

Obecnie jest w druku jedna praca (stopy miedzi z cyną); na ukończeniu są prace nad stopami miedzi z cynkiem i miedzi ze srebrem, zaś w toku są badania stopów cynku z kadmem, glinu z krzemem i glinu z cynkiem.

Przy organizowaniu Laboratorium Metalograficznego, brał czynny udział cały personel, zarówno przez swą inicjatywę, jak i przez swą pracę, która trwała częstokroć znacznie ponad normę godzin obowiązujących.

Na pierwszym miejscu, wśród moich najbliższych współpracowników pozostaje od lat 7-miu Adjunkt Laboratorium Metalograficznego, p. Dr. Inż. A. Krupkowski.

Z wielkiem również oddaniem się brali udział w pracach organizacyjnych i bieżących pp. asystenci W. Domański (pierwszy asystent), I. Feszczenko-Czopiowski, Br. Hackiewicz, St. Makowski († w 1925 r.), J. Obrębski, Piechowski, M. Sieńkowski i A. Wojtkiewicz (tablice wykładowe).

Organizacji Zakładu Metalurgicznego niepodobna uważać za skończoną. Prace dyplomowe odbywają się w ciasnocie, nie pozwalającej na przyjęcie ponad paru dyplomantów. Prace naukowe z dziedziny metalurgii, zastosowane do potrzeb polskiego przemysłu hutniczego, wogóle z powodu braku pomieszczenia wykonywane być nie mogą. Zmiany tych warunków na lepsze spodziewać się jednak należy po ukończeniu budowy nowego gmachu Chemii i po przeniesieniu tam zakładu, prowizorycznie mieszczącego się w obrębie Laboratorium Metalograficznego.

Koszty transportu na drogach wodnych.^{*)}

Napisał Inż. Mieczysław Rybczyński, Profesor Politechniki Warszawskiej.

CZĘŚĆ I.

Wisła dolna i środkowa.

Wojna celna z Niemcami i zakaz przywozu węgla polskiego do krajów Rzeszy, obowiązujący od roku 1925, zmusił kopalnie polskie do szukania zbytu w krajach bałtyckich. Zdobycie jednak nowych rynków nie obyło się bez ciężkich ofiar, do których przyczynić się musiały i koleje polskie, przewożąc węgiel według specjalnej taryfy, pokrywającej zaledwie koszty ruchu.

Będąc podówczas kierownikiem Ministerstwa Robót Publicznych, poleciłem przestudjować możliwość przerzucenia transportów na drogę wodną, z zużytkowaniem linii kolejowych Strzemieszyce — Kielce — Radom — Dęblin — Warszawa wschodnia — Modlin — Toruń, przyczem jako punkty przeładunkowe na wodę mogłyby być wzięte stacje: Dęblin, Warszawa wschodnia, Modlin i Toruń, a silnie obciążona linja Warszawsko-Wiedeńska, oraz Bydgoszcz — Gdańsk, mogłyby być od pewnej ilości transportów węglowych zwolnione. Wyładunek w Dęblinie pozwoliłby na zużytkowanie 575 km drogi wodnej, atoli stan Wisły między Dęblinem a Warszawą, oraz zupełny brak urządzeń przeładunkowych w Dęblinie kazał wykluczyć ten punkt z dalszych rozważań.

Dość daleko posunięta budowa portu na Saskiej Kępie umożliwiała przystosowanie go w krótkim czasie i niewielkim kosztem do przeładunku węgla; długość drogi wodnej wynosiłaby wówczas 454 km. Rokowania jednak przeprowadzone z Towarzystwami żegludowymi i rozmowy ze związkami właścicieli kopalń nie doprowadziły do celu. Towarzystwa żegludowe obliczały fracht wodny Warszawa — Gdańsk, przy obecnym stanie swego taboru i stanie drogi wodnej, na około 12 zł., a więc wyżej niż wynosiła wyjątkowa taryfa na przewóz

węgla z Zagłębia do Gdańska, a właściciele kopalń woleli pójść drogą najmniejszego oporu i zażądali od Rządu dalszego obniżenia frachtu za węgiel eksportowy. Zniżkę tę uzyskali w rzeczywistości, i to aż do kwoty 6 złotych, zmienioną później na 7 zł., która do dziś się utrzymuje.

Tak daleko idące obniżenie frachtu uczyniło dalszą kalkulację przy wzięciu pod uwagę Modlina lub Torunia, jako punktu przeładunkowego, bezprzedmiotowym, tem bardziej, że w obu tych portach musiałyby być wykonane poważne inwestycje dla usprawnienia i potanienia przeładunku.

Dopiero podniesienie ceny węgla na rynkach bałtyckich, skutkiem strajku w kopalniach angielskich w roku 1926, i niemożność przepuszczenia całej możliwej do sprzedaży ilości węgla przez urządzenia portowo-kolejowe w Gdańsku, zmusiły kopalnie do szukania *coûte que coûte* innych dróg transportu. To też w ciągu roku 1926-go zjawiają się, jako porty przeładunkowe węgiel eksportowy: Toruń (70 438 t), Kapuścińska przy ujściu Brdy (61 875 t), Solec nad Wisłą (10 089 t) oraz Tczew (187 765 t). Największy ruch w Tczewie, przy zaledwie kilkudziesięciu km drogi wodnej, wykazuje, że przejście na drogę wodną nie odbyło się z powodu jej taniości, ale dla ułatwienia przeładunku. Ten sam charakterystyczny fakt można zauważyć na naszych drogach wodnych na wschodzie. Odgrywają one tam rolę arterij dojazdowych do kolei, zwłaszcza tam, gdzie niema innego środka komunikacyjnego, podczas gdy normalnie powinna raczej kolej być arterją dowozową do drogi wodnej.

W Tczewie rozwinął się ruch dwojakiego rodzaju: część węgla ładowano wprost na małe statki morskie (lichtery), ciągnięte holownikiem morskim. W ten sposób przewieziono w roku 1926: 61 500 tonn, zaś w roku 1927, mimo zlikwidowania strajku angielskiego — 118 284 t. Znacznie jednak więcej węgla przewieziono w roku 1926 berlinkami z Tczewa do Gdańska (prócz węgla, także drze-

^{*)} Z prac Komisji Transportowej P. K. En.

wo i inne towary) i tam przeładowano na statki morskie bez użycia obrzeży.

Z chwilą spadku cen na rynkach bałtyckich, skutkiem zaostrzenia się walki konkurencyjnej, łamany transport kolejowo-wodny utracił swe znaczenie, utrzymał się jeszcze jakiś czas ruch statkami morskimi w Tczewie tylko dzięki tańszemu przeładunkowi, bo taryfa kolejowa do Tczewa nie była niższą niż do Gdańska.

W roku 1923, z nastaniem niskich stanów wód, zamarł ruch statków morskich w Tczewie w zupełności, a Towarzystwo Wisła-Bałtyk, mimo poczynionych wielkich inwestycji, ma zamiar zlikwidować zupełnie swe przedsiębiorstwa.

Fakty te domagają się wysświetlenia i zbadania przyczyn, dla których główna nasza arterja wodna — Wisła nie może spełniać swego zadania i przyczynić się do rozwoju gospodarczego państwa, a w pierwszej linii do ułatwienia eksportu.

Nie ulega wątpliwości, że stan samej rzeki, zupełnie nieuregulowanej w biegu środkowym, a nieprzystosowanej do wielkiej żeglugi w biegu dolnym, odgrywa tu bardzo poważną i może najważniejszą rolę, atoli tej wielkości rzeka, co Wisła, nawet bez regulacji, mogłaby spełniać zadanie arterji komunikacyjnych wcale znośnie; zresztą, gdybyśmy sprawę żeglugi na Wiśle mieli odłożyć do czasu jej uregulowania, to musielibyśmy się liczyć z okresem prawdopodobnie kilku dziesiątków lat, na które życie gospodarcze państwa czekać nie może.

Możliwość użycia jakiegokolwiek środka komunikacyjnego określa się najczęściej stosunkiem jego kosztów do kosztów transportu najbardziej w danym kraju rozpowszechnionego. Nie ulega wątpliwości, że z wyjątkiem niektórych może okolic w województwach wschodnich — najbardziej rozpowszechnionym w Polsce rodzajem transportu jest kolej żelazna. Od możliwości więc utrzymania się poniżej kosztów transportu koleją wraz z należyciami ubocznymi, jak przeładunek, dojazd, dostawa i t. p., zależy będzie użycie innego środka transportowego. Ponieważ obok kosztów odgrywa zwykle dużą rolę czas, a także stopień bezpieczeństwa, wpływ środka komunikacyjnego na jakość towaru i t. p., przeto — w szczególności transporty wodne — muszą wykazywać koszty dość znacznie niższe od kolejowych. Dość powszechnie przyjmuje się, że różnica ta w kosztach całkowitych (dostawa, przeładunek, asekuracja) nie powinna być niższą niż 15%. Nasze towarzystwa żeglugowe, ze względu na duży koszt przeładunku przy prymitywnych urządzeniach portów i przystani, kalkulują koszt transportu wodnego około 30% poniżej frachtu kolejowego. Rzecz naturalna, że chcąc porównać opłacalność różnych rodzajów transportów, należy porównywać nie taryfy, na których wysokość wpływają najróżnorodniejsze czynniki, ale koszty rzeczywiste transportu, czyli t. zw. koszty własne.

I tu znajdujemy się wobec dużych trudności. Sprawa obliczenia kosztów własnych transportów kolejowych w zależności od towarów jest we wszystkich państwach dopiero w zacytunku. W Polsce

zapoczątkowali ją inż. Czapski, Dobrzycki i Sztolcman. Praca p. Sztolcmana (Przeгляд Techn. Nr. 17, 1923), rzuca wiele światła na to zagadnienie i daje możność porównania, posiada jednak tę wadę, że oparta jest na danych eksploatacyjnych z roku 1925 i 1926, a więc z okresu wahań walutowych i niestabilnej wartości złotego. Przypuszczalnie dopiero dalsze obliczenia, za rok 1927 i 1928, będą mogły dać wyniki lepiej przystosowane do obecnych warunków.

Ponieważ koszty eksploatacji niewątpliwie wzrosły do chwili obecnej, z powodu wzrostu cen węgla, smarów i płac personelu, ilość zaś masowych ładunków, a w szczególności węgla, nie o wiele się zwiększyła, zatem w rezultacie koszty przewozu 1 tkm będą przypuszczalnie wyższe niż w roku 1926 i zbliżać się będą raczej do kosztów z roku 1925. Dlatego podaję poniżej wyniki obliczeń inż. S. Sztolcmana z obu lat 1926 i 1925. *)

Koszt 1 tkm	w r. 1926	1925
	w groszach	
Wywóz węgla przez Gdańsk	1,88	2,07
„ drzewa (w całych pociągach)	2,03	2,36
„ innych towarów	3,68	4,54
Przewóz wewnątrz kraju:		
Węgiel w ładunkach masowych	2,22	2,48
„ „ „ drobnych	3,82	4,28
Inne towary w ładunkach wagonowych	4,42	4,89
„ „ „ niepełnowagonowych	8,89	9,78
Przywóz z Gdańska	3,74	4,37

Koszty powyższe obejmują wyłącznie koszty eksploatacji, bez obliczenia funduszu odnowienia, amortyzacji, a tem bardziej bez procentu od kapitału włożonego w linje kolejowe i tabor. Dlatego, obliczając koszty ruchu na drogach wodnych, należy traktować również osobno wydatki czysto eksploatacyjne od wydatków na amortyzację oraz oprocentowanie taboru i ewentualnie drogi wodnej, gdyż tylko wydatki eksploatacyjne można porównać z cyframi wyprowadzonymi przez inż. Sztolcmana, chcąc się przekonać, czy dana droga wodna posiada znaczenie ekonomiczne.

Jeżeli ustalenie kosztów własnych na podstawie faktycznych rozchodów przy przewozach kolejowych jest rzeczą trudną, to niemożliwą się staje przy drogach wodnych. Nietylko bowiem często rozdziela się ten koszt ruchu między właściciela łodzi i holownika, ale i ilość właścicieli jest znaczna, poczynając od właścicieli poszczególnych szkut — do wielkich towarzystw transportowych, operujących poważną ilością taboru, bardzo rozmaitość jednak administrowanych. Nadto na Wiśle mamy do czynienia z taborem przeważnie przestarzałym, niedostosowanym do warunków żeglugi na tej rzece, dającym skutkiem tego ujemne wyniki eksploatacyjne. Dlatego z konieczności uciec się należy do analizy kosztów, która, jak każda analiza,

*) Cyfry poniższe odnoszą się do przeciętnych albo do określonych (kopalnia — Gdańsk) odległości transportu, zmieniają się zaś w zależności od odległości wedł. wzoru: $\frac{A}{L} + B$.

łędzie tylko przybliżonym obrazem rzeczywistości, nie jest bowiem w stanie uwzględnić najrozmaitszych czynników, wpływających na koszt ruchu.

Ponieważ to przybliżenie można jednak porównać z doświadczeniami eksploatacyjnymi przy najmniej większych firm, zatem można mieć sprawdzian należytego obliczenia.

Dla stosunków przedwojennych, obliczał Sympher koszty transportu na Wiśle pomorskiej, jak następuje:

$$\begin{aligned} \text{dla łodzi 400-tonowej } & \frac{115}{L} + 0,74 \text{ fen., zaś} \\ \text{„ „ 150 „ } & \frac{175}{L} + 1,38 \text{ fen.,} \end{aligned}$$

biorąc za podstawę 230-dniowy okres żeglugi, w którym tylko w ciągu 3-ch miesięcy kursować mogą łodzie pełnoładowne, przyjmując $\frac{1}{5}$ frachtu powrotnego i ruch tylko dzienny. Koszty przeładunku, opłat portowych, rzecznych i t. p. nie są wliczone.

Przerachowane na złote obiegowe, wzory Symphera dałyby następujące wartości:

$$\begin{aligned} \text{dla łodzi 400-tonowej } & \frac{237}{L} + 1,52 \\ \text{„ „ 150 „ } & \frac{361}{L} + 2,85. \end{aligned}$$

Wzorów tych nie można użyć na Wiśle środkowej, a nadto wzięte za podstawę dane są już dziś nieaktualne. Ani płace załogi, ani stopa procentowa (4%), ani koszt statku i berlinki nie odpowiadają dzisiejszym warunkom. Nadto już dziś mamy jednostki ładujące znacznie więcej towaru niż 400 t (t. zw. Torunki 1000-tonnowe).

We wzorach swych Sympher nie odróżnia ruchu w górę i w dół rzeki, a przyjęte 20% powrotnego ładunku również nie odpowiadają dzisiejszym koniunkturam.

Nie pozostaje zatem nic innego, jak przeanalizować ponownie koszty ruchu na całej przestrzeni od Gdańska do Warszawy, względnie Dębłina, dla różnych warunków żeglowności i odległości oraz kierunków transportu.

Z pierwszą trudnością spotykamy się już przy określeniu jakości łodzi i holowników.

Z końcem roku 1927 zarejestrowano na Wiśle, poza ogromną masą małych łodzi (538 sztuk poniżej 100 tonn pojemności):

20 łodzi o pojemności	101 — 200 tonn
116 „ „	201 — 300 „
19 „ „	301 — 400 „
19 „ „	401 — 500 „
16 „ „	501 — 600 „
2 „ „	601 — 800 „
2 „ „	801 — 1000 „

Poza tem kursują łodzie zarejestrowane na kanale bydgoskim i w Gdańsku, przeważnie typu odrzańskiego (Breslauer Mass) o pojemności 400 — 560 tonn.

Wobec tego, obliczenie przeprowadziłem dla trzech typów łodzi: jednej — przeważającej na

Wiśle — o nośności 270 tonn, jednej typu kursujących na Odrze i kanale bydgoskim i jednej zaprojektowanej specjalnie dla Wisły, o następujących wymiarach charakterystycznych:

Długość użyteczna	. 54,5 (ogólna 66,00)
szerokość	. . . . . 11,0
wysokość burt	. . . . . 2,1
zagłębienie próżnej	. 0,235; waga 125 t
„ pełnej	. 1,75 ładunek 857 t (brutto 982 t)
normalne zagłębienie	1,50 „ 707 t („ 832 t).

Jeszcze większą trudność stanowi dobór typowego holownika. Wśród kursujących na Wiśle statków, spotykamy typy najrozmaitsze; od kilkudziesięcio-konnych statków motorowych, do kilkuset-konnych silnych parowców, wszystkie przeważnie starej konstrukcji, bardzo nieekonomicznie pracujące. Przeciętna moc silników w 72 obiektach wynosi 100 KM, wobec jednak wliczenia tu i większych motorówek, przyjąłem do analizy typ statku 180 KM, zużywający 1,3 kg węgla na koniogodzinę.

Dla nowoczesnego ruchu łodziami 700-tonnowymi, przyjąłem holownik 250-konny, zużywający najwyżej 0,9 kg węgla na koniogodzinę, który będzie w stanie holować 2 pełnoładowne łodzie.

Dla obliczenia kosztów ruchu należy odróżnić Wisłę pomorską, Wisłę dolną między ujściem Bugu a Toruniem i Wisłę powyżej Modlina. Właściwie należałoby osobno traktować odcinek Wisły poniżej śluzy na Nogacie, gdzie wytwarzają się znacznie większe głębokości, atoli ze względu na małą odległość od Gdańska (76 km), można ten podział pominąć; ma on zresztą znaczenie raczej dla transportów, idących tranzytem do Prus Wschodnich.

Poza tem należy odróżnić, ze względu na głębokość zanurzenia, stan koryta w roku przeciętnym taki, jak on się obecnie przedstawia oraz stan, jaki możnaby wytworzyć przy stałej pracy pogłębiarek na całej przestrzeni Wisły do śluzy na Nogacie.

Dla otrzymania zupełnego obrazu, należałoby obliczyć koszty ruchu w wyjątkowo niekorzystnym roku o długo-trwających niskich stanach (np. 1904, 1907, 1911, 1921, 1928).

Opierając się na dotychczasowych doświadczeniach, należy przypuścić, że stała praca pogłębiarek potrafiłaby zapewnić stałą głębokość powyżej Modlina 1,15, poniżej Modlina 1,40 m, zaś poniżej Torunia 1,65 m, co pozwoliłoby na zanurzenie statków 1,00, 1,25, względnie 1,50 m.

Obliczenie dla łodzi t. zw. Saalemass 50 × 6 × 1,25 z ładunkiem netto 270 tonn:

opór obliczony wzorem Gebersa*) wynosi:	
dla łodzi pełnej na głębokiej wodzie	88 $v_r^{2,25}$
„ „ „ „ płytkiej „	145 $v_r^{2,25}$
„ „ „ „ próżnej	50 $v_r^{2,25}$

*) $W = (kf + \zeta_1 P_b + \zeta_2 P_d) v_r^{2,25}$, gdzie $k = 1,7$ do $3,5$
 $\zeta_1 = 0,14$ do $0,28$
 $\zeta_2 = 0,14$ do $0,35$.

Przyjmując 20% wyzyskania mocy indykowanej, otrzyma się siłę pociągową:

$$\frac{180 \times 75 \times 0,2}{v} = \frac{2700}{v} \text{ kg.}$$

Holownik tego typu przewiezie w górę rzeki 2 pełne łodzie z prędkością 4 km/godz., zaś w dół — z prędkością około 10 km/godz., próżnych łodzi przewiezie z tą samą chyżością 6.

Obecny koszt 180-cio konnego holownika wynosi 270 000 zł., skąd koszt roczny:

utrzymanie 5%	. . . . .	13 500
załoga ze świadczeniami	. . . . .	24 000
administracja	. . . . .	2 400

Razem . . . 39 900 złotych.

Przy 250 dniach pracy, koszt dzienny stanowi 159,60 zł. bez oprocentowania i amortyzacji.

Licząc oprocentowanie i amortyzację 10%, to jest 27 000 złotych, czyli dziennie 108 zł., otrzymujemy pełny koszt dzienny 267,60 zł.

Koszty ruchu na 1 godzinę:

węgiel $1,3 \times 180 \times 0,05$	. . . . .	11,70
30% smary, światło i t. p.	. . . . .	3,51

Razem . . . 15,21 złotych.

Przy prędkości 4 km/godz., przypada na 1 km koszt ruchu 3,80 zł., przy 40 km utrzymanie holownika wyniesie na dzień $\frac{159,60}{40} = 3,99$ zł.

Razem za 1 km holowania w górę rzeki 7,79 zł., względnie 10,49 zł. z procentem i amortyzacją; w dół rzeki otrzymamy 3,12 złotych, względnie 4,20 zł. z oprocentowaniem i amortyzacją za 1 km holowania.

Strata czasu holownika w drodze oraz przy zestawianiu pociągów na przestrzeni Warszawa (Dęblin, Modlin) — Gdańsk — 2 dni, zaś Toruń-Gdańsk 1 dzień.

Stąd wynikają koszty holowania:

w górę rzeki bez powrotnych ładunków:

$$\frac{2 \times 15 960}{L \times 2 \times 270} + \frac{779}{5 \times 270} + \frac{312}{7 \times 270}$$

względnie:

$$\frac{2 \times 26 760}{L \times 2 \times 270} + \frac{1049}{2 \times 270} + \frac{420}{6 \times 270}$$

z oprocentowaniem i amortyzacją.

Na Wiśle pomorskiej pierwszy wyraz będzie o połowę mniejszy.

W dół rzeki:

$$\frac{2 \times 15 960}{L \times 2 \times 270} + \frac{312}{82 \times 270} + \frac{799}{6 \times 270}$$

względnie:

$$\frac{2 \times 26 760}{L \times 2 \times 270} + \frac{420}{2 \times 270} + \frac{1048}{6 \times 270}$$

z oprocentowaniem i amortyzacją.

Jeżeli łodzie wracają z ładunkiem 20%, 50% lub 100%, wówczas trzeci wyraz zmniejsza się do $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{2}$, względnie odpada zupełnie.

Koszt łodzi podaje Lloyd bydgoski na 60 000 zł., wobec tego roczny wydatek:

5% na utrzymanie	. . . . .	4 000
załoga ze świadczeniami	. . . . .	5 000
administracja	. . . . .	500

Razem . . . 9 500

Koszt dzienny:

$$\frac{9,500}{250} = 38 \text{ zł.}$$

Amortyzacja i oprocentowanie 10% = 8 000, t. j. dziennie 32 zł., łącznie 70 złotych.

Czas naładowania lub wyładowania w portach wiślanych trwa 3 do 6-ciu dni, w Gdańsku — 2 dni, czas oczekiwania zależny jest od konjunktury, w sumie można przyjąć przeciętny czas próżnostania łodzi 270-tonnowej — 10 dni, zaś dzienny ruch, jak przy holowniku, 40, względnie 100 km.

Stąd otrzymuje się koszt łodzi przy jeździe w górę:

$$\frac{10 \times 3800}{270 L} + \frac{3800}{40 \times 270} + \frac{3800}{100 \times 270} \text{ bez oprocentowania i amortyzacji, zaś}$$

$$\frac{10 \times 7000}{270 L} + \frac{7000}{40 \times 270} + \frac{7000}{100 \times 270} \text{ z oprocentowaniem i amortyzacją.}$$

Przy ruchu w dół — drugi i trzeci wyraz mają kolejność przeciwną.

Stąd wynikają następujące koszty transportu ładunkami 270-tonnowymi, przy pełnym ładunku (cyfry w nawiasach odnoszą się do kosztów wraz z oprocentowaniem i amortyzacją):

w górę rzeki | w dół rzeki

Łodzie wracają próżne:

$$\frac{200}{L} + 2,12 \left[\frac{358}{L} + 3,11 \right] \quad \left| \quad \frac{200}{L} + 1,56 \left[\frac{358}{L} + 2,34 \right] \right.$$

Powrotny ładunek wynosi 20%:

$$\frac{200}{L} + 2,06 \left[\frac{358}{L} + 3,02 \right] \quad \left| \quad \frac{200}{L} + 1,39 \left[\frac{358}{L} + 2,08 \right] \right.$$

Powrotny ładunek wynosi 50%:

$$\frac{200}{L} + 1,96 \left[\frac{358}{L} + 2,85 \right] \quad \left| \quad \frac{200}{L} + 1,14 \left[\frac{358}{L} + 1,69 \right] \right.$$

Powrotny ładunek wynosi 100%:

$$\frac{200}{L} + 1,79 \left[\frac{358}{L} + 2,59 \right] \quad \left| \quad \frac{200}{L} + 0,72 \left[\frac{358}{L} + 1,04 \right] \right.$$

(d. n.)