

TREŚĆ: Prof. M. Matakiewicz: XV Międzynarodowy Kongres Żeglugi. (Dokończenie). — Inż. Dr. A. Chmielowiec: Rozwiązywanie równań kwadratowych przy pomocy suwaka logarytmicznego. — Inż. G. Stromenger: Nowa metoda pomiaru przepływu w przewodach. — Wiadomości z literatury technicznej.

Prof. Maksymilian Matakiewicz.

XV Międzynarodowy Kongres Żeglugi

odbyty w Wenecji w dniach 12—22 września 1931 r.

(Z jedną tablicą rysunkową).

(Dokończenie).

Referat belgijski zajmuje się regulacją Skaldy i Rupel i jest mniej ciekawy, natomiast niezwykle interesujący jest referat amerykański majora Younga z korpusu inżynierów U. S. A. w Waszyngtonie, traktujący o regulacji dolnej Missuri od Kansas City aż do ujścia do Mississipi, przeszło 600 km długości⁶⁾. Całkowite dorzecze tej rzeki mierzy 1,485.000 km², spadek, prawie prostoliniowy, wynosi na wymienionej przestrzeni 0,000165. Odpływy tej olbrzymiej rzeki przeliczone na jednostkę powierzchni zlewni są mniej obfite jak rzek europejskich; największa wielka woda wynosi 17.000 m³/sek, minimum odpływu w okresie żeglugi (1/III — 30/XI) 565 m³/sek⁷⁾. Ruch materiału rzecznoego jest bardzo silny i wynosi rocznie 350.000.000 ton.

Regulacja ma na celu stworzenie dogodnej drogi wodnej, zapewniającej głębokość pasa żeglownego przy stanach najniższych w okresie żeglugi 6 stóp = 1,83 m. Budowę przeprowadza się czysto po amerykańsku; gros robót (70%) na tej olbrzymiej przestrzeni wykonano w ciągu 3 lat (1927—1930) pod kierunkiem majora inż. Younga, wydatkując 30 milionów dolarów.

Przechodząc do omówienia zasad regulacji, autor referatu zastanawia się najpierw nad kwestją normalnej szerokości. Stwierdza, że z obliczeń otrzymano $B=366$ m, ale obawiając się złych skutków nadmiernego zwężenia, zastosowano szerokość 457 m, przyczem najmniejsze głębokości na progach miały wynosić 1,83 m. Ciekawym będzie tu sprawdzenie, jakie wartości dadzą formuły podpisanego ustawione na hydrologiczną miarę żeglowności:

$$T = \sqrt[2,7]{\frac{Q}{240,5 G^{0,8} i^{0,893 + 10 T}}} \quad \begin{matrix} (Q \text{ objętość przepływu, } G \text{ po-} \\ \text{wierzchnia dorzecza w } km^2, \\ i \text{ spadek),} \end{matrix}$$

oraz na normalną szerokość:

$$B = 6,821 G^{0,9} i^{0,1} T.$$

Otóż po podstawieniu wartości powyżej podanych otrzymuje się:

$$T = 1,928 \text{ m}$$

$$B = 399,1 \text{ m,}$$

a więc wartości bardzo zbliżone do zastosowanych w praktyce.

Zauważyć trzeba, że wzory podpisanego nie są oparte na spostrzeżeniach dokonanych na tak wielkich (co do powierzchni zlewni) rzekach jak Missuri, lecz na rzekach europejskich, znacznie mniejszych, zaczynając od Wisły pod Krakowem (8000 km²), a kończąc na dolnej Wiśle i dolnym Renie (dorzecza okr. 200.000 km²). Wobec tego pomysłny wynik extrapolacji do tak odległej granicy, stwierdza racjonalność budowy formuły,

⁶⁾ Po ukończeniu regulacji tej przestrzeni przyjdzie kolej na regulację Missuri średniej, również przeszło 600 km długiej.

⁷⁾ Dla Renu i Wisły (o dorzeczach okr. 200.000 km², a zatem około 7 razy mniejszych), wynoszą absolutne minima około 790, wzgl. 270 m³/sek, zaś najw. W. W. Wisły 10.400 m³/sek (przy montawskim narożniku).

a przede wszystkim słuszność uwzględnienia w niej wpływu G , t. j. powierzchni zlewni.

Co do systemu regulacji to stwierdzić należy, że polega on na tych samych zasadach, jakie stosujemy w Europie. Jest to koncentracja bardzo rozległego łożyska, podzielonego na ramiona, z zalegającymi je odsypiskami i wyspami. Zasada jest, tak jak i u nas, ściśle oparcie wklęsłych linii trasy o wysokie brzegi i regulowanie należyte przegięć, dla których z reguły stosuje się t. zw. „krótkie“, lub jak inni nazywają „wysokie przejścia“, aby jak najprędzej zbliżyć się do wysokiego brzegu, przyczem najpierw forsuje się budowlę koncentracyjną przy brzegu wklęsłym, a nie z obu stron równocześnie. Brzegi wklęsłe ubezpiecza się u dołu materacami ciągłymi (nieraz bez przerwy kilka km), a u góry brukiem z dużych bloków kamienia łamanego; właściwymi budowlami koncentracyjnymi są ostrogi zaprawowe, budowane w odległościach większych jak ich długości. Prócz tego stosowane są także ostrogi z rzędów pilotów, bez żadnych dalszych osłon. Zatrzymują one przedmioty płynące, które ułatwiają zamulenie przestrzeni odciętych.

Co do zasad prowadzenia trasy, to zgadzają się one z zasadami Fargue'a i Girardona. Powtarza się i tu zjednoczenie całej małej wody w jednym łożysku, jak największe dostosowanie się do naturalnego układu rzeki, ciągłość linii trasy, bez niewolniczego jednak trzymania się matematycznego kształtu krzywych, gdyż prowadzi to do niewłaściwego wytworzenia nowego brzegu, podczas gdy chodzi o jak najszybsze oparcie się o brzeg istniejący.

Referat zajmuje się również przedstawieniem rozmiarów ruchu materiału rzecznoego. Zmienność ilości transportowanego materiału i znaczne zwiększenie w czasie wielkich wód, uwydatniają następujące liczby: wahań miesięczne mają granice od 152,770.000 ton w czerwcu 1929, do 2,042.000 ton we wrześniu 1929, wahań dzienne od 7,510.000 ton do 23.300 ton. Przytem wyraża autor twierdzenie, że z tej wielkiej ilości materiału drobna tylko część uczestniczy w tworzeniu ław przeszkadzających żegludze.

Jak widzimy, Amerykanie stosują metody najprostsze, a jednak opierające się na wszystkich doświadczeniach europejskich. Jest to regulacja jednolita, obejmująca olbrzymią przestrzeń, a przytem wykonywana niezmiernie szybko. Jak wynika z podanych kosztów, nie będzie ona droższą jak przyjmowane u nas koszty regulacji Wisły. Dlatego warto skorzystać z doświadczeń amerykańskich, które co do metod organizacyjnych i szczegółów projektu i budowy są niezmiernie ciekawe i pouczające, a przytem nowe. Kierownicy regulacji Wisły powinni rzecz oglądać na miejscu.

Referat francuski, inżynierów Armanda i Pascalona, pod względem zasad regulacji nie daje

nie nowego, powtarza tylko klasyczne zasady ogłoszone jeszcze w r. 1894 przez Girardona na kongresie w Hadze.

Szerzej akcentuje doniosłość badań nad ruchem materiału ruchomego, odróżniając części unoszone (alluvions), których ilość rośnie ze stanem wody, a jest większa przy podnoszeniu się stanów wody jak przy opadaniu, przyczem maximum ilości tego materiału przechodzi wcześniej jak maximum objętości wody, oraz materiał wleczony po dnie (galets). Pierwszy rodzaj można i pod względem ilości oznaczyć przez czerpanie w różnych głębokościach zapomocą odpowiednich przyrządów, drugi jedynie zapomocą zbiorników. Tak na przykład oznaczano ilość żwiru rzeki Drac pod Grenobłą średnio na 220.000 m³ rocznie, zaś Isère po połączeniu z Drac na 350.000 m³ rocznie. Badania przeprowadzone dla okresu 21 lat (1903—1924) dały dla Isère po połączeniu z Drac wartości roczne skrajnie następujące: max. 1910 — 540.000 m³, min. 1921 — 40.000 m³. Zresztą referat powołuje się na wyniki badań inżynierów Simona i Haegelena, przedłożonych kongresowi w Tokjo.

Autor stwierdza, że badanie ruchu materiału rzecznoego w przyrodzie jest trudne i stawia pytanie, czy nie należałoby ustalić praw tego ruchu w laboratorjach hydraulicznych, tak jak badano zjawiska ruchu wody.

Referat włoski, prof. inż. Giandotti, zajmuje się regulacją Padu na przestrzeni między ujściem Addy i Mincio (140 km), wchodzącej w skład projektowanej drogi wodnej Medjolan-Wenecja, w całości 380 km długiej, z czego na kanał sztuczny przypadnie 110 km (60 km od strony Medjolanu i 50 km od strony Wenecji), reszta zaś (270 km) na Pad uregulowany. W sferach technicznych Italji była ostra walka, czy zdecydować się na regulację Padu, czy też wykonać kanał równoległy; spór przecięła Najwyższa Rada Robot publicznych decydując się na regulację rzeki.

Pad (największa rzeka włoska) jest w wymienionej przestrzeni już rzeką potężną, której średnie minimum wynosi poniżej Addy 510 m³/sek, poniżej Oglio 560 m³, a spad przeciętny 0,00015. Ilość materiału unoszonego rocznie wynosi przeciętnie 17,5 miliona m³, a wleczonego po dnie 4—13% powyższej ilości, tak, że całą ilość materiału można przyjąć na 20 milionów m³). Regulacja będzie przeprowadzona na małą wodę zapomocą tam równoległych i ostróg. Koszt całkowity wyniesie 270 milionów lirów. Tamy regulacyjne mają być wykonane z rzędów pali, dużej kubatury piasku i utrwalenia korony i skarp oskałowaniem.

Referat holenderski, inż. Lely, omawia regulację ramienia Renu Waal dla żeglugi. Po różnych robotach, przeprowadzanych systematycznie od r. 1850, udało się, przez zwięźenie na stałą szerokość 260 m zapomocą ostróg, uzyskać potrzebne głębokości.

Referat zajmuje się także kwestjami teoretycznymi i ruchem materiału. Poprzeczny spad dna w krzywiznach dla rzek holenderskich określa wzorem $\beta = \frac{22}{R}$, gdzie R oznacza promień krzywizny w metrach. Co do „praw Fargue'a“ podnosi pewne zastrzeżenia. Pomiary profilów poprzecznych, przedsiębrane co 3 tygodnie, przyczem zdejmowano je gęsto, co 62½ m, okazały, że pomimo regulacji pewne profile wykazywały zmiany w dnie przed i po wielkiej wodzie, dochodzące do 2 m. Ramieniem Waal idzie nietylko piasek lokalny, ale także piasek i żwirek nanoszony z Niemiec.

*) Przyrost roczny delty Padu oceniają Lombardini i Marinelli na 27 wzgl. 29 milionów m³.

Referat rosyjski, inż. Lotter'a i Walmana oblicza krzywe spiętrzenia wywołane jazem na rzece Wolchoff i porównuje je z krzywymi rzeczywistymi. Stosuje tu metodę prof. Dra Tolmana z Pragi, zastosowaną do jazów kanalizacji Węłtawy i opublikowaną w *Wochenschrift f. d. öff. Bd.* 1905.

Referat czeski, inż. Cerovsky'ego, omawia szczegółowo kanalizację górnej Łaby między Mielnikiem a Pardubicami (130 km). Rozpoczęta jeszcze na podstawie austriackiej ustawy o drogach wodnych z r. 1901, kontynuowana jest dalej; w przyszłości ma ona stanowić środkową część czeskiej drogi wodnej Dunaj-Łaba, z której część I, od Dievina nad Dunajem (12 km powyżej Bratisławy) do Łaby pod Pardubicami (327 km), ma stanowić kanał żeglugi, a końcową część, na terytorjum czeskiem (106 km) Łaba skanalizowana od Mielnika do Uścia i Łaba wolna od Uścia do granicy saskiej.

Pierwotny projekt w ciągu wykonania ulega zasadniczym zmianom; podczas gdy pierwsze śluzy komorowe zbudowano dla statków 600-tonowych, dalsze buduje się już dla statków 1200-tonowych. Pierwotny projekt nie uwzględniał również wyzyskania sił wodnych; w nowszych stopniach, które teraz dopiero się wykonuje, koncentruje się spady i wykonuje zakłady o sile wodnej.

Kanalizację poprzedza regulacja — mająca na celu należyte odprowadzenie wody i utrzymanie potrzebnej głębokości. Profil jest dwuczściowy, niesymetryczny, z częścią głębszą przy brzegu wklęsłym. Co do linii regulacyjnych wysunięta jest zasada trasy krętej, sinusoidalnej, tak jak przy regulacji na małą wodę, w wierzchołku promień nie ostrzejszy jak 500 m, przechodzący lemniskatą do $r = \infty$, przyczem długie proste przejścia są zalecane.

Kanalizacja musi wogóle uwzględniać 4 cele, a mianowicie, prócz żeglugi, należyte odprowadzenie wód, wymogi rolnictwa i wyzyskanie siły wodnej. Pierwotnie światło jazów i wały obliczono na zwykłą (brzegową) wielką wodę, z tem, że wyższe wody będą się przelewać przez wały i zalewać dolinę. Obecnie ta zasada podlega rewizji i jazy otrzymają prawdopodobnie otwory na największą wielką wodę. Sprawozdanie akcentuje potrzebę niezmiennego profilu przepływu i szkodliwość wszelkich rozszerzeń, w których tworzą się złoża piasku utrudniające żeglugę.

Dotąd wykonano 84 km regulacji, a w robocie jest 16 km; ukończono 6 stopni kanalizacyjnych kompletnie, a dwa są w budowie. Obejmuje to 20 km przestrzeni między Mielnikiem a Kostelcem; całość ma być ukończona w ciągu 10 lat.

Podobne warunki zachodzą w przestrzeni Wisły między Krakowem a ujściem Dunajca; wielkość obu rzek pod względem dorzecza jest taka sama, a w dolinie rozwinięta jest kultura rolna. O ile zatem dojrzeje sprawa kanalizacji tej przestrzeni (80 km), to doświadczenia uzyskane na Łabie mogą tu być z korzyścią wyzyskane.

3. Postęp uzyskany w ostatnich latach w urządzeniu i eksploatacji budowli dla żeglugi na kanałach i kanalizacjach rzek, oraz w urządzeniu do nich dostępu.

Referat niemiecki inż. Hoebel'a i Paxmann'a przedstawia cały szereg nowych konstrukcyj i urządzeń na drogach wodnych niemieckich, które wykonano w okresie najnowszym, niezwykle intensywnej działalności na polu budowy dróg wodnych w Niemczech, m. i. kanału Śródlądowego, kanalizacji Neckaru, Dunaju pod Kachlet i Menu, przebudowy kanału Odra-

Sprewa, etc. Na pierwszym miejscu wymienić należy nowe typy śluz komorowych bez długich kanałów obiegowych, które podpisany przedstawił już szczegółowo w *Czasopiśmie* z r. 1929⁹⁾. Dalej opisują autorzy specjalny typ wentyla do zamknięcia kanałów obiegowych, nowe typy bram śluzowych, urządzenia centralne do uruchomienia śluz, sygnalizację świetlną w pobliżu śluz, holowanie w obrębie basenów przysluzowych i śluz¹⁰⁾, komory śluzowe z żelaznych ścian szczelnych, ostoje (dalby) metalowe, a wreszcie traktory gąsienicowe jako środki holownicze (ok. 50 H. P.) i statki holownicze z dieslami (ok. 17 — 34 H. P.), do holowania w obrębie portów i miejsc przeładowania.

Referat amerykański, inż. Markham'a, opisuje urządzenia kanału Panamskiego¹¹⁾, który ma już obecnie ruch roczny 30 milj. ton, kanału wodospadów Saint-Mary (stanowiącego połączenie żeglowne między jeziorem Górnem a Huron'skim), na którym ruch roczny przekracza 92,060.000 ton, a więc jest większy jak suma transportów kanałów Suezkiego i Panamskiego, a wreszcie kanalizację Ohio na długości około 1600 km (ruch roczny 20 milj. ton).

Referat francuski, inż. Parmentier'a, przedstawia niemiernie ciekawą automatyzację śluz komorowych najważniejszej po Sekwanie drogi wodnej francuskiej: kanał Saint-Quentin-kanał boczny Oise-skanalizowana Oise, łączącej północne zagłębie węglowe z Paryżem.

Ta droga wodna ma już ruch 8 milionów ton rocznie, a wobec małego typu statków francuskich (péniche, ładowność 200—300 ton) musiano tu uczynić wszystko co możliwe, aby ten ruch pokonać. Wprowadzono więc monopol holowania (prywatne Towarzystwo pod nadzorem państwa), żeglugę łańcuchową w stowisku szczytowem, przyczem pociągi obejmują do 50 statków. Śluzy są wszędzie podwójne, z komorą na 1 statek. W ostatnich czasach wprowadzono automatyzację śluzowania, polegającą na następujących zasadach: Każde skrzydło bramy wspornej i każda zasawa otworów w skrzydle, otrzymały silnik elektryczny jednokrotny (prąd trójfazowy, 220 V); otwieranie i zamykanie zasuw i wrót odbywa się więc nie ręcznie, lecz motorycznie. Wogóle cały przebieg śluzowania odbywa się przez jedno naciśnięcie guzika przez śluzowego, a więc gdy np. statek śluzujący się na poziom górny wszedł do komory, automatycznie odbywa się zamknięcie wrót dolnych, otwarcie zasuw we wrotach górnych celem napełnienia komory i otwarcie wrót górnych, bez dalszego współdziałania personalu.

Dalszem ulepszeniem jest urządzenie na wysokości (5,7 m) rusztowaniu żelaznym (na murze oddzielającym obie śluzy) transportera elektrycznego, wciągającego statek do śluzy i wyprowadzającego go z niej (200 m długości drogi). Wszystkie organy ruchu złączone są w kabinie umieszczonej między obiema śluzami. Posiada ona dwa górne głośniki, zapomocą których śluzowy może dawać rozkazy na odległość 200 m. Urządzono nawet osobny transporter elektryczny dla przewożenia dokumentów statku do kabiny i odwożenia ich napowrót do statku.

Koszt tych urządzeń wynosi dla śluzy podwójnej 550.000 fr.

Oszczędność na czasie wynosi przy prześluzowaniu jednego statku wstępującego na stanowisko górne

⁹⁾ „Nowości i postęp w budowie śluz komorowych“.

¹⁰⁾ Odnośnie do kanału Ren-Herne znajdujemy ciekawą wzmiankę, że w r. 1923 miał on obrót 20 milionów ton.

¹¹⁾ Patrz artykuł podpisanego w Cz. T. z r. 1918 p. t.: „Kanał Panamski“.

i jednego zstępującego na dolne, 6 minut (dawniej 30 minut, obecnie 24), czyli 20%. Dla poszczególnego statku nie ma to znaczenia, ale dla całego systemu ma znaczenie ogromne, gdyż zwiększa dzielność kanału o 20%.

Referat przedstawia w dalszym ciągu przebudowę kanalizacji dolnej Sekwany (Paryż-Rouen). Dawne, niższe stopnie przebudowuje się na wyższe, a cały spad tej przestrzeni, wynoszący 27 m, podzielony dotąd na 9 stopni, skoncentrowany będzie tylko w 6 stopniach, a głębokość dla żeglugi zwiększona z 3,2 m na 5 m. Jazy dawnych typów zmienia się na nowe (Stoney), przyczem jednak i ulepszona kłapa Chanoine'a (system Aubert) ciągle ma jeszcze znaczenie. Przebudowę jazów na dolnej Sekwanie opisaliśmy już w *Czasopiśmie*, tu dodaje się tylko, że nowe, wielkie jazy porusza się tylko mechanicznie.

Celem ułatwienia ruchu wprowadza się sygnały świetlne w pobliżu śluz, tak nocne jak i dzienne.

Z szeregu innych referatów tej grupy (belgijski, angielski, węgierski, włoski, holenderski, rosyjski, szwedzki i czeski) zasługują na wzmiankę referat szwedzki inż. Lawskiego i referat czeski inż. Pavlouszka. Pierwszy z nich opisuje automatyzację ruchu śluz Södertälje (kanał łączący jezioro Mälaren z Bałtykiem) i śluzy Skanstull (kanał Hamarby), oraz sygnalizację świetlną, drugi zaś nowe wielkie jazy czeskie przystosowane do wyzyskania siły wodnej. Do tych należą:

Jaz Masaryka na Łabie pod Strzekowem (fig. 7a i b, oraz 8a tablicy) spiętrzający wodę od 7,12—9 m i pokrywający szypoty tej rzeki, (na długości 1 km spad średni 2—2,25 m), posiada konstrukcję Stoney'a (rys. 8a tablicy), o dwu zasuwach ponad sobą (tz. zasawa-wagon). Dwie lub 3 zasawy górne są poruszane automatycznie w związku z ruchem zasuw komór turbinowych, a to w ten sposób, że gdy się otwiera lub przymyka zasawę komory turbinowej, równocześnie przymyka się lub otwiera zasawa jazu, celem zapewnienia stałego przepływu w rzece. Przy jazie tym prócz zakładu silnicowego są dwie śluzy komorowe (170 × 24 i 176,5 × 13), z których mniejsza, przeznaczona dla ruchu osobowego, daje się jeszcze zapomocą wrót pośrednich podzielić na połowę.

Jaz pod Prelouc na Łabie posiada dwa otwory po 21 m, zamknięte zasuwami Stoney'a (jednolitami), z kłapą ruchomą (rys. 8b tablicy) i 1 otwór o 6 m długości jako wypust żwiru, zamknięty dwiema zasuwami ponad sobą (5,10 m, łączna wysokość). Wreszcie jaz na Wełtawie pod Mirzejowicami, wykonany przed dwudziestu kilku laty wyłącznie w celach żeglugi, a składający się z otworów bocznych zamkniętych iglicami i głównego (56 m) zamkniętego zasuwami na odrzwiach zawieszonych na moście, nie mógł się ostać przy uwzględnieniu drugiego zadania, t. j. wyzyskania sił wodnych, gdyż ani jazy iglicowe, ani zasawy na odrzwiach, nie mogą funkcjonować w zimie. Przykład zlodzenia zasuw na odrzwiach podaje rys. 10, przedstawiający przypadek z pamiętnej zimy 1928/9. W nowym jazie pod Mirzejowicami wykonano 3 otwory jako jazy walcowe (2 × 28,7 i 1 × 19 m) i dwa otwory jako jazy Stoney'a po 27,7 m (zasawy jednolite z kłapą górną, rys. 8c tablicy), powstałe przez podzielenie otworu głównego filarem.

Referat podnosi, że pomiędzy istniejącymi typami wielkich jazów tylko jazy Stoney'a i walcowe mogą być zamknięte i uruchomione w zimie, gdyż tylko one, prócz zapewnienia ruchu zakładu o sile wodnej w zimie, dają również gwarancję bezpieczeństwa.

Doświadczenia stwierdza dalej, że im jaz jest szczelniejszy i im mniej od strony dolnej zanurzony

w wodzie, tem łatwiejsze jego uruchomienie w zimie. Jazy działające w zimie powinny mieć urządzenie do ogrzewania, bądź elektrycznie bądź koksem. Z uwagi na uniknięcie trudności ze zlodzeniem stawia referat jazy Stoney'a wyżej.

Co do centralizacji ruchu śluz referat przyznaje, że można w ten sposób osiągnąć pewne oszczędności, jednak nie sądzi, aby powodowało to zwiększenie bezpieczeństwa statków. Dlatego przy śluzach w Czechach nie przeprowadzono centralizacji ruchu.

B. Komunikaty.

1. Kanały służące równocześnie dla żeglugi i rolnictwa. Użytkowanie wzajemne kanału żeglugi do nawodnień i wody z nawodnień do zasilania kanałów.

Temat ten wraca perjdycznie pod obrady międzynarodowych kongresów żeglugi, co dowodzi, że rolnictwo, stanowiąc wszędzie tak ważną gałąź gospodarstwa narodowego, musi być uwzględniane przy wszelkich zamierzeniach z zakresu budownictwa wodnego. Powtórne urządzenia wspólne dla różnych celów mogą być w pewnych wypadkach rentowniejsze i łatwiejsze do sfinansowania.

Jednak sądzę, że temat ten niezbyt nadaje się do traktowania przez tego rodzaju zrzeszenie jak „Stowarzyszenie międzynarodowe stałe kongresów żeglugi“, obejmujące państwa i poszczególnych członków ze wszystkich części świata. Względy rolnicze, a więc przede wszystkim o ile chodzi o nawodnienia i osuszenia i ich uwzględnienie przy projektowaniu kanałów żeglugi, napotykają w tym wypadku na tak różne warunki przyrodzone (klimat, opady, etc.) i gospodarcze, że wysnucie jakichś generalnych wskazań lub reguł, o ogólnem znaczeniu, nie jest tu w szerszej mierze możliwe. Stąd też w tym dziale liczba referatów jest mniejsza (tylko 6: niemiecki, hiszpański, francuski, włoski, japoński i holenderski), a sama ich treść może mniej interesująca jak referatów z innych działów.

Zresztą nie trzeba sądzić, aby liczba tych kanałów żeglugi, obsługujących równocześnie rolnictwo, była nadmiernie wielka. Referaty stwierdzają, że wielkie zamierzenia irygacyjne powinny się oprzeć na osobnym kanale nawodniającym a nie na kanale wspólnym dla żeglugi i nawodnień. Kanały żeglugi będące zarazem nawodniającymi należą w swej większości do urządzeń mniejszych (Włochy, Hiszpanja, Francja, Japonja), choć nie można zaprzeczyć, że i szereg wielkich kanałów żeglugi prowadzi pewne objętości dla celów nawodnień („Wielki Kanał Alzacki“, w stanowisku pod Kembs ma dawać do nawodnień 11–15 $m^3/ssek$). W północnych, nadmorskich częściach Europy częstsze są kanały żeglugi będące zarazem osuszającymi (Holandja, Niemcy). W Japonji, która jest krajem górzystym i lesistym, tylko 15% kraju oddane jest kulturze rolnej, z czego jednak prawie połowę zajmują pola ryżowe. Pomimo, że opady są tu znaczne (przeciętna warstwa roczna 1633 m/m), nawodnianie stosowane jest w szerokiej mierze, a równoczesne użytkowanie kanałów żeglugi do nawodnień i odwrotnie, było dość częste. Jednak i tu rozchodziło się o kanały mniejsze, o ruchu statków poniżej 90 ton.

We Francji również tego rodzaju wspólne użytkowanie jest stosunkowo rzadkie; do kanałów służących równocześnie żegludze i rolnictwu zaliczyć należy kanał du Midi (nawodnienie winnic; oddał dobre usługi przy zwalczaniu filoxery), kanał boczny Garonny, kanały alzackie, a w kolonjach francuskich kanały w Indo-Chinach, Tonkinie i Annamie. We Włoszech północnych (Lombardja i prowincja Wenecja) kanały na-

wodniające służą w kilku wypadkach także i do niezbyt wielkiej żeglugi.

Sprawozdawca generalny inż. Dardanelli (Italja) stwierdza w swych ostatecznych wnioskach, że w każdym razie należy przy projektach nowych kanałów badać możliwość techniczną i gospodarczą wspólnego użytkowania dla celów żeglugi i rolnictwa (nawadnianie, wzgl. osuszenie, użytkowanie wody z nawodnień do zasilania kanału żeglugi), gdyż w pewnych wypadkach tego rodzaju użytkowanie do różnych celów może być korzystne.

2. Porty śródziemne, typy nadbrzeży rzecznych przy dużych zmianach poziomu wody, typy urządzeń mechanicznych przeładowniczych, ochrona przed lodem, rozłożenie portów zimowych na rzekach, hangary i składy, połączenie z koleją, koszty założenia i ruchu.

Ten zawsze interesujący temat omawia aż 12 obszernych referatów, zawierających mnóstwo ważnych wskazań, wyników doświadczeń, oraz szczegółów konstrukcyjnych, tak, że referaty te stanowią właściwie znakomity podręcznik budowy portów śródziemnych według najnowszych zasad. Naturalnie, że musimy się tu ograniczyć do omówienia tylko rzeczy najistotniejszych.

Referat niemiecki, inż. Verlohr'a, stwierdza nadzwyczajny postęp w ostatnim dwunastoleciu w kierunku usprawnienia portów. O ile chodzi o Niemcy, to trzeba autorowi przyznać rację, jakkolwiek w wielu wypadkach przekroczono tam granice ekonomji i wiele miast wybudowało porty niepotrzebne, lub niepotrzebnie wielkie, tak, iż nawet władze nadzorcze musiały interwenjować.

Autor zaznacza, że projektując port trzeba ściśle współpracować nie tylko z administracją wodną, ale i ze stronami prywatnymi, które go będą używać, z koleją, władzami państwowymi i miejskimi. Połączenia drogowe zyskują na znaczeniu wobec rozwoju transportów samochodowych, jednak powinno się ich liczbę z uwagi na koszt ograniczyć do minimum, a taksamo należy ograniczyć, z uwagi na ruch, liczbę wszelkich przejść w poziomie do minimum. Zwraca uwagę na potrzebę zabezpieczenia dla przyszłego rozwoju portu i dla przemysłu rozległych obszarów gruntów. Poszczególne baseny portowe nie powinny być zbyt długie z uwagi na wygodę ruchu i urządzenia kolejowe, nie dłuższe jak 1000–1200 m .

Co do wykształcenia nadbrzeży, to podnosi, że najodpowiedniejsze są wprawdzie strome, pełne mury, jednak są one bardzo drogie i nie można ich budować w zbyt długich nieprzerwanych linjach. Dlatego często ogranicza się baseny skarpami ukośnemi, a tory i żorawie umieszcza się na konstrukcjach żelbetowych w kształcie rusztowań. Wykształcenie stromych ograniczeń nadbrzeży portowych ułatwiają nowsze typy konstrukcji żelbetowych z ścianami szczelnymi, pilotami, płytami kotwicznymi i ścianami górnymi żelbetowymi, oraz wysokie ściany szczelne żelazne (typy Larssena lub Hoescha), zakotwione w ład. Kilka typów podano na dołączonej tablicy (rys. 11, 12, 13 i 14).

Referat opisuje w dalszym ciągu najnowsze urządzenia przeładunkowe stosowane w Niemczech.

Referat hiszpański opisuje port na Gwadal-kwiwirze w Sewilli, położony 100 km powyżej ujścia rzeki do morza, a 19 km poniżej zasięgu fali morskiej. Opis jest ciekawy z tego tytułu, że poucza jak się portów nie powinno budować. Sam Gwadal-kwiwir, rzeka już duża (pod Sewillą dorzeczcie 56.000 km^3), mająca jednak charakter gwałtownej rzeki górskiej (przeplływ

przy małej wodzie $10\text{ m}^3/\text{sek}$, przy wielkiej $10.000\text{ m}^3/\text{sek}$, wahania stanów wody do 10 m), toczy mnóstwo materiału, a ponieważ nadbrzeża portu są niskie, zalewa je szybko na $2-3\text{ m}$ i zasypuje warstwą materiału do 1 m grubości. A port ten nie jest wcale jakąś małą przystanią, lecz posiada roczny obrót $1,8$ miliona ton, który dalej wzrasta. Referent opisuje bez ogródek nieład jaki panuje gdy nadchodzi wielka woda — uciekanie z towarami, materiałami, żórawiami, etc., przy czym jednak mnóstwo towarów niszczyje. Do tego port ma niepewne i stare bulwary, źle fundowane; nie można przy nich pogłębiać dna portu, ani obciążać ich zbyt żórawiami, skutkiem czego przeładunek odbywa się przeważnie ręcznie.

Wzrastający ruch wymaga przebudowy portu, a raczej budowy nowych części. Referat przedstawia zasady sporządzonego projektu, nie odbiegające zresztą od zasad ogólnie przyjętych.

Referat amerykański, inż. Schultza (U. S. A.), stwierdza, że w Ameryce żegluga rzeczna jest dopiero w okresie dziecięcym, gdyż skutkiem gwałtownego rozwoju kolei żelaznych rzeki usunęły się w cień, a dopiero od lat 15 zaczyna się nad nimi poważnie pracować. Dawniejszy okres żeglugi nazywa okresem „romantycznym”; kursowały wtedy statki (paquebots), które swe ładunki każdorazowo stosowały do stanu wody, względnie do rozporządzalnych, bardzo zmiennych głębokości.

Autor podnosi z naciskiem niesłychane znaczenie dla żeglugi śródlądowej licznych i dogodnych połączeń z liniami kolejowymi i drogowymi (automobile ciężarowe). Zgodnie z warunkami amerykańskimi (silnie rozwinięta sieć kolejowa i drogowa) stwierdza, że najważniejszą częścią ruchu na rzekach będzie ta, która powstaje z ruchu przeładowczego. Ma tu na myśli przede wszystkim towar drobny, więcej wartościowy, wymagający szybkiej dostawy, a więc i szybkiego przeładunku. Omawia również urządzenia przeładowcze dla zmiennych stanów wody (dwa rodzaje — przy zmianach stanów $3-6\text{ m}$ i przy zmianach $6-18\text{ m}$; przedmiot ten był już traktowany i na poprzednich kongresach), a wreszcie zauważa, że rząd Stanów Zjednoczonych traktuje urządzenie linii transportowych rzecznych jako experiment i obecnie studjuje sprawę najodpowiedniejszych typów statków.

Referat francuski, inż. Suquet, omawia pokrótce zasady budowy i organizacji portów francuskich, w dziedzinie których zrobiono w ostatnich czasach we Francji stosunkowo dużo. Szerokość poszczególnych zagłębi portowych przyjmuje się na $50-100\text{ m}$, choć istnieje cały szereg małych portów o szerokości basenu $20-40\text{ m}$. Długość zagłębi jest różna, zwykle nie przekracza 1000 m (wyjątkowo stary port w Strasburgu 1200 m i port w Bonneuil (Paryż) 1600 m).

Co do wykształcenia nadbrzeży, to porty kanałowe posiadają bulwary murowane; takie wykonanie jest dla portów rzecznych, z powodu znacznej wysokości, zbyt drogie, dlatego coraz częściej stosuje się we Francji bulwary rusztowaniowe (estacades) żelbetowe, złożone z pilotów i spoczywającej na nich platformy. Nadbrzeża między zagłębiami, na których znajdują się tory, transportery, żórawie, drogi, magazyny, hangary, składy, mają szerokości nieraz bardzo znaczne, $100-180\text{ m}$ (Strasburg, a nawet 200 m Bonneuil).

Autor zwraca uwagę na ważność należytych połączeń portów z kolejami; we Francji wiele pierwszorzędnych linii kolejowych ma jako stację końcową port. Jednak z powodu tego, że linie wodne są państwowe, a linie kolejowe przeważnie prywatne, współdziałanie

obu środków przewozowych nie jest wystarczające, a przewozy mieszane nie mają tego znaczenia jakie miećby powinny.

Kwestja zlodzenia rzek i kanałów, z powodu łagodnego klimatu, nie ma we Francji wielkiego znaczenia. Niema tu właściwie żadnego portu zimowego, a specjalne zarządzenia ochronne przed lodami należą do rzadkości.

Koszta wykonania portów pokrywają państwo, miasta i Izby handlowe w różnym stosunku. Koszta niektórych portów są bardzo znaczne i tak: port Grenneville (Paryż) kosztować ma w całości 229 milionów fr., Bonneuil (Paryż) 29 milj. fr., Pantin 54 milj. fr., stary port strasburski kosztował 20 milj. fr., a nowy port strasburski, obecnie w pełni budowy, kosztować będzie 320 milj. fr.

Referat węgierski opisuje port handlowy i przemysłowy w Budapeszcie, wykonany kosztem $22,950.000$ pengö. Referat włoski stwierdza pewne zacofanie Włoch na polu dróg wodnych i portów, wywołane tą okolicznością, że obsługują one tylko małą część kraju, tj. dolinę Padu i obszar ciągnący ku Wenecji. W roku 1926 uzyskało „Towarzystwo włoskie żeglugi śródlądowej“ w Wenecji koncesję na wykonanie i eksploatację całego szeregu dużych obiektów, między innymi portów w Mantui, Cremonie, Padwie i innych przystani wzdłuż Padu. Wogóle porty włoskie dzielą się na porty w dolinie Padu, porty na jeziorach i porty rzeczne Włoch centralnych. Referat podaje cały szereg typów stosowanych bulwarów; z najnowszych żelbetowych podaje się tu na dołączonej tablicy (rys. 15) fotografię bulwaru na Padzie w Cremonie. Ma on 150 m długości, 5 m wysokości ponad fundament i szerokość górną $7,7\text{ m}$. Wykonany jest w całości z żelbetu i składa się z pilotów, bitych w 3 liniach równoległych, połączonych belkami podłużnymi i poprzecznymi, na których spoczywa płyta. U spodu oskałowanie chroni brzeg przed uszkodzeniem od fali i lodów.

Lody mają we Włoszech małe znaczenie; na Padzie, od połowy ubiegłego stulecia licząc, było zlodzenie tylko w latach $1858, 1867, 1880$ i $1928/9$.

Referat rumuński, inż. Popesco, interesuje nas w większej mierze z uwagi na możliwości przeładunku polskich towarów w portach Dunaju. Dunaj po Wołdze jest największą rzeką europejską (ma 800.0000 km^2 dorzecza). Od Bazias aż do ujścia na długości 1100 km przepływa Dunaj przez Rumunję, w której wykonano 36 portów rzecznych.

Z rozlicznych próbowanych typów bulwarów nadrzecznych opisuje referat typ uznany za najlepszy, z uwagi na wytrzymałość przeciw fali i lodom i taniości (rys. 16 tablicy). Jest to typ o skarpie ukośnej, złożony z szerokiego materaca faszynowego 1 m grubości, trapezowego narzutu kamiennego z szkieletem z pilotów, ujętych u góry w kleszcze podłużne i poprzeczne, bruku skarpowego, opartego na podsypce z warstwy żwiru i warstwy piasku pod pierwszą umieszczoną, a wreszcie muru betonowego brzegowego. Taki bulwar kosztował normalnie 1200 fr. zł. za 1 mb w warunkach normalnych, a dwa razy tyle w wyjątkowo trudnych warunkach. Przeładunek towaru ze statku na kolej, czy do magazynów, odbywa się za pośrednictwem pomostu, opartego z jednej strony o bulwar, a z drugiej o ponton pomocniczy, znajdujący się między brzegiem (bulwarem) a statkiem, z którego wyładowuje się towar.

Ten ponton pomocniczy ma żóraw rusztowaniowy z ramieniem wspornikowym, sięgającym aż ponad statek, który ma być wyładowywany. Urządzenie to, zastosowane zresztą również i na rzekach amerykańskich, (sta-

nowiące jedno z wielu innych urządzeń tam stosowanych), pozwala na dostosowanie się przy przeładunku do zmiennych stanów wody (na dolnym Dunaju 8 m zmiany stanów), przyczem statek nie musi przybijać bezpośrednio do brzegu, lecz może być w czasie przeładunku około 30 m od niego oddalony, a przez to znajdować się na głębszej wodzie.

Co do odległości portów zimowych referat zauważa, że zależy ona od warunków lokalnych, a mianowicie od szybkości tworzenia się lodu. Gdzie istnieje intensywna żegluga, tam odległość ta nie powinna być mniejsza jak 100 km, przy mniej intensywnej 150 km. Na rzekach, gdzie istnieją łatwe warunki schronienia się statków, jak np. stare koryta oddzielone wyspami, tam można, przy słabszym ruchu żeglownym, zwiększyć odległość portów do 200 km.

Koszt portów i bulwarów nadrzecznych na Dunaju, wraz z kosztem poprawy łożyska, wyniósł w Rumunii 200 milj. fr. zł., a roczne koszty utrzymania wynoszą 4 miliony fr. zł., podczas gdy opłaty portowe wraz z opłatami dokowem (Gałac i Brąila) dają rocznie 6.000.000 fr. zł.

Referat rosyjski, inż. Timonoff'a i Lakhnitzky'ego, zawiera na początku historję i wyniki badań tego tematu przez wszystkie kongresy żeglugi od r. 1886 (kongres II w Wiedniu), a potem ogólne rozważania nad zasadami założenia i ruchu portów.

Referat czeski inż. Moravec'a, opisujący porty czeskosłowackie na Dunaju, przedewszystkiem zaś porty w Bratisławie i Komarnie, jest dla nas i z tego tytułu interesujący, ponieważ wywóz z Polski grawituje także i do tych portów.

Autor zauważa, podobnie zresztą jak to stwierdzają i inne referaty, że dla przesyłek pociągów przewozu towaru drobnego nadają się lepiej nadbrzeża rzeki, zaś dla zimowania statków, przeładunku i składu towarów masowych baseny portowe. Założenie portu, jego rozmiary, urządzenia, środki przeładowcze, magazyny, etc., powinny być dostosowane do rozmiarów i wymagań ruchu; trzeba pamiętać o tem, że urządzenia te nie są same dla siebie celem, lecz że służą celom handlu i przemysłu i moment gospodarczy, oraz ekonomja, powinny tu być przedewszystkiem uwzględnione. Autor zwraca uwagę na ogólne położenie portu. Nie powinien on być zbyt blisko miasta ze względów bezpieczeństwa, zwłaszcza jeżeli wielkie ilości materiałów gromadzi (oleje mineralne), a więc raczej poniżej miasta nadbrzeżnego, jak powyżej. Uwzględnić jednak należy również warunki meteorologiczne, jak np. kierunek panujących wiatrów.

Co do bulwarów, to referat stwierdza, że w obu portach, istniejących w mniejszych rozmiarach już przed wojną, wykonane były nadbrzeża jako ukośne brukowane skarpki, oparte na oskałowaniu. Po wojnie przekalkulowano dokładnie koszt murów pionowych i ubezpieczonych skarp ukośnych, jak również zbadano celowość obu konstrukcyj, przyczem okazało się, że mury bulwarowe pionowe są niepomiernie droższe od nadbrzeży ukośnych, głównie z powodu trudnych warunków fundowania i znacznej wysokości, a korzyści specjalnych nie dają. Wobec tego przy rozbudowie portów dunajowych zatrzymano typ dawny, przyczem jednak żorawie brzegowe muszą otrzymać ramię o dużym zasięgu, tak, aby mogły obsługiwać nawet drugi rząd statków. Zwrócić tu należy uwagę na to, że do takich samych konkluzji doszli i inżynierowie rumuńscy.

Obydwa duże porty czesko-słowackie na Dunaju, t. j. Bratisława i Komarno, rozwinęły się po wojnie w szybkim tempie. Obydwa służą jako porty zimowe,

a także jako przeładowcze, przyczem Komarno służy specjalnie do przeładunku węgla i jego produktów. Leży on przy ujściu Wagu, a osobne zagłębienie położone przy tej rzece przeznaczone jest do przeładunku olejów mineralnych. Również jest tu przewidziany basen dla tratw.

Rozwój ruchu obu portów przedstawia następujące zestawienie:

Rok	Bratisława	Komarno
1914	45.600 ton	—
1919	21.000 "	28.000 ton
1920	151.000 "	24.000 "
1921	177.000 "	17.000 "
1922	92.000 "	44.000 "
1923	140.000 "	36.000 "
1924	361.000 "	108.000 "
1927	542.000 "	604.000 "
1928	474.000 "	704.000 " ¹²⁾
1930	442.000 "	614.000 "

Średni przeładunek dzienny wynosił 100 ton na 1 mb nadbrzeża, w czasie jednak bardzo znacznego ruchu przeładowywano wyjątkowo i 300 ton.

Wydatki państwa na obydwie porty wyniosły w okresie od r. 1919—1930 140,9 milj. kor. czesk., czyli 35 milj. zł., zaś wpływy z wszystkich opłat (łącznie z kolejowem i cłowem) wyniosły w samych tylko latach 1928 i 1929 łącznie 366 milj. k. cz. = 90 milj. zł. Naturalnie, że znaczna część tych wpływów wpłynęłaby do kasy państwowej także, gdyby nie było tych portów (opłaty kolejowe, cło), jednak w każdym razie cyfry te świadczą o celowości tych portów. Jeżeli chodzi o rentowność włożonego w inwestycje kapitału, to czysty zysk nie wynosi więcej jak 2%, jednak objekty te przyczyniają się w znacznej mierze także pośrednio do podniesienia gospodarstwa narodowego. Koszta utrzymania wynoszą 2,1%, kosztu ruchu 4,2%, rentowność nowszych magazynów do 10%, urządzeń do przeładunku 6%.

3. Badanie problemów hydrotechnicznych zapomocą doświadczeń laboratoryjnych na modelach o zmniejszonych wymiarach. Porównanie wyników tych doświadczeń z wynikami bezpośrednimi spostrzeżeń w przyrodzie, w celu wykazania w jakich granicach jest ważne prawo podobieństwa.

Jak wiadomo, obecnie tak w Europie, jak i w Ameryce, problemy techniczne i hydrauliczne, których rozwiązanie zapomocą metod ścisłych, drogą rachunku, jest trudne lub niemożliwe, próbuje się rozwiązać zapomocą badań na modelu, wykonanym w zmniejszonej podziałce. Stosowanie więc wyników uzyskanych na modelu do właściwej budowli, lub też pewnego wzoru hydraulicznego, ustawionego na podstawie spostrzeżeń przy wykonaniu eksperymentu na małą skalę, do zjawisk przepływu w przyrodzie, lub na obiektach w dużej skali, jest extrapolacją, co do której trzeba się zapewnić, czy odpowiada ona rzeczywistości. Eksperymentowanie na modelach jest już metodą dawno znaną i praktykowaną, właściwe jednak laboratorja hydrauliczne, lub laboratorja budownictwa wodnego, powstały później, około 30 lat temu. Ojcem doświadczalnictwa niemieckiego jest prof. Engels (Drezno), wybitnie zapisali się na tem polu Krey, Rehbock, Seifert i i. W Niemczech istnieje cały szereg laboratorjów wodnych; Francja kroczy na tej drodze dopiero od niedawna (laboratorja w Tuluzie i Beauvert, Grenoble). Wspaniałe laboratorjum kosztem do 2 milj. zł.

¹²⁾ W tem 80% stanowił polski węgiel.

wybudowano w ostatnich latach w Zurychu. Laboratorium wodne posiada również Austria (Wiedeń) i Czechosłowacja (dwa, t. j. w Pradze¹³⁾ i w Brnie¹⁴⁾). W Szwecji istnieje w Sztokholmie piękne laboratorium wodne w Politechnice, a w Stanach Zjednoczonych Am. Pn. założono cały szereg bogato wyposażonych laboratoriów wodnych; wybitnym przedstawicielem idei doświadczalnictwa wodnego jest tam prof. Freeman¹⁵⁾.

Na kongres żeglugi nadesłano 9 referatów, a mianowicie: niemiecki (prof. Seifert), hiszpański (Quijano), francuski (Camichel i Escande), węgierski (Rohringer), włoski (prof. Marchi), rosyjski (prof. Timonoff), szwedzki (prof. Fellenius), szwajcarski (prof. Meyer-Peter) i czeski (prof. Smrček i dyr. Smetana); generalny referat opracował prof. Marchi (Medjolan). Przeważną część referatów omawia nie tylko sposób przeprowadzania badań i praktyczne rezultaty, lecz wkracza w kwestje teoretyczne, podaje prawa dla modeli, względnie podziałki, warunki podobieństwa dla poszczególnych wymiarów, wielkości i sił i stara się określić granice extrapolacji. Niepodobna tu streścić wszystkich wyników doświadczeń praktycznych, które odnosiły się do prawie wszystkich praktycznie ważnych problemów budownictwa wodnego, a w ostatnich czasach może w największej liczbie miały na celu doświadczalne ustalenie konstrukcji podłoża jazu, któreby tłumilo nadmierne i niebezpieczne dla stałości jazu prędkości wody po

jego dolnej stronie, jak również wszystkich zapatrywań dotyczących teoretycznej strony problemu. Zgodnie jednak z konkluzjami powyższych referatów stwierdzić trzeba, że doświadczenia na modelach budowli, umiejętnie przeprowadzone, mogą dać znakomite wskazówki dla praktyki. Ponieważ trudno tu uzyskać zupełnie ściśle podobieństwo między zjawiskiem na modelu i w rzeczywistości, przeto doświadczenia te dadzą raczej lepsze wyniki pod względem jakościowym, jak pod względem ilościowym. Z tego wynika, że o ile chodzi również o uzyskanie dobrych wyników pod względem ilościowym, podziałka modelu powinna być jak największa. W tym kierunku wypowiada się również (na innym miejscu) prof. Engels, podnosząc wartość experimentu na wielką skalę (Versuch im Grossen).

Co się tyczy doświadczeń ściśle hydrodynamicznych (przepływ między ścianami stałymi i na stałym, a nie ruchomym podłożu), to mogą one przy umiejętnym przeprowadzeniu ich na modelach dać wyniki również i pod względem ilościowym zadowalniające.

We Lwowie w marcu 1932.

¹³⁾ Instytut Narodowy T. G. Masaryka dla badań hydrologicznych i hydrotechnicznych.

¹⁴⁾ Laboratorium Politechniki czeskiej, założone przez prof. A. Smrčka.

¹⁵⁾ Vide dzieło: „Die Wasserbaulaboratorien Europas“, Berlin 1926.

Inż. Dr. Alfons Chmielowiec.

Rozwiązywanie równań kwadratowych przy pomocy suwaka logarytmicznego.

Nader ważne w praktyce inżynierskiej równania II. stopnia dadzą się łatwo rozwiązać przy pomocy zwyczajnego logarytmicznego suwaka rachunkowego. Do tego celu nie potrzebna jest podziałka kwadratowa. Wystarczą dwie identyczne, sąsiadujące z sobą podziałki logarytmiczne, z których jedna jest na części nieruchomej suwaka czyli lineale, druga zaś na części ruchomej, t. j. na języku¹⁾.

Najprostszym równaniem II. stopnia jest:

$$x^2 = a. \quad (1)$$

Jego rozwiązanie czyli wyciąganie pierwiastka $x = \sqrt{a}$ odbywa się bez pomocy podziałki kwadratów w następujący sposób: nastawiam nitkę okienka na wartość a linealu. Następnie przesuwam język tak, aby pod nitką okienka na języku była ta sama liczba, co na lineale przy jednym z końców języka; mianowicie przy lewym, jeżeli liczba a jest 1, 3, 5...-cyfrowa (ilość cyfr na lewo od kropki dziesiętnej nieparzysta), zaś przy prawym, jeżeli ilość cyfr liczby a jest parzysta. Jeżeli np. $a = 2,73$ to nastawiam nitkę na 2,73, następnie lewy koniec języka posuwam w prawo tak długo, aż liczba znajdująca się pod nim na lineale zrówna się z liczbą języka pod nitką. Zanim to nastąpi, liczby pod lewym końcem języka rosną, zaś liczby pod nitką maleją tak, iż bardzo prędko i łatwo liczba jedna zrówna się z drugą. Ta właśnie zrównana liczba, w danym wypadku 1,65, jest szukanym pierwiastkiem x , który możemy odczytać zarówno pod nitką na języku jak i na lineale, pod końcem języka. Sposób ten jest dokładniejszy od zwykłego sposobu przy pomocy podziałki kwadratów, która jest dwa razy krótsza, a więc dwa razy mniej dokładna od podziałki przez nas używanej (dolnej). Poza to, jako owoc tego działania, otrzymujemy nie tylko sam pierwiastek, ale i takie nastawienie języka, które pozwala wprost odczytać iloczyn

pierwiastka przez pewną liczbę np. $5,38 \cdot \sqrt{2,73} = b \cdot \sqrt{a} = 8,9$. Wystarczy posunąć nitkę na liczbę b języka. Możliwe to jest, o ile b nie wysunęło się na zewnątrz linealu. Przy tem nastawieniu języka możemy też na nim odczytać odwrotność pierwiastka liczby a , przesunawszy nitkę na odpowiedni koniec linealu, np. $1 : \sqrt{a} = 1 : \sqrt{2,73} = 0,605$.

Zamiast uważać na ilość cyfr liczby a wystarczy sobie zdać sprawę z granic, między którymi a się znajduje. Np. $\sqrt{31,7}$ jest pomiędzy 5 i 6. Nastawiam tedy nitkę na 31,7 linealu i jeden z końców języka pomiędzy 5 i 6, (tu oczywiście koniec prawy, gdyż inaczej język oddaliłby się od okienka), np. na 5,5. Na nitce jest liczba większa, więc posuwam język w prawo. Obserwując liczby malejące na nitce i liczby rosnące pod końcem języka, znajdę $x = \sqrt{31,7} = 5,64$.

Jeżeli liczba a jest mniejsza od 1, a więc na lewo od kropki dziesiętnej jest 0, to idąc w prawo od kropki dziesiętnej, grupuję cyfry co dwie, oddzielając je np. kropką u dołu. Jeżeli pierwsza grupa na prawo od kropki dziesiętnej różni się od 00 jest liczbą dwucyfrową, to pierwiastka szukam z prawej strony okienka, jeżeli zaś liczbą jednocyfrową, to z lewej. Każdej grupie zer po kropce odpowiada jedno zero pierwiastka. Przykłady:

$$\sqrt{0,585} = 0,765 \quad (\text{prawy koniec języka})$$

$$\sqrt{0,069} = 0,2625 \quad (\text{lewy } \quad \quad \quad)$$

$$\sqrt{0,00418} = 0,0646 \quad (\text{prawy } \quad \quad \quad)$$

$$\sqrt{0,000069} = 0,002625 \quad (\text{lewy koniec języka}).$$

Jeżeli wymagana jest wielka dokładność to do wartości przybliżonej x_0 znalezionej w powyższy sposób znajdziemy poprawkę Δx tak, iż wartość poprawiona wynosi:

$$x = x_0 + \Delta x. \quad (a)$$

Wartość przybliżona x_0 oczywiście nie spełnia dokładnie równania 1, tylko daje odchyłkę:

$$\Delta a = a - x_0^2. \quad (b)$$

¹⁾ W. Aulich: „Logarytmiczny suwak rachunkowy i jego sposób użycia“. Biblioteka Politechniczna. Tom XXIV. Lwów 1911.

Wstawmy (a) w (1) to:

$$a = x_0^2 + 2x_0 \Delta x \dots (c)$$

jeżeli zaniedbamy wielkość bardzo małą II rzędu $(\Delta x)^2$. Z porównania (b) i (c) otrzymamy:

$$\Delta x = \frac{\Delta a}{2x_0} \dots (d)$$

Np. $\sqrt{735,2} = x$

$x_0 = 27$

$x_0^2 = 729$

$a = 735,2$

Wg. (b)

$\Delta a = 6,2$

Wg. (d) $\Delta x = \frac{6,2}{2 \cdot 27} = 0,1150$

Wg. (a) $x = 27,1150$ (błąd nie większy od $\pm 0,0001$).

Równanie:

$$z(z+1) = d, \dots (2)$$

w którym d jest liczbą dodatnią ($d > 0$), posiada jeden pierwiastek dodatni z_1 i jeden ujemny z_2 , przyczem:

$$z_2 = -(z_1 + 1), \dots (3)$$

gdyż

$$z_2(z_2 + 1) = z_1(z_1 + 1).$$

Oba pierwiastki znajdują łatwo i prędko suwakiem w następujący sposób. Nastawiam nitkę okienka na liczbę d lineału. Następnie przesuвам język tak, aby liczba języka znajdująca się pod nitką była o 1 większa od liczby lineału, znajdującej się pod końcem języka (ściślej — pod kreską języka, oznaczającą 1). Liczba lineału pod końcem języka jest pierwiastkiem dodatnim, liczba języka pod nitką — pierwiastkiem ujemnym. Ale w pierw trzeba się zorientować, czy pierwiastek z_1 leży na lewo, czy też na prawo od nitki. Podstawiając za z pewne okrągłe wartości np. z' i z'' otrzymamy zamiast d pewne wartości d' i d'' . Jeżeli d jest pomiędzy d' i d'' to z_1 jest pomiędzy z' i z'' . Jeżeli przytem z' i z'' leżą na lineale na lewo od d , to i pierwiastka z_1 należy szukać na lewo od d , a więc lewym końcem języka. I odwrotnie.

Przykład 1. $z(z+1) = 4,25$

Dla $z=1$ otrzymamy: $1(1+1) = 2 < 4,25$

„ $z=2$ „ $2(2+1) = 6 > 4,25$

Ponieważ $2 < 4,25 < 6$, więc $1 < z_1 < 2$. Przedział 1—2 na podziałce nieruchomej leży na lewo od liczby 4,25, więc lewy koniec języka wskazuje nam pierwiastek z_1 pomiędzy 1 i 2. Nastawiam nitkę na liczbę 4,25 lineału. Startując lewym końcem języka od położenia, w którym początek języka odpowiada początkowi lineału, jak gdy suwak jest zamknięty w pudełku, posuwam język powoli w prawo. Wówczas liczby lineału pod lewym końcem języka rosną od 1 wzwyż, liczby zaś języka pod nitką maleją od liczby 425 w dół. Obserwuję kolejno liczby z' lineału, ponad którymi przechodzi koniec języka i liczby $z'' = z' + 1$, większe od tamtych o jeden — na języku. Te ostatnie zbliżają się prędko do nitki nieruchomej. Z chwilą, gdy ją osiągną, czytam pod lewym końcem języka 1,62, zaś na języku pod nitką 2,62, zatem $z_1 = 1,62$, $z_2 = -2,62$.

Przykład 2. $z(z+1) = 32,8$.

Dla $z=5$ jest $5 \cdot 6 = 30 < 32,8$.

$z=6$ „ $6 \cdot 7 = 42 > 32,8$.

Ponieważ $30 < 32,8 < 42$, więc $5 < z < 6$.

Nastawiam nitkę na $d=32,8$. Ponieważ przedział 5—6 jest na prawo od nitki, więc prawym końcem języka startuję np. od liczby 6 lineału. Liczba 6+1 jest na prawo od nitki, więc przesuвам w lewo np. na 5,5. Liczba 5,5+1=6,5 na języku nie dosięgła jeszcze nitki z prawej strony, więc posuwam wciąż jeszcze ostrożnie w lewo. Dopiero kiedy prawy koniec języka znajdzie się nad 5,25 to na nitce jest o 1 więcej, czyli 6,25, zatem $z_1 = 5,25$, $z_2 = -6,25$.

Przykład 3. $z(z+1) = 0,43$.

Mamy $0,43(1+0,43) > 0,43$

$0,2(1+0,2) < 0,43$.

Nastawiam nitkę na 0,43 lineału. Ponieważ przedział 0,2—0,43 jest na lewo od nitki, więc startuję od liczby 0,2 lewym końcem języka. Liczba 0,2+1=1,2 na języku jest na lewo od nitki, więc posuwam język w prawo. Gdy koniec języka jest na liczbie 0,3, to liczba języka 1,3 jest wciąż jeszcze na lewo od nitki. Dopiero kiedy początek języka przypadnie na liczbę 0,3249 to pod nitką na języku znajdzie się liczba 1,3249, więc $z_1 = 0,3249$, $z_2 = -1,3249$.

Przykład 4. $d=615$.

Mamy $20 \cdot 21 = 420 < d$, $30 \cdot 31 = 930 > d$, więc $20 < z < 30$. Pod lewym końcem języka znajduję: $z_1 = 24,3$ pod nitką $z_2 = -25,3$.

Jeżeli wymagana jest bardzo wielka dokładność to znalezione powyżej pierwiastki mogą służyć za pierwsze przybliżenie. Niech będzie z_0 wartość przybliżona. Wartość dokładna

$$z = z_0 + \Delta z \dots (4)$$

czyni zadość równaniu:

$$f(z) = z^2 + z - d = 0 = f(z_0 + \Delta z) \dots (a)$$

Podstawiając w powyższe z_0 za z otrzymamy wartość różną od zera:

$$f(z_0) = z_0^2 + z_0 - d \dots (b)$$

Odejmując (b) od (a) otrzymamy:

$$f(z_0 + \Delta z) - f(z_0) = \Delta f(z_0) = f'(z_0) \cdot \Delta z = -f(z),$$

zatem poprawka:

$$\Delta z = -\frac{f(z_0)}{f'(z_0)}, \dots (5)$$

przyczem $f'(z_0) = 2z_0 + 1$.

Jeżeli d jest bardzo małe, to i z jest bardzo małe, a zatem z^2 jest wielkością małą II. rzędu czyli $z_0 = d$, $f(z_0) = d^2$, $f'(z_0) = 2d + 1 = \infty$. Mamy więc:

$$\Delta z = -\frac{d^2}{2d+1},$$

zaś:

$$z = d - \frac{d^2}{2d+1} = \infty d - d^2 \dots (6)$$

Przykład 5. $z(z+1) = 0,02$.

Wg. (6) $z_1 = 0,02 - 0,0004 = 0,0196$.

Wg. (3) $z_2 = -1,0196$.

Przykład 6. $d = 0,132 = z_0$. $\Delta z = \frac{0,132^2}{1,264} = 0,0138$,

$z_1 = 0,1320 - 0,0138 = 0,1182$, $z_2 = -1,1182$.

Jeżeli d jest bardzo wielkie, to i z jest bardzo wielkie, więc z w porównaniu do z^2 można pominąć, czyli $z_0^2 = d$, albo $z_0 = \sqrt{d}$.

$$f(z_0) = d + \sqrt{d} - d = \sqrt{d}, \quad f'(z_0) = 2\sqrt{d} + 1$$

$$\Delta z = -\frac{\sqrt{d}}{2\sqrt{d}+1} = -\frac{1}{2+\frac{1}{\sqrt{d}}} \dots (7)$$

zaś

$$z = \sqrt{d} - \frac{1}{2+\frac{1}{\sqrt{d}}}$$

albo zgoła

$$z = \sqrt{d} - \frac{1}{2} \dots (8)$$

Przykład 7. $d = 616$, $\sqrt{d} = 24,8 = z_0$.

Wg. (7) $-\Delta z = \frac{1}{2,0406} = 0,490$, $\Delta z = -0,49$,

$z_1 = 24,8 - 0,49 = 24,31$.

Albo krócej wg. (8): $z_1 = 24,8 - 0,5 = 24,3$, $z_2 = -25,3$, (por. przykład 4).

Równanie $y = z(1-z) \dots (9)$

przedstawia parabolę o pionowej osi symetrii $z=0,5$. Funkcja (9) dla wartości $z=0,5$ posiada swoje maximum $y_{max}=0,5(1-0,5)=0,25$. Współrzędne $z=0,5$, $y=0,25$, określają wierzchołek paraboli. Równanie:

$$z(1-z) = d, \dots (10)$$

w którym $d > 0$ posiada pierwiastki rzeczywiste o ile $d < 0,25$. Jeżeli $d=0,25$, równ. (10) ma tylko jeden pierwiastek rzeczywisty $z_1 = z_2 = 0,5$. Jeżeli z_1 jest pierwiastkiem równania (10) to również jego dopełniacz:

$$z_2 = 1 - z_1 \dots (11)$$

jest pierwiastkiem. Oba pierwiastki są dodatnie i mniejsze od 1. Znajdziemy je łatwo suwakiem. Nastawiam nitkę na d lineażu. Zbliżam powoli koniec języka do nitki. Obserwuję liczby pod nim z' i liczby na języku $z''=1-z'$. Te ostatnie zbliżają się do nitki. Z chwilą, gdy ją osiągną zatrzymuję język i czytam pod prawym końcem języka na lineale z_1 i pod nitką na języku z_2 .

Przykład 8. $d=0,2$.

Mijając prawym końcem języka na lineale kolejno liczby: 0,9, 0,85, 0,8, 0,75

obserwuję na języku ich uzupełnienia do 1, a więc odpowiednio liczby:

0,1 0,15 0,20 0,25,

które szybkim krokiem zbliżają się od lewej strony ku nitce. Gdy ją osiągną, czytam pod prawym końcem języka $z_1=0,724$ pod nitką na języku $z_2=0,276$

kontrola, $z_1 + z_2 = 1,000$

Przykład 9. $d=0,075$. Nastawiam nitkę na d .

W miarę jak prawy koniec języka mija na lineale liczby: $z'=0,99$ 0,97 0,95 0,93 0,925

to odpowiednie $z''=1-z'$

0,01 0,03 0,05 0,07 0,075

zbliżają się szybko do nitki, a gdy ją osiągną, otrzymamy: $z_1=0,9206$, $z_2=0,0794$.

Jeżeli d jest bardzo małe to i z jest bardzo małe i mało się różni od d . Wartość przybliżona $z_0=d$. Rachunkiem różniczkowym analogicznie do (5) znajdziemy poprawkę:

$$\Delta z = \frac{d^2}{1-2d} \dots (12)$$

Wartość poprawiona:

$$z = d + \frac{d^2}{1-2d} \approx d + d^2 \dots (13)$$

Przykład 10. $d=0,073$, $2d=0,146$, $1-2d=0,854$, $d^2=0,0053$. Wg. (12) $\Delta z=0,0053:0,854=0,00625$. Wg. (13) $z_1=0,073+0,00625=0,07925$ (por. przykl. 9).

Wg. (11) $z_2=0,92075$.

Przykład 11. $z(1-z)=0,00865 = d$
 $d^2=0,000075$

Wg. (13) $z_1=0,008725$

Wg. (11) $z_2=0,991275$

Równania (2) i (10) rozwiązuje się w praktyce bardzo prędko (w przeciągu paru sekund), gdyż drobiazgowo opisane przy nich operacje odbywają się błyskawicznie w myśli. Opisałiśmy sposób ich rozwiązania szczegółowo, ponieważ każde równanie kwadratowe da się sprowadzić do formy (2) lub (10).

Ogólne równanie II. stopnia:

$$ax^2 + bx = c, \dots (14)$$

w którym a, b, c są to liczby różne od zera możemy napisać w postaci:

$$x^2 + \frac{b}{a}x = \frac{c}{a},$$

albo:

$$x \left(x + \frac{b}{a} \right) = \frac{c}{a},$$

albo:

$$\frac{ax}{b} \left(\frac{ax}{b} + 1 \right) = \frac{ac}{b^2} \dots (15)$$

Rozróżnić należy dwa wypadki: 1. $ac > 0$, 2. $ac < 0$.

1. Jeżeli $ac > 0$ czyli gdy a i c mają ten sam znak nazwijmy:

$$z = \frac{a}{b}x \dots (16)$$

$$d = \frac{ac}{b^2}, \dots (17)$$

to równanie (15) przejdzie w (2). Znalazszy z otrzymamy wg. (16):

$$x = \frac{b}{a}z \dots (18)$$

Przykład 12. $2,76x^2 + 1,98x = 6,043$.

Wg. (17) $d = \frac{2,76 \cdot 6,043}{1,98 \cdot 1,98} = 4,25 = z(z+1)$

(por. przykl. 1), $z_1 = 1,62$, $z_2 = -2,62$.

Wg. (18) $x_1 = \frac{1,98}{2,76} \cdot 1,62 = 1,161$

$x_2 = \frac{1,98}{2,76} (-2,62) = -1,880$.

Przykład 13. $17,45x^2 - 3,64x = 24,89$.

Wg. (17) $d = \frac{17,45 \cdot 24,89}{3,64 \cdot 3,64} = 32,8 = z(z+1)$,

$z_1 = 5,25$, $z_2 = -6,25$ (por. przykl. 2).

Wg. (18) $x_1 = \frac{-3,64}{17,45} \cdot 5,25 = -1,092$

$x_2 = \frac{-3,64}{17,45} (-6,25) = +1,300$.

Przykład 14. $x^2 + 9,3x = 1,73$.

Wg. (17) $d = 1,73 : 9,3^2 = 0,02 = z(z+1)$

$z_1 = 0,0196$, $z_2 = -1,0196$ (por. przykl. 5).

Wg. (18) $x_1 = 9,3 \cdot 0,0196 = 0,182$

$x_2 = 9,3 \cdot (-1,0196) = -9,482$

Przykład 15. $0,695x - 23,8x^2 + 12,48 = 0$

$a = -23,8$, $b = 0,695$, $c = -12,48$.

Wg. (17) $d = (-23,8)(-12,48) : 0,695^2 = 615$

$z_1 = 24,3$ $z_2 = -25,3$ (por. przykl. 7).

Wg. (18) $x_1 = \frac{0,695}{-23,8} \cdot 24,3 = -0,71$,

$x_2 = \frac{0,695}{-23,8} (-25,3) = 0,7385$

2. Jeżeli $ac < 0$, t. j. gdy a i c mają znaki różne, to podstawiając w (15):

$$d = -\frac{ac}{b^2} \dots (19)$$

$$z = -\frac{a}{b}x \dots (20)$$

otrzymamy równ. (10):

$$z(1-z) = d.$$

Znalazszy z obliczymy wg. (20):

$$x = -\frac{b}{a}z \dots (21)$$

Przykład 16. $2x^2 - 5x = -0,914$.

Wg. (19) $d = \frac{2 \cdot 0,914}{5 \cdot 5} = 0,073 = z(1-z)$.

Stąd $z_1 = 0,9206$, $z_2 = 0,0794$ (por. przykl. 9).

Wg. (21) $x_1 = -\frac{-5}{2} \cdot 0,9206 = 2,302$

$x_2 = -\frac{-5}{2} \cdot 0,0794 = 0,198$

Przykład 17. $2x^2 + 5x = -0,914$, d, z_1, z_2 jak wyżej, więc

$$x_1 = -\frac{5}{2} \cdot 0,9206 = -2,302, \quad x_2 = -0,198.$$

Przykład 18. $x^2 - 12,75x + 2,06 = 0$.

Wg. (19) $d = 2,06 : 12,75^2 = 0,01268$
 $d^2 = 0,00016$

Wg. (18) $z_1 = 0,01284$
 $z_2 = 1 - z_1 = 0,98716$

Wg. (21) $x_1 = 12,75 z_1 = 0,1640$
 $x_2 = 12,75 z_2 = 12,60$

Jeżeli $ac < 0$, zaś $d > 0,25$, to równanie (14) nie posiada pierwiastków rzeczywistych, tylko zespolone:

$$x = \frac{b}{a} \left(-\frac{1}{2} \pm i \sqrt{d - 0,25} \right),$$

przyczem: $i = \sqrt{-1}$.

Przykład 19. $2x^2 - 3x + 1,4 = 0$
 $ac = 2(-1,4) < 0$,

$$d = \frac{2 \cdot 1,4}{3 \cdot 3} = 0,311 > 0,25,$$

$$d - 0,25 = 0,061, \quad \sqrt{0,061} = 0,247,$$

$$x = \frac{-3}{2} (-0,5 \pm 0,247 i).$$

W ten sposób wyczerpaliśmy wszystkie możliwe przypadki. Należy podkreślić, że w praktyce rozwiązanie równań kwadratowych opisanym sposobem trwa znacznie krócej niżby się wydawało na podstawie przytoczonych przykładów, bowiem nie potrzeba wypisywać wartości d . Ponadto w praktyce zwykle tylko jeden pierwiastek (np. dodatni) ma dla nas znaczenie. Wówczas także wypisywanie wartości z_1 wzgl. z_2 jest zbędne, wystarczy, że suwak jest na nie nastawiony, aby przez prostą manipulację wg. równ. (18) i (21), t. j. przez jeden ruch języka i jeden ruch okienka znaleźć x . Wreszcie metoda opisana zaleca się prostotą i łatwością wyprowadzenia, przez co jest łatwa do spamiętania.

Inż. Gustaw Stomenger (Nowy Bytom).

Nowa metoda pomiaru przepływu w przewodach.

I. Podstawy teoretyczne.

Jeśli mamy przewód zamknięty wypełniony całkowicie cieczą lub gazem poruszającym się z pewną szybkością, a przewód jest zgięty według pewnego promienia krzywizny, to na całej długości łuku krzywizny podlegać będą cząstki tej cieczy sile odśrodkowej, która objawi się wzrostem ciśnienia w kierunku promienia.

Ponieważ siła odśrodkowa jest proporcjonalną do kwadratu chyżości, więc też i wzrost ciśnienia tą siłą spowodowany, będzie funkcją tejże. Stąd wniosek bliski, że przez pomiar różnicy ciśnienia odśrodkowego w dwóch skrajnych punktach przekroju przewodu, leżących w płaszczyźnie działania siły odśrodkowej, można będzie wyznaczyć szybkość cieczy, a co za tem idzie i ilość przepływu.

Niech będą:

- S — siła odśrodkowa,
- M — masa w kg
- v — zmienne szybkości strug w zgięciu (m/sek^{-1}),
- v_0 — stała na całym przekroju szybkość w pr. stej części przewodu (m/sek^{-1}),
- p_0, p_1, p_2 — ciśnienia w kg/m^{-2} ,
- γ — ciężar właściwy cieczy lub gazu w kg/m^{-3} ,
- g — przyspieszenie ziemskie,
- F, F_1 — przekroje przewodów w m^2 ,
- ρ — promień krzywizny dowolnej strugi,
- R_1, R_2 — skrajny wewnętrzny i skrajny zewnętrzny promień krzywizny obwodu przekroju w m ,
- a — promień krzyw. środka przekroju kołowego w m ,
- $r = \frac{d}{2}$ — promień przekroju kołowego w m ,
- K i K_1 — stałe.

Siła odśrodkowa elementu masy dM na promieniu ρ niech będzie dS :

$$dS = dM \cdot \frac{v^2}{\rho},$$

jeśli oznaczymy wysokość tego elementu przez dz , natenczas będzie (rys. 1):

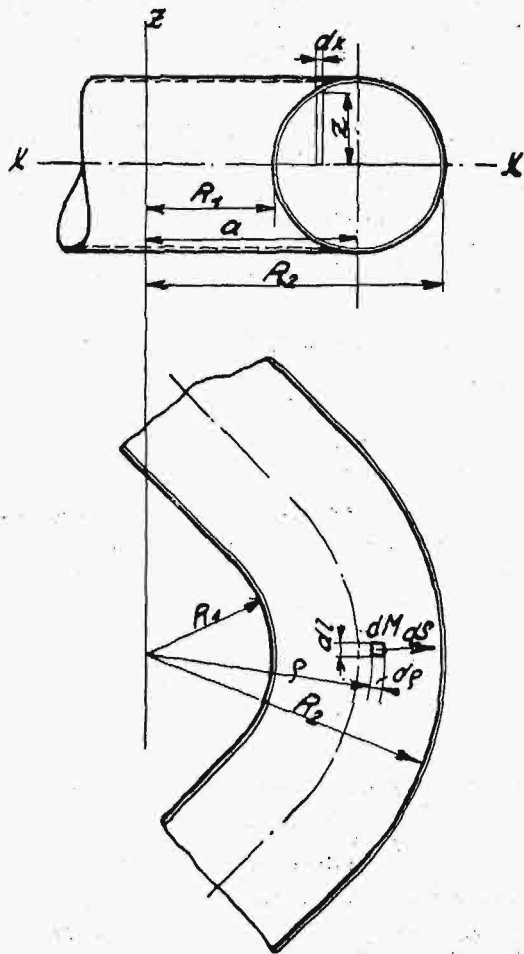
$$dM = d\rho \cdot dl \cdot dz \cdot \frac{\gamma}{g},$$

a więc:

$$dS = v^2 \cdot dl \cdot dz \cdot \frac{d\rho}{\rho} \cdot \frac{\gamma}{g}.$$

Skutkiem siły odśrodkowej wzrośnie ciśnienie na element sąsiedni o wielkość:

$$dp = \frac{dS}{dl \cdot dz} = v^2 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{d\rho}{\rho} \quad (1)$$



Rys. 1.

Związek pomiędzy ciśnieniem a szybkością określa nam równanie:

$$p = p_0 + \left[z - \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot g} \right] \cdot \gamma,$$

gdzie z oznacza różnicę poziomów rozpatrywanych przekroi. Ponieważ jednak w danym wypadku przyjmujemy przekrój poziomy i rozpatrujemy zjawiska zachodzące w jednej z płaszczyzn poziomych, więc $z=0$, a wzór powyższy przybierze kształt:

$$p=p_0 - \frac{\gamma}{2g} [v^2 - v_0^2],$$

różniczkując powyższe równanie otrzymamy:

$$dp = -\frac{\gamma}{g} \cdot v \cdot dv. \quad (2)$$

Przez porównanie równań (1) i (2) otrzymamy:

$$\begin{aligned} \rho dv - v d\rho &= 0 \\ \int (dv - v d) &= K \\ v \cdot r &= K. \end{aligned} \quad (3)$$

stąd:

Powyższe równanie jest ważne dla przekroju jakiegokolwiek kształtu, jednak stała K będzie dla każdego przekroju inną. Obecnie zajmiemy się wyznaczeniem jej dla przekroju kołowego jako najczęściej spotykanego.

Przyjmijmy więc przewód poziomy o przekroju kołowym, którego środek bieży pò łuku o pewnej krzywiznie i umieścmy środek układu współrzędnych w środku krzywizny (rys. 1), natenczas $\rho = x$.

Z równania (3) widzimy, że szybkość v będzie funkcją x . Zakładając więc ciągłość ruchu i całkowite wypełnienie przewodu, możemy napisać równanie:

$$F \cdot v_0 = \int v \cdot z \cdot dx,$$

gdzie F jest powierzchnią przekroju, v_0 zaś szybkością w prostej części przewodu, natomiast v nieznaną nam bliżej szybkością w elemencie powierzchni $y \cdot dx$ przekroju zgiętej części przewodu.

Wstawiając wartości na v z równania (3) otrzymamy:

$$F \cdot v_0 = K \int \frac{dx}{x}. \quad (4)$$

Dla górnej połowy koła, którego środek leży na osi XX będzie:

$$\begin{aligned} z &= \sqrt{r^2 - x^2 + 2ax - a^2} \\ \frac{F \cdot v}{2} &= K \cdot \int_{R_1}^{R_2} \frac{\sqrt{r^2 - x^2 + 2ax - a^2}}{x} \cdot dx. \end{aligned} \quad (5)$$

Celem wyznaczenia tej całki podstawiamy:

$$\sqrt{r^2 - x^2 + 2ax - a^2} = (x - a - r) \cdot t,$$

a że:

$$r^2 - x^2 + 2ax - a^2 = -(x - a - r) \cdot (x - a - r),$$

więc:

$$(x - a - r)^2 \cdot t^2 = -(x - a - r) \cdot (x - a - r),$$

stąd:

$$x = \frac{a - r + t^2(a + r)}{t^2 + 1}$$

$$dx = \frac{4 \cdot r \cdot t}{(t^2 + 1)^2}$$

$$\sqrt{r^2 - x^2 + 2ax - a^2} = -\frac{2 \cdot r \cdot t}{t^2 + 1}$$

z powyższych podstawień wynika, że:

$$t = \sqrt{\frac{a - r - x}{x - a - r}}.$$

Po wstawieniu otrzymamy:

$$\int \frac{\sqrt{r^2 - x^2 + 2ax - a^2}}{x} \cdot dx = -8r^2 \int \frac{t^2 \cdot dt}{[a - r + t^2 \cdot (a + r)](t^2 + 1)^2}$$

wiemy, że:

$$a - r = R_1$$

$$a + r = R_2$$

$$\int \frac{\sqrt{r^2 - x^2 + 2ax - a^2}}{x} \cdot dx = -8r^2 \int \frac{t^2 \cdot dt}{R_2 \left(\frac{R_1}{R_2} + t^2 \right) (t^2 + 1)}$$

Powyższą całkę rozkładamy na ułamki proste:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_2} \int \frac{t \cdot dt}{\left(\frac{R_1}{R_2} + t^2 \right) (t^2 + 1)} &= \\ &= \frac{1}{R_2 - R_1} \int \left[\frac{1}{\frac{R_1}{R_2} + t^2} - \frac{1}{(t^2 + 1)^2} \right] \cdot dt - \\ &- \frac{R_2}{(R_2 - R_1)^2} \int \left[\frac{1}{\frac{R_1}{R_2} + t^2} - \frac{1}{t^2 + 1} \right] \cdot dt, \\ \int \frac{dt}{\frac{R_1}{R_2} + t^2} &= \frac{R_2}{R_1} \cdot \operatorname{arctng} \left(t \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} \right) + C \\ \int \frac{t^2 dt}{(t^2 + 1)^2} &= \frac{1}{2} \left(\operatorname{arctng} t - \frac{t}{t^2 + 1} \right) + C \\ \int \frac{dt}{t^2 + 1} &= \operatorname{arctng} t + C, \end{aligned}$$

$$\text{stąd: } \frac{1}{R_2} \int \frac{t^2 dt}{\left(\frac{R_1}{R_2} + t^2 \right) (t^2 + 1)^2} = \frac{R_1 + R_2}{2(R_2 - R_1)^2} \cdot \operatorname{arctng} t -$$

$$- \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{(R_2 - R_1)^2} \cdot \operatorname{arctng} \left(t \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} \right) + \frac{t}{2(R_2 - R_1)(t^2 + 1)} + C.$$

Wstawivszy wartość na t z uwzględnieniem tego, że $a - r = R_1$ i $a + r = R_2$ oraz $R_2 - R_1 = 2r$, otrzymamy:

$$\int_{R_1}^{R_2} \frac{\sqrt{r^2 - x^2 + 2ax - a^2}}{x} \cdot dx =$$

$$= \int_{R_1}^{R_2} - (R_1 + R_2) \cdot \operatorname{arctng} \sqrt{\frac{R_1 - x}{x - R_2}} -$$

$$- 2\sqrt{R_1 R_2} \cdot \operatorname{arctng} \sqrt{\frac{R_1 - x}{x - R_2} \cdot \frac{R_2}{R_1}} + 2\sqrt{(R_1 - x)(x - R_2)}$$

wstawivszy granice otrzymamy:

$$\frac{F \cdot v_0}{2} = K [2\sqrt{R_1 R_2} - R_1 - R_2] \operatorname{arctng} \infty$$

$$F \cdot v_0 = \pi K (2\sqrt{R_1 R_2} - R_1 - R_2),$$

$$F \cdot v_0 = -\pi K (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})^2,$$

$$K = -\frac{F \cdot v_0}{\pi (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})^2}. \quad (6)$$

Wyznaczywszy w ten sposób wielkość stałej K , weźmy obecnie pod uwagę jakąkolwiek poziomą cięciwę rozpatrywanego przekroju, o długości s (rys. 2).

Skutkiem siły odśrodkowej nastąpi wzdłuż tej cięciwy przyrost ciśnienia określony wzorem (1):

$$dp = v^2 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{d\rho}{\rho},$$

ponieważ jednak:

$$v = \frac{K}{\rho},$$

więc:

$$dp = K^2 \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{d\rho}{\rho^3}$$

całkując to równanie w granicach ρ_1 i ρ_2 otrzymamy:

$$p_2 - p_1 = K^2 \frac{\gamma}{2g} \left(\frac{1}{\rho_1^2} - \frac{1}{\rho_2^2} \right), \quad (7)$$

ponieważ jednak:

$$\rho_1 = a - \frac{s}{2} = \frac{2a - s}{2}$$

$$\rho_2 = a + \frac{s}{2} = \frac{2a + s}{2}$$

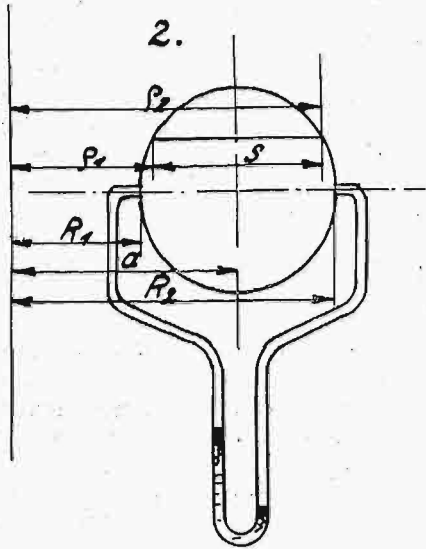
$$K^2 = \frac{(p_2 - p_1) (4a^2 - s^2)^2}{16as} \cdot \frac{g}{\gamma} \quad (7a)$$

Ze wzorów (6) i (7a) wynika, że:

$$\left(\frac{Fv_0}{\pi (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})^2} \right)^2 = \frac{(4a^2 - s^2)^2}{16as} \cdot \frac{g}{\gamma} (p_2 - p_1)$$

wstawivszy $a = \frac{R_1 + R_2}{2}$ otrzymamy ostatecznie:

$$Fv_0 = Q = (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})^2 \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(R_1 + R_2)^2 - s^2}{\sqrt{s(R_1 + R_2)}} \times \\ \times \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot \sqrt{p_2 - p_1} \quad (8)$$



Rys. 2.

Wzór powyższy wyznacza nam ilość przepływu w przewodzie o stałym przekroju kołowym, jeśli dane jest ciśnienie wywołane siłą odśrodkową mierzone na dowolnej poziomej cięciwie o długości s i znane są skrajne promienie krzywizn przekroju R_1 i R_2 .

W szczególnym wypadku, gdy pomiar ciśnienia odśrodkowego uskutecznią będziemy na poziomej średnicy, wtedy $s = d$ i wzór (8) przejdzie w:

$$Q = \frac{\pi R_1 R_2 (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})^2}{\sqrt{d(R_1 + R_2)}} \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot \sqrt{p_2 - p_1} \quad (9)$$

Ponieważ wyznaczenie długości cięciwy s przeważnie natrafi na trudności, to praktyczne znaczenie posiada właściwie dla przekroju kołowego jedynie wzór (9), gdyż tam wymagane jest jedynie znajomość obu skrajnych promieni krzywizn, bo średnicę d znajdujemy z różnicy tychże.

Przejdźmy obecnie do przewodu o przekroju prostokątnym jak na rys. 3 podobnie jak poprzedni poziomego. Tam mamy:

$$B \cdot H \cdot v_0 = H \int v d\varphi$$

stosując wzór (3) i zmieniając tam K na K_1

$$B v_0 = K_1 \int_{R_1}^{R_2} \frac{d\varphi}{\varphi} \\ K_1 = \frac{B v_0}{\log. \text{nat.} \frac{R_2}{R_1}} \quad (10)$$

Jeśli w równaniu (7) podstawimy R_1 i R_2 w miejsce φ_1 i φ_2 otrzymamy:

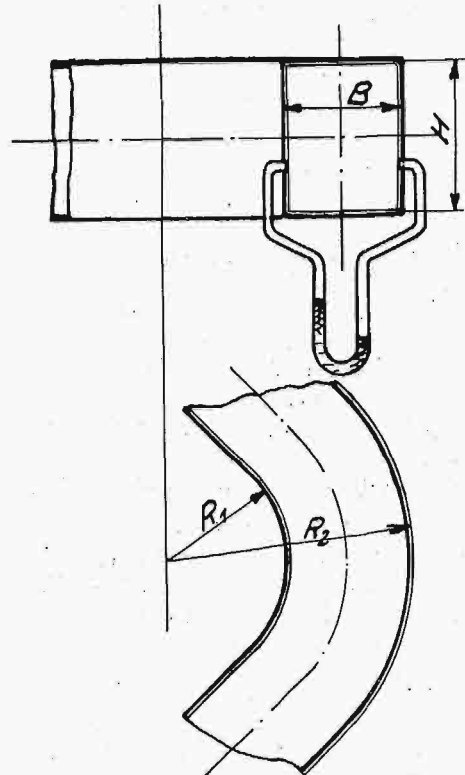
$$p_2 - p_1 = K_1^2 \frac{\gamma}{2g} \left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right) \quad (11)$$

z równań (10) i (11) otrzymamy po pewnym przekształceniu

$$v_0 = \frac{1}{B} \cdot \frac{R_1 R_2}{\sqrt{B(R_1 + R_2)}} \log. \text{nat.} \frac{R_2}{R_1} \cdot \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot \sqrt{p_2 - p_1}$$

Celem otrzymania ilości przepływu musimy to równanie pomnożyć przez przekrój $F_1 = BH$

$$F_1 v_0 = Q_1 = \frac{H R_1 R_2}{\sqrt{B(R_1 + R_2)}} \log. \text{nat.} \frac{R_2}{R_1} \cdot \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot \sqrt{p_2 - p_1} \quad (12)$$



Rys. 3.

Mamy więc dla dwóch przekroji, kołowego (9) i prostokątnego (12) wyprowadzone wzory ilości przepływu w zależności od ciśnienia odśrodkowego. Ponieważ zostały one obliczone bez uwzględnienia tarcia, wirów i t. p. strat jakie bezwarunkowo w kolanku przewodu istnieć muszą, jasnym jest więc, że celem stosowania w praktyce muszą one być jeszcze uzupełnione pewnym współczynnikiem doświadczalnym, podobnie jak teoretyczne wzory dla krez dławiających.

Wielkość i zależność tego współczynnika może być ustalona jedynie w drodze dokładnych laboratoryjnych pomiarów porównawczych. Niestety nie mając do dyspozycji potrzebnych urządzeń, nie mogłem się bliżej zająć tą sprawą, chcąc jednak choćby w przybliżeniu sprawdzić zgodność wyprowadzonych wzorów z rzeczywistością, wykonałem jeden pomiar porównawczy, w warunkach ruchowych, a więc bardzo niedogodnych.

II. Pomiar porównawczy.

Jako miejsce pomiarów obrałem poziomą rurę wodną o średnicy wewn. 150 mm posiadającą kolanko 90° o promieniach krzywizn $R_1 = 0,425 m$, $R_2 = 0,575 m$. Promienie te wyznaczono z uwzględnieniem grubości ścianki z zewnętrznego obrysu kolanka za pomocą pionu i cyrkla. Aby uniknąć zbytecznego wpływu wirów umieszczono otwory pomiarowe w około $\frac{1}{3}$ długości łuku, w te otwory wkręcono rurki, które prowadziły do manometru różnicowego w formie rurki U.

Ze względu na stosunkowo duże promienie krzywizn, wypadały z rachunku małe ciśnienia odśrodkowe

i nie można było, ze względu na żadaną dokładność pomiaru, użyć rtęci jako cieczy manometrycznej, obrabem więc $C Cl_4$ o ciężarze właściwym: 1,595.

W dalszym ciągu przewodu, w odpowiednim odstępie od kolanka wbudowano krezę dławiacą wraz z drugim manometrem różnicowym.

Przewód zakończony był czterema kurkami, którymi można było regulować ilość przepływającej wody.

Pomiar wykonano w ten sposób, że kolejno otwierano kurki wylotowe i równocześnie odczytywano wskazania obu manometrów różnicowych. Z otrzymanych wartości obliczono ilości przepływu dla obu urządzeń pomiarowych.

Po wstawieniu wartości na R_1 i R_2 we wzór (9) otrzymamy

$$Q = 0,00313 \sqrt{h \text{ mm } H_2O} \text{ m|sek}$$

$$\text{albo } Q = 11250 \sqrt{h \text{ mm } H_2O} \text{ kg|godz}$$

Wyniki pomiarów porównawczych podaje poniższa tabela, gdzie ciśnienia odśrodkowe podane są w przeliczeniu na mm sł. wody:

Lp.	Pomiar krezę		Pom. ciśn. odrs.		Różnica	
	Q kg/g	v m/s	h mm	Q kg/g	kg/g	%
1	147500	2,32	107	116200	31300	21,2
2	144000	2,26	99,5	112000	32000	22,2
3	138000	2,17	95,2	110000	28000	20,3
4	127000	2,00	80,4	101000	26000	20,4
5	120500	1,89	74,5	97100	23400	19,4
6	103800	1,63	54,7	83300	20500	19,8
7	93400	1,46	44,6	75200	18200	19,5
8	69000	1,08	23,8	55000	14000	20,3
9	66000	1,03	22,0	52800	14200	21,5

Jak z powyższej tabeli widać, wykazuje pomiar ciśnieniem odśrodkowym wartości w danym wypadku o 20,5% niższe, niż pomiar krezę. Nieznaczne wahania tej różnicy, wynoszące maks. 2,8%, można przypisać błędom odczytów, których nie można było uniknąć w danych warunkach pomiarowych. Zmienne ciśnienie wody w rurociągu oraz duża zawartość powietrza w wodzie powodowały silne skakania słupków cieczy manometrycznych, tak że równoczesne dokładne odczyty były bardzo utrudnione.

Pomimo tego wyniki uważać mogą za zupełnie zadowalniające. Już ten jeden pomiar dał dowód, że sposób podany może, po odpowiednim uzupełnieniu wzoru teoretycznego współczynnikiem doświadczalnym, być stosowany tam, gdzie inne sposoby okazałyby się nieodpowiednie lub za kosztowne.

Sądząc z wyniku pomiarów, nie będzie współczynnik ten w dość szerokich granicach zależny od szybkości, w danym bowiem wypadku szybkość zmieniła się od 2,3 do 1 m/sek, więc o przeszło 50%, po-

mimo tego procentowy błąd wzoru teoretycznego pozostał niezmienny.

Jednakże wyznaczenie współczynnika dla różnych wartości skrajnych promieni krzywizn, szybkości i t. d. wymaga dokładnych laboratoryjnych pomiarów, z których z wyżej wymienionych powodów zrezygnować nie stety muszę, mimo że dokładne opracowanie tego sposobu napewno przyniosłoby dużo korzyści dla zalet, jakie on w sobie kryje.

Największą zaletą tego sposobu jest jego niezwykła prostota i tania, gdyż całe urządzenie pomiarowe składa się z dwóch rurek, przytwierdzonych w odpowiednim miejscu jakiegokolwiek kolanka danego rurociągu. Możliwość więc zastosowania tego sposobu w istniejących rurociągach są bardzo rozległe, boć przecież w praktyce prawie że niema rurociągu, któryby zwłaszcza w obrębie budynków nie posiadał kolanek, czy też łukowych kompensatorów, a każde z nich służyć może za urządzenie pomiarowe. Odpada droga krezę dławiacą, wymagająca bardzo częstych wymian z powodu niszczenia skutkiem korozji, niema dodatkowej straty ciśnienia, wywołanej krezę, co w niektórych wypadkach jest bardzo pożądane. Wielkie korzyści przyniosłoby ten sposób przy rurociągach, budowanych z rur kielichowych, gdzie wbudowanie krezę w istniejący rurociąg jest połączone ze znacznymi trudnościami i kosztami. Przy podanym sposobie wystarczy wywiercić dwa otwory w kolanku.

Zebrane powyżej zalety podanego sposobu pomiaru skłaniają mnie do wniosku, że może on się stać bardzo przydatny dla ciągłych pomiarów ruchowych i w niektórych wypadkach powołany byłby do wyrugowania krezę dławiacę, o ile współczynnik doświadczalny zostałby wyznaczony z należytą dokładnością.

W przeprowadzaniu pomiarów porównawczych wielce pomocny był mi p. inż. Stanisław Wisłocki, któremu niniejszem składam podziękowanie.

Streszczenie.

Siła odśrodkowa poruszającej się z pewną szybkością w rurociągu cieczy wywołuje w łukach tegoż rurociągu pewien przyrost ciśnienia. Wyprowadzono teoretyczne wzory dla przekroju kołowego i prostokątnego, na podstawie których można obliczyć ilość przepływu, jeśli ustalono za pomocą pomiaru różnicę ciśnień na dwóch promieniach krzywizn. Celem sprawdzenia wzoru teoretycznego przeprowadzono pomiar porównawczy, którego wyniki podano. Jak przypuszczać należało, wykazał wzór teoretyczny pewien błąd, który w danym wypadku wynosił przeciętnie 20,5%. Wobec czego należałoby uzupełnić wzór teoretyczny pewnym współczynnikiem doświadczalnym, którego wielkość trzeba by jeszcze wyznaczyć. Zebrano wreszcie zalety, jakimi odznacza się ten sposób.

Wiadomości z literatury technicznej.

Drogi.

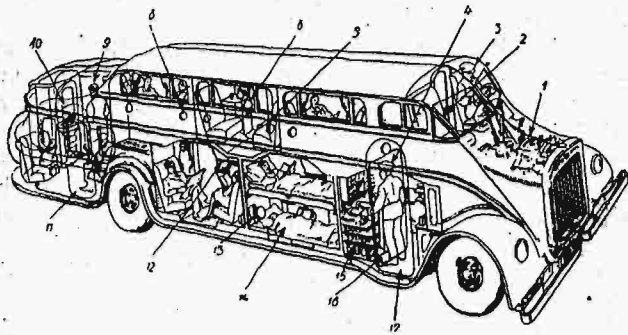
— Dalekobieżny ruch autobusowy w Stanach Zjed. Am. Płnc. Pomimo istnienia w Stanach Zjedn. znanych z komfortu i szybkości linii kolejowych, rozwija się tam doskonale dalekobieżny ruch autobusowy. Amerykanin widzi do pewnego stopnia w kolei środek komunikacyjny przeszłości, w samochodzie teraźniejszość, w samolocie zaś przyszłość. Oprócz tego, że tak powiem modnego punktu widzenia, rozstrzyga tu także okoliczność, iż rozbudowa sieci kolejowej bezwzględnie wielka, przedstawia się w Stanach relatywnie dość uboga, bo zaledwie poniżej 5 km/100 km² (Anglię 13,3 km, Niemcy 11,3 km; Polska \approx 6 km), wskutek czego znaczna ilość osiedli nie posiada połączenia kolejowego.

Jest rzeczą ciekawą, iż rozwojowi dalekobieżnego ruchu autobusowego nie przeszkadza nawet ten fakt, iż prawie co 4 obywatel posiada własny samochód. Wynika to z dążności do uzyskania w czasie często długiej podróży możliwego komfortu i wygody, których zwykły samochód nie jest w stanie zabezpieczyć.

Statystyka z 1/I 1930 wykazuje 92.500 autobusów oraz łączną długość linii (wraz z miejskimi) 1.75 miliarda mil ang. Ruch dalekobieżny objął w r. 1929 — 497 milionów pasażerów. Taryfy przejazdu, jakkolwiek niejednolite, ukształtowane są przeważnie na zasadzie 3-6 cent/km (0,32 zł.) za pierwsze 160 km, oraz 3-1 cent/km (0,28 zł.) za kilometry dalsze i są nieco niższe, niżli taryfy kolejowe.

Rozwój, linii autobusowych przyspiesza jeszcze znakomita organizacja w odniesieniu do rozkładów jazdy i dosto-

sowania się do istniejącej frekwencji. Końcowe i pośrednie stacje posiadają dworce autobusowe wykonane według ostatnich wymogów, zaś użyte autobusy dostosowane są do odbywania dalekich podróży przy zapewnieniu pasażerom możliwej wygody. Od dwóch lat jest już np. w użyciu podany na rysunku autobus sypialny, wykonany w całości z duraluminium; 13 przedziałów służy do przyjęcia 26 pasażerów



1. 6 cylindrowy na przód wyciągalny motor, 2. miejsce turystyczne, 3. kierowca, 4. kucharz, 5. składane miejsce siedzące, 6. umywalnia, 8, 13. otwory wentylacyjne, 9. usługujący, 10. toaleta, 11. tylne wyjście, 12. wewnętrzny korytarzyk przejściowy dostępny z obu pięter, 14. rozłożone łóżka, 15. kuchnia, 16. drzwi, które zamykają kuchnię lub też autobus.

zabezpieczając im wygodne miejsce do siedzenia i spania. Oprócz tego mieści ten autobus kuchnię i toaletę. Ciężar wozu dwupiętrowego 6,3 t, motor 6 cylindrowy 110 KP. Największa możliwa chyżość 80 km/g. W ostatnich czasach wprowadzono w użycie autobusy na 50 pasażerów, z motorem 150 KP, długości 10 m, szerokości 2,40 m. Najdłuższa linja autobusowa obsługiwana regularnie Nowy Jork — San Francisco wynosi 5200 km.

Konkurencja z autobusem nie pozostała bez wpływu na kolej. Z jednej strony zastanowiono już kilka tysięcy km linji kolejowych, które przestały się rentować, z drugiej zaś towarzystwa kolejowe ujęły niektóre linje autobusowe w swoje ręce. W rezultacie, wedle statystyki z I/I 1931, 78 towarzystw kolejowych jest już w posiadaniu 2389 autobusów, których praca rozciąga się na długość 88.000 km. (Hafraba N. 2/1932).

— **Sprawa drogowa na Filipinach.** Filipiny tworzące archipeląg składający się z szeregu wysp (największe Luzon i Mindanao) mają powierzchnię 298.000 km². Sumaryczna długość dróg, dzielących się na 3 klasy wynosi 11.388 km, z czego 6034 km I kl., 3032 km II kl. i 2322 km III kl. W okresie panowania hiszpańskiego do r. 1898 opieka nad nimi należała do gmin. Drogi były co najwyżej tłuczniowe względnie żwirowane; każdego mieszkańca obowiązywał roczny szarwark drogowy w ilości 14 dni.

Pod rządami Stanów Zjednoczonych stosunki drogowe zmieniły się znacznie na korzyść. Zarząd drogami spoczywa w ręku centralnej władzy w Manili, w każdej zaś z 49 prowincyj znajduje się prowincjonalny zarząd drogowy pracujący wedle wskazówek centrali.

Z jaką pieczołowitością zajęto się tam drogami dowodzi fakt, iż na każdym kilometrze jest jeden drożnik, odpowiedzialny za przydzieloną mu przestrzeń. Grupa 10 drożników podlega nadzorcy zaopatrzonemu w rower, zaś nad 10 grupami po 10 drożników rozciąga opiekę drogomistrz wyposażony w motocykl.

Wydatki związane z utrzymaniem dróg i mostów pokrywane są z następujących źródeł:

1. z podatku pogłównego wynoszącego na głowę rocznie 2 pesos (około 4 zł.) przy ilości mieszkańców około 11 mil.,

2. z dodatku do podatku gruntowego w wysokości 4,580.000 pesos (około 18,3 mil. zł.),

3. z opłat licencjalnych za samochody w wysokości 1,200.000 pesos (około 4,8 mil. zł.),

4. z podatku za materiały pędne w wysokości 2,500.000 pesos (około 10 mil. zł.),

5. ze specjalnego dodatku z ogólnego budżetu filipińskiego udzielanego rok rocznie w różnych wysokościach.

Sumaryczny dochód z wymienionych źródeł wyniósł np. w r. 1929 kwotę 15,984.658 pesos (około 64 mil. zł.), Ilość samochodów w r. 1930 — 37.049 sztuk.

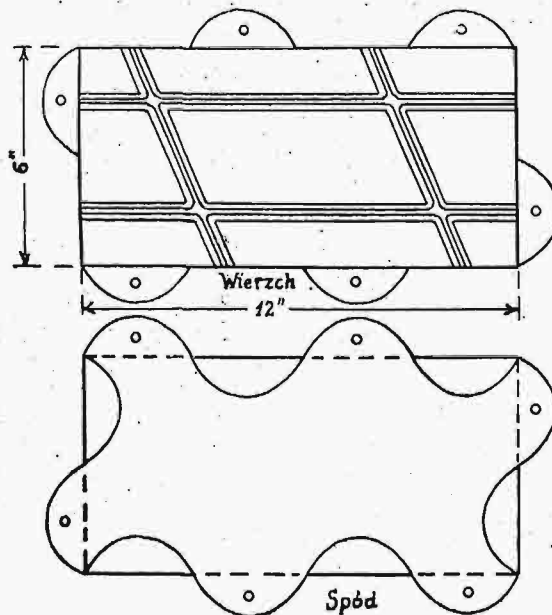
Na tle tych na nasze stosunki wprost olbrzymich cyfr zrozumiemy, iż Filipiny mogły rozpocząć budowę magistrali, która w długości swej 1700 km przekracza nawet o 570 km słynną drogę Kubańską.

Droga ta przechodząc wzdłuż całego archipelagu łączy najdalej na północ wysunięty port Aparri (wyspa Luzon), z najbardziej ku południowi położonym portem Buayan (wyspa Mindanao). Po ukończeniu tej magistrali będzie można przejechać autem cały archipeląg w długości 1700 km z wyjątkiem dwóch cieśnin morskich, gdzie będzie konieczne użycie statku.

Wykonanie jej postąpiło już bardzo daleko tak, iż np. na wyspie Luzon, na której leży 1314 km długości, jest już gotowa cała partja z wyjątkiem 215 km.

Szerokość drogi wynosi 6,90 m, jezdnia betonowa 4,90 m spoczywająca na fundamencie tłuczniowym. Przekrój wysklepiony ze strzałką $\frac{1}{80}$. W ten sposób wykonanych będzie 977 km jako droga I klasy. Reszta wykonana zostanie jako droga II kl. wybetonowana tylko częściowo. (Betonstrasse N. 3/32).

— **Sześć lat doświadczeń z brukiem gumowym w Chicago.** Na moście zwodzonym w ciągu Michigan-Avenue w Chicago użyto już przed 6 laty jako pokładu drogowego płyt gumowych. Należy dodać, iż jest to partja o bardzo znacznym nasileniu ruchu, dochodzącym dziennie nawet do 80.000 samochodów i omnibusów.



Sposób ułożenia tego bruku jest tego rodzaju, iż płyty gumowe o powierzchni 152×304 m/m, grubości 32—38 m/m są przytwierdzone do jodłowego pokładu, stanowiącego niejako podłoże dla powyższego bruku.

Jak widać z rysunku, w spodniej partji każdej płyty mieści się 6 wystających skrzydełek o połowie normalnej grubości płyty, zaopatrzonych w otwory, z pomocą których przytwierdzone są one gwoździami do pokładu spodniego. Oprócz tego każda płytka przybita jest 3 gwoździami a główki gwoździ znajdują pomieszczenie w odpowiednich wgłębieniach.

Celem uniknięcia ślizkości, posiada każda płytka 2 podłużne i 2 poprzeczne żłobki.

Bruk ten, przy należytej opiece, okazał się bardzo dobrym, niestety cena jego około 130 zł/m² jest tak wy-

soka, że nie może on liczyć na zbyt szerokie zastosowanie. (Eng. News Record Nr. 21 ex 1931).

E. B.

Budownictwo wodne.

— **Nowy typ ubezpieczenia brzegów rzek.** Potok górski Passirio, dopływ górnej Adygi, o największej wielkiej wodzie do 400 m³, po wielkich zniszczeniach jakie wyrządził w czasie wylewów w latach 1925—1927, zabudowano, ubezpieczając brzegi zapomocą klatek żelbetowych, wypełnionych wielkimi kamieniami z łożyska potoku. Klatki zakotwia się do podłoża zapomocą pali drewnianych. Koszt tych budowli jest dość niski, gdyż wynosi, nie licząc wykopu ziemi, tylko 48,5 lirow (25 zł.) za 1 m³. Jest to więc niejako dalszy rozwój budowli siatkowych Palvisa, z zastąpieniem drutu przez żelbet. (*Annales des ponts et chaussées* 1931/VI i *Politecnico* VII/31).

— **Droga wodna Sekwany skanalizowanej.** Ja wiadomo, Sekwana od roku 1886 skanalizowana jest w dwu partjach, jednej powyżej Paryża, drugiej poniżej Paryża aż do Rouen. Ta druga partja jest ważniejsza, gdyż łączy stolicę z morzem, ma 9 stopni, z jazami iglicowymi lub też z zasłonami zwijanymi na odrzwiach, lub wreszcie klapowymi (system Chanoine). Tę kanalizację przebudowuje się obecnie zmniejszając liczbę jazów o 3, zwiększając głębokość drogi wodnej z 3,20 m na 5 m, tak, aby małe statki morskie mogły bezpośrednio dochodzić do Paryża, oraz przebudowując śluzy komorowe. Istniały tu przy każdym stopniu 2 śluzy, dużą dla pociągów statków i małą dla poszczególnych statków. Obecnie w każdym stopniu będą dwie śluzy dla całych pociągów o komorze 220 m długiej i 17 m szerokiej z wrotami przesuwowemi, zamykającemi światło głów również 17 m mierzące. Obecnie są w budowie obie śluzy pod Amfreville; jedna z nich powstanie przez przebudowę większej z istniejących śluz.

Sekwana należy do najżywniejszych dróg wodnych w Europie; obrót towarów wyniósł w r. 1927 na przestrzeni Rouen - Conflans 5,5 milj. ton, na przestrzeni Conflans - Paryż 8,25 milj. ton; zwiększenie ruchu w tej przestrzeni powoduje dopływ przewozów z obszaru Oise. Największą część towarów stanowi węgiel, potem materiały budowlane, a wreszcie produkty rolnicze.

Nowe stopnie otrzymają już zakłady o sile wodnej; tak naprzykład w zrekonstruowanym stanowisku pod Poses buduje się zakład o sile wodnej na średnią objętość 400 m³/sek i największy spad 7 m (przy małej wodzie, przy wielkiej 2 m). Przy średnim spadzie 5,35 m uzyska się 24.000 k. m.

Koszta robót pokrywa się w głównej mierze z sum płaconych przez Niemcy na rachunek reparacji według planu Daves'a; roboty wykonują firmy niemieckie. (*Bauingenieur* Nr. 13-14/1932).

— **Centrala hydroelektryczna Pizançon na Izerze we Francji,** obecnie w budowie, posiada jaz Stoneya, z zasuwami 15 m długości w dwu warstwach, spiętrzający małą wodę o 12,70 m. Zakład silnicowy ma 2 turbiny po 25.000 kW. Siła wodna waha od 23.000 kW do 6000 kW, roczna produkcja energii 150—200 milj. kWg. (*Annales des travaux publics de Belgique* 1932/I).

— **Droga wodna Ren - Men - Dunaj - Morze Śródziemne.** Rząd jugosławiński projektuje połączenie Belgradu, który jest portem Dunaju i Sawy, z Morzem Egejskim pod Salonikami. Ta droga wodna miałaby długości 610 km i włączone byłyby w nią odcinki rzek Morawy i Vardaru. Znaczenie tej arterji wodnej polega przedewszystkiem na tem, że po wykonaniu drogi wodnej Ren - Men - Dunaj, której budowa jest w toku (kanalizacja Menu do Bambergu i Dunaju pod Kachlet) uzyska się połączenie Morza Północnego z Morzem Śródziemnem, które skróci długość drogi Morze Północne - Suez z 7000 km na 4000 km. Koszta jugosławińskiej drogi wodnej wyniosą 310 milj. fr. zł. i o objęcie sfinansowa-

nia robót toczą się podobno pertraktacje z grupą finansistów francuskich.

Dr. M. M.

Gospodarka energetyczna.

— **Przewidywana obniżka kosztów własnych produkcji prądu elektrycznego.** Tem zagadnieniem zajmuje się prof. A. G. Christie, który bada wszelkie jeszcze istniejące w przyszłości możliwości obniżenia kosztów własnych wytwarzania energii elektrycznej. Wyniki swoich badań ogłosił w „Power“ T. 74 str. 908, ex 1931, podane następnie w streszczeniu w *Elektrotechnische Zeitschrift* Nr. 14 z 9/IV 1932.

Najmniejszej poprawy spodziewa się Christie w dziedzinie produkcji termicznej, ponieważ osiągnięto tu już prawie granicę wszelkich możliwych ulepszeń a tem samem stała granicę kosztów produkcji, którą będzie bardzo trudno przesunąć w kierunku ku dołowi (wpływ może tu mieć koszt robocizny, który jednakowoż obejmuje w danej chwili wszystkie dziedziny pracy). W nowoczesnie urządzonych zakładach termicznych (o napędzie parowym) osiągnięto zużycie węgla wahające między 0,45 kg a 0,65 kg dla produkcji 1 kWg (zależnie od kalometrycznej wartości węgla oraz stosowania poszczególnych typów turbin parowych), co przy cenie wynoszącej za 1 t węgla 4 \$, czyni 0,2 centów na 1 kWg. Najmniej węgla (0,27 kg na 1 kWg) zużywa turbina rtęciowa (pędzona parą rtęciową, Quecksilberdampfturbine), która to oszczędność w stosunku do turbin parowych jest zaledwie większą o 0,08 centa na 1 kWg. Oszczędność ta nie odgrywa żadnej roli przy detalicznej sprzedaży prądu, ma jednak poważniejsze znaczenie przy sprzedaży masowej, z szyną zbiorczą dla celów przemysłowych. I tu występuje ciekawy moment gospodarczy nie tylko dla rentowności zakładów elektrycznych lecz także dla amortyzacji kapitałów zakładowych. Obecny zastój gospodarczy wykazał bowiem nietylko w Ameryce lecz także w Europie, że drobny konsument prądu elektrycznego pobierający ten prąd dla celów gospodarstwa domowego, jest stosunkowo ekonomicznie o wiele silniejszy w nabywaniu prądu (prostu nie czuły na chwilowe załamania się gospodarcze poszczególnych krajów) aniżeli przemysł konsumujący ten prąd — w czasach normalnych — w tysiącach a nawet w milionach kWg. Dlatego też przy kalkulacji takich oszczędności termicznych — jak wyżej wykazano z turbinami rtęciowymi — nie należy zbyt poważnie brać w rachubę uzyskanych oszczędności chwilowych, przy kalkulacjach ogólnych. Natomiast ważnym czynnikiem oszczędnościowym przy produkcji prądu elektrycznego, na który dotychczas nie zwrócono należytej uwagi — jest zmniejszenie (względnie zwalczanie) martwych powierzchni względnie objętości obciążenia (Bekämpfung des Leerlaufverbrauches) wywierających zasadniczy wpływ na ekonomję zakładów elektrycznych. Najwięcej oszczędza się zmniejszając te martwe względnie puste pola obciążeń przez racjonalne wyzyskanie produkcji. Badając taką krzywą obciążeń pewnego zakładu elektrycznego z maksimum obciążenia 200.000 kW, znalazł Christie — przy współczynniku obciążenia = 51,4% — że najwyższe (szczytowe 40.000 kW), są bardzo słabo wyzyskane i obciążają kapitał do tego stopnia, iż produkcja 1 kWg kosztuje 9,04 centów, gdy koszt produkcji 1 kWg z pozostałych 160.000 kW wynosi zaledwie 0,522 centów, którą to kwotę można jeszcze obniżyć do 0,44 centów przy 100%-wym wyzyskaniu tych 160.000 kW. W pierwszym przypadku produkcja 1 kWg kosztowałaby zatem 2,226 centów a w drugim 2,155 centów.

Następny bardzo ważny moment oszczędnej produkcji występuje w znacznym potaniu kosztów budowy zakładów o napędzie wodnym, które dobrze spełniają rolę pokrywania szczytów obciążenia. Koszty te, wynoszące do niedawna w Ameryce 100 do 110 \$ od 1 kW instalowanej mocy, spadły w ostatnich latach równo o 25% i wynoszą obecnie 75 do 80 \$, co przy oprocentowaniu kapitału zakładowego na 14% przynosi rocznie oszczędności 2,80 \$ na 1 kW instalowanej mocy. W rachunku tym uwzględnił prof. Christie drobnego odbiorcę z przeciętnym odbiorem rocznym 400 kWg/kW,

na którym oszczędność ta czyni 0,65 centów na 1 kWg. W rachunku tym nieuwzględniono jednak współczynnika równoczesności, który zmniejsza tę oszczędność o 50% t. j. na 0,325 centów. Dla podanego wyżej przykładu wynosiłby koszt produkcji 1 kWg 1,9 cent. względnie 1,88 cent.

W polskich czasopismach fachowych nie można znaleźć nie tylko tak subtelnych kalkulacji, których zastosowanie w praktyce mogłoby się przyczynić do znacznej obniżki cen prądu elektrycznego — szczególnie dla drobnych odbiorców — lecz nawet zwykłych zestawień bilansów naszych elektrowni z dokładnym uwzględnieniem kosztów własnych nie tylko produkcji lecz i transportu (wraz z kosztami administracji) prądu elektrycznego — podobnych, do niedawna opublikowanych przez najważniejsze niemieckie i włoskie elektrownie wodne (fragment ze sprawozdania niemieckiego podałem w *Czas. Techn.* ex 1932 str. 134).

Publikowanie takich sprawozdań byłoby pożytecznym nie tylko ze stanowiska naukowego lecz łagodziłoby zgrzyty między elektrowniami a odbiorcami — występujące szczególnie w czasach depresji gospodarczych. Dr. A. P.

Wytrzymałość materiałów.

— Wpływ wilgoci i niskiej ciepłoty na wczesną wytrzymałość betonu wyborowego omawia inż. Orthems w *Bet. u. Eisen* (1930 str. 118). Jeżeli mamy zamiar wyzyskać wczesną wytrzymałość betonu wyborowego, to nie możemy się spuścić na wyniki prób w doświadczalni przy ciepłocie + 18° C, lecz musimy robić próby na placu budowy przy niskiej ciepłocie i znacznej wilgoci. Doświadczenia miały w tym wykazać, że wytrzymałość wczesna betonów z cementu wyborowego jest bardzo mała. Następująca tabliczka to uzmysłowi:

Rodzaj cementu	Wytrzymałość betonu		
	wilgotnego	plastycznego	plastycznego
Cement wyborowy N po 14 g.	14	0	0
" " " " 24 g.	34	0	0
" " " " 3 dn.	171	81	60
Cement glinowy po 14 g.	205	142	109
" " " " 24 g.	383	268	201
" " " " 3 dn.	448	337	313

Widzimy, że pod tym względem beton z cementu glinowego zachowuje się zupełnie odpowiednio.

— Zjawiska plastyczne betonu omawia Dr. Faber w *Bet. u. Eis.* (1930 str. 220). Stwierdził on znaczne zwiększenie się ugięcia belki obciążonej po pewnym czasie; jak to widzimy z następującej tabliczki ze zmianą ugięcia zmieniają się też naprężenia.

Belka l.	najw. naprężeniu		ugięcie po	
	beton	żelazo	4 tyg. m/m	26 tyg. m/m
1	48	970	8	21
2	67	1350	9	25
3	86	1740	10	31
4	105	2130	13	34

I tak słup żelbetowy ze wzmocnieniem 1% wykazywał dla pewnego obciążenia $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_s = 300 \text{ kg/cm}^2$. Po roku ciągłego obciążenia naprężenia się zupełnie zmieniły. W betonie było naprężenie 27 kg/cm^2 , w żelazie 1520 kg/cm^2 . Gdy beton plastycznie się poddawał, naprężenie w nim się zmniejszyło, a obciążenie przenosiło się w znaczniejszym stopniu na żelazo, w którym naprężenia wzrosły pięciokrotnie. Dr. M. Thullie.

Architektura i budownictwo.

— Osiedla podmiejskie dla bezrobotnych w Niemczech. Spadek produkcji niemieckiego przemysłu, spowodowany kryzysem gospodarczym, pozbawia zatrudnienia swych pracowników, stwarzając wielomiljonową warstwę ludności bez-

robotnej. Świadomość, że przemysł nie będzie mógł w najbliższych dziesięcioleciach dać jej pracy, prowadzi do szukania nowych sposobów rozwiązania kwestji bezrobocia, i w tej formie mogą budzić szersze zainteresowanie.

W pobieżnym ujęciu geneza podmiejskich osiedli działkowych dla bezrobotnych w Niemczech oparta jest na stwierdzeniu że, wobec zmienionych warunków gospodarczych, rzesze bezrobotnych przestają być w przeważnej części rezerwą sił na użytek przemysłu, a wobec przewidywanego kurczenia się dochodów skarbowych, akcja zapomogowa staje się i coraz uciążliwsza i mniej celowa. Należy zatem znaleźć naturalne źródła utrzymania dla tej warstwy ludności, i w sposób racjonalny przekształcić ją na element pożyteczny dla Państwa.

Przekształcenie społeczne warstw robotniczych polegać ma; poza wzmoczoną kolonizacją rolniczą partji kraju o słabszej gęstości zaludnienia (w szczególności Prus' wschodnich), na możliwie równomiernem zatrudnieniu w przemyśle większej liczby pracowników w minimalnej ilości dni pracy (np. 3 dni w tygodniu) z jednej strony, z drugiej — na stwarzaniu dla nich podmiejskich osiedli działkowych ogrodniczo-rolniczych, przy takiej wielkości pojedynczej działki, aby mogła być ona uprawiona przez członków rodziny bez pomocy najemnika.

Zagadnienie stało się do tego stopnia aktualne w Niemczech, że powołano do życia komisariat rządowy, na czele którego stoi Dr. Saassen, a którego zadaniem jest opieka i pośrednictwo w inicjatywie władz komunalnych.

Gdyby przekształcenie powyższe miało być przeprowadzone w całości, tak, jak to sobie wyobraża architekt Wilhelm Heilig, wymagałoby wkładu 4.3 miliardów M., rozłożonego na przeciąg kilku lat najbliższych, i przy swym poważnym rozmiarze budzi ono wątpliwości natury finansowej i technicznej, do rozstrzygnięcia których przystąpiono drogą ankiet, konferencji i konkursów architektonicznych. W szczególności rozpatrywane są warunki ewentualnej koniunktury poszczególnych gałęzi przemysłu, rynku pracy, cen ziemiopłodów, lokalne warunki urbanistyczne miast, wybór gruntów i ich odległość od warsztatów pracy, wielkość i wydajność działek, ich wyposażenie architektoniczne, kalkulacja dzierżawy i budowy, — wreszcie konieczność przesiedlania pewnej ilości bezrobotnych.

Z szeregu tych, poza postulatami natury ogólnej, ustalono wielkość działki na 600—1000 mtr. kw., typ zabudowania bliźniaczy z możliwością rozbudowy o minimalnej powierzchni mieszkalnej (wachsenes Haus), konieczność instalacji elektrycznej i kanalizacji (10% kosztów całk. budowy), o ile głębokość wody zaskórnej nie pozwala na budowę takich studzien, typ włączenia zapomocą dróg 2.5—3.0 mtr. szeroki o najprymitywniejszej nawierzchni, samowystarczalny system gnojenia i uprawy.

Poza tym typem gospodarstwa, rolę dadatkowego wyżywienia mają spełniać ogródki działkowe i osiedla półwiejskie i wiejskie.

Sumę kosztów jednej zagrody, wyżej opisanego typu osiedla, wraz z inwentarzem martwym i żywym, przyjęto za wytyczną 2500 M. Tak niski koszt wykonania daje się osiągnąć, używając najprostszyc sposobów wykonania budowy, przy zaoszczędzeniu kosztów robocizny, którą dają bezpłatnie sami bezrobotni. W tym leży sedno organizacji drużyn robotniczych, które muszą być dobierane według doświadczalnie ustalonego stosunku 60—75% fachowców na drużynę. Zdolność wykonawcza drużyn opartych na samowystarczalności i samopomocy zależną jest od dobrej organizacji i uświadomienia robotników. Środki na budowę osiedli czerpane są z funduszy opieki społecznej i udzielane są robotnikom na zasadzie niskoprocentowych pożyczek długoterminowych. Z gmin, które podjęły tę działalność wymienić można: Frankfurt n. M., Lipsk, Mannheim, Drezno, Moguncję, Werneuchen i inne. A. F.