) i doprowadzają mniej więcej równe ilości dopływu¹⁾.

W partji od ujścia Warty do ujścia do zalewu, 147,2 Km długości, spadek przeciętny wynosi 0,074‰, zmieniając się w granicach od 0,2‰ do 0,002‰²⁾.

Warta jako droga wodna miała dotychczas znaczenie niewielkie, z powodu nieszczęśliwego stanu łożyska. Rozpoczęto ją regulować na serjo na przestrzeni od ujścia Proсны do ujścia do Odry w latach siedmdziesiątych; regulacja wytworzyła drogę wodną dostępną dla dużych statków aż do ujścia Noteci, dalej powyżej stan łożyska pozostawiał wiele do życzenia. Dopiero na mocy ustawy o budowie dróg wodnych w Prusiech z r. 1905. postanowiono w celu podniesienia Poznania jako punktu handlowego uzupełnić regulację Warty na przestrzeni od ujścia Noteci aż do Poznania³⁾, chcąc stworzyć drogę wodną dostępną dla statków ładujących 400—500 ton, podobnie jak na Odrze. Roboty te doprowadził rząd pruski do punktu kilka kilometrów poniżej Poznania położonego.

Jeżeli przed wojną Poznań nie odnosił korzyści z położenia nad dużą i żeglowną rzeką, z powodu nieprzeprowadzenia regulacji w należyтым stopniu, to obecnie z powodu podziału Warty między Polskę i Prusy warunki stały się jeszcze trudniejsze. Żeglugę na zachód zamyka granica celna, na wschód zły stan łożyska — wobec tego koniecznem będzie w najbliższym czasie uczynienie tego wspaniałego miasta, leżącego w naj-

¹⁾ Dolną Wartą płynie przy stanie średnim najniższym około 108,8 m³/sek, przy stanie średnim około 223 m³ sek.

²⁾ Na partji górnej 44 Km długości waha w granicach 0,2—1,13‰, na partji zaś dolnej 103,2 Km maleje od 0,09—0,002‰.

³⁾ Pod Poznaniem dorzecze wynosi 20.704 Km², odpływ przy stanie średnim najniższym 27,2 m³ sek, przy stanie średnim 84,0 m³/sek, odległość od Poznania do Ujścia do Odry 247,7 Km, spadek od Poznania do ujścia 0,192‰—0,146‰.

lepiej zagospodarowanej części Polski miastem portowem, przez przedłużenie regulacji Warty w górę i połączenie jej z Notecią, a zatem z drogą wodną Odra-Wisła¹⁾. Nie jest rzeczą niniejszej pracy podawać szczegóły tego połączenia, tu tylko wskazujemy na niezmierną ważność i pilność tej sprawy. Ponieważ droga wodna Odra-Wisła (Notec-Kanał Bydgoski-Brda) została w ostatnich czasach przebudowana dla statków ładujących 400—500 ton, a Warta pod Poznaniem posiada również warunki aby być drogą wodną tego samego typu, więc przez połączenie Warty z Notecią kanałem żeglugi uzyska się jednolitą drogę wodną łączącą Poznań z Wisłą i Gdańskiem, zdolną do pokonania wielkich transportów i podniesienia Poznania do rzędu wielkich centrów handlowo-przemysłowych.

Regulacja Odry dolnej, t. j. partji poniżej ujścia Warty, datuje się od r. 1856. W celu poprawy żeglugi zaczęto rzekę normalizować zapomocą ostróg, początkowo w stosunkowo dużych odstępach rozłożonych. Od początku lat siedmdziesiątych zaczęto ostrogi zagęszczać i utrwalac je zapomocą niskich przedłużeń ku trasie. W latach 1885/6 prawie cała przestrzeń aż po Lunow już była uregulowana, a w r. 1894 aż po Raduhn. Normalna szerokość wynosi 188 m dla średniej wody, a 132 m w poziomie stanu średniego niskiego między przedłużeniami ostróg. Dalsza partja miała już z natury duże głębokości, regulacja i stworzenie należytej drogi wodnej nie przedstawiało tu trudności.

Głębokość przy średniej wodzie przyjęto po Hohensaaten na 2 m, poniżej na 3 m. Partja ujścia ma dwa główne ramiona: Odrę i Reglitz, o szerokościach 100 do 250 m i głębokościach 3,5—8 m przy średniej wodzie²⁾.

Racjonalna regulacja w związku z kanalizacją górnej Odry sprawiły, że podczas gdy z początkiem 19-go wieku kursowały po Odrze statki o ładowności tylko 20—25 ton, zaś w roku 1839 spotykano statki ładujące 75 ton, jednak tylko przy stacjach korzystnych, a normalny ładunek wynosił 25 ton³⁾, obe-

¹⁾ Patrz Dr. M. Matakiewicz „Drogi wodne w Polsce“, Lwów 1917.

²⁾ Głębokość 3,5 m jest tylko w niewielu punktach. Poniżej Szczecina głębokość wynosi wszędzie 6 m i powyżej.

³⁾ Statki powyżej Wrocławia miały długości 35 m, szerokości 3,8 m
 zanurzenie 0,5 m, poniżej „ „ „ 39 „ „ 4,4 „
 „ 1,26 m, jednak normalnie zanurzały się tylko do 0,6 m.

nie kursują całe pociągi statków złożone z holownika i 7—8 łodzi ciężarowych, mających długość 55 m, szerokość 7,8 m i zanurzenie 1,45 m, ładujących do 500 ton.

Północno-niemiecki kanał śródlądowy.

Postanowiona uchwałą sejmu pruskiego z r. 1905 budowa tego kanału, ma na celu niżenie frachtów dla produkcji górniczej i przemysłowej, w celu jej potanienia i umożliwienia konkurencji z produkcją zagraniczną.

Jak wiadomo przedłożenie rządowe z r. 1901 obejmowało kanał od Renu do Łaby, stwarzający zatem ogniwo łączące wszystkie wielkie rzeki żeglowne północno niemieckie ze sobą, gdyż w dalszym ciągu Łaba łączy się za pośrednictwem Haveli i Sprewy¹⁾, oraz zapomocą dwu linii kanałowych z Odrą a mianowicie kanału Sprewa-Odra (Berlin-Fürstenberg)²⁾, tudzież zbudowanego na miejscu kanału Finowskiego kanału Hohenzollernów (Berlin-Hohensaaten, a Odrą do Szczecina)³⁾. Jeżeli dodamy, że Odra z Wisłą połączona jest zapomocą drogi wodnej Warta-Notec - kanał Bydgoski (Kostrzyń - Bydgoszcz), a Prusy Wschodnie zamierzano połączyć kanałem żeglugi z Wisłą, to okazuje się zrozumiałem, że przedłożenie pruskie z r. 1901 miało na celu przecięcie całych Niemiec północnych drogą wodną przebiegającą całe państwo od zachodu na wschód.

Przedłożenie to wówczas upadło, z powodu oporu prowincyj wschodnich, które nic nie zyskiwały, a mogły stracić, jak np. Górny Śląsk z powodu inwazji węgla westfalskiego na wschód. Rząd pruski wznowił jednak przedłożenie w r. 1905, jednak w zmienionej formie, żądając tylko zezwolenia na wykonanie kanału od Renu do Wezery i dalszego przedłużenia do Hanoweru. Przedłożenie zostało w tej formie uchwalone i budowa kanału bezzwłocznie rozpoczęta.

Roboty obecnie już wykonane obejmują cały system kanałów rozpoczynający się w westfalskim obszarze przemysłowym. Wchodzi w system ten już dawniej wykonany kanał Dortmund Ems z odgałęzieniem do Herne; połączenie z Renem

¹⁾ prócz tego skracających drogę kanałów Plauer K. i Ihle K.

²⁾ Statki 400—500 tonowe.

³⁾ Statki 600—700 ton.

stanowią dwa kanały: południowy w dolinie Emscher Datteln-Ruhrort, północny w dolinie Lippe Datteln-Wesel.

Połączenie kanału Dortmund-Ems z Wezerą rozpoczyna się pod Bewergern; kanał krzyżuje Wezerę i łączy się z nią pod Minden, poczem dochodzi do Hanoweru. Długość drogi wodnej Ren-Hanower wynosi okragło 320 Km; z tego partja Münster-Hanower, 209 Km długa, leży w jednym poziomie, większe trudności były przy wykonaniu połączeń z Renem, gdzie musiano zachować daleko idące środki ostrożności z powodu możliwości obniżenia się gruntu w obszarach kopalń.

Cała ta sieć została zbudowana z uwzględnieniem statków ładujących 600—700 ton, jak wynika jednak z tego co powiedziano powyżej, pojawiają się w Niemczech coraz częściej głosy fachowców, aby główną sieć kanałów przystosować dla statków ładujących 1000 ton, a nawet 1200 ton, co specjalnie przy dotychczas wykonanej partji kanału śródlądowego nie przedstawia wielkich trudności.

Od kilku jednak lat daje się spostrzegać w Niemczech silny prąd za budową dalszego ogniwa kanału śródlądowego, a mianowicie połączenia od Hanoweru do Łaby pod Magdeburgiem¹⁾.

Utworzony związek w celu poparcia budowy kanału Ren-Wezera-Łaba oddał opracowanie projektu reszty kanału firmie inżynierskiej Havestadt-Contag, która przedłożyła go w dwu alternatywach. Nie wchodząc w szczegóły zaznacza się, że racjonalniejszą wydaje się alternatywa północna, mająca też wszelkie warunki realizacji; zgadza się ona zresztą mniej więcej z projektem rządowym z r. 1899.

Trasa prowadzona jest z Hanoweru (Misburg) przez Lehrte, Oebisfelde, Neuwaldensleben do Łaby pod Heinrichsberg koło Magdeburga. Długość linii wynosi 143,2 Km²⁾, stanowisko szczytowe na rzędnej 56,6 ma długości 109 Km, potrzeba tylko 7-miu śluz.

Jak widzimy Niemcy, które poniosły w nowszych czasach ze wszystkich państw europejskich największe ofiary na wykonanie postępowej sieci dróg wodnych, nie ustają w zamia-

¹⁾ Deutsche Bauzeitung Nr. 44 i 50/1916, również Sympher Ztsch. f. Binnenschiffahrt Nr. 1 i 2/1918.

²⁾ Prócz samej linii głównej muszą być wykonane 4 odgałęzienia, łącznej długości 70,4 Km.

rach posuwania tej pracy naprzód. Jaki był cel tego wysiłku? Na to pytanie musimy sobie jasno odpowiedzieć, aby odpowiedź ta dała się zastosować także do naszych warunków gdy przejdziemy do omawiania sieci dróg wodnych w Polsce.

Otóż niewątpliwie celem tych ofiar była dążność do dalszego rozwoju uprzemysłowienia państwa, przez stworzenie przemysłu także i tam, gdzie on bez drogi wodnej, stwarzającej dopiero warunki taniego dowozu surowców, nie miałby warunków powodzenia.

Drogi wodne są jednak inwestycjami kosztownymi i wykonanie ich schodzi się zazwyczaj z rozkwitem ekonomicznym danego kraju. Można powiedzieć, że państwo zasobne lokuje swe oszczędności w tego rodzaju inwestycjach, które utrwalają jego potęgę ekonomiczną i czynią je odpornym na przyszłość. Tak było w Niemczech, które po korzystnie zakończonej wojnie z lat 1870/71 rozwinęły największą działalność na polu budowy dróg wodnych i prowadziły ją nawet w czasie wielkiej wojny, natomiast w Austrii, która zawsze cierpiała na brak zasobów, program dróg wodnych pomimo dobrych chęci i pięknych projektów nie mógł być zrealizowany.

Celem sieci dróg wodnych w Niemczech, a przedewszystkiem kanału śródlądowego było uniezależnienie produkcji przemysłowej od miejsca, względnie zrównania różnych okolic państwa pod względem możliwości produkcji przemysłowej.

3. Drogi wodne w Polsce.

W rozdziałach 1-szym i 2-gim przedstawiliśmy pokrótce stan sprawy dróg wodnych w środkowej Europie — dróg wodnych z uwagi na nasze sąsiedztwo z państwami, które je wybudowały, lub wybudować zamierzają, przedewszystkiem nas interesujących. Wobec zaznaczonej na wstępie tendencji państw zachodnich do stworzenia międzynarodowych dróg wodnych dla wielkiego transitowego ruchu, łączących ze sobą morza zapomocą wielkich rzek żeglownych i kanałów dużego typu, zapytać się należy przedewszystkiem, czy Polska ma wziąć czynny udział w tym kierunku i dążyć u siebie do budowy wielkich kanałów żeglugi, łączących się z wielkimi drogami wodnymi zachodnimi, tudzież z wielkimi rzekami żeglownymi wschodu, czy też przeciwdziałać tej tendencji?

Otóż usuwając na razie na bok sprawy własnego interesu Polski musimy na to pytanie odpowiedzieć, że prawdopodobnie przeciwdziałanie na nieby się nie zdało i nie miałyby celu, gdyż jak to już zostało postanowione w traktatach pokojowych co do niektórych rzek, akcja umiędzynarodowienia w przyszłości będzie postępować dalej, a dostępność statków obcych państw rozciąga się także i na kanały żeglugi łączące się z temi rzekami. Jeżeliby zatem wielkie drogi wodne międzynarodowe nie szły przez Polskę, to pójdą one przez inne państwa, a Polska pozbawionaby była korzyści jakieby mogła osiągnąć z ruchu transitoowego i z przyłączenia swych dróg wodnych do wielkich dróg wodnych międzynarodowych. Nie wynika z tego, ażeby pewne środki ostrożności nie były potrzebne; już samo umiędzynarodowienie rzek nasuwa obawę, że państwa ekonomicznie silne, posiadające już u siebie dużą żeglugę będą się starały opanować żeglugę w innych państwach. Inżynier francuski Imbeau¹⁾ omawiając sprawę wielkiej drogi wodnej łączącej Ren z Rodanem, a więc Morze Północne z Morzem Śródziemnym stwierdza, że Francja może mieć tylko wtedy wpływ i przewagę w żegludze na Renie, jeżeli w przyszłości Komisja Renu będzie złożona w większości z zastępców koalicji, oraz jeżeli Francja i jej sprzymierzeńcy będą właścicielami znacznej części floty Renu — floty, która obecnie jest przeważnie niemiecką i holenderską.

To samo da się zastosować i do Polski; musimy na naszych drogach wodnych rozwinąć żeglugę, stworzyć przedsiębiorstwa transportowe, postarać się o wielką ilość własnych statków, aby nie dopuścić do opanowania żeglugi u nas przez przedsiębiorstwa obce, nadto zarząd dróg wodnych musi pozostać bezwzględnie w naszych rękach.

W tym kierunku już dziś państwo polskie może rozwinąć działalność przygotowawczą pomimo, że w handlu i żegludze panuje jeszcze obecnie zastój.

Z drugiej strony, o ile chodzi o budowę dróg wodnych, musimy postępować wobec wielkich kosztów złączonych z tem robotami, oraz wobec wyczerpania kraju wyzyskiwanego od półtora wieku, a obecnie zniszczonego wojną najwięcej ze

¹⁾ Annales des ponts et chaussées 1919. III.

wszystkich krajów w Europie bardzo przezornie. Dziś nie możemy rozwijać wielkich programów na najbliższy okres lat, lecz ograniczyć się musimy do rzeczy koniecznych, których potrzeba i opłacalność już w najbliższych latach nie ulega wątpliwości. Nie wynika z tego, aby te roboty nie miały być ujęte w pewien program — owszem muszą one być częścią szeroko i celowo zakrojonego programu, tylko nie trzeba się łudzić, że ten program może być w najbliższej przyszłości wykonany. Program taki na daleką metę w zupełnie ogólnych zarysach nie trudno zakreślić, pomimo, że nasze granice nie są jeszcze ostatecznie ustalone, ani też nie wiemy w jakich stosunkach będziemy z naszymi sąsiadami. Nie ulega wątpliwości, że Polska w pierwszym rządzie musi dążyć do uzyskania dogodnych połączeń z morzami i to połączeń sięgających jaknajdalej w głąb kraju, umożliwiających dowóz surowców, których w kraju nie posiadamy, albo w niedostatecznej ilości, a powtórę do wykonania dróg wodnych więcej wewnętrznego charakteru, które umożliwią nam przewóz surowców własnej produkcji, a więc przede wszystkim węgla, drzewa, ropy, kamienia, którego obfitość posiadają Karpaty, natomiast brak odczuwają okolice północne i wschodnie.

Chcąc nakreślić schemat przyszłej sieci dróg wodnych w Polsce, kierując się przede wszystkim możliwością realizacji w czasie niezbyt odległym, musimy bezwarunkowo oprzeć się na Wiśle, jako na kręgosłupie tej sieci. Można wprawdzie krytykować obecny stan jej regulacji, mówić wiele o jej trudnych przyrodzonych warunkach, jednak nie ulega żadnej wątpliwości, że Wisła nie tylko jako droga wodna, ale także z uwagi na rolnictwo musi być regulowana, a środki jakimi dziś rozporządzamy i doświadczenie jakiegośmy do dziś dnia nabyli, nie dają żadnej wątpliwości, że zdołamy z niej zrobić dobrą drogę wodną na całej przestrzeni żeglownej, od ujścia Przemszy, aż do ujścia do morza.

Naturalnie, że typ tej drogi wodnej w różnych odcinkach będzie różny, zależnie od wielkości rzeki, o czym w dalszym ciągu obszerniej pomówimy i z czego trzeba będzie dokładnie zdać sobie sprawę, aby zapobiedz wszelkim rozczarowaniom.

Wisła daje nam zatem pierwsze, najłatwiej osiągalne

połączenie z morzem, dalsze dadzą się w przyszłości osiągnąć w następujący sposób:

1. Przypuszczając, że Śląsk górny przypadnie¹⁾ Polsce, ważnym i łatwym do osiągnięcia będzie połączenie skanalizowanej Odry pod Kozłem, gdzie znajduje się wielki port i pierwszorzędne urządzenia przeładownicze, kanałem żeglugi doliną Kłodnicy i Przemszy z Wisłą pod Oświęcimem, tudzież z kanałem żeglugi tj. galicyjskim, którego budowę rozpoczęto już przed wojną na przestrzeni od Oświęcimia do Krakowa.

2. Niezmiernie pilnym i łatwym do wykonania jest drugie połączenie, a mianowicie Wisły przez Brdę i Noteć z Wartą. O tem połączeniu była już mowa powyżej; wprawdzie Wisła łączy się zapomocą skanalizowanego ujścia Brdy, kanału Bydgoskiego, Noteci i Warty z Odrą, jednak ujścia obu tych rzek leżą poza granicą zachodnią państwa polskiego, wobec czego Warta niema połączenia z Wisłą leżącego w obrębie Polski. Połączenie takie odgałęziając się od Warty poniżej Oborników i idące na najkrótszej drodze do Noteci, wytworzy dogodne połączenie Poznania z Wisłą i z Gdańskiem.

3. Połączenie Wisły przez Narew, Biebrzę i Kanał Augustowski z Niemnem. Potrzeba tu uregulować Narew, skanalizować Biebrzę i w zupełności przebudować kanał Augustowski. Z tą drogą wodną łączy się sprawa regulacji Niemna od ujścia kanału Augustowskiego w dół, niezupełnie leżąca w naszej mocy, gdyż w najlepszym razie zaledwie część biegu Niemna będzie w naszej ręce.

4. Połączenie Niemna wzdłuż Szczary i Kanału Ogińskiego z Prypecią, oraz Bugu wzdłuż Muchawca, Kanału Królewskiego i Piny z Prypecią, a przez nią z Dnieprem, bardzo ważne, ale wymagające długich i kosztownych robót, a dalej regulacji Prypeci i Dniepru poza terytorjum Polski.

5. Połączenie Wisły z Dniestrem, bądź to przez wykonanie dalszej części kanału galicyjskiego od Krakowa do Dniestru, bądź też przez kanalizację dolnego Sanu i połączenie tej rzeki z Dniestrem zapomocą kanału żeglugi. Ta droga wodna wymaga również długotrwałych i kosztownych robót, a wobec tego, że Dniestr w obrębie Polski jest stosunkowo jeszcze niezbyt wielką rzeką, a taksamo i poza granicami Polski i wymagał będzie skanalizowania na znacznej przestrzeni, o szyb-

¹⁾ Pisane przed rozstrzygnięciem śląskiem.

kiem zrealizowaniu drogi wodnej Wisła-Dniestr-Morze-Czarne niema mowy. To samo tyczy się pomysłu drogi wodnej Wisła-Kanał galicyjski-Prut-Morze Czarne, który to projekt w swoim czasie miał również zwolenników.

6. Wymieniony na pierwszym planie w przedłożeniu rządowym o drogach wodnych projekt kanału zagłębienie węglowe-Warszawa, ma znaczenie więcej wewnętrzne i pomysł tego kanału wymaga bliższych studjów.

Z tego krótkiego przedstawienia najważniejszych połączeń wodnych wynika, że jedne z nich są łatwiejsze, inne trudniejsze do zrealizowania w niezbyt odległym czasie, wszystkie jednak opierają się o Wisłę, biorąc z niej początek. Wypływa z tego następujący plan budowy dróg wodnych w Polsce: Należy przede wszystkim regulować Wisłę w jaknajszybszym tempie i wszelkimi środkami jakie będziemy mieć do dyspozycji i od niej odśrodkowo rozpoczynać dalszą rozbudowę sieci dróg wodnych w Polsce.

Jeżeli jako pierwszy i najważniejszy punkt programu postawiliśmy regulację Wisły, to na równym miejscu pod względem pilności musimy uważać wykonanie tych robót, których koszta nie będą nadmierne, a których urzeczywistnienie umożliwi bezzwłocznie lepsze wyzyskanie drogi wodnej Wisły. Do tych robót należą wspomniane kanały łączące zagłębienie węglowe z Wisłą, a więc kanał Koźle-Gliwice doliną Kłodnicy i Przemszy do Wisły pod Oświęcimem i część kanału galicyjskiego Oświęcim-Kraków, będącą w budowie, tudzież połączenie Warty z Notecią na terytorjum Polski, wraz z ukończeniem regulacji Warty aż po Poznań, a później dalej w górę, aż do ujścia Prosnys.

Rozpoczynając od Wisły powinno się następnie w jaknajkrótszym czasie przystąpić w miarę rozporządzalnych środków do regulacji Narwi i Bugu, które to rzeki na znacznej przestrzeni stanowią będą w przyszłości dogodne drogi wodne¹⁾, rozszerzające zakres oddziaływania Wisły.

Przedstawiony tu program jest niezadawalniający dla wschodniej Małopolski, która już obecnie odczuwa, a w przyszłości jeszcze bardziej odczuwać będzie, brak tanich środków tran-

¹⁾ Patrz Dr. Maksymiljan Matakiewicz „Drogi wodne w Polsce” Lwów 1917.

sportowych, trudności w dowozie węgla, surowców i t. p. To pokrzywdzenie wynikało z założeń jakieśmy sobie postawili: chodziło o wskazanie robót najpilniejszych na najbliższy okres, osiągalnych środkami jakie będą do dyspozycji.

Niemniej jednak stwierdzić trzeba, że przeprowadzenie wyczerpujących studjów, w jaki sposób można najodpowiedniej połączyć wschodnią Małopolskę drogą wodną z Wisłą, czy to ma być tz. kanał galicyjski od Wisły do Dniestru, czy kanalizacja Sanu i połączenie go z Dniestrem, czy też trasa San-Sądowa Wisznia-Lwów do Styru lub Bugu, będzie rzeczą pilną, lecz kwestje te ostatecznie zadecydować będzie można dopiero po definitywnem ustaleniu się stosunków politycznych na terytorjum dawnej Rosji.

Po tem przygotowaniu, którego celem było określenie roli Wisły jako wielkiej drogi wodnej w Europie i najważniejszej drogi wodnej w Polsce, oraz uzyskanie wskazówek co do wymagań jakie stawiać będziemy musieli przy regulacji Wisły, możemy przystąpić do właściwego tematu.

CZĘŚĆ II.

W JAKI SPOSÓB MOŻNA W NAJKRÓTSZYM CZASIE STWORZYĆ Z WISŁY DOBRĄ DROGĘ WODNĄ?

1. Rozpatrzenie przyrodzonych warunków Wisły jako drogi wodnej¹⁾.

Wisła jest żeglowna na całej przestrzeni od ujścia Przemszy pod Oświęcimem, aż do Gdańska. Jako początek drogi wodnej Wisły doliczyć należy jednak także Przemszę na partji uregulowanej od Mysłowic do ujścia do Wisły, mającej 23,4 Km długości.

Bieg Wisły od ujścia Przemszy do rozdziału ramion podzielić trzeba pod względem wartości jej jako drogi wodnej na trzy główne części:

¹⁾ Daty hydrograficzne wzięto przeważnie z pracy autora „Regulacja Wisły”, Warszawa 1920, stanowiącej część opracowania „Monografia Wisły”, wydawanego przez Tow. Krajoznawcze w Warszawie.

I.	Wisła od ujścia Przemszy do ujścia Dunajca	. 161	Km
II.	" " " Dunajca " " Sanu	. 126,9	"
III.	" " " Sanu do rozdziału ramion	. 590,0	"
	razem	. 877,9	Km ¹⁾

W partji I-szej możemy nazwać Wisłę rzeką małą, w II-giej średnią, w III-ciej wielką, które to nazwy charakteryzują ją już ogółowo jako drogę wodną, w dalszym ciągu jednak musimy usprawiedliwić wyrażoną tu opinię, na podstawie przyrodzonych warunków Wisły w każdej z wymienionych trzech części, oraz porównania z innymi rzekami.

Partja I-sza. Dorzecze jest tu jeszcze niewielkie gdyż wzrasta od 3.911 poniżej ujścia Przemszy, do 12.826 Km² powyżej ujścia Dunajca. Dopływy Wisły w tej przestrzeni (Soła, Skawa, Raba), z wyjątkiem Przemszy, są wybitnymi rzekami górskimi, o długotrwałych stanach niskich i silnym ruchu rumowiska; stąd też i zasilenie we wodę rzeki głównej nie jest zbyt obfite i na Wisłę długotrwałymi stanami są stany niskie. Te właściwości, łącznie z niezbyt małym, jak dla drogi wodnej spadkiem (0,46‰ na pierwszych 11-tu Km, 0,365‰, po Kraków, 0,33‰ po Rabę i 0,28‰ po Dunajec) sprawiają, że od Wisły w tej przestrzeni, nawet po ukończeniu regulacji zbyt wiele wymagać nie można. O ruchu statków wielkich o znacznym zanurzeniu nie może tu być mowy, natomiast żegluga mniejsza, po ukończeniu regulacji tej przestrzeni, w związku z rozpoczęciem już zwężaniem normalnych szerokości, może się korzystnie rozwijać. Możemy tu w przyszłości liczyć na ruch statków o pojemności 100—150 ton, a więc o pokonaniu wielkich transportów, do jakich przeznaczony jest rozpoczęty już kanał od Oświęcimia do Krakowa, mogący jak wiadomo przeprowadzać statki ładujące 600—700 ton, o zanurzeniu do 1,80 m, tudzież wspomniany powyżej kanał Koźle-Gliwice-Oświęcim, nie można tu myśleć. Ale przestrzeń Wisły od Oświęcimia do Krakowa wyręczy w wielkim ruchu budowany już kanał żeglugi, idący do niej równolegle prawym brzegiem i łączący się z Wisłą skanalizowaną pod Krakowem, natomiast poniżej Krakowa

¹⁾ Doliczając do tego uregulowaną Przemszę 23,4 Km i Wisłę podzieloną 50,7 Km, wynosi cała długość drogi wodnej Wisły 952 Km. (Licząc wzdłuż Wisły Gdańskiej 975 Km).

kanal równoległy nie był projektowany, a projektowane trasy tzn. kanału galicyjskiego więcej lub mniej oddalają się od Wisły.

W partji Wisły od Krakowa aż do ujścia Dunajca¹⁾ drogę wodną dla dużego ruchu można będzie stworzyć tylko przez wykonanie kanalizacji, lub też kanału równoległego.

Że tak jest w rzeczywistości przekonać nas może porównanie Wisły w tej partji z innymi rzekami, o których mówiliśmy na wstępie; z porównania wyłączymy Ren, posiadający warunki zupełnie odrębne, a mianowicie górskie dorzecze w obszarach alpejskich, zwiększony odpływ skutkiem wyrównawczego działania jeziora Bodeńskiego i t. p., natomiast porównamy warunki przyrodzone Wisły z warunkami Wezery, Łaby i Odry, mających właściwości podobne.

Porównanie tej partji Wisły z Wezerą wypadnie dla niej jeszcze najkorzystniej, jakkolwiek również niezadowolniająco; Wezera stanowi naturalną drogę wodną większego typu od Münden, gdzie dorzecze wynosi jednak już 12.500 Km, to jest tyle ile dorzecze Wisły dopiero między Uszwią a Dunajcem.

A więc dopiero końcowy element tej partji może być porównany z Wezerą pod Münden. Na napię dróg wodnych Niemiec znajdujemy oznaczone, że na partji Wezery od Münden do Minden²⁾ największe statki jakie kursują mają 400—500 ton pojemności, podano jednak równocześnie uwagę, że te największe statki nie mogą stałe się poruszać z pełnym ładunkiem.

Z tego co powyżej powiedzieliśmy o Wezerze wynika, że regulacja wytworzyła pod Münden pas do jazdy 25—30 m szeroki i głębokość 0,75 m przy stanie średnim niskim. Wynika z tego, że rzeka w tem miejscu jako naturalna droga wodna, pomimo znakomicie przeprowadzonej regulacji, nie byłaby jeszcze sposobną do dużych transportów. Dopiero przez wykonanie przegrody ze zbiornikiem na Eder pod Hemfurt podnosi się głębokość w tej partji o 14 cm, t. j. okrągło na 90 cm, wytwarzając tzn. podwyższony stan średni niski. Jak widzimy jednak, przy tym stanie statki 400—500 tonowe, wymagające przy pełnem zanurzeniu 1,50 m głębokości mogą kursować tylko z ładunkiem conajmniej o $\frac{1}{3}$ zmniejszonym, a pełny ładunek mogą brać dopiero przy stanie średnim.

¹⁾ Od Km 80—161.

²⁾ Gdzie dorzecze wzrasta od 12.500—19.300 Km².

Biorąc pod uwagę końcową już część omawianej partii Wisły, a zatem element między Rabą i Dunajcem o dorzeczu 12.826 Km i spadku $0,28^{0}/_{00}$ i opierając się na stwierdzonych zapomocą pomiarów hydrometrycznych odpływach przy stacjach:

1. Absolutnie najniższym	2. Średnim niskim	3. Woda trwająca 210 dni w okresie żegl.	4. Średnia woda ¹⁾
27,6 m ³ /sek	43,6 m ³ /sek	75,4 m ³ /sek	102,1 m ³ sek

otrzymujemy na podstawie formuł empirycznych przy obecnej normalnej szerokości, wynoszącej 107 m następujące średnie głębokości:

$$\begin{array}{cccc} 1. Ts_1 = 0,59 \text{ m} & 2. Ts_2 = 0,78 \text{ m} & 3. Ts_3 = 1,08 \text{ m} & 4. Ts_4 = 1,27 \text{ m} \\ \text{przy chyzo-} & & & \\ \text{sciach średnich} & Vs_1 = 0,44 \text{ m} & Vs_2 = 0,52 \text{ m} & Vs_3 = 0,67 \text{ m} & Vs_4 = 0,75 \text{ m} \end{array}$$

Otóż z uwzględnieniem obecnej normalnej szerokości otrzymujemy tu średnie głębokości, a zatem głębokości jakich się w najlepszym razie spodziewać można na przejściach nurtu, niewielkie, wystarczające chyba dla małej żeglugi.

Jednak wiadomo, że obecne normalne szerokości Wisły obliczone dla średniej wody są za duże, a łozysko nie może się odpowiednio wykształcić. Koniecznym jest znaczne zwężenie normalnych szerokości, co do którego potrzeba jest przeprowadzić specjalne studja. Przyjmijmy na razie zwężenie normalnych szerokości dla stanów niskich okrągło o $\frac{1}{3}$. Wypada stąd nowa normalna szerokość dla omawianego odcinka Wisły 71 m, a profil normalny z uwzględnieniem rozszerzenia dla przepływu średniej wody przedstawia rysunek 5-ty.

Otrzymujemy tu następujące średnie głębokości: dla stanu

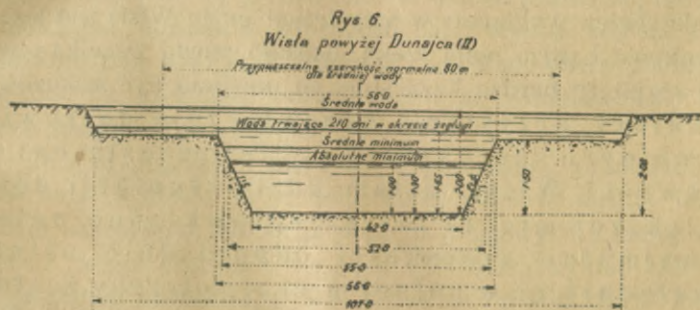


¹⁾ Według pracy „Regulacja Wisły” j. w.

absolutnie najniższego 0,8 m, średniego niskiego 1,03 m, wody trwającej 210 dni 1,40 m, średniej wody 1,70 m. Jak z tego wynika, przy stanach niskich, a nawet przy wodzie trwającej 210 dni w okresie żeglugi nie uzyskuje się wystarczających głębokości dla ruchu dużych statków powiedzmy 400—500 tonowych, które zanurzają się na 1,40 m, głęboko, a pod dnem muszą mieć jeszcze około 20 cm wody, czyli cała głębokość do jazdy musi wynosić około 1,60 m.

Ale zadajmy sobie pytanie, jak musiałby wyglądać profil w tej przestrzeni, który zadowoliliby potrzeby dużej żeglugi stwarzając drogę wodną dla statków ładujących 400—500 ton?

Jako wynik obliczenia otrzymuje się profil przedstawiony na rysunku 6-tym. Zatrzymuje on normalną szerokość dla śre-



dniej wody, równą obecnej normalnej szerokości, t. j. 107 m, normalna szerokość dla stanu średniego niskiego wynosi 55 m, nachylenie skarp — jak wogóle przy regulacjach na małą wodę 1:5. Głębokości wody wypadają następujące: dla stanu absolutnie najniższego 1,00 m, średniego najniższego 1,30 m, wody 210-dniowej 1,65 dla średniej wody 2 m. Teoretycznie zatem rzecz biorąc, stosując tak znaczne zwięźenie dla małej wody możnaby myśleć o stworzeniu profilu o dostatecznej głębokości, trzeba się jednak zapytać: 1) czy praktycznie takie zwięźenie da się wykonać i czy jest zgodne z naturą rzeki i 2) czy rezultaty osiągnięte na drodze teoretycznej urzeczywistnią się w praktyce?

Co do 1) zaznaczyć trzeba, że jakkolwiek regulacja Wisły między ujściem Przemszy a Zawichostem ciągnie się od roku 1864, a więc przez przeszło pół wieku, nie uzyskano dotych-

czas doświadczeń co do granic możliwego zwężenia łożyska. Przeciwnie normalne szerokości zastosowane przy regulacji są tak wielkie, że przewyższają znacznie normalne szerokości stosowane dla średniej wody na innych rzekach o podobnym charakterze, jak na przykład na Odrze i Łabie. Że przy takiej regulacji, którą można co najwyżej nazwać regulacją na średnią wodę, nie można było uzyskać żadnych wskazówek co do granicy dopuszczalnego zwężenia, jest zupełnie zrozumiałem. Na domiar złego zbyt wcześnie zaczęto obudowywać obydwie brzegi tamami równoległymi, sądząc, że tamy poprzeczne same nie zdołają ustalić trasy i położenia nurtu. Dopiero w ostatnich latach przed wojną (1911) zaczęto na przestrzeni między Przemszą a Krakowem wykonywać przestrzenie próbne, w których zwężono do pewnego stopnia normalne szerokości. Zwężenie to, jakkolwiek wykonane w przestrzeni gdzie Wisła jest jeszcze stosunkowo bardzo małą rzeką, okazało ponad wszelką wątpliwość rezultaty bardzo korzystne, co powinno być wskazówką, że należy przystąpić bezzwłocznie do rewizji normalnych szerokości na całej przestrzeni regulowanej Wisły, a tam gdzie regulacji dotąd w większej mierze nie przeprowadzono, należy te normalne szerokości odpowiednio ustalić, uwzględniając w pełnej mierze potrzeby żeglugi.

Jeżeli niema odpowiednich doświadczeń na samej Wiśle co do granicy możliwego zwężania łożyska, to musimy szukać przykładów na innych rzekach; wystarczy tylko zwrócić uwagę na rzeki, których stan regulacji przedstawiliśmy na wstępie, aby się przekonać, że obecna regulacja Wisły daleką jest od osiągnięcia granicy możliwej koncentracji łożyska. I tak Odra pod Wrocławiem w partji gdzie zaczyna być już drogą wodną naturalną, mającą dorzecze 21.580 Km, a zatem o 8.750,4 Km² większe od Wisły w omawianym odcinku, otrzymała normalną szerokość dla średniej wody 87 m, a dla małej wody 53 m, jak wskazuje rysunek 7-my. Zwężenia te idą zatem jeszcze dalej, jak to podaje teoretyczny profil dla Wisły przedstawiony na rysunku 6-tym, z czego wynika, że nie można z góry wykluczać tak znacznej koncentracji. Naturalnie, że tu dopiero zadecyduje doświadczenie uzyskane w miarę przeprowadzenia dalszej koncentracji łożyska, lecz nie można z góry zamykać

oczku na doświadczenia uzyskane na innych rzekach, które przecież powinny być dla nas punktem wyjścia.



Weźmy jednak inny przykład, mianowicie Łabę. Łąba jednak aż do Uścia jest skanalizowana, przy granicy saskiej ma zaś już duże dorzecze wynoszące 51.000 Km², a zatem 4 razy tyle jak Wisły w omawianym odcinku. Odpływ tak przy stacjach niskich jak i średnich przekracza przeszło dwukrotnie odpływ Wisły w tej przestrzeni, a spadek prawie się nie różni. Tymczasem normalna szerokość Łąby wynosi 100 m, a czterokrotnie pod względem dorzecza mniejszą Wisłę regulujemy obecnie na szerokość normalną 107 m i obudowujemy ją jeszcze tamami równoległemi!

Jednak regulacja Łąby we wspomnianej przestrzeni jest właściwie regulacją na średnią wodę, gdyż w obrębie łożyska 100 m szerokiego dokonują dopiero poprawy dla małej wody, wobec czego przykład ten, jak również przykład Odry pod Wrocławiem stwierdzają, że obecne normalne szerokości Wisły są i dla średniej wody za duże i należy bezwzględnie dążyć do ich poprawienia.

Według wszelkiego prawdopodobieństwa normalna szerokość dla średniej wody w omawianym odcinku nie powinna przekraczać 80 m; potwierdzają to spostrzeżenia tak na Odrze, jak i na Łąbie, a wreszcie na Wiśle samej¹⁾.

Co do punktu 2) zauważyć trzeba, że jak praktyka wykazała, rezultaty regulacji nigdy nie dorównują wynikom otrzymanym z obliczeń. Do obliczenia przyjęliśmy tu profil trapezowy taki, jaki wytwarza się w przybliżeniu na przejściach. Pamiętać trzeba jednak o tem, że o głębokości zanurzenia

¹⁾ W przestrzeni między ujściem Przemszy a Krakowem dokonuje się już zwężenie obecnych normalnych szerokości, które wynoszą od 43 m do 80 m, na 43 do 70 m, przyczem liczone profile dla wody trwającej w okresie żeglugi 215 dni. Między Krakowem a ujściem Dunajca normalna szerokość regulacji zasadniczej wzrastałaby od 70 do 80 m.

statków decydują nie warunki przeciętne, lecz jeden lub kilka progów mniej wyrobionych, a zatem mniej korzystnych. Z tego powodu należałoby już z góry wyniki co do spodziewanej głębokości uzyskane z obliczeń obniżyć, powiedzmy dla średniej wody o $\frac{1}{4}$, a dla małej wody o $\frac{1}{3}$ i dopiero może rezultat będzie zbliżony do tego co w praktyce da się uzyskać. Przyjmując tę, czysto zresztą empiryczną normę, dla warunków przedstawionych na rysunku 6-tym, otrzymalibyśmy głębokość dla żeglugi przy stanie absolutnie najniższym 0,66 m, przy średnim niskim 0,9 przy wodzie 210-cio dniowej 1,20 m, przy średniej wodzie 1,50 m. Jest rzeczą jasną, że te głębokości nie wystarczają dla wielkiej żeglugi; większą głębokość uzyskujemy tylko dla wody średniej, która jednak nie może być przez żeglugę dostatecznie wyzyskana, a to dlatego, że stany średnie nie są długotrwałymi i stanowią tylko przejście od stanów wysokich do niskich.

Na zakończenie charakterystyki tej przestrzeni Wisły trzeba jeszcze dodać, że obie rzeki sąsiednie, t. j. tak Odra, jak i Łaba, w miejscu gdzie tak pod względem wielkości dorzecza, jak i spadku, mogą być zupełnie dobrze porównane z Wisłą w omawianej przestrzeni, nie były pomimo uregulowania dobrmi naturalnymi drogami wodnymi i aby stworzyć z nich drogi wodne dużego typu musiano je skanalizować. Kanalizacja Odry kończy się pod Wrocławiem gdzie dorzecze wynosi 21580 Km², a Łaby pod Uściem, gdzie dorzecze osiąga 49.650 Km².

A wreszcie jeszcze jedno. Omawiając przestrzeń Wisły od ujścia Przemszy do ujścia Dunajca zastanowiliśmy się głębiej nad partją końcową, mającą warunki jeszcze najkorzystniejsze, a zatem największe dorzecze, największą ilość wody i najmniejszy spadek. Jeżeli w tym końcowym odcinku nie zdołaliśmy wykazać warunków koniecznych dla drogi wodnej wielkiego typu, to tembardziej dotyczy to i całej przestrzeni powyżej położonej.

Partja II-ga od ujścia Dunajca do ujścia Sanu. Dorzecze wynosi w tej przestrzeni od 19.918,8 Km² poniżej ujścia Dunajca, do 33.358,0 Km² powyżej ujścia Sanu, a spadek jest prawie stały i wynosi 0,28‰.

Według tego cośmy powyżej powiedzieli nie ulega prawie wątpliwości, że od ujścia Dunajca Wisła należycie uregulowana

może stanowić w przyszłości drogę wodną dużego typu. Jako poparcie tego twierdzenia może służyć Odra, którą tylko do Wrocławia musiano skanalizować, poniżej zaś, przy dorzeczu prawie równym Wiśle poniżej Dunajca, bo wynoszącym 21.580 Km² i przy prawie równym spadku, stanowi drogę wodną dostępną dla wielkich statków, ładujących 400—500 ton. Podobnie Wezera pod Minden, gdzie dorzecze wynosi 19.300 Km², spadek zaś 0,33‰ a nawet jeszcze znacznie wyżej, gdyż od Hameln, jest dostępną dla statków nawet 600 tonowych. Niema żadnego powodu, aby Wisłę uważać za rzekę o mniej korzystnych warunkach przyrodzonych, jak Odrę lub Wezerę, raczej przeciwnie, gdyż co do odpływu wód przy niskich stanach, dzięki wyjątkowo obfitemu odpływowi Przemszy, Dunajca, a także niedaleko poniżej Dunajca uchodzącej Nidy (4,5 Km) Wisła w tej partji posiada warunki korzystniejsze. Że w Czechach Łabę poniżej połączenia z Wełtawą, gdzie ona jest już rzeką dużą, o dorzeczu 41.800 Km², skanalizowano, powodem było zapewne to, że spadki w tej przestrzeni były bardzo zmienne a nawet występowały skaliste progi. Ponadto mogła tu przeważać decyzję na korzyść kanalizacji i ta okoliczność, że koszt kanalizacji Łaby od połączenia z Wełtawą aż do Uścia, pokrywał w przeważnej części fundusz państwowy austriacki.

Jeżeli tak jest, jeżeli Wisła w tej przestrzeni może mieć rzeczywiście warunki wielkiej drogi wodnej, to z góry zarzucić trzeba wszelką myśl czy to kanału równoległego, czy to kanalizacji, gdyż nie ulega wątpliwości, że droga wodna naturalna będzie najdogodniejsza i najtańsza.

Jak może się w przyszłości przedstawiać profil w tej przestrzeni? Obecna normalna szerokość dla średniej wody wynosząca poniżej ujścia Dunajca 151 m i zwiększająca się do ujścia Sanu na 192 m, jest nadmiernie wielka, o czem kierownicy regulacji Wisły na podstawie dotychczasowych doświadczeń najdokładniej się przekonali. Według doświadczeń na innych rzekach, a więc na Odrze, Łabie i Wezerze, a także i na dolnym Menie, którego normalna szerokość w partji końcowej (przy dorzeczu 27.600 Km² i spadku 0,23‰) wynosiła od 95 do 105 m, powinnaby normalna szerokość Wisły poniżej Dunajca dla średniej wody wynosić nie więcej jak 100 m. Jeżeli przyjmujemy, że w przestrzeni tej średnia głębokość od ujścia

Dunajca aż do ujścia Sanu nie wiele się zmieni, to przyrost szerokości normalnej B powinien wzrosć wobec tego, że spadek się prawie nie zmienia, proporcjonalnie do przyrostu objętości, normalnej wody gdyż $Q=Bts \cdot Vs=Bts \cdot K\sqrt{tsi}$, więc $B : B1=Q : Q1$. Te normalne objętości są :

	poniżej Dunajca	owyżej Sanu
1. dla stanu średniego ¹⁾ . . .	166,9 m ³ /sek	228,8 m ³ /sek
2. „ „ trwającego 210 dni w okresie żeglugi ²⁾ . . .	117,1 „	162,1 „

a stosunek objętości pierwszych wynosi 1 : 1,37, drugich 1 : 1,38 obydwie stosunki są zatem prawie równe.

Wynikałaby stąd normalna szerokość dla średniej wody powyżej ujścia Sanu 137 m.

I znowu musimy tu wyraźnie zaznaczyć, że dopiero doświadczenie okaże, czy te normalne szerokości będą odpowiednie. W każdym razie są to te wymiary, do których na podstawie doświadczeń na innych rzekach należy dążyć, zwłaszcza, że obecne normalne szerokości, również w sposób empiryczny obrane, okazały się stanowczo za duże. Na zasadę Lavale'a, że wielkość rzek, a więc ich przekroje, są wynikiem ilości wód przepływających w ciągu roku, można się zupełnie zgodzić — wynika z niej, co również potwierdziły regulacje dotąd wykonane, że nadmiernie łożyska średniej i małej wody zwężać nie można, w każdym razie jednak regulacja musi dążyć do osiągnięcia maximum korzyści, a zatem do ustalenia profilu jaknajwięcej zwartego, który jednak równocześnie daje gwarancję stałości tak w sytuacji, jak i w profilu podłużnym.

Partja Wisły od ujścia Dunajca, jako pośrednia między partjami, na których Wisła jest z jednej strony małą, z drugiej zaś strony dużą rzeką ma zasadnicze znaczenie dla ustalenia normalnych szerokości na całej Wiśle i tu należałoby bezwzględnie przystąpić do wykonania przestrzeni próbnych.

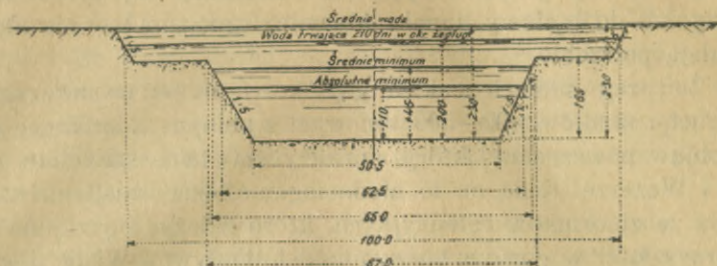
Jak się teraz przedstawi profil Wisły poniżej Dunajca i jakie z obliczenia otrzymuje się głębokości?

Wynik obliczenia (dla odcinka początkowego między Dunajcem a Nidą) przedstawia profil na rysunku 8-ym.

¹⁾ Według przyjęcia do obliczenia profilów z r. 1889.

²⁾ Według „Regulacji Wisły”, Monografia Wisły j. w.

Rys. 8.
Wisła poniżej Dunajca.



Otrzymałmy tu następujące wyniki:

	Objętość w m ³ sek ¹)	Spadek ‰	Szerokość normalna	Głębokość profilu tra- pezowego
Stan absolutnie najniższy	39,0	0,28 m	62,5 m	1,10 m
„ średni niski	62,7	„ „	65,0 „	1,45 „
Woda trwająca 210 dni w okre- sie żeglugi	117,1	„ „	100,0 „	2,00 „
Woda średnia	166,9	„ „	103,0 „	2,30 „

Przyjmując powyżej podane założenie, że w praktyce nie możemy spodziewać się wszędzie takiego wykształcenia się łóżyska, jak wynika z obliczenia i redukując rezultaty obliczenia głębokości o $\frac{1}{3}$ przy stanach niskich, a o $\frac{1}{4}$ przy średnich, otrzymujemy następujące głębokości:

stan najniższy,	średni niski,	woda 210 dniowa,	woda średnia,
0,74 m	1,00 m	1,50 m	1,70 m

Wyniki te pouczają, że przy projektowanej koncentracji łożyska uzyska się z pewnością przez 210 dni w okresie żeglugi warunki potrzebne do ruchu statków 400—500 tonowych z pełnym ładunkiem, a przez 60 dni w okresie żeglugi z ładunkiem zmniejszonym. Przy stanie średnim niskim możliwe jest wyzyskanie $\frac{2}{3}$, a przy najniższych $\frac{1}{3}$ pojemności.

Wyniki te stwierdzają ponad wszelką wątpliwość, że Wisła w przestrzeni od ujścia Dunajca do ujścia Sanu po zwięźeniu normalnej szerokości dla wody średniej i przeprowadzeniu regulacji, na małą wodę nadawać się może do ruchu statków

¹) Według „Regulacji Wisły“ j. w.

400—500 tonowych, a więc może być drogą wodną tego typu, jak Odra poniżej Wrocławia. Z tego wynika dyrektywa, że wszelkie pomysły zmierzające do kanalizacji tej przestrzeni Wisły, lub do budowy kanału równoległego, zupełnie nie odpowiadają potrzebie.

Że przy stanach niskich głębokości nie są wystarczające do ruchu statków 400—500 tonowych z pełnym ładunkiem, jest to objaw powszechny, który zauważyliśmy także na Odrze, Łabie i Wezerze. Radą na to niedomaganie będzie zasilenie rzeki wodą ze zbiorników retencyjnych, które założyć będzie można w przyszłości w górnym biegu górskich dopływów Wisły, a więc Soły, Skawy i Dunajca. Gdybyśmy chcieli podnieść stan absolutnie najniższy, którego trwanie przyjmijmy na 1 miesiąc, (względnie dwumiesięczny okres trwania stanów niższych od średniego niskiego), to trzeba by na ten czas mieć do dyspozycji w zbiornikach: $30 \times 86400 \times 23,7 \text{ m}^3 \text{ }^1) = 61,430.000 \text{ m}^3$. Wynika z tego, że zapomocą zbiorników retencyjnych o pojemności łącznej od kilkudziesięciu do stu milionów m^3 możemy znacznie poprawić żeglowność Wisły w tej przestrzeni przy stanach niskich. Że odpowiednie miejsca na te zbiorniki się znajdują, nie ulega wątpliwości, w każdym razie akcja zasilania Wisły przy niskich stanach wodą ze zbiorników będzie dopiero aktualna po przeprowadzeniu regulacji zasadniczej i regulacji na małą wodę i po dokładnym zbadaniu skutku wykonanych robót. Pomimo tego już obecnie przy sposobności innych robót, jak w celu wyzyskania sił wodnych, ochrony przed powodzią, powinno się popierać usilnie zakładanie zbiorników retencyjnych.

Zastanowiliśmy się tu bliżej nad kształtem profilu normalnego w tej przestrzeni, gdyż jak już powyżej wspomniano, przestrzeń ta jest szczególnie ciekawa z uwagi na to, że stanowi przejście między Wisłą jako rzeką małą, a dużą.

Partja III-cia od ujścia Sanu do ujścia Narwi. Dorzecze w tej przestrzeni wynosi od 50.585,3 poniżej ujścia Sanu, do 85.512 Km^2 powyżej ujścia Narwi; spadek wynosi przeciętnie 0,268‰. Spadek ten jest jednak zmienny, a szczegółowe dane co do granic zmian spadku uzyskać będzie można dopiero po zdjęciu i opracowaniu nowego profilu podłużnego.

¹⁾ 23,7 m^3 jest to różnica odplywów przy stanie średnim i niskim i stanie najniższym (62,7—39,0] m^3/sek).

Obecna normalna szerokość dla średniej wody od ujścia Sanu do Zawichosta wynosi 231 m i nie ulega wątpliwości, że jest nadmiernie wielka. Dalej poniżej normalne szerokości nie są unormowane, gdyż szerokości według projektu Kostenieckiego z lat siedemdziesiątych, również dla średniej wody oznaczone, nie wytrzymują krytyki. Tak na przykład normalną szerokość Wisły pod Warszawą¹⁾ oznaczono na 342 m, podczas gdy normalna szerokość Wisły w Prusiech, a zatem poniżej Narwi²⁾ wynosi 300 m.

Aby się zorientować do jakiej koncentracji łożyska w tej przestrzeni należy dążyć, obliczmy normalne szerokości w odcinkach skrajnych, t. j. poniżej Sanu i powyżej Narwi, biorąc za podstawę objętości wody przy stanie trwającym 210 dni w okresie żeglugi, oraz podane powyżej spadki przeciętne.

Jako punkt wyjścia weźmy normalną szerokość oznaczoną poprzednio dla odcinka powyżej Sanu dla średniej wody na 137 m.

$$\text{Ponieważ } Q = B \, t_s \, V_s = B \, t_s \, K \sqrt{t_s \, i} = B \, t_s^{3/2} \, K \, i^{1/2}$$

$$Q = \dots \dots \dots = B_1 \, t_{s1}^{3/2} \, K_1 \, i_1^{1/2}$$

i zakładając $i = i_1$, $t_s = \frac{B}{n}$, $t_{s1} = \frac{B_1}{n}$ otrzymujemy w przybliżeniu

$$\frac{Q_1}{Q} = \left(\frac{B}{B_1}\right)^{3/2} \text{ czyli } B = B_1 \left(\frac{Q}{Q_1}\right)^{2/3}$$

	Odcinek powyżej Sanu	poniżej Sanu	powyżej Narwi
Objętość wody 210 dniowej	162,1 m ³ sek	248,0 m ³ sek	310 m ³ sek
Szerokość normalna dla średniej wody	137 m	162,3 m	178,2 ..

Otrzymane tu dla partji Wisły od ujścia Sanu do ujścia Narwi normalne szerokości dla średniej wody wydają się nam na razie wobec szerokości obecnie stosowanych jako zbyt małe, trudne do zrealizowania. Gdybyśmy według tej samej zasady oznaczyli normalną szerokość Wisły dla wody średniej poniżej ujścia Narwi, gdzie woda 210-cio dniowa wynosi 464,5 m³/sek³⁾,

¹⁾ dorzecze okr. 84.000 Km, spadek przeciętny 0,211‰/ok.

²⁾ dorzecze okr. 158.982 Km, spadek przeciętny 0,18‰/ok.

³⁾ Według Regulacji Wisły* j. w.

otrzymalibyśmy szerokość z uwzględnieniem zmniejszenia spadku 253,6 m, podczas gdy zastosowana i wypraktykowana szerokość wynosi 300 m¹⁾.

Dla orientacji przeliczymy jakie będą szerokości z założeniem stałej średniej głębokości, a zatem przyjmując wzrost szerokości według zasady poprzednio już zastosowanej, proporcjonalnie do wzrostu objętości. Wypadają w ten sposób następujące szerokości, które z uwagi na sposób rachowania są raczej za duże, jak za małe.

	a) Odcinek powyżej Sanu	b) poniżej Sanu	c) powyżej Narwi	d) poniżej Narwi
Objętość wody 210 dniowej . . .	162,1 m ³ sek	248,0 m ³ sek	310,0 m ³ /sek	464,5 m ³ /sek
Szerokość normalna dla średniej wody	137 m	209,7 m ²⁾	262,0 m ³⁾	392,2 m ²⁾

Te szerokości jednak nie mogą nas zadowolnić, gdyż wypadają zbyt wielkie, co odbija się wyraźnie przedewszystkiem na ostatniej przestrzeni (Wisła poniżej Narwi), dla której zastosowano w Prusiech szerokość 300 m.

Ale tą ostatnią partją nie potrzebujemy się tu kłopotać, gdyż ma ona już ustaloną i wybudowaną normalną szerokość dla średniej wody, natomiast szerokości dla partji od Sanu aż do Narwi wymagają jeszcze bliższego rozpatrzenia. Aby użyć pewne wskazówki, zwróćmy się po nie do innych rzek już uregulowanych, przedewszystkiem do tych, które omówiliśmy w wstępie.

Celem uzyskania należytej orientacji porównamy każdą z zestawionych tu sekcji Wisły (od a—d) z osobną, z podobnemi pod względem wielkości dorzecza i spadku przeciętnego sekcjami innych rzek.

¹⁾ Poprawka z uwagi na zmianę spadku z 0,268 na 0,18 uwzględniona w stosunku $\sqrt{\frac{i}{i}}$ zwiększa tę szerokość na 253,6 m.

²⁾ Ta wartość poprawiona z uwagi na zmniejszenie spadku przez pomnożenie czynnikiem $\sqrt{\frac{i}{i}} = \sqrt{\frac{0,268}{0,180}} = 1,22$ daje aż 478, 5 m.

³⁾ Autor w „Regulacji Wisły“ j. otrzymuje dla tych odcinków szerokości 209 m i 244 m, uwzględnia jednak spadki lokalne 0,241 i 0,211.

a) Odcinek Wisły powyżej ujścia Sanu, dorzecze 33.358 Km² spadek 0,28⁰/₀₀; dawna szerokość normalna dla średniej wody **192 m**, oznaczona powyżej **137 m**.

Odra powyżej ujścia Katzbach: dorzecze 27.242 Km², spadek 0,273⁰/₀₀ szerokość normalna dla średniej wody **87 m**, powyżej granicy okręgu frankfurckiego: dorzecze 29.443 Km², spadek 0,289⁰/₀₀ szerokość **94 m**, powyżej ujścia Obrzycka: dorzecze 38.114 Km², spadek 0,273⁰/₀₀, szerokość **110 m**, a zatem znacznie mniejsza od przyjętej szerokości dla Wisły.

Łaba przed połączeniem z Wełtawą jest rzeką mniejszą od Wisły powyżej Sanu i spadek ma większy, więc nie może być tu porównywana. Natomiast po połączeniu z Wełtawą jest już pod względem dorzecza większa od Wisły powyżej Sanu, gdyż dorzecze wynosi 41.809,7 Km²; spadek do granicy poniżej Melnika jest 0,269⁰/₀₀ więc bardzo zbliżony do spadku Wisły. Normalna szerokość dla średniej wody od ujścia Wełtawy (Melnik) do Litomierzyc wynosiła tylko **104 m**, od Litomierzyc w dół **114 m**¹⁾. Pomimo więc znacznie większego dorzecza i tu normalna szerokość jest mniejsza jak przyjęta dla Wisły, przyczem zwrócić należy uwagę na zgodność obu szerokości Odry i Łaby.

Wezera pod Minden: dorzecze 19.300 Km², spadek wynosi 0,33⁰/₀₀ normalna szerokość dla średniej wody wynosi 50—70 m, między Hoya a ujściem Allery: dorzecze 22.200 do 22.300, spadek 0,25⁰/₀₀, szerokość 66 m, od ujścia Allery do Dreje (do granicy spiętrzenia jazu pod Hemelingen): dorzecze od 37.900 do 38.300, spadek 0,183⁰/₀₀, szerokość **103 do 112 m**. I tu zatem szerokości są znacznie mniejsze od przyjętych dla Wisły.

b) Odcinek Wisły poniżej ujścia Sanu, dorzecze 50.585,3 Km², spadek wyrównany w części początkowej 0,26⁰/₀₀ przeciętny na dłuższej przestrzeni 0,268⁰/₀₀, normalna szerokość dla średniej wody dotychczas stosowana 231 m. Z tą częścią Wisły porównać można Odrę powyżej ujścia Warty oraz Łabę poniżej granicy czesko-saskiej.

Odra od ujścia Obrzycka do ujścia Bobra: do-

¹⁾ Wyjątkowo w miejscach gdzie chodziło o wytworzenie silnego prądu zwięzono ją do 76 m.

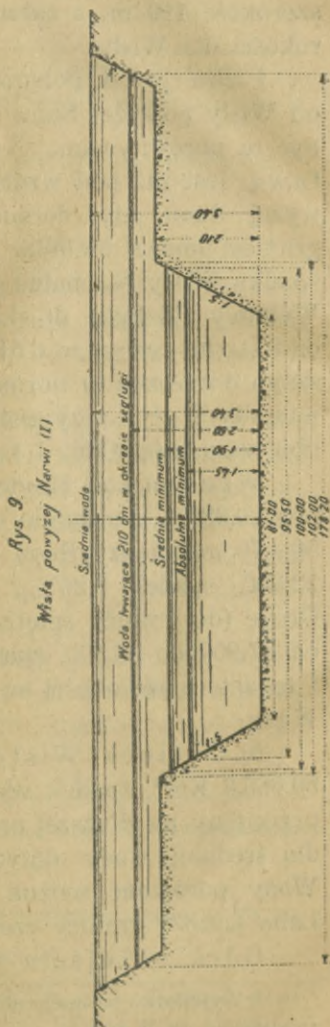
rzecze 39.906—41.055 Km², spadek 0,251⁰/₀₀, szerokość normalna dla średniej wody **120 m**. Od ujścia Bobra do ujścia Nissy Łużyckiej: dorzecze 46.993 do 47.542 Km², spadek 0,270⁰/₀₀, szerokość **135 m**. Od ujścia Nissy Łużyckiej do ujścia Warty: dorzecze 51.774 do 54.088, 2 Km², spadek 0,274⁰/₀₀, szerokość **150 m**.

Łaba poniżej granicy czesko-saskiej do ujścia Saali: dorzecze 48.576,9 Km²—70.269,5 Km², spadek do Elstery 0,263—0,214⁰/₀₀, dalej poniżej do ujścia Saali od 0,233—0,199⁰/₀₀, normalne szerokości dla średniej wody do Elstery **113 m**, do ujścia Saali zmienne **od 110 do 151 m**.

Z tych danych należałoby wywnioskować, że obliczona na str. 50-tej normalna szerokość dla odcinka Wisły poniżej Sanu, wynosząca **162,3 m**, nie jest za mała.

c) Odcinek Wisły powyżej Narwi, dorzecze 85.512 Km², spadek przeciętny 0,268⁰/₀₀, normalna szerokość dotąd nie ustalona, gdyż szerokości z projektu Kostenieckiego nie mogą być brane w rachubę. Z tą przestrzenią możemy porównać tylko Łabę między Saalą a Hawelą, gdzie dorzecze wzrasta od 70.269,5 Km² powyżej ujścia Saali, do 97.845,7 Km² powyżej ujścia Haweli, spadek jest jednak mniejszy od spadku Wisły w tej przestrzeni, gdyż wynosi 0,201—0,177⁰/₀₀.

Jak z tego widać Łaba w tej partji jest tak pod względem dorzecza jak i spadku rzeką trochę większą od Wisły powyżej Narwi. Normalne szerokości dla średniej wody wynoszą między Saalą a Hawelą **170—188 m**, co stwierdza, że oznaczona



na str. 50-tej normalna szerokość Wisły powyżej Narwi 178 m nie jest za mała.

d) Odcinek Wisły poniżej ujścia Narwi, dorzecze 158.982 Km², spadek 0,18‰, normalna szerokość dla średniej wody na uregulowanej Wiśle w Prusach 300 m¹).

Z tą partją Wisły możemy tylko porównać Łabę dolną poniżej Haweli, jakkolwiek dorzecze jest tu mniejsze, gdyż od 70.269,5 powyżej Haweli wzrasta do 144.054,9 Km² przy ujściu, spadek zaś jest jednak także mniejszy gdyż wynosi między Hawelą a ujściem Jetzel 0,144—0,122‰, poniżej zaś aż do Sewy 0,123—0,093.

Normalne szerokości dla średniej wody wynoszą między Hawelą a Jetzel **226, 245 i 257 m** między Jetzel a Sewą **238—313 m**.

Z tych danych uzyskanych na podstawie długoletnich doświadczeń wynika, że nie można twierdzić jakoby normalna szerokość Wisły w Prusach przyjęta do Drwęcy na 300 m, dalej zaś poniżej na 375 m była już zupełnie niewzruszalna i nasuwa się uwaga, czy nie należałoby jej ograniczyć. W tym kierunku idą właśnie propozycje niektórych nowszych autorów niemieckich²⁾. Ale nie zaprzatajmy sobie głowy tą kwestją którą łatwo rozstrzygnąć mogą kierownicy regulacji, mając w tej przestrzeni tak bogaty materiał spostrzeżeń — nie będzie tu trudnem rozstrzygnąć, czy należy jeszcze zwięzać wybudowaną już normalną szerokość, czy też od razu przystąpić do regulacji na małą wodę. W każdym razie normalna szerokość 300 m na Wiśle w Prusach, w porównaniu z normalnymi szerokościami projektu Kostenieckiego, oznaczonymi dla Wisły w Królestwie od Zawichosta do granicy Prus na 320—363 m jest już bez porównania odpowiedniejszą i bliską prawdopodobnie wartości najodpowiedniejszej.

Przeprowadzony powyżej przegląd normalnych szerokości Odry, Wezery i Łaby poucza, że obliczone na stronie 50-tej szerokości normalne dla Wisły stosunkowo nie są za małe, ra-

¹⁾ do ujścia Drwęcy, poniżej 375 m.

²⁾ Patrz Niese u Schmidt: Vorschläge zum Ausbau der Weichsel Ztscht. f. Bauwesen 1918.

czej można stwierdzić, że na wymienionych rzekach zastosowano jeszcze większą koncentrację łóżyska. Pewną obawą napełnia nas jednak to, że szerokości stosowane dotychczas w Galicji były znacznie większe, a także i szerokość zastosowana w Prusach była od obliczonych tu szerokości stosunkowo większa. Chcąc rozważyć wszystkie możliwości oprzyjmy się na szerokości normalnej 300 m, przyjętej dla Wisły poniżej ujścia Narwi i na podstawie stosunku objętości przepływu i formuły poprzednio zastosowanej z uwzględnieniem również redukcji z powodu zmiany spadku:

$B = B_1 \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^{2/5} \sqrt{\frac{i_1}{i}}$ oznaczony wstecz szerokości dla Wisły powyżej ujścia Narwi i poniżej, oraz powyżej ujścia Sanu.

	Odcinek poniżej Narwi	powyżej Narwi	poniżej Sanu	powyżej Sanu
Objętość wody 210 dniowej	464,5 m ³ /sek	310 m ³ /sek	248 m ³ /sek	162,1 m ³ /sek
Spadek	0,18‰	0,268‰	0,268‰	0,268‰
Szerokość normalna średniej wody	300 m	209,3 m	191,4 m	161,5 m

Gdybyśmy wreszcie poszli jeszcze dalej wstecz i obliczyli normalną szerokość dla Wisły poniżej Dunajca według przedstawionych tu zasad, otrzymalibyśmy szerokość 141,5 m, byliśmy zatem bardzo bliscy obecnie stosowanej tam szerokości 151 m, która jest jednak zbyt wielka. Tak daleko jednak iść nie możemy — byłoby niewłaściwym wnioskować o szerokościach normalnych Wisły w przestrzeni zbyt odległej od podstawy porównawczej, t. j. od Wisły poniżej Narwi. Otrzymałiśmy zatem dla trzech omawianych tu odcinków Wisły dwa szeregi wartości, z których jedno nazwijmy wartościami maksymalnymi, drugie wartościami minimalnymi; przedstawiają się one w sposób następujący:

	Wisła powyżej Sanu	poniżej Sanu	powyżej Narwi	poniżej Narwi
Normalna szerokość wartości maksymalne	161,5 m	191,4 m	209,3 m	300,0 m
wartości minimalne	137,0 m	162,3 m	178,2 m	253,6 m
Różnica	24,5 m	29,1 m	31,1 m	46,4 m

Co do tych wartości zauważyć należy 1) że obydwa szeregi zawierają cyfry znacznie niższe od szerokości dotychczas stosowanych, dalej 2) że drugi szereg przedstawia wartości więcej zbliżone do normalnych szerokości na innych rzekach jakkolwiek jeszcze od nich wyższe, wreszcie 3), że różnice wartości obu szeregów nie są już właściwie znaczne, z wyjątkiem może wartości dla przestrzeni poniżej Narwi. Otóż nie kusząc się o podanie tu wartości ostatecznych, niewzruszalnych, zaznaczyć trzeba, że drugi szereg według wszelkich danych podaje wartości do których w praktyce dążyć należy, a spieszne wykonanie przestrzeni próbnych da najlepsze wskazówki, czy taka koncentracja łożyska będzie odpowiednia. Dla uzyskania obrazu, jak się przedstawiają głębokości w przestrzeni między Sanem a Narwią, weźmy pod uwagę odcinek powyżej ujścia Narwi i przeliczmy profil regulacyjny, jako profil dwuczęściowy; jako normalną szerokość łożyska małej wody przyjmijmy stosownie do odpowiednich wartości na Odrze i Łabie okrągło 100 m, która to wartość odpowiada zresztą przyjętej dla Wisły poniżej Dunajca szerokości dla małej wody, zredukowanej według stosunku $\left(\frac{Q}{Q_1}\right)^{2/3}$, przy czem Q i Q_1 oznaczają objętości przy stanach niskich w obu odcinkach. Wynik obliczenia przedstawiony jest na rysunku 9-tym¹⁾. Głębokości jakie otrzymano są:

- | | |
|--|--------|
| 1. przy stanie absolutnie najniższym . . . | 1,45 m |
| 2. „ średnim niskim | 1,90 „ |
| 3. „ wodzie trwającej 210 dni w okresie
żeglugi | 2,60 „ |
| 4. przy średniej wodzie | 3,40 m |

Gdybyśmy te głębokości otrzymane z obliczenia zmniejszyli dla progów według powyżej przyjętej zasady praktycznej przy stanach niskich o $\frac{1}{3}$, a przy stanach średnich o $\frac{1}{4}$, zawsze jeszcze otrzymamy przy powyższych stanach głębokości 1,00 m, 1,30 m, 1,95 m i 2,55 m. Co do tych głębokości zauważyć należy, że dwie pierwsze, t. j. głębokości przy stanach niskich, mają wartości zbliżone do tych, do jakich dąży się

¹⁾ Do obliczenia przyjęto odpływ absolutnie najniższy 104 m³/sek, średnia najniższy 173 m³/sek, woda 210 dniowa 310,0 m³/sek, średnia woda około 500 m³/sek, spadek przeciętny 0,268‰.

przy regulacji Odry i Łaby przez regulację na małą wodę, natomiast ostatnie dwie wartości wypadają zbyt duże — skok między obliczonym stanem średnim niskim, a wodą trwającą w okr. żegl. 210 dni (70 cm), a tak samo skok między tym stanem, a obliczonym stanem średnim (80 cm) są zbyt duże. Wprawdzie byłoby to bardzo korzystnym dla żeglugi, gdyby takie głębokości można było uzyskać, jednak powstają tu już w części środkowej łożyska zbyt znaczne chyżości średnie (przy wodzie 210-cio dniowej 1,21 m, a przy wodzie średniej 1,40 m) niewygodne dla żeglugi, a nadto zachodzi obawa czy profil w tych warunkach mógłby się utrzymać. Otóż najskuteczniejszym środkiem poprawy będzie tu rozszerzenie profilu małej wody, powiedzmy na 120 m, ale również i rozszerzenie profilu średniej wody okazuje się pożądane. Rozszerzenia tego dokonamy na następującej zasadzie: ponieważ w partji między dwoma większemi dopływami, np. między Sanem a Narwią, nie potrzeba zbyt powiększać głębokości, z powodu że charakter rzeki się niewiele zmienia, a powtóre, że na takim odcinku rzeki warunki żeglugi powinny być mniej więcej jednakowe, przeto zakładając mało zmienne głębokości, możemy przyjąć wzrost szerokości proporcjonalnie do objętości, jak to zresztą zrobiliśmy już powyżej dla odcinka Wisły od ujścia Dunajca do ujścia Sanu. Takie przyjęcie ma i z tego względu pewne uzasadnienie, ponieważ różnica w szerokościach dla odcinków poniżej Sanu i powyżej Narwi wypadła nam stosunkowo zbyt mała ($178,2 - 162,3 = 15,9$ m), nieodpowiadająca wzrostowi dorzecza. Według powyższej zasady otrzymujemy dla odcinka powyżej Narwi szerokość normalną dla średniej wody:

$$B = 162,3 \cdot \frac{310}{248} = 203 \text{ m, a zatem zbliżoną do szerokości}$$

nazwanej powyżej maksymalną, która pod względem hydrologicznym jest w zgodzie z przyjętą normalną szerokością dla Wisły w Prusach¹⁾. W ten sposób otrzymaliśmy następujące szerokości dla średniej wody dla charakterystycznych odcinków Wisły:

¹⁾ Patrz str. 55.

	powyżej Dunajca	poniżej Dunajca	powyżej Sanu	poniżej Sanu	powyżej Narwi	poniżej Narwi
Szerokości proponowane	80 m	100 m	137 m	162,5 m	203 m	300 m
Dotychczas stosowane szerokości	107 „	151 „	192 „	231,0 „ ¹⁾	341,6 ²⁾	
Proponowane zwężenie	27 m	51 m	55 m	68,5 m	138,6 m	

Celem niniejszego rozważania było uzyskanie poglądu na kwestję normalnych szerokości Wisły na podstawie danych hydrotechnicznych i porównania z innymi rzekami uregulowanymi. Jednak ostateczne ugruntowanie tych szerokości będzie mogło nastąpić dopiero na podstawie ścisłego badania przekrojów poprzecznych naturalnych, oraz na podstawie doświadczeń w miarę postępu regulacji. Z tego powodu jaknajspieszniejsze i racjonalne przeprowadzenie tych badań w związku z wykonaniem przestrzeni próbnych jest ze wszelkich miar wskazane. Przytem musi się zastosować system budowania otwarty — to znaczy wykluczyć na długi czas wykonanie obustronnych tam równoległych i przynajmniej z jednej strony wykonywać ostrogi. Praktyka stwierdzi, czy proponowane szerokości nie są za małe, choć nie jest wykluczone, że mogą się okazać jeszcze za duże, jakby to wnosić można na podstawie porównania Wisły z innymi rzekami. Wreszcie pragniemy zwrócić uwagę jeszcze na jedną okoliczność. Zasadniczą regulacją jest zawsze przede wszystkim regulacja na średnią wodę, regulacja na małą wodę jest tylko uzupełnieniem i można zaryzykować twierdzenie, że na rzekach o dobrze obranej normalnej szerokości dla średniej wody, to znaczy w razie osiągnięcia maximum zwężenia, nie naruszającego jeszcze stałości łóżyska, nie potrzeba osobnej, nieprzerwanej regulacji na małą wodę, lecz tylko uzupełnień regulacji, celem poprawy niekorzystnych progów, oraz utrwalenia w pewnych miejscach dna, lub też pogłębienia profilów, a wreszcie zabudowania głębokich wybojów. Że zasadniczo gruntowna regulacja na małą wodę nie powinna być potrzebna, stwierdzają przeprowadzone tu obliczenia profilów; przez partje boczne profilów, położone poza profilem małej wody przepływają przy 210-cio dniowej i średniej wodzie stosunkowo bardzo

¹⁾ Według projektu z r. 1898.

²⁾ Według projektu Kostenieckiego.

małe ilości, nieporównanie mniejsze od ilości przepływających przez środkową część łożyska tak, że niewielkie tylko rozszerzenie profilu małej wody wystarczyłoby do ujęcia całego przepływu wody 210-cio dniowej, lub średniej.

Jeżeli teraz na podstawie oznaczonych powyżej szerokości i podanych objętości przepływu, oraz spadku, przeliczymy profile dla Wisły poniżej Sanu i powyżej Narwi, to otrzymamy rezultaty przedstawione na rys. 10-tym i 11-tym.

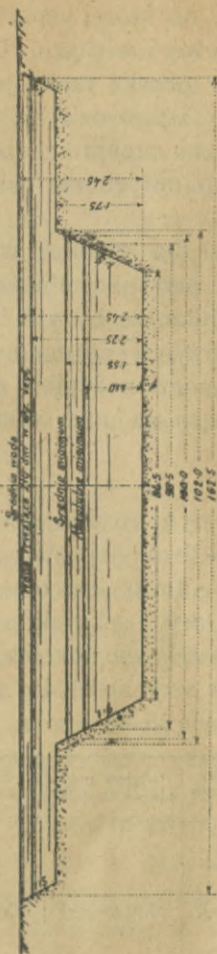
Głębokości przedstawiają się następująco:

	Wisła poniżej	
	Sanu	powyżej Narwi
przy absolutnem minimum	1,10 m	1,30 m
„ „ stanie średnim niskim	1,55 „	1,70 „
„ „ „ trwającym 210 dni w okresie żeglugi	2,25 „	2,30 „
przy wodzie średniej	2,45 „	2,90 „

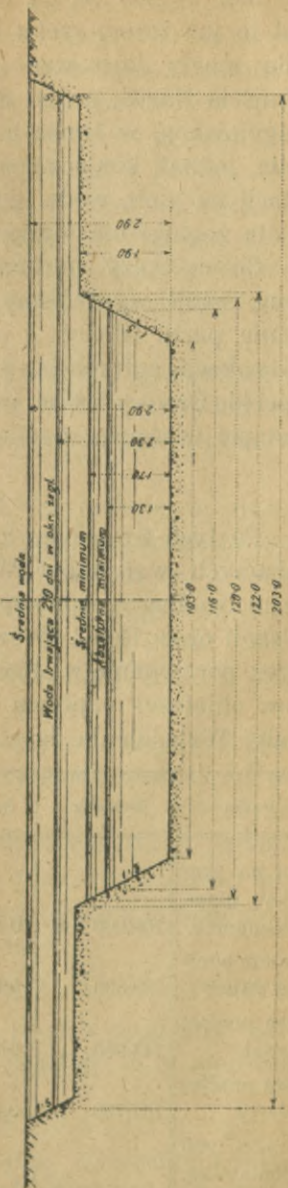
Wynika z tego, że nawet licząc się z niemożliwością uzyskania w praktyce tych wyników w całej pełni i zmniejszając powyższe głębokości przy stanach niskich o $\frac{1}{3}$, a przy średnich o $\frac{1}{4}$, możemy na pewne twierdzić, że w przestrzeni Wisły między Sanem a Narwią duże statki ciężarowe ładujące 400—500 ton będą mogły przez przeważną część roku kursować. Ten typ jako przyjęty dla dróg wodnych w obszarze dolnej Wisły (kanał Bydgoski Wisła Gdańsk, Nogat, kanał Wisła-Zalew), a także i dla skanalizowanej Odry nadaje się już do wielkiej żeglugi, nie jest jednak wykluczone, że w tej przestrzeni będą mogły kursować i statki o większej pojemności np. 600—700 ton. Wobec zupełnego dotychczasowego zaniedbania tej przestrzeni i braku materiału doświadczalnego, który można było stworzyć przez wykonanie przestrzeni próbnych, zbyt daleko idące wnioski byłyby przedwczesne.

W powyższych rozważaniach cę do normalnych szerokości w tej przestrzeni brano za podstawę obliczeń spadek przeciętny; zdjęcie i opracowanie profilu podłużnego, należące do najpil-

Rys. 10.
Wieża poniżej Sanu



Rys. 11.
Wieża powyżej Narwi (B)



niejszych robót wykaże, o ile przy oznaczeniu normalnych szerokości zastosowanie lokalnych spadków dla poszczególnych odcinków będzie wskazane.

Partja IV. Od ujścia Narwi do rozdziału ramion. Dorzecze wynosi poniżej ujścia Narwi 158.982 Km², przy rozdziale ramion

pod Montawską Szpicą 193.014 Km², spadek przeciętny 0,18 m. Jest to już zatem rzeka bardzo wielka, na której w przyszłości będą mogły kursować statki 600 tonowe i większe. Obecnie od ujścia Narwi, aż po dawną granicę pruską rzeka jest nieuregulowana, w Prusach uregulowana wprawdzie na średnią wodę, jednak koniecznym jest tu spieszne przeprowadzenie regulacji na małą wodę, gdyż wyniki jakie dotychczas osiągnięto są dla żeglugi nie wystarczające.

Co się tyczy normalnej szerokości dla średniej wody, to uwagi swoje wyraziliśmy już powyżej, przy sposobności omawiania partji III-ciej. Z uwag tych wynika, że bliższe badanie może okazać potrzebę zwężenia jeszcze przyjętej normalnej szerokości (do Drwęcy 300 m, poniżej 375 m), poczem dopiero miałyby nastąpić właściwa regulacja uzupełniająca na małą wodę.

Po tych uwagach, których celem było rozpatrzenie przyrodzonych warunków Wisły dla określenia jej zdadności na drogę wodną, porównajmy jeszcze ogółowo końcowe partje Wisły¹⁾ oraz Renu, Wezery, Łaby i Odry i scharakteryzujmy przez porównanie wielkość Wisły pod względem dorzecza, spadków, objętości odpływu i normalnych szerokości dla średniej wody. Wyjaśnienie daje nam następujące zestawienie:

Rzeka	Dorzecze	Spadek	Odpływ przy stanie średnim niskim	Odpływ przy stanie średnim	Normalna szerokość regulacji
Ren na granicy niem. holendersk.	160.000 Km ²	0,107‰	970 m ³ /sek	2030 m ³ /sek	300—340 m
Wezera poniżej Allery	38.300 „	0,183 „	100 „	250 „	112 m
Łaba poniżej Jetzel . .	144.055 „	0,122 „	244 „	660 „	313 „
Odra poniżej Warty . .	107.798 „	0,184 „	190 „	520 „	188 „
Wisła pod Montawską Szpicą . .	193.014 „	0,180 „	333 „	936 „	375 „

¹⁾ Są to dolne biegi, nie będące jeszcze wpływem morza.

Z tego zestawienia widać, że Wisła pod względem ilości odpływu nie może się równać z Renem, gdyż Ren dzięki odpływowi z lodowców i wyrównaniu odpływu przez jezioro Bodeńskie i inne znacznie ją przewyższa, a nadto posiada spadek mniejszy, natomiast Wezera, Odra i Łaba pod względem ilości wody stoją w tyle poza Wisłą, spadek Łaby jest mniejszy, a Odry równy spadkowi Wisły. Wynika z tego, że wprawdzie Wisła jako droga wodna nie może dorównać Renowi, jednak może dorównać Łabie, a przewyższyć Odrę i Wezerę. Potrzeba tylko umiejętnej i systematycznej regulacji, a pomyślny rezultat nie ulega wątpliwości.

Wobec powyższej charakterystyki dziwnie przedstawia się rubryka ostatnia — normalna szerokość Wisły przewyższa normalne szerokości wszystkich rzek wziętych do porównania, nawet Renu!

Jest jednak pewna okoliczność, która przemawia przeciw zbyt daleko idącemu zwięzaniu normalnych szerokości na podstawie porównania z Odrą i Łabą a mianowicie to, że Wisła różni się znacznie od Łaby i Odry co do objętości, wielkiej wody, a podobną jest pod tym względem do Renu. Wielka woda Renu wynosi 10.000, Wisły 10.440, Łaby 3.700, a Odry 3.200 m³/sek¹).

Ponieważ stopień żeglowności zależy od osiągalnej przez regulację głębokości rzeki i jeżeli przyjmiemy ogółowo, że głębokość zależy od objętości przepływu i spadku, zaś na rzekach o podobnym charakterze stosunek szerokości do średniej głębokości jest w przybliżeniu stały, natenczas możemy uzyskać porównanie głębokości, względnie określenie porównawcze stopnia żeglowności, w następujący sposób:

Zastosujmy znaną formułę na średnią chyżość przepływu $V = 34 i^{0,75} t^{0,5}$, w której i oznacza spadek względny, zaś t średnią głębokość. Nazywają literą Q objętość, a B szerokość zwierciadła, mamy: $Q = FV = BtV$.

¹) Wprawdzie oznaczając szerokości normalne dla średnich i niskich stanów uwzględnimy przede wszystkim tylko objętości przy tych stanach odpływające, jednak o utrzymaniu się rzeki w uregulowanym łozysku decydują warunki odpływu wielkiej wody; stąd też oparcie się na doświadczeniu jest tu konieczne.

$$B = q t$$

$$V = \frac{Q}{q t^2} \quad \text{czyli} \quad \frac{Q}{q t^2} = 34 i^{0,5} t^{0,75}$$

skąd

$$Q = 34 q t^{2,75} i^{0,5}$$

$$t = \sqrt[2,75]{\frac{Q}{34 q i^{0,5}}} = \sqrt[2,75]{\frac{1}{34 q} \frac{Q}{i^{0,5}}} = a Q^{0,37} i^{-0,18}$$

lub zaokrąglając wykładniki z uwagi na czysto praktyczne znaczenie formuły:

$$t = a \frac{Q^{0,4}}{i^{0,2}}$$

Ponieważ q , a więc i a możemy dla rzek o podobnym charakterze i wielkości przyjąć w przybliżeniu stałe, zatem żeglowność rzeki wyrażająca się w uzyskaniu pewnej średniej głębokości t charakteryzuje wyrażenie:

$$\dot{Z} = \frac{Q^{0,4}}{i^{0,2}} = \left(\frac{Q^2}{i}\right)^{0,2}; \quad \text{czyli} \quad \dot{Z} = \sqrt[5]{\frac{Q^2}{i}}$$

Jak się przedstawia wartość \dot{Z} dla zestawionych powyżej partji rzek?

Z obliczenia otrzymujemy dla objętości przepływających przy stanie:

	średnim niskim:	średnim:
Ren	$\dot{Z} = 97,5$	131,0
Wezera	" = 35,3	50,9
Łaba	" = 54,7	81,4
Odra	" = 45,6	68,2
Wisła	" = 57,3	85,8

Przyjmując dla Renu wartość 1 otrzymujemy dla innych rzek następujące wartości stosunkowe przy stanie:

	średnim niskim:	średnim:
Ren	1	1
Wisła	0,59	0,65
Łaba	0,56	0,62
Odra	0,47	0,52
Wezera	0,37	0,39

Ponieważ na dolnym Renie uzyskano przy stanie średnim niskim głębokość do jazdy 3 m, zatem według tych wartości stosunkowych powinno się uzyskać przy tym stanie:

na Wiśle	1,77 m
„ Łabie	1,68 „
„ Odrze	1,31 „
„ Wezerze	1,11 „

Wynika z tego, że po przeprowadzeniu na dolnej Wiśle regulacji uzupełniającej, już przy stanie średnim niskim kursować będą mogły statki 500 tonowe z pełnym ładunkiem, a statki 600 tonowe i większe z ładunkiem niewiele zmniejszonym, nie ulega zaś wątpliwości, że przy stanie 210-cio dniowym statki 600—700 tonowe a nawet i większe będą mogły kursować z pełnym ładunkiem.

2. System regulacji.

Nie będziemy tu poruszać bliżej sprawy projektowania kierunków, gdyż są to rzeczy, co do których mamy już dziś dostateczne doświadczenie. Rozległe roboty wykonane na rzekach żeglownych okazały, że należy się jaknajbardziej naginać do naturalnych kierunków rzeki, trasę raczej rozwijać, jak prostować i wszelkie wykroczenia przeciw tej zasadzie są błędem nie do darowania, gdyż następstwem prostowania rzeki jest zawsze zmniejszenie stopnia żeglowności, a zatem popsucie rzeki jako drogi wodnej. Szkodliwe działanie skrócenia biegu objawia się nie tylko w powiększeniu chyżości skutkiem zwiększenia spadku, co jest zresztą objawem mniejszego znaczenia, ale przede wszystkim w naruszeniu naturalnej równowagi łóżyska, skutkiem czego tworzą się wędrujące ławice i niekorzystne progi. Że wędrujące ławice na Wiśle, które istnieją nie tylko w górnym i średnim biegu, ale i w biegu dolnym, uregulowanym na średnią wodę, gdzie ich wysokość dochodzi do 2—3 m, z zastosowaniem racjonalnego systemu powinny zniknąć, stwierdza to sprawozdanie o regulacji Wezery¹⁾, które wyraża się w sposób następujący: „Całe zachowanie się Wezery między ujściem Allery a Bremą jest niezbitym dowodem,

¹⁾ Muttray u. Soldan „der Ausbau der Weser auf Niedrigwasser“, Ztscht f. Bauwesen 1919.

że wędrujących ławic na rzece o bardzo ruchomem dnie można uniknąć. Jeżeli ich niema na Wezerze, to zawdzięczać to należy przede wszystkim korzystnemu ukształtowaniu rzeki w rzucie poziomym. Wezerę ochroniono od nadmiernego wyprostowania biegu, której to dążności uległy inne rzeki z początkiem 19-go wieku i temu należy przypisać, że stosunkowo prostymi środkami uzyskano tu bardzo dobre głębokości do jazdy⁴. To samo sprawozdanie potwierdza rzecz już zresztą dobrze znaną, że w długich krzywiznach o wielkim promieniu objawia się ciągła zmiana miejsc płytkich i głębokich z czego wynika, że nart nie jest odpowiednio prowadzony. Te płytkie miejsca są jednak tak trwałe jak progi. Ostre załomy wywołują głębokie wyboje. Przy ostrych przejściach z jednej krzywizny do krzywizny odwrotnej, wyboje wypadają szczególnie niekorzystnie i posuwają się daleko w prostą przejściową.

Budowle występujące silnie w przód na brzegu wklęsłym krzywizn wywołują również wyboje, gdzie natomiast trasa przedstawia ciągły przebieg krzywizn i niema występujących ostróg na brzegu wklęsłym tam nie tworzą się nadmierne głębokości nawet i wtedy gdy krzywizny są dość ostre.

Zupełnie te same zapatrywania wyraża Ehlers¹⁾, stwierdzając, że w ostrych krzywiznach nurt trzyma się ściśle brzegu wklęsłego, a także jeszcze i poniżej łuku na pewnym kawałku prostej; niema tam wędrujących ławic, jeżeli jednak ta prosta jest długa, natenczas tworzą się już ławice. Zbyt ostre krzywizny są jednak szkodliwe, gdyż tworzą głębokie wyboje, niemniej jednak szkodliwe są długie proste, lub zbyt płaskie łuki. Jako stosowną dla dolnej Wisły uważa krzywiznę o promieniu równym sześciokrotnej szerokości zwierciadła, krzywizny ostrzejsze jak $4\frac{1}{2}$ krotna szerokość uważa za szkodliwe. Przejście z łuku do prostej powinno być łagodne; dla dolnej Wisły doradza jako krzywą przejściową parabolę o równaniu $y = 800 x$.

Te wszystkie wyrażone tu zasady nie są jednak nowe, gdyż przedstawił je już szczegółowo i zastosował Girardon, znakomity badacz regulacji rzek żeglownych i twórca systemu regulacji na małą wodę²⁾; częste ich jednak przypomnianie jest

¹⁾ Regulierung der geschiebeführenden Flüsse insbesondere der Weichsel. Gdańsk 1913.

²⁾ Amélioration des rivières en basses eaux, Haga 1894.

wskazane, gdyż tak u nas jak i gdzieindziej popełnia się jeszcze w tym kierunku błędy.

Ale wspominając o Girardonie i jego systemie musimy przypomnieć, że jest on właściwie przeciwnikiem panującego systemu regulacji, który nazywa metodę zwężania („méthode par resserrement“) polegającą jak się wyraża na tem, „że oznacza się przekrój jako funkcję spadku i odpływu biorąc za podstawę pewną głębokość i przekrój ten stosuje się dla regulowanego łożyska na całej przestrzeni rzeki gdzie odpływ się nie zmienia, a to przez wykonanie nieprzerwanych obustronnych tam równoległych, lub też ostróg. W ten sposób ustalając normalne profile i kalibrując rzekę w dół pragniemy stworzyć z niej kanał o regularnym spadku i niezmiennej głębokości“.

Metodzie tej zarzuca Girardon, że nie liczy się z naturą rzeki i wywołuje szkodliwe skutki psując dobre miejsca, a nie naprawiając złych. Zwężanie czyli wtłaczanie rzeki w pewien sztuczny profil uważa za szkodliwe, gdyż burzy się równowagę rzeki, narusza dno, wyrównanie spadków nie jest ziszczalne, gdyż próg zniesiony w pewnym miejscu objawi się w innym, może w niekorzystniejszej formie, a zniesienie progu jest jednoznaczne z usunięciem spiętrzenia wywołanego przez próg i zmniejszeniem głębokości.

Nie wdając się tu w dalsze rozwijanie zasad Girardona zauważymy, że przecież system jego do pewnego stopnia nie sprzeciwia się systemowi dotychczas stosowanemu. Girardon, jakkolwiek zaleca jaknajściślejsze dostosowanie się do naturalnych kształtów rzeki i jest przeciwny wszelkiemu normalizowaniu łożyska, to jednak uważa, że przy każdej regulacji koniecznym jest „połączenie w jednym mniejszem łożysku wszystkich małych wód“. Wynika z tego, że jest on także za koncentracją, tylko ograniczoną do niskich wód co w dalszym ciągu wyjaśnia, żądając, aby tama oddzielająca właściwe łożysko od starego koryta i zamknięcia w tem starem korycie były niskie, pozwalające wysokim wodom bez przeszkody się rozszerzać, przez co uniknie się wymycia dna. Wprawdzie Girardon ogranicza budowle koncentracyjne do zamknięcia starego koryta trawersami i tamą oddzielającą właściwe łożysko od starego koryta, którą radzi dobrze połączyć

z brzegiem, jednak my na podstawie doświadczeń na naszych rzekach, a przede wszystkim na Wiśle wiemy, że roboty tylko w tych rozmiarach wykonane nie zdołałyby dokonać koncentracji, ani jej zabezpieczyć, gdyż po pierwszej wielkiej wodzie nastąpiłoby znowu rozbitcie rzeki na oddzielne ramiona oddzielone odsypiskami, lub też osobne części, oddzielone ławicami podwodnymi o odrębnych nurtach. Na podstawie naszych doświadczeń nie możemy odstąpić od systemu obustronnego ujęcia rzeki budowlami, gdyż dotychczasowe wszelkie próby upraszczania tego systemu nie dopisały. Natomiast uznać się musi zupełną słuszość zasady, aby budowle koncentracyjne były niskie, aby zatem nie stwarzały przy wyższych stanach zbyt korzystnego profilu, wywołującego powiększenie chyżości, wymycie dna, powstawanie wędrujących ławic i ciągle zmiany w układzie progów. Wynika z tego również, że zwężenie nie powinno przekroczyć pewnej miary, którą jednak można stwierdzić tylko przez doświadczenia poczynione na rzece. Że dotychczas stosowane na Wiśle zwężenia i normalne szerokości dalekie są jeszcze od tych granicznych wartości i że nie spełniają jeszcze swego właściwego zadania „skoncentrowania niskich wód“ nie ulega żadnej wątpliwości.

Mówiąc o systemie regulacji trzeba rozważyć także jaki system budowli jest dla Wisły najodpowiedniejszy? Rozstrzygnięcie pytania tego jest tembardziej ważne i pilne, ponieważ dotychczas na Wiśle stosowano różne systemy. I tak, w obrębie zaboru austriackiego uważano jako jedynie odpowiednie regulowanie zapomocą tam równoległych, poza którymi wykonywano celem ułatwienia zamulenia stosunkowo gęsto poprzeczki, natomiast w zaborze pruskim zasadniczo wykonywano tylko ostrogi, stosując tamy równoległe tylko zupełnie wyjątkowo. Korzyści i niekorzyści obu systemów są powszechnie znane i nie będziemy ich przypominać. W każdym razie uderzającym jest to, że w Niemczech wszystkie rzeki nizinne regulowane zapomocą ostróg, uważając system ten na podstawie doświadczenia jako tańszy i odpowiedniejszy, z uwagi na możliwość stopniowego zwężenia normalnej szerokości, oraz łatwość wykształcenia osobnego profilu dla małej wody. Tę samą okoliczność podnosi Girardon stwierdzając, że błędy w przyjęciu normalnej szerokości łatwo usunąć w razie zastosowania ostróg, natomiast

przy tamach równoległych trzeba w takim razie zbudować nową tamę, przez co fundusze wydane na zabudowanie jednego brzegu są stracone. Pozatem jednak uważa, że zastosowanie ostróg w ostrych krzywiznach na brzegu wklęsłym nie jest właściwe i że tu odpowiedniejszą jest tama równoległa. Wobec tego jest on za systemem mieszanym zastosowanym do okoliczności. Osądzając rzecz z uwagi na regulację Wisły zauważyć trzeba na wstępie, że regulacja zapomocą tam równoległych jest stanowczo najdroższa; prócz samej tamy równoległej, która w razie wykonania z faszyn musi być ubezpieczona silnym narzutem kamiennym, trzeba wykonać gęsto poprzeczki, gdyż inaczej zamulenie nie postępuje. Potwierdza to dowodnie regulacja przestrzeni od Krakowa do Niepołomic, gdzie pożądane zamulenie osiągnięto dopiero przez ciągłe wkładanie między wykonane poprzeczki nowych. Powtórne zabudowywanie obu stron tamami równoległymi zarządzane na Wiśle przedwcześnie i nie poprzestanie na wprowadzonym w Galicji przez Iszkowskiego¹⁾ zabudowaniu brzegów wklęsłych tamami równoległymi, a wypukłych ostrogami nie osiągnęło celu, gdyż obrano za wielkie normalne szerokości. Dlatego choćby już z wagi na poczynione doświadczenia na rzekach północno-niemieckich, a także i na wielu rzekach we Francji okazuje się wskazaniem, aby na Wiśle nie forsować tam gdzie to nie jest koniecznym potrzebny i przede wszystkim w początkowych stadjach regulacji systemu tam równoległych, lecz dopuścić także w szerszej mierze wykonanie ostróg. To przypomnienie jest na czasie zwłaszcza z tego powodu, że nasza administracja budownictwa państwowego rozporządza tylko liczniejszym wyszkolonym personelem z zaboru austriackiego, który może być zanadto pod wpływem dotychczasowej metody, obustronnego zabudowywania zapomocą tam równoległych.

Mówiąc o budowlach wspomnieć trzeba o pewnym szczególe, na który wielki nacisk kładą wszystkie sprawozdania dotyczące regulacji rzek żeglownych, a specjalnie regulacji na małą wodę; chodzi mianowicie o wykonanie łagodnego pochylenia skarp tam od strony wody. Ehlers mówiąc o regulacji dolnej Wisły zwraca uwagę na to, że w dnie rzeki tworzą się zawsze tam wyboje, gdzie prąd trafia na stromy brzeg i skut-

kiem tego od niego się odbija, poza wybojem zaś powstaje odsypisko. Prócz tego stromy brzeg odbijając nurt wywołuje wahania nurtu, natomiast brzeg łagodny zatrzymuje nurt na dłuższej przestrzeni i w sposób trwalszy. Podobnie sprawozdanie o regulacji Wezery na małą wodę kładzie szczególny nacisk na wykonanie głów ostróg z łagodnym nachyleniem ku wodzie, a racjonalność takiej konstrukcji potwierdziły doświadczenia na modelach, oraz spostrzeżenia na rzece. Stosowane tam nachylenie głów ostróg wynosi od 1:9 do 1:5; przez zmianę nachylenia można było w pewnych miejscach, np. na przejściach, koncentrację profilu zwiększać.

3. Program regulacji Wisły.

Jak z poprzednich wywodów wynika, regulację Wisły należy uważać za jedną z najważniejszych robót inwestycyjnych w Polsce, której wykonanie jest rzeczą niezmiernie pilną. Niestety chwila obecna z powodu zastoju ekonomicznego, niekorzystnego stanu finansowego państwa nie zdaje się sprzyjać szybkiemu zrealizowaniu tego przedsięwzięcia. Wyrażamy jednak przekonanie, że pomimo wszelkich trudności regulacja Wisły powinna być z uwagi na swą doniosłość już obecnie wszelkimi siłami forsowana, gdyż przekształcenie Wisły na wielką drogę wodną jest inwestycją produktywną, a zwlekanie z tego rodzaju robotami opóźnia tylko poprawę stosunków ekonomicznych. Chwila obecna natomiast, w której mimo wszelkich przeszkód i niebezpieczeństw nastąpi przecież prawdopodobnie demobilizacja, jest szczególnie stosowną do przedsięwzięcia wielkich robót celem zajęcia bezrobotnych. Wreszcie pomimo wysokich kosztów, niekorzystny stan waluty nie powinien tu stać na przeszkodzie, gdyż roboty regulacyjne nie wymagają żadnych zakupów zagranicznych, których przedewszystkiem strzedz się należy, lecz cały inwestowany kapitał pozostaje w kraju, w ręku miejscowych robotników i mniejszych dostawców. Aby roboty przyniosły w krótkim czasie pożądaný rezultat trzeba do nich zastosować inne tempo niż to było za czasu państw zaborczych, które zarządzały chętnie pomiary, badania przygotowawcze, gdy zaś chodziło o budowę, wyznaczyły środki tak małe, że postęp robót był znikomy. Trzeba rzecz zacząć i pro-

wadzić z europejskim rozmachem, na podstawie z góry ułożonego programu i dotrzymywać ściśle terminu ukończenia pewnych partji, w programie określonego. Jaki powinien być ten program?

Program powinien być tak ułożony, aby regulacja w miarę postępu robót dołączała nowy element do stniejącej już drogi wodnej. Ponieważ Wisła w obrębie dawnego zaboru pruskiego jest już na średnią wodę uregulowana i stanowi drogę wodną, należy więc bezzwłocznie przystąpić do regulacji Wisły na przestrzeni między Warszawą, a granicą pruską. Na tej partji 194,6 Km długości (Warszawa ujście Narwi 34,1 Km, ujście Narwi dawna granica pruska 160,5 Km) roboty nie powinny trwać dłużej jak lat 10. W tym czasie należy również ukończyć rozpoczęty już pod Warszawą kanał obwodowy, który będzie stanowił dla Warszawy wielki port handlowo-przemysłowy. Jakie mogą być koszty regulacji tej przestrzeni i co się za to uzyska? Licząc według cen przedwojennych regulacja 1 Km kosztuje około 400.000 koron, czyli 280.000 Mk, koszt regulacji całej tej przestrzeni wyniósłby zatem okragło 54 miliony marek, a wraz z kanałem obwodowym i wykonaniem portów około 70 milionów marek przedwojennych. Przyjmując około 70-cio krotną zniżkę wartości waluty, daje to okragło 5 miliardów marek, czyli w okresie 10-cio letnim wydatek roczny pół miljarda marek¹⁾. Są to sumy według naszych przedwojennych wyobrażeń niezmiernie wysokie, których jednak wysokość jest tylko pozorna i nie powinny nas odstraszać, gdyż w razie regulacji waluty znowu zniżą się do wartości normalnych. Nie ulega jednak wątpliwości, że i przedwojenna wysokość kosztów wynosząca na cały 10-cio letni okres 70 milionów marek, czyli na rok 7 milionów nie jest wydatkiem drobnym, jednak w uporządkowanym skarbie nie byłaby to kwota trudna do budżetowego pokrycia. Wszak przed wojną preliminarz roczny robót wodnych galicyjskich wynosił 18 milionów koron.

Za powyższą kwotę uzyskalibyśmy w ciągu lat 10-ciu drogę wodną przeszło 400-to kilometrową od ujścia Wisły do morza aż do Warszawy, a więc drogę wodną nieprzerwaną, łączącą stolicę, centrum państwa, z morzem. Że połączenie takie

¹⁾ (Ceny z r. 1920).

miałoby pod względem ekonomicznym doniosłe znaczenie nie ulega wątpliwości i wpłynęłoby na ożywienie przemysłu i handlu.

Że pomimo trudności finansowych nie można beczynnje rąk zakładać, przykładem tego są inne państwa, które poniosły także wielkie straty przez wojnę, a mimo to zbroją się do walki ekonomicznej budując rzeczy rentowne. Nawet mała Austria podejmuje wielkie roboty (idące w wysokie kwoty), na polu wyzyskania sił wodnych, pomimo niekorzystnego stanu finansów, a nawet braku podstaw egzystencji.

W tym pierwszym dziesięcioletnim okresie należałoby również choć w powolniejszym tempie kontynuować roboty na Wiśle na przestrzeni od ujścia Przemszy do Zawichosta, których dotychczasowy postęp jest dość znaczny. Tu należy jednak jaknajspieszniej wprowadzić odpowiednie normalne szerokości, aby cel regulacji został osiągnięty.

W następnem dziesięcioleciu forsować będzie należało regulację przestrzeni między Warszawą a Zawichostem 224,1 Km długości, a równocześnie kończyć regulację Wisły między Przemszą a Zawichostem.

Do robót ważnych i pilnych należy również regulacja uzupełniająca Wisły w obrębie dawnego zaboru pruskiego celem wyzyskania w całej pełni Wisły jako drogi wodnej, jednak roboty te mogą być rozłożone na cały okres 20-to letni, z uwagi na to, że na razie partja ta choć o regulacji jeszcze niekompletnej, przecież przedstawia odcinek dla żeglugi jeszcze najkorzystniejszy.

Organizacja zarządu. Z uwagi na uzgodnienie zamierzeń regulacyjnych w poszczególnych odcinkach Wisły, przestrzeganie dotrzymania planu robót, oraz zabezpieczenie funduszów i kontrolę ich użycia, ogólny nadzór sprawuje ministerstwo robót publicznych, które też zatwierdza generalny plan regulacji. Pozatem zaleca się jaknajdalej idące upelnomocnienie Kierownictw regulacji i nie poddawanie ich pod nadzór ani Dyrekcji wojewódzkich, ani też nie należy tworzyć osobnych Dyrekcji regulacji Wisły. W razie zadecydowania prowadzenia robót na wielką skalę i wydatnemi środkami, Kierownictwa regulacji będą same przez się już ciałami większemi, rozporządzającemi znaczniejszą liczbą inżynierów ekspono-

wanych, którzy prowadzić będą roboty, oraz pewną liczbą inżynierów zarządu, zajętych w samym Kierownictwie. Kierownictwa te w miarę postępu robót powinny zmieniać swą siedzibę, aby być w ciągłym kontakcie z inżynierami eksponowanymi, czyli kierownikami robót. Na pierwsze dziesięciolecie wystarczy utworzenie dla odcinka Warszawa — dawna granica pruska dwu Kierownictw, z których jedno będzie początkowo w Warszawie, a drugie w Płocku, a które potem w miarę postępu robót posuną się do miejsc dalej wzdłuż biegu Wisły położonych. Dla Wisły górnej aż do Zawichosta, na pierwszy okres wystarczy Kierownictwo w Krakowie i odpowiednia ilość eksponowanych inżynierów.

Celem szybkiego rozpoczęcia robót należy przyspieszyć badania wstępne i ograniczyć je do koniecznej potrzeby. Z tych najważniejsze jest uzyskanie ogólnej sytuacji i profilu podłużnego Wisły i ustalenie objętości celem zadecydowania normalnych szerokości. Wystarczy jednak krzywe objętości ustalić dla niewielu punktów, a nie rozbijać akcji pomiarowej na zbyt wielką liczbę profilów hydrometrycznych. W ślad za tem powinno iść wypracowanie szczegółowych zdjęć i projektów dwu przestrzeni około 15-tu kilometrowych dla obu Kierownictw przestrzeni Warszawa — dawna granica pruska celem bezzwłocznego wdrożenia robót.



S P I S R Z E C Z Y.

	tr-
Wstęp	5
Część I: Nasze drogi wodne w stosunku do dróg wodnych	7
państw sąsiednich	7
1. Światowe drogi wodne śródlądowe	7
2. Wielkie rzeki północno-niemieckie:	
Ren	17
Wezera	23
Łaba	26
Odra	31
Północno-niemiecki kanał śródlądowy	36
3. Drogi wodne w Polsce	38
Część II: W jaki sposób można w najkrótszym czasie stworzyć z Wisły dobrą drogę wodną?	43
1. Rozpatrzenie przyrodzonych warunków Wisły, jako drogi wodnej	43
2. System regulacji	69
3. Program regulacji Wisły	74

5. 61

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

6299

Kdn. Zam. 480/55 20.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000231366