

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

- Rozwój i charakterystyka turbin zasilanych parą z akumulatorów Ruths'a, nap. inż. dypl. Józef Landau.
- Urządzenie transportowe do zasilania węglem elektrowni w Poznaniu, nap. inż. Edmund Scheur.
- Odwodnienie okolic Pragi i terenów położonych na prawym brzegu rzeki Wisły, nap. inż. K. Milicer.
- Przeгляд pism technicznych.

SOMMAIRE:

- Progrès réalisés dans la construction des turbines à vapeur alimentées par les accumulateurs Ruths (à suivre), par M. J. Landau, Ingénieur dipl.
- Installation de transport du charbon à la centrale électrique de Posnanie, par M. E. Scheur, Ingénieur dipl.
- L'assèchement des environs de Varsovie à la rive droite de la Vistule, par M. K. Milicer, Ingénieur dipl.
- Revue documentaire.

Rozwój i charakterystyka turbin zasilanych parą z akumulatorów Ruths'a.

Napisał Inż. dypl. Józef Landau, Berlin-Charlottenburg.

W pracy niniejszej, na podstawie konstrukcyj, wykonanych w okresie 1920—1930, scharakteryzowane są turbiny¹⁾ pobierające parę z zasobników Ruths'a, na tle ich rozwoju aż do turbin o mocy granicznej. Następnie omówione są nowe projekty turbin Ruths'a o wielkiej mocy. W dalszym ciągu jest rozpatrywane zachowanie się turbiny Ruths'a w rozmaitych warunkach ruchu przy kryciu szczytów obciążenia oraz w charakterze rezerwy chwilowej. Ponadto omówione są konstrukcje typów turbiny Ruths'a w porównaniu z turbinami na obciążenie podstawowe.

I. Rozwój turbin pracujących parą świeżą.

W ostatnim dziesięcioleciu stale rosnące zapotrzebowanie prądu doprowadziło na polu budowy turbin parowych do poważnych ulepszeń konstrukcyj, torując zarazem drogę do turbiny o wielkiej mocy. Ze względu na oszczędne zużycie paliwa, zwiększono wyszkiwany w turbinie adyabatyczny spadek ciepła, przez przejście do wysokich ciśnień i wyższych temperatur przegrzania pary świeżej. Doprowadziło to zarazem do przedłużenia turbiny w jej części wysokoprężnej. Ponadto osiągnięto zwiększenie sprawności termicznej drogą podgrzewania wody zasilającej kotły przez parę pobieraną z części niskoprężnej turbiny. W ten sposób zmniejszono poważnie ilość ciepła, którą para odlotowa oddaje wodzie chłodzącej w kondensatorze.

Niezależnie od scharakteryzowanego wyżej postępu, wytwórcy turbin zmuszeni byli, ze względu na ekonomiczną gospodarkę elektrowni, zwiększyć sprawność poszczególnych stopni turbiny, przez racjonalniejsze ukształtowanie łopatek lub ulepszenie innych szczegółów konstrukcyjnych.

¹⁾ W dalszym ciągu pracy niniejszej używać będę w omówionem tu znaczeniu terminu: turbina Ruths'a; terminologiczny skrót ten jest powszechnie przyjęty w literaturze technicznej.

Pozatem konsekwentnie starano się skoncentrować w jednym zespole turbinowym możliwie dużą moc, aby przy coraz bardziej wzrastającym zapotrzebowaniu prądu zmniejszyć koszty zakładowe, których amortyzacja i oprocentowanie stanowią wielką część kosztów produkcji prądu. W szczególności wysiłki te skierowano na turbinę o 3 000 obr./min, jak wiadomo znacznie tańszą od turbiny o równej mocy i 1 500 obr./min. Trudności, które występują przy budowie wielkich jednostek turbinowych, polegają głównie na nadaniu właściwych wymiarów ostatniemu stopniowi, względnie ostatnim stopniom turbiny, ponieważ dla wielkich ilości pary, przy wysokiej próżni, potrzebne są ogromne przekroje przepływowe. Z jednej strony długość łopatek oraz średnia szybkość obwodowa są ograniczone przez najwyższe dopuszczalne obciążenie materiału; z drugiej zaś strony—przy danej objętości pary w części niskoprężnej turbiny—osiągnięcie należytej sprawności uwarunkowane jest nadaniem określonych przekrojów, w ostatnim lub w ostatnich stopniach turbiny. W związku z tem powstała turbina o $n=3\ 000$ obr./min, o mocy granicznej, pracująca parą świeżą. W zależności od wytwarzanej mocy, t. j. od przetwarzanej na godzinę ilości pary, turbina ta jest wykonywana w swej części niskoprężnej, jako jedno lub dwustrumieniowa. Turbiny o mocy granicznej budowane są

z reguły tak, aby najlepsza sprawność osiągnięta była przy obciążeniu, wynoszącym $\frac{3}{4}$ pełnego.

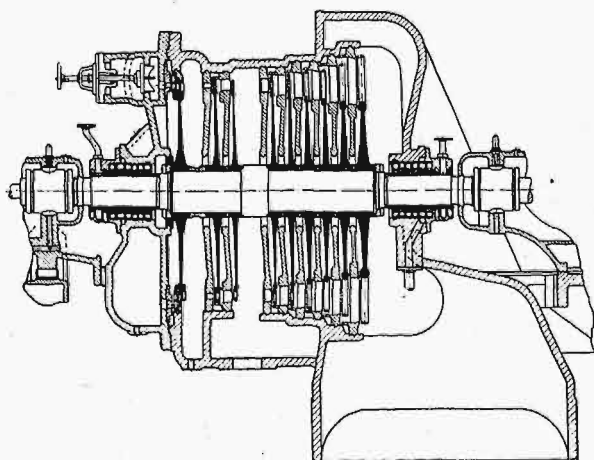
Z realizacją turbiny o mocy granicznej, oraz przez wymieniony poprzednio postęp strony cieplnej, turbina pracująca parą świeżą osiągnęła dziśjszy stopień rozwoju. Atoli jeszcze niedawno pomijano ważną dla produkcji i rozdziału prądu okoliczność, że obciążenie elektrowni o równomiernym przebiegu należy kryć zapomocą nowoczesnych, drogich turbin, pracujących parą świeżą, to znaczy turbin na obciążenie podstawowe; natomiast krótkotrwałe, okresowo występujące szczyty obciążenia należy pokrywać przez specjalne turbiny o tańszej konstrukcji²⁾.

Jako takie, mogą być zastosowane turbiny, pędzone parą o obniżającym się ciśnieniu z zasobników Ruths'a, służące do krycia szczytów obciążenia, a zarazem jako rezerwa chwilowa.

II. Rozwój turbiny Ruths'a.

a) Turbina Ruths'a w elektrowni Malmö³⁾.

W elektrowni Malmö w Szwecji została zainstalowana w roku 1921 przez firmę de Laval pierwsza turbina, zasilana parą z zasobnika (akumulatora) Ruths'a. Przeważnie służy ona jako rezerwa chwilowa, działająca w razie przerwy w dostarczaniu prądu przez sieć dalekonośną. Turbina ta zbudowana została na $n = 3000$ obr./min i niewielką stosunkowo moc 3750 kW. Jak widać z rys. 1, pierwszy wirnik stanowi koło Curtis'a o dwóch wieńcach, wykonane w ten sposób, że para świeża o 13 atn i 265 — 300° C, zasilająca górną część wirnika, pracuje w jego obydwu wieńcach, zaś para z zasobnika (7 — 4,5 atn), zasilająca dolną część koła, pracuje tylko w drugim wieńcu. Przy



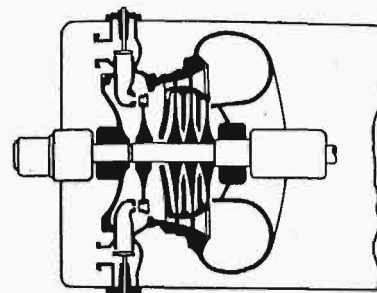
Rys. 1. Przekrój turbiny na parę świeżą i z akumulatorów, zainstalowanej w elektrowni Malmö przez firmę de Laval.
 $n = 3000$ obr./min. moc = 3750 kW.

²⁾ Joh. Ruths, Spitzendeckung in Grosskraftwerken, Odczyt drukowany w E. T. Z., Tom 48 (1927), zeszyt 26, str. 916.

³⁾ Molin, Die Reservekraftanlage im städtischen Elektrizitätswerk zu Malmö. Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke Nr. 330, luty 1923, str. 46.

niższych ciśnieniach w akumulatorze — do ok. 3 atn — para dopływa zeń przez specjalnie sterowane zawory regulujące poza pierwszy wirnik, przy obniżającym się zaś w dalszym ciągu ciśnieniu w akumulatorze — poza drugi wirnik, celem ostatecznego wykorzystania w części niskoprężnej turbiny.

Techniczne ujęcie tej pierwszej turbiny Ruths'a przeznaczonej dla elektrowni wskazuje, że już wówczas — pomimo stosunkowo niskiej wartości maksymalnego ciśnienia dolotowego, a mianowicie 7 atn — uważano za słuszne, aby para z zasobnika



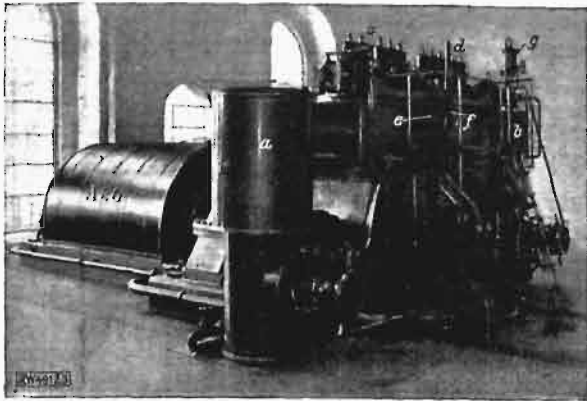
Rys. 2. Przekrój schematyczny przez turbinę kombinowaną na parę świeżą i z akumulatorów, budowaną przez AEG.
 $n = 3000$ obr./min.

pracowała także i w pierwszym wirniku turbiny. Ze względu na niski spadek adiabatyczny ciepła pary z akumulatora, wyzyskiwany w pierwszym stopniu turbiny, przeprowadzono podział łopatek pierwszego wieńca. Należy jeszcze zauważyć, że dysze pary świeżej w tej turbinie posiadają wymiary obliczone dla pełnej mocy. W warunkach ruchu, w których turbina zasilana jest wyłącznie przez zasobnik, może ona rozwinąć moc 3750 kW, względnie 3000 kW, aż do ciśnienia w zasobniku 1,5 względnie 1 atn, tak że przy zainstalowanych dwóch zasobnikach Ruths'a po 225 m³ moc ta dostarczana być może w ciągu 35, względnie 45 min.

b) Turbina Ruths'a z dzieloną komorą wpustową z doprowadzaniem pary z akumulatora wyłącznie do pierwszego stopnia.

Następny typ turbiny Ruths'a opracowany został przez AEG w roku 1925 dla wyższych ciśnień w zasobniku według pomysłu Forner'a i przedstawia również turbinę kombinowaną. Para świeża oraz para z zasobnika zasilają pierwszy stopień, wykonany jako dwuwieńcowe koło Curtis'a. W przeciwstawieniu do turbiny zainstalowanej w Malmö, para z akumulatora pracuje w obydwu wieńcach koła Curtis'a, co umożliwia wyższe ciśnienie początkowe w akumulatorze. Para świeża, jak i para z akumulatora, doprowadzona zostaje poprzez dzieloną komorę wpustową, w której znajdują się sterowane zawory pary świeżej i pary z akumulatora. Para z akumulatora doprowadzana jest wyłącznie do pierwszego wirnika. Część niskoprężna składa się z kilku wirników o jednym wieńcu, dzięki czemu uzyskuje się prostą i taną konstrukcję. Rys. 2 przedstawia schematycznie przekrój takiej turbiny. Turbiny Ruths'a tego rodzaju w ilości powyżej 20-u zostały zainstalowane w rozmaitych elektrowniach miejskich i kolejowych, w celu krycia obciążenia szczytowego, oraz jako rezerwa chwilowa,

przyczem większa część mocy (obciążenie podstawowe) wytwarzana jest przez parę świeżą, pod-



Rys. 3. Turbina na parę świeżą i z akumulatorów zainstalowana przez AEG w elektrowni tramwajów hamburskich.
 $n = 3000$ obr./min, moc = 10 000 kW.

a — wpust pary świeżej; *b* — wpust pary akumulatorowej; *c* — zawory dysz pary świeżej; *d* — zawory dysz pary akumulatorowej; *e* — regulator ciśnienia pary świeżej; *f* — regulator ciśnienia granicznego; *g* — regulator ciśnienia pary akumulatorowej.

czas gdy szczyty kryte są przez parę z akumulatora ¹⁾). Rys. 3 przedstawia turbinę Ruths'a o mocy 10 000 kW i $n = 3000$ obr./min powyższej konstrukcji, zbudowaną przez AEG dla elektrowni tramwajów hamburskich. Na rys. 4 widoczne jest doprowadzanie pary świeżej oraz pary z zasobnika do pierwszego stopnia turbiny. Prócz dzielonej komory wpustowej, umieszczonej u góry, para skierowana zostaje również do dolnej połowy koła Curtis'a. W ten sposób para z zasobnika zasilać może pierwszy stopień turbiny na większym łuku, dzięki czemu zasobniki Ruths'a mogą być rozładowane do niższego ciśnienia.

Rys. 5 podaje przekrój podłużny tegoż rodzaju turbiny Ruths'a o mocy 6 000 kW i $n = 3000$ obr./min, zbudowanej przez AEG i zainstalowanej w elektrowni Oberlungwitz ²⁾).

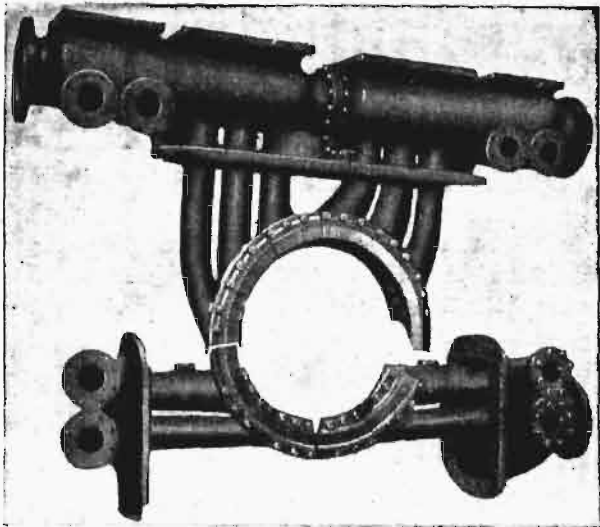
Ponieważ przy konstrukcji projektowanej przez Forner'a para z zasobnika zasila tylko pierwszy wirnik, nie jest zaś doprowadzana — z pominięciem tego wirnika — bezpośrednio do części niskoprężnej, przeto najniższe ciśnienie w zasobniku zależne jest od wysokości ciśnienia międzystopniowego za kołem Curtis'a, jakie panuje w tej przestrzeni, przy kryciu obciążenia podstawowego przez parę świeżą. Wybór ciśnienia poza kołem Curtis'a wpływa na rozchód pary przy obciążeniu podstawowym, pokrywanem przez parę świeżą, t. j. w tych warunkach ruchu, dla których turbina jest

w zasadzie przeznaczona, przyczem wpływ ten zaznacza się w tym kierunku, że jednostkowy rozchód pary jest tem mniejszy, im to ciśnienie jest wyższe. Wynika stąd, że najniższe ciśnienie, do którego zasobnik może być jeszcze rozładowany przy tym rodzaju turbin Ruths'a, pozostaje w rozbieżności ze sprawnością turbiny przy obciążeniu podstawowym. Należy jeszcze uwzględnić, że dla doprowadzania pary z zasobnika pozostaje do dyspozycji tylko określony łuk pierwszego wirnika, ponieważ turbina ta, przy zasilaniu samą tylko parą świeżą, rozwijać musi swą pełną moc, a nawet wymagane jest przeważnie przeciążenie o 25%. Tak więc również średnica pierwszego wirnika stawia granice rozładowaniu zasobnika Ruths'a.

c) Turbina Ruths'a w elektrowni Charlottenburg. Turbina przeznaczona wyłącznie do krycia szczytów.

Turbiny kombinowane, t. j. na parę świeżą i z zasobników, znalazły rozpowszechnienie przeważnie w małych i średnich elektrowniach. Dla wielkich elektrowni natomiast zrodziła się potrzeba stworzenia turbin przeznaczonych wyłącznie do krycia szczytów obciążenia.

Dwie pierwsze turbiny Ruths'a tego rodzaju zostały zainstalowane przez SSW w r. 1929 w elektrowni Charlottenburg; posiadają one moc po 20 000 — 25 000 kW, $n = 3000$ obr./min, służą do krycia szczytów oraz jako rezerwa chwilowa i pracują parą z zasobników, o ciśnieniu zmieniającym się od 13 do 0,5 atn, dostarczaną przez 16 akumulatorów Ruths'a po 312 m³. Ta instalacja Ruths'a ³⁾



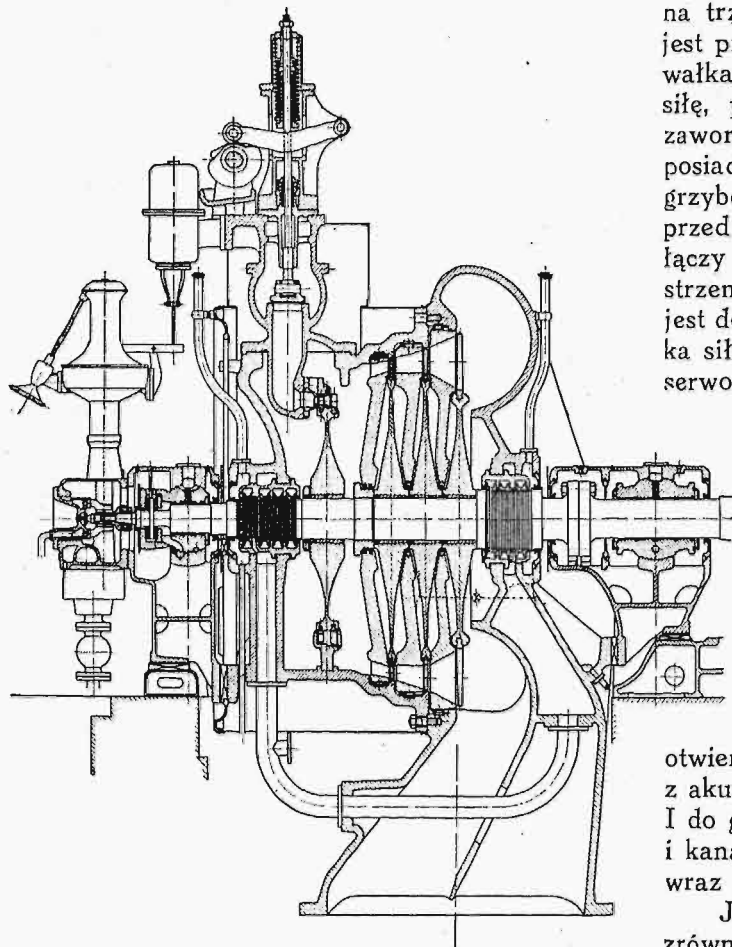
Rys. 4. Komora wpustowa turbiny na parę świeżą i z akumulatorów wraz z rozmieszczeniem dysz, budowa AEG. Para świeża dostaje się do komory wpustowej u góry z prawej strony i u dołu z lewej. para akumulatorowa — u góry z lewej strony i u dołu z prawej.

¹⁾ Patrz również Burghardt, Die Ruthsspeicheranlage des Bahnkraftwerkes Mittelsteine, „Siemens - Zeitschrift“, tom 7 (1927), zeszyt 6, str. 402, i Mattersdorff: Ruthsspeicher im elektrischen Schnellbahnbetrieb, Archiv für Warmewirtschaft, tom 8, (1927), zeszyt 12, str. 375 — 378.

²⁾ Beuthner, Erweiterung des Kraftwerkes Oberlungwitz, „Elektrizitätswirtschaft“, tom 28 (1929), zeszyt 489, str. 407.

³⁾ Wellmann, Die Ruthsspeicheranlage im Kraftwerk Charlottenburg der „Bewag“, „Das Kommunale Elektrizitätswerk“, 2-gi rocznik (1930), zeszyt 1. Schultz und Grupp, Ruthsspeicher für Spitzenkraftherzeugung in Berlin „Elektrizitätswirtschaft“ (1930), Nr. 505, str. 153.

pokrywa szczyt 40 000 kW, obejmujący produkcję prądu w ilości 67 000 kWh; jako rezerwa chwilowa, może ona dostarczyć moc 40 000 kW w ciągu 65 min, przyczem moc ta może być osiągnięta jeszcze



Rys. 5. Turbina AEG na parę świeżą i z akumulatorów zainstalowana w elektrowni Oberlungwitz.
 $n = 3000$ obr./min, moc = 6000 kW.

przy 3,3 at nadc. Najniższe ciśnienie w zasobniku Ruths'a, przy którym można jeszcze osiągnąć z obu turbin 50 000 kW, wynosi około 4,3 atn. Te wartości graniczne notowano wielokrotnie podczas ruchu omawianej instalacji Ruths'a, czynnej już od dłuższego czasu.

Konstrukcja turbin widoczna jest z rys. 6 i 7. Są one zbudowane według systemu SSW - Röder. Wirnik turbiny posiada, jako swoją część zasadniczą, symetryczny bęben, dostosowany do dwustrumieniowego przepływu. Wpust pary znajduje się pośrodku, skąd para z akumulatorów płynie w lewo i w prawo ku łopatom części niskoprężnej. Na bębnie osadzone są według znanego systemu Rödera — z każdej strony — po trzy wirniki, nie posiadające otworów, z których ostatnie wykonane są jako jedna całość z końcami wałów.

Wielka ilość pary, jak również zmniejszające się ciśnienie, pociągają za sobą wielkie objętości pary, prowadzące z kolei do większych zaworów regulujących. Zakładom SSW powiodło się rozwiązać kwestję w stosunkowo prosty sposób, mianowicie taki, że wzdłuż całej długości bębna

umieszczone są w jednym odlewie stalowym kanały parowe, rozprowadzające do różnych stopni parę z zasobników, dopływającą przez zawory regulujące. Wszystkie sześć zaworów regulujących wykonane są jako zawory talerzowe i podzielone na trzy grupy. Każda grupa zaworów sterowana jest przez oddzielny serwomotor za pośrednictwem wałka stawidłowego oraz kułaków. Aby zmniejszyć siłę, potrzebną przy stosunkowo dużej średnicy zaworu do jego otwarcia, każdy zawór regulujący posiada tłok odciążający o takiej samej średnicy, jak grzybek talerzowy, oraz zawór pomocniczy, który przed otwarciem odnośnego zaworu regulującego łączy przestrzeń nad tłokiem odciążającym z przestrzenią pod grzybkami. Wskutek tego potrzebna jest do otwarcia zaworu regulującego tylko niewielka siła, którą może opanować stosunkowo mały serwomotor.

Para płynąca z zasobników wchodzi początkowo przez zawory grupy I (patrz rys. 6 i 7) po obu stronach bębna do kanałów *e*. Łopatki przy wpuście, jak i zawory grupy I, otwierające się jeden po drugim, są tak obliczone, że turbina przy ciśnieniu około 9 at rozwija moc 20 000 kW przy rozchodzie pary około 140 000 kg/godz. i próżni przy wylocie turbiny około 93%. Przy dalszym spadku ciśnienia w zasobniku, przekroje łopatkowe grupy I stają się niewystarczające, organy więc sterujące otwierają jeden po drugim zawory grupy II i para z akumulatora dopływa równocześnie przez zawory I do grupy wieńców 1 oraz przez zawory grupy II i kanały *f* do grupy wieńców 2, w której pracuje wraz z parą dopływającą z zaworów grupy I.

Jeśli obniżające się ciśnienie w akumulatorze zrówna się w przybliżeniu z ciśnieniem międzystopniowym przed grupą wieńców 2, wówczas przez zawory I para nie przepływa już wcale, otwierają się natomiast zawory III, również jeden po drugim, pracując wspólnie z zaworami grupy II. Para z akumulatorów, dopływająca przez zawory III, płynie przez pionowe rury kolanowe *h* do kanału *g*, położonego z lewej strony, stamtąd zaś do również na lewo położonej grupy wieńców 3. Kanały *g* z lewej i prawej strony połączone są przewodem rurowym *k*, wobec czego para z akumulatorów, dopływająca przez zawory III, dostaje się także do grupy wieńców 3, położonej z prawej strony.

d) Jednokadłubowa turbina Ruths'a o mocy granicznej i $n = 3000$ obr./min. Turbina przeznaczona wyłącznie do krycia szczytów.

Znaczenie instalacji Ruths'a w elektrowniach do krycia szczytów, jako rezerwa chwilowa, bądź też przy połączeniu z ogrzewaniem miast, jak dowodzą tego liczne przykłady⁷⁾, wzrastało z roku na rok, a rozwojowi temu musiała dotrzeć kro-

⁷⁾ Praetorius, Ruthsspeicher zur Spitzendeckung und als Momentanreserve in Elektrizitätswerken, „Elektrizitätswirtschaft“. Tom 28 (1929), Nr. 489, str. 401 i Nr. 490, str. 432.

ku turbina Ruths'a. Oddzielenie obciążenia podstawowego od szczytowego — przy coraz to bardziej rosnącym szczycie świetlnym — jest w większych elektrowniach nietylko wynikiem dążenia, aby wielkim centralom zapewnić w sensie ruchowo-technicznym większą prostotę i pewność, ale też jest to konieczność ekonomiczna, ponieważ w ten sposób osiąga się mniejsze koszty wytwarzania i rozdziału prądu. W ten sposób zrodziła się potrzeba wielkich turbin Ruths'a, pokrywających szczyty, która w roku 1929 doprowadziła do rozwoju turbiny o mocy granicznej. Podobnie jak przy podwyższaniu mocy w jednostkach turbinowych na parę świeżą, służących do wytwarzania mocy podstawowej, jak to już wspominałem na początku, doprowadziło stworzenie turbiny Ruths'a o mocy granicznej do znacznego obniżenia kosztów inwestycyjnych na 1 kW turbozespołu Ruths'a.

Celowość tego rozwoju potwierdzają badania Steina^{*)} bardzo ważne dla budowy nowoczesnych elektrowni, które prowadzą do wniosku, że w niektórych miastach urządzenia Ruths'a mogą kryć ekonomicznie do $\frac{1}{3}$ obciążenia. Dalszym potwierdzeniem racjonalności tego rozwoju są liczne w tym okresie opracowania projektów urządzeń Ruths'a do krycia szczytów w miastach różnych krajów, jako rezerwa chwilowa przy rozszerzaniu elektrowni, lub do równoległej pracy kilku centrali, jak również do wytwarzania mocy szczytowej w elektrowniach wodnych, bądź też w celu stworzenia rezerwy parowej przy braku wody na wiosnę i latem.

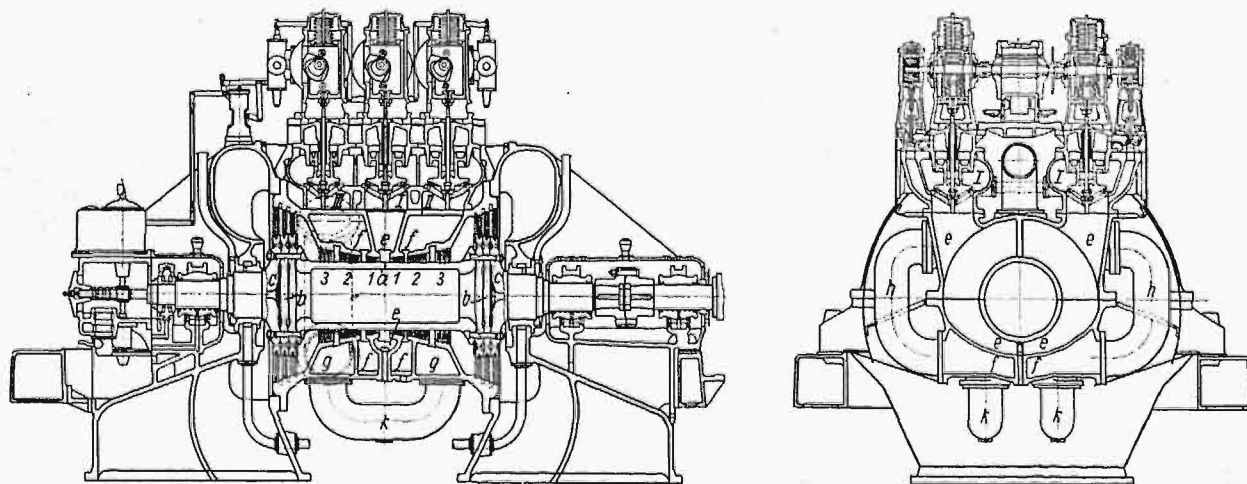
Przy turbinach podstawowych przyjmuje się, jak wiadomo, do obliczenia powierzchni chłodzącej kondensatora średnio około 40 kg pary na 1 m² i godzinę przy normalnym obciążeniu turbiny. Przy przeciążeniu o 25% daje to natężenie powierzchni chłodzącej około 50 kg m²h. Przy turbinach Ruths'a

jednostkowe zużycie pary jest wyższe niż przy turbinach podstawowych, a to ze względu na parę nasyconą i obniżające się w okresie pokrywania szczytu ciśnienie w zasobniku; przy zachowaniu zatem przytoczonego natężenia powierzchni chłodzącej, otrzymałoby się wielkie skraplacze, 'zbytecznie' podrażające całość urządzenia. Ponadto zresztą w jednokadłubowej turbinie Ruths'a o mocy granicznej, $n = 3\,000$ obr/min i jednokierunkowym przepływie, nie można przy wielkich ilościach pary wyzyskać wysokiej próżni, nawet przy największych dopuszczalnych średnicach wieńców i długościach łopatek; wobec tego powierzchnie chłodzące skraplaczy przyjmuje się mniejsze, zwiększając ich natężenie, dzięki czemu zmniejsza się cena skraplacza. W przeciwieństwie do turbin podstawowych, które muszą być budowane na najwyższą sprawność przy wyzyskaniu wysokiej próżni, w turbinach szczytowych chodzi o niewielką całkowitą ilość pary, wytwarzającą kilowat-godziny w okresie szczytów. Ponieważ turbiny szczytowe pracują zaledwie paręset godzin w ciągu całego roku, oraz wobec tego, że najwyższe obciążenie podczas krycia szczytów trwa bardzo krótko, nie przywiązuje się dużej wagi do mniejszej próżni i gorszego wyzyskania pary w najwyższym punkcie szczytu.

Przy natężeniu powierzchni chłodzącej skraplacza aż do około 90 kg m²h, obliczonym na najwyższy punkt obciążenia szczytowego, osiąga się próżnię 91%, przy temperaturze wody chłodzącej 15° C i 30 — 35 kg wody chłodzącej na 1 kg pary. Przy $\frac{2}{3}$ pełnego obciążenia próżnia podwyższa się do około 94%, przy mniejszych zaś jeszcze obciążeniach — do 96%, a nawet więcej.

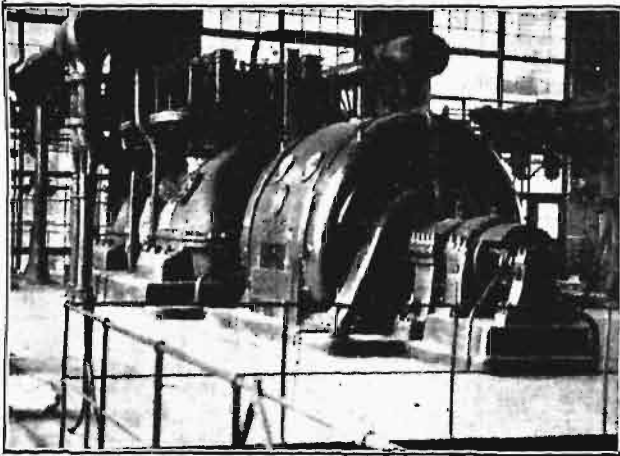
Trudności, jakie sprawia budowa części niskoprężnych turbin podstawowych, ze względu na wyzyskiwanie wysokiej próżni, doprowadziły do dwustrumieniowych części niskoprężnych, w związku zaś z tem również i przy średnich ciśnieniach pary świeżej — do droższych dwukadłubowych ustrojów turbin. Trudności te występują wprawdzie także i przy budowie turbiny Ruths'a o mocy granicznej

^{*)} Stein, Bedeutung des Ruthsspeichers für die Elektrizitätswirtschaft „V. D. L. - Zeitschrift“, tom 74 (1930), str. 756.



Rys. 6 i 7. Przekrój turbiny Ruths'a o mocy 20 000 — 25 000 kW, budowy Röder-SSW, zainstalowanej w elektrowni Charlottenburg (Bewag).

nej na $n = 3\,000$ obr./min, wobec jednak tego, że dopuszczalna jest przy najwyższym obciążeniu znacznie gorsza próżnia, możliwe jest przy takiej

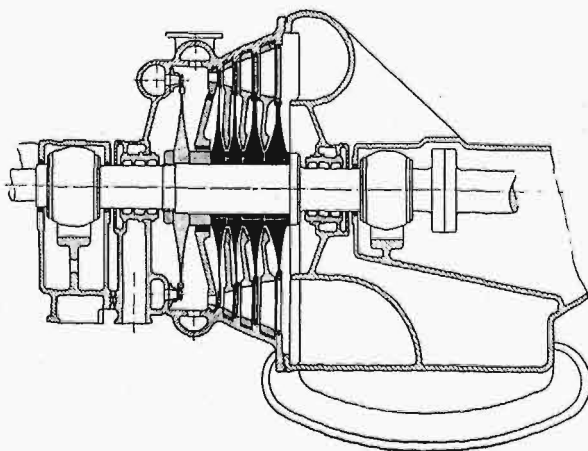


Rys. 8. Turbina Ruths'a w elektrowni Charlottenburg, zainstalowana przez SSW (porównaj rys. 6 i 7).

samej średnicy i długości łopatek ostatniego stopnia osiągnąć większą moc.

W związku z postępem, dokonany w ostatnich latach na polu budowy turbin w kierunku konstrukcji zamocowania łopatek oraz pod względem wytwarzania wysokowartościowych materiałów konstrukcyjnych na łopatki i wirniki, dopuszczalne są obecnie w turbinach o $n = 3\,000$ obr./min średnie szybkości obwodowe do około 300 m/sek oraz długości łopatek około 400 mm i wyżej. Wirniki o średniej średnicy 1 800 mm i długości łopatek 400 mm są już budowane, większe zaś wymiary — do około 2 000 mm przyjęto jako podstawę obliczeń w poszczególnych wytwórniach turbin przy nowych projektach.

Rys. 9 przedstawia przekrój schematyczny projektowanej obecnie jednokadłubowej turbiny



Rys. 9. Projekt turbiny Ruths'a o mocy granicznej i jednym kierunku przepływu pary.
 $n = 3\,000$ obr./min, moc = 20 000 do 25 000 kW.

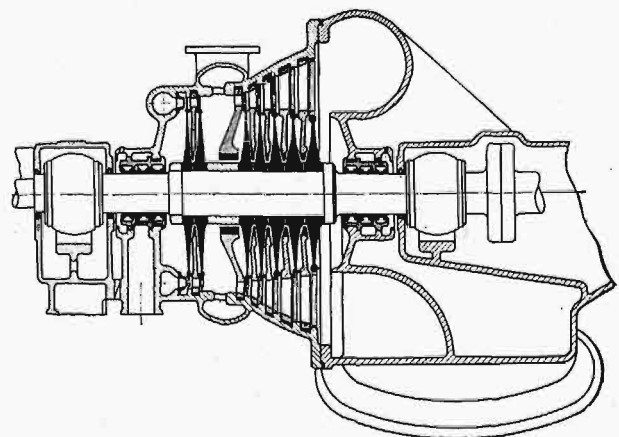
Ruths'a o mocy granicznej, przy $n = 3\,000$ obr./min i jednym kierunku przepływu pary, która to turbina przeznaczona jest wyłącznie do krycia szczy-

tów oraz jako rezerwa chwilowa; obliczona jest ona na ciśnienie początkowe w zasobniku Ruths'a 14—17 ata, ciśnienie końcowe 1,5 ata i próżnię około 91%. Przy wymienionych warunkach i wspomnianych wymiarach, turbina ta rozwinąć może moc 20 000 kW, czemu odpowiada rozchód pary w najwyższym punkcie szczytu (ok. 9—10 ata) około 150 000 kg/godz. Część wysokoprężna składa się z wirnika o jednym wieńcu i średnicy około 1 600 mm, lub też z koła Curtis'a o dwóch wieńcach i średnicy 1 200 mm. Część niskoprężna składa się z czterech wirników o jednym wieńcu ze wzrastającym stopniem reakcji, jak to od wielu lat stosuje się przy budowie turbin tarczowych.

Przy niskich ciśnieniach w zasobniku, do turbiny doprowadzane być muszą stosunkowo duże ilości pary. Aż do pewnego określonego ciśnienia w zasobniku doprowadza się parę akumulatorową do pierwszego wirnika, przy dalszym zaś spadku ciśnienia — równocześnie przez zawory dodatkowe za pierwszy wirnik. Tak więc otrzymuje turbina, oprócz zaworów regulujących zasilających pierwszy wirnik, jeszcze pewną ilość zaworów, doprowadzających parę z akumulatora bezpośrednio do części niskoprężnej.

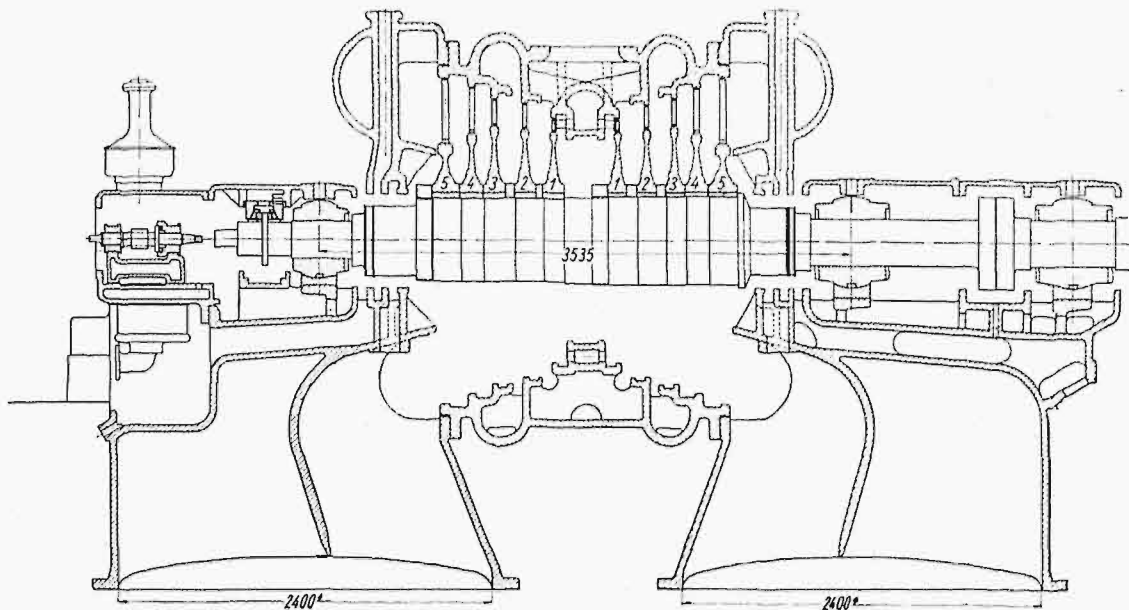
Ze względu na uzyskanie korzystniejszej rezerwy chwilowej, t. j. aby można było osiągnąć pełną moc turbiny przy niższym ciśnieniu w zasobniku, bądź też dla pokrywania długotrwałych szczytów obciążenia, gdy przy dość znacznym rozładowaniu zasobnika Ruths'a wymagana jest jeszcze stosunkowo duża moc, para z zasobnika doprowadzana jest wtedy równocześnie w drugim miejscu do dalszego stopnia części niskoprężnej.

Opisywana turbina o mocy granicznej może być zastosowana przy gorszej jeszcze próżni, niż to wzmiankowano poprzednio, t. j. przy 85 — 88% do mocy 25 000 kW. Takie warunki napotyka się w rozbudowanych już elektrowniach dostarczających moc podstawową przy małej ilości wody chł-



Rys. 10. Projekt turbiny Ruths'a o mocy granicznej i jednym kierunku przepływu pary.
 $n = 1\,500$ obr./min, moc = 50 000 kW.

dzącej pozostałej dla turbiny kryjącej szczyt obciążenia. Wypadek ten spotyka się również często przy projektowaniu nowych urządzeń Ruths'a.



Rys. 11. Projekt jednokadłubowej turbiny Ruths'a o dwóch kierunkach przepływu pary, $n = 3000$ obr./min, moc = 40 000 kW. Budowa AEG.

e) Jednokadłubowa turbina Ruths'a o mocy granicznej i dwóch kierunkach przepływu pary, $n = 3000$ obr./min. Turbina przeznaczona wyłącznie do krycia szczytów.

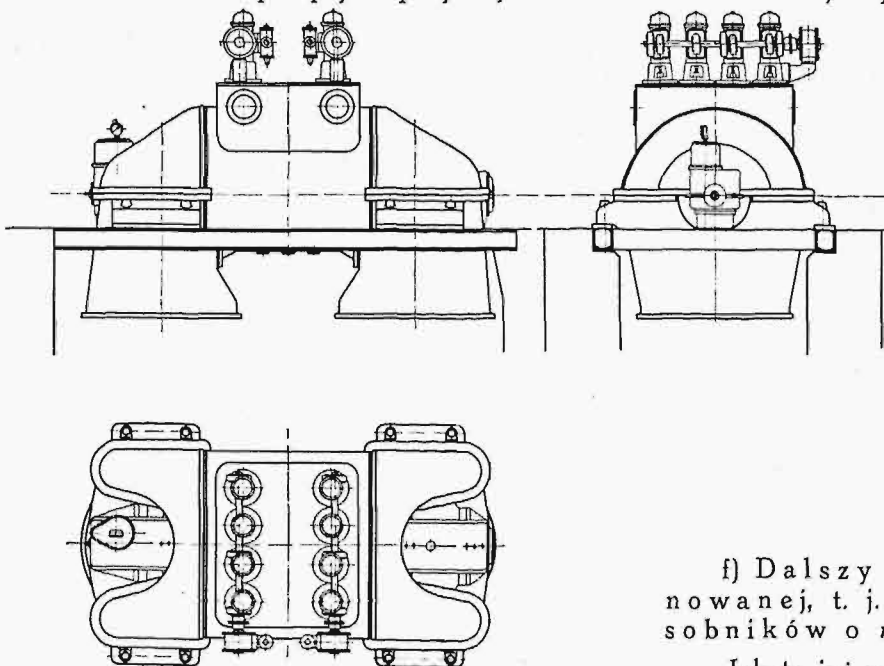
Dzięki postępowi w budowie generatorów o $n = 3000$ ob./min na prąd trójfazowy, powiodło się skoncentrować większą moc w jednej prądnic. W związku z tym rozwinęła się równocześnie jednokadłubowa turbina Ruths'a o mocy granicznej i dwóch kierunkach przepływu pary. Rys. 11 oraz

przeznaczonej wyłącznie do krycia szczytów. Na rysunkach tych widoczna jest długość, główne cechy konstrukcji, rozmieszczenie zaworów regulujących oraz prowadzenie pary.

Turbinę SSW zaprojektowano na podstawie konstrukcji turbin zainstalowanych w elektrowni Charlottenburg. Jest ona od nich dłuższa, odpowiednio zaś do większej mocy wzrosła ilość zaworów regulujących.

Turbina AEG posiada z każdej strony po pięć wirników o jednym wieńcu i dla wielkiej mocy 40 000 kW przedstawia konstrukcję prostą i zwartą.

Rys. 10 przedstawia schemat projektu turbiny jednokadłubowej, o jednym kierunku przepływu pary na moc 50 000 kW i $n = 1500$ obr./min, przeznaczonej wyłącznie do krycia szczytów; najwyższa średnia szybkość obwodowa nie przekracza 250 m/sek, zaś długość łopatek w ostatnich stopniach pozostaje w granicach dopuszczalnych. Turbina ta jest podobna do turbiny Ruths'a o $n = 3000$ obr./min, przedstawionej na rys. 9. Prowadzenie pary jest takie, jak opisane pod d).



Rys. 12—14. Projekt jednokadłubowej turbiny Ruths'a o dwóch kierunkach przepływu pary, $n = 3000$ obr./min, moc = 40 000 kW, budowa SSW.

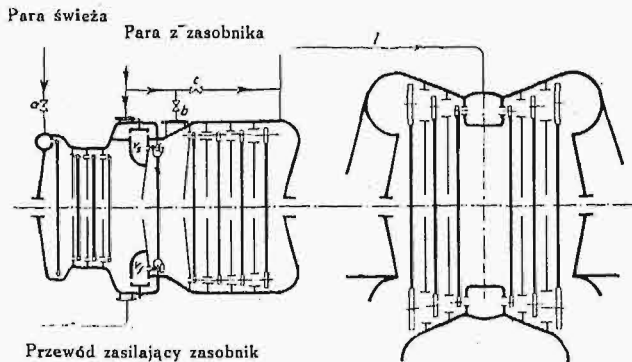
f) Dalszy rozwój turbiny kombinowanej, t. j. na parę świeżą i z zasobników o $n = 3000$ obr./min.

Jak to już wspomniano w rozdziale b), przekroje pierwszego stopnia nie wystarczają, aby przy równoczesnym zasilaniu parą świeżą i z akumulatorów moc rozładowywać zasobniki Ruths'a do możliwie niskiego ciśnienia. Dlatego też przy turbinach kombinowanych o średniej mocy (10 000 — 20 000

12 — 14 przedstawiają projekty AEG i SSW takiej turbiny na moc 40 000 kW i $n = 3000$ obr./min,

kW) prowadzi się parę z akumulatorów częściowo wprost do stopni niskoprężnych, omijając część wysokoprężną turbiny, — podobnie zresztą, jak przy turbinie kryjącej wyłącznie szczyty.

W każdym przypadku oddzielnie rozpatrzyć trzeba, ze względu na korzystne wytwarzanie mocy podstawowej, czy należy turbinę wykonać jako jedno, czy też dwukadłubową. Za turbiną jednokadłubową przemawia w każdym razie jej celowa, krótka budowa, dzięki której osiąga się większą pewność ruchu i możliwość szybszego uruchomienia, co jest specjalnie ważne, gdy chodzi o rezerwę chwilową.



Rys. 15. Projekt dwukadłubowej turbiny Ruths'a na parę świeżą i z akumulatorów o dwóch kierunkach przepływu pary. $n = 3000$ obr./min., moc = 30 000 do 40 000 kW.

Ze względu na elektrownię średniej wielkości, zrodziła się w czasach ostatnich potrzeba stworzenia typu turbiny na parę świeżą i z zasobników o całkowitej mocy około 30 000 kW, na ciśnienie do 35 atn i temperaturę 400° C oraz na najwyższe ciśnienie w zasobniku Ruths'a 14—16 atn. Schemat ustroju takiej turbiny przedstawia rys. 15. Przy omawianym tu typie turbiny, akumulator Ruths'a jest ładowany parą, pobieraną z pierwszego kadłuba.

Turbina jest dwukadłubowa i obliczona na korzystny rozchód pary przy wytwarzaniu 20 000 kW

z pary świeżej. Kadłub niskoprężny posiada dwa kierunki przepływu pary. Para świeża jest doprowadzana przez zawory regulujące do pierwszego wirnika turbiny.

W kombinowanych warunkach ruchu (20 000 kW z pary świeżej i 10 000 kW z pary akumulatorowej) w czterech pierwszych stopniach pracuje wyłącznie para świeża; wirnik piąty zasilany jest przez parę świeżą (zawory przed dyszami V_1) oraz przez parę z zasobników (zawory przed dyszami V_s). Para ładująca zasobnik pobierana jest z przestrzeni za czwartym wirnikiem, jak to widać z rys. 15. Rozrząd turbiny utrzymuje stały poziom panującego w tym miejscu ciśnienia międzystopniowego, które odpowiada najwyższemu ciśnieniu w zasobniku; zawory pary świeżej V_1 , doprowadzające parę do wirnika piątego, zamykają się względnie otwierają jeden po drugim, w zależności od tego, czy moc otrzymywana z pary świeżej zmniejsza się, czy też rośnie. Przy obniżającym się ciśnieniu w akumulatorze, doprowadza się zeń parę przez zawory regulujące V_s do piątego wirnika oraz równocześnie przez zawory regulujące b — za ten wirnik, zaś przy dalszym spadku ciśnienia w akumulatorze parę doprowadza się nadto przez zawory regulujące c i rurę przepływową l do niskoprężnego kadłuba turbiny. Wszystkie zawory regulujące sterowane są przez rozrząd turbiny.

Skraplacz jest obliczony w ten sposób, że przy zasilaniu turbiny wyłącznie parą świeżą i mocy 20 000 kW, próżnia wynosi 96% przy temperaturze wody chłodzącej 15°. Przy zasilaniu kombinowanym, t. j. parą świeżą i z zasobników, próżnia się zmniejsza wobec większej ilości pary, jednak rozkład ciśnień w kadłubie niskoprężnym następuje w ten sposób, że również i większe ilości pary zostają dostatecznie wyzyskane.

Moc turbin Ruths'a tego typu może być zwiększona, w zależności od warunków ruchu i wody chłodzącej, aż do około 40 000 kW.

(d. n.).

Urządzenie transportowe do zasilania węglem elektrowni w Poznaniu¹⁾

Napisał Inż. Edmund Scheur.

Z pośród licznych prac konstrukcyjnych wykonanych przez dział techniczny zakładów H. Cegielski w Poznaniu¹⁾, że wymienimy tu choćby oryginalny projekt parowozu-tendrzaka do ruchu osobowego na P. K. P. oraz projekt parowozu o 6 osiach wiązanych dla Bułgarii, liczne typy wagonów specjalnych, lokomobile rolnicze i także silniki spalinowe (8 KM), kotły parowe (do 1200 m³ i 35 atn), aparaty cukrownicze, wie-

lorakie konstrukcje żelazne i urządzenia transportowe, opiszemy w referacie niniejszym urządzenie transportowe zbudowane w elektrowni poznańskiej.

W związku z szybkim rozwojem miasta, zapotrzebowanie prądu przez Poznań wzrosło w ostatnich latach o tyle, że istniejąca elektrownia nie była w stanie go pokryć, położenie zaś jej wśród zabudowanych terenów wyłączało możliwość dalszego jej rozwoju.

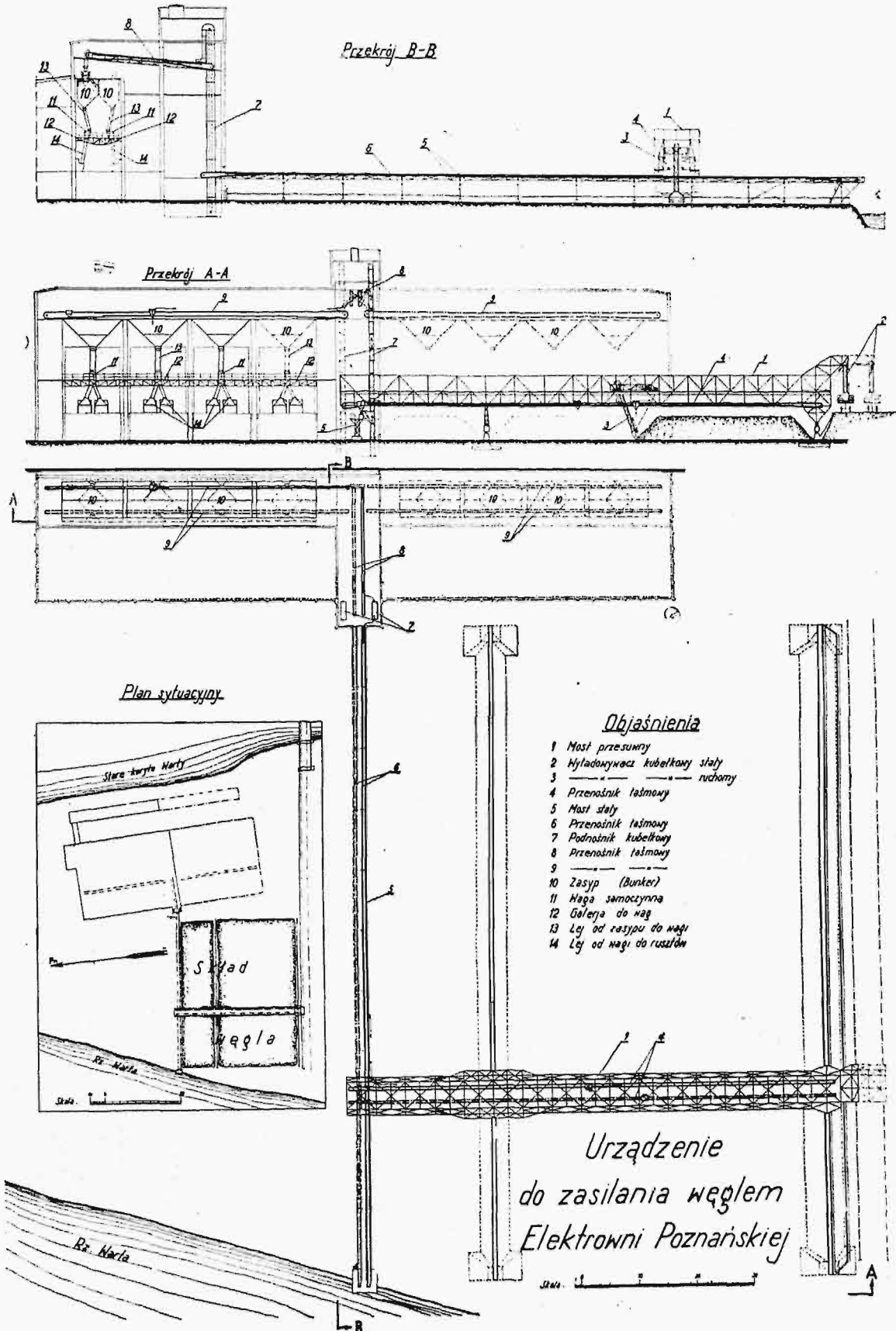
Wskutek tego postanowiono wznieść nową elektrownię na placu położonym przy linii kolejowej Poznań—Główna, pomiędzy dwoma korytami Warty.

*¹⁾ Referat wygłoszony na IV Zjeździe IMP w r. 1. w Warszawie.

¹⁾ Dział ten zatrudnia obecnie 97 osób.

W przyszłości elektrownia ta ma być przekształcona na elektrownię okręgową.

w stanie pokryć z nadmiarem obecne zapotrzebowanie miasta.



Rys. 1. Zestawienie schematyczne urządzenia.

Z końcem roku 1929 nastąpiło uruchomienie części elektrowni, której produkcja prądu będzie

Projekt przewiduje najwyższą produkcję dzienną, po całkowitej rozbudowie, na 720 000

kWh dziennie i wówczas rozchód węgla dojdzie do 420 tonn na dobę. Obecnie, przy wykończeniu pierwszej części programu budowy, najwyższa produkcja wyniesie 220 000 kWh, a rozchód węgla 154 tonn na dobę. Skład węgla na placu winien mieścić, zgodnie z warunkiem postawionym przez zarząd elektrowni, 18 000 tonn przy wysokości nasypywania około 3 m, zaś w zasypach nad każdym kotłem — po 60 tonn.

Dla dostarczenia tak wielkich ilości węgla są konieczne wielkie, całkowicie zmechanizowane urządzenia wyładunkowe i transportowe, które muszą spełniać następujące zadania:

- 1) wyładowywać węgiel z wagonów podstawianych na tory bocznic elektrowni, biegnące wzdłuż południowej granicy placu elektrowni, 4,5 m powyżej jego poziomu,
- 2) dostarczać węgiel wprost z wagonów do zasypów (bunkrów), umieszczonych nad kotłami,
- 3) zsypywać węgiel wyładowany z wagonów na plac w celu wytworzenia zapasu,
- 4) podawać węgiel ze składu na placu do zasypów nad kotłami,
- 5) przemieszczać węgiel na placu z miejsca na miejsce.

Dla zapewnienia działania, urządzenia wyładunkowe i transportowe są przewidziane w dwóch równoległych, wzajemnie niezależnych szeregach o wydajności po 50 tonn każdy, z tem, by każdy przyrząd jednego szeregu mógł być z łatwością zastąpiony przez przyrząd drugiego szeregu, biegnący doń równolegle.

Narazie zostały wykonane urządzenia mechaniczne jednego szeregu i zasypy trzech kotłów dotychczas ustawionych, konstrukcje zaś wspierające są zbudowane w przewidywaniu miejsca na umieszczenie przyrządów drugiego szeregu.

Poniżej podany jest opis instalacji po całkowitej rozbudowie, przytem części urządzeń jeszcze nie zainstalowanych oznaczone są na rysunkach linjami przerywanymi.

Wydajność urządzenia.

W przewidywaniu najwyższego rozchodu węgla na dobę do 420 t i przypuszczając, że około

30% nadchodzącego węgla będzie składane na placu, czyli będzie podlegało dwukrotnemu transportowaniu, urządzenia transportowe będą miały do przeniesienia przeciętnie 546 t na dobę. Wydajność urządzeń wyładunkowych i transportowych wynosi $2 \times 50 = 100$ t/h; zatem, będąc czynne przeciętnie 5,5 godzin na dobę, spełnią swe zadanie w ciągu jednej 8-mio godzinnej zmiany przy oświetleniu dziennem.

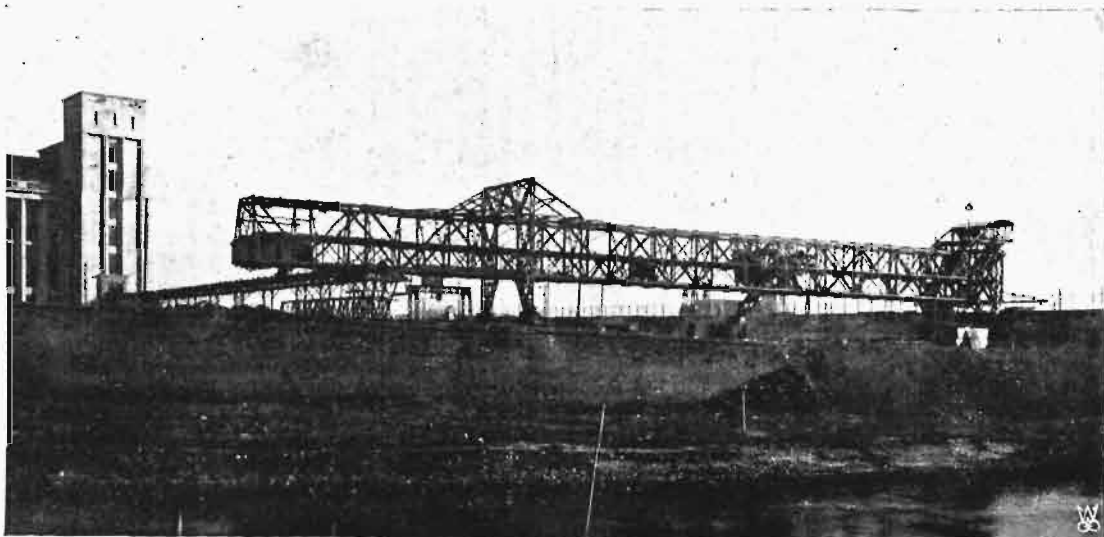
Opisywane urządzenie wyładunkowe i transportowe składa się z następujących grup zasadniczych:

- 1) z mostu przesuwnego, na którym zmontowane są 2 wyładowywacze systemu kubełkowego (2) do wyładowywania węgla z wagonów, 1 wyładowywacz tegoż systemu do zabierania węgla z placu (3), i 2 przenośniki taśmowe (4),
- 2) z mostu stałego (5), który służy jako rusztowanie dla 2 przenośników taśmowych (6),
- 3) z urządzeń wewnątrz budynku kotłowni, a mianowicie: 2 podnośników kubełkowych (7), 2 przenośników taśmowych (poprzecznych) (8), 4 przenośników nad zasypami (9), 16 zasypów żelaznych (10), zamkniętych od dołu zasuwami, 16 wag samoczynnych (11), umieszczonych na galerji żelaznej (12) biegnącej wzdłuż kotłowni, 16 kompletów rynien (13, 14), doprowadzających węgiel do wag i od wag do rusztów mechanicznych.

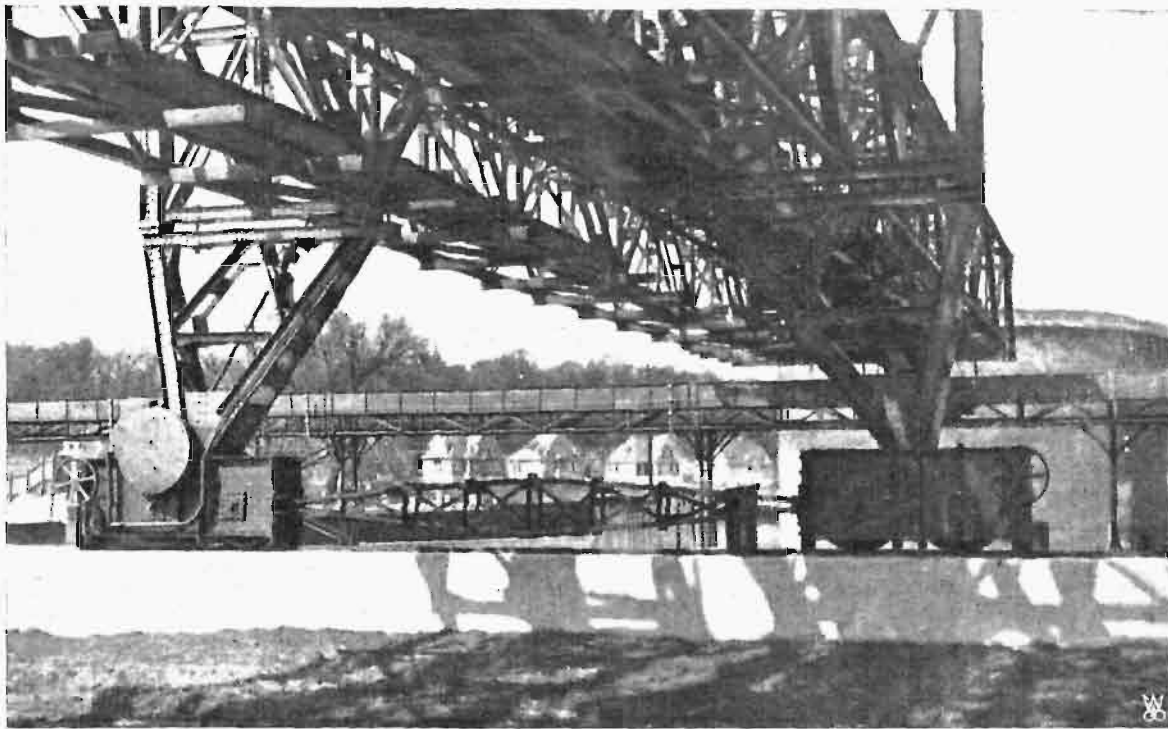
Wszystkie wymienione przyrządy są obliczone na wydajność po 50 tonn na godzinę. Przewidziane jest jednak, że wyładowywacz 3 przy całkowitej rozbudowie zostanie zamieniony na wyładowywacz o wydajności 100 tonn na godzinę.

Opis szczegółowy.

Most przesuwny (1) ma długość całkowitą 93,6 m, przyczem odległość między podpora-



Rys. 2. Widok ogólny urządzeń zewnętrznych.



Rys. 3. Nogi i mechanizm jazdy mostu przesuwnego.

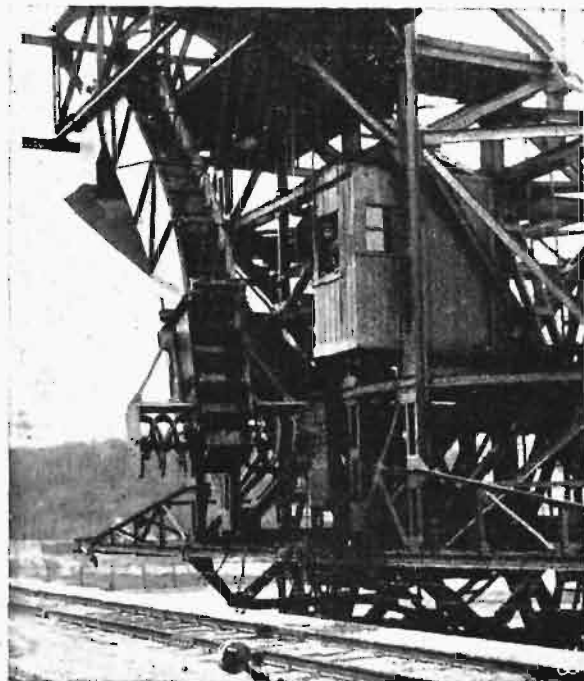
mi wynosi 57,5 m, część północna zwisa poza podporę 25,6 m, część zaś południowa, zwisająca nad torami kolejowymi i podniesiona o 3 m nad górnym pasem mostu, ma długość 10,5 m.

Długość mostu została ustalona stosownie do odległości osi torów kolejowych od osi wieży podnośników przy budynku kotłowni.

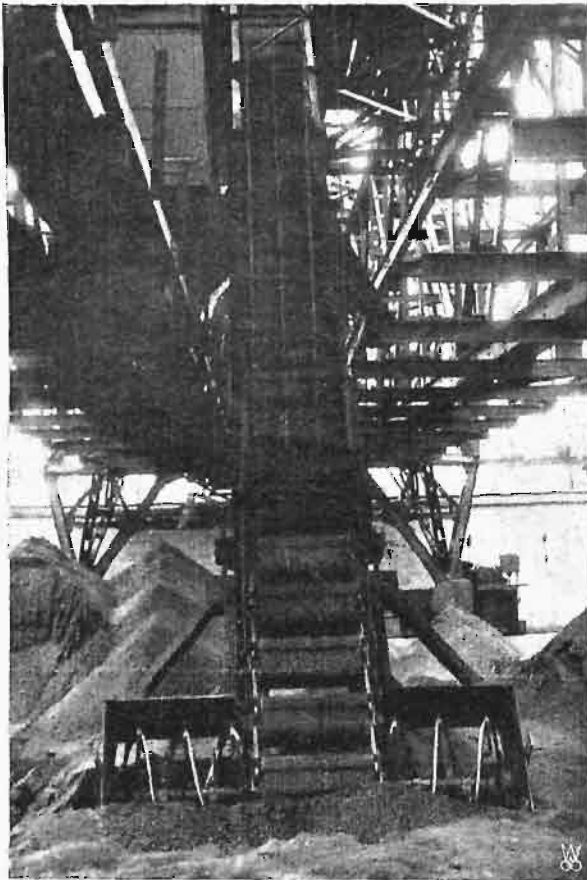
Dla możliwości przesuwania wyładowywacza, obsługującego plac, most wykonano analogicznie do mostów suwnic, z dwóch niezależnych od siebie dźwigarów kratowych o wysokości 5,3 m. Dźwigary te otrzymały na poziomie dolnego pasa i w połowie swej wysokości kratownice poziome szerokości po 1,5 m, które przejmują siły parcia wiatru oraz siły poziome, powstające przy ruchu mostu. Dźwigary kratowe główne są obciążone mimośrodowo ciężarem ruchomym wyładowywacza, wynoszącym 28 tonn i ciężarem stałym przenośników wraz z chodnikami, wynoszącym po 300 kg na 1 m b. Naprężenia wywołane przez te obciążenia mimośrodowe przejmują kratownice poprzeczne, rozstawione co 5 m. Obydwa dźwigary kratowe mogły być połączone między sobą na całej długości jedynie kratownicą poziomą w poziomie górnego pasa, a na całej wysokości — tylko w końcach. W miejscach podparcia, zwłaszcza nad podporą przegubową, połączenie zostało wzmocnione silnymi ramami zewnętrznymi. Strzałka ugięcia wywołana przez obciążenia pionowe, wynosząca podług obliczeń 70 mm, została wyrównana przez nadanie konstrukcji mostu wypukłości w środku między podporami. Ze względu na możliwość usypywania węgla do wysokości 5 m, dolny pas mostu wznosi się 5,4 m nad poziomem placu. Szyby toru, po którym biegnie most, są wzniesione o 1,1 m, wysokość więc podpór mostu wynosi po 4,3 m. Rozstaw nóg podpór, złączonych zapomocą sworzni ze skrzynkami kół biegowych, wynosi po

9 m. Podpora przy torze kolejowym (południowa) została połączona sztywno z konstrukcją mostu, północna zaś, w celu otrzymania zespołu statycznie wyznaczalnego, otrzymała połączenie przegubowe. Waga konstrukcji mostu wynosi 200 tonn. Parcie wiatru przyjęto w obliczeniu 150 kg/m².

Most biegnie z szybkością 15 m/min na 8 kołach o średnicy 1000 mm, szerokości użytecznej 130 mm, zmontowanych w 4 skrzyniach, po dwie skrzynie pod każdą podporą. Dwa koła każdej podpory są napędzane bezpośrednio przez silniki elektryczne zapomocą przekładni z kół zębatach



Rys. 4. Wyładowywacz kubelkowy do wagonów.



Rys 5. Wyładowywacz kubelkowy obsługujący plac.

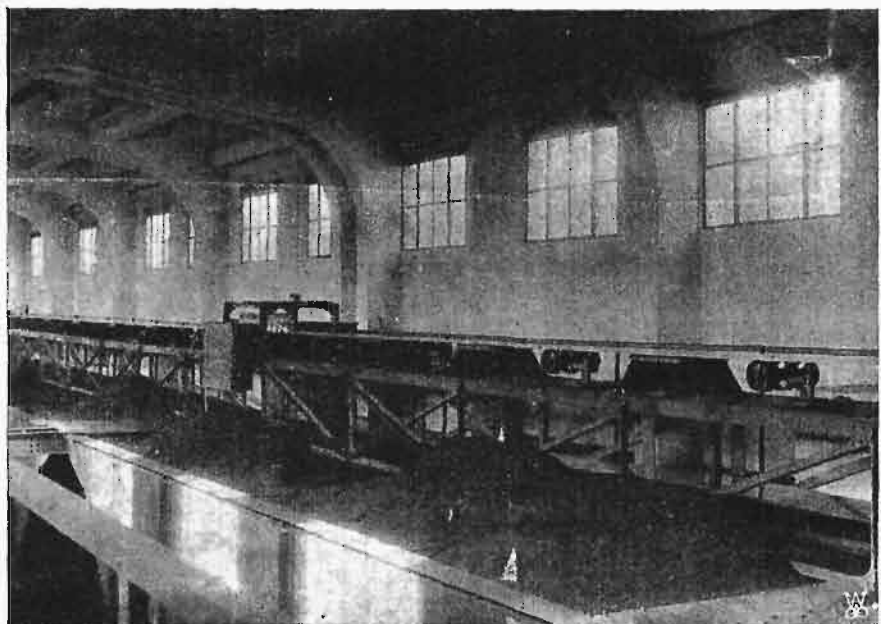
czołowych. Mechanizm biegowy każdej podpory zaopatrzonej jest w hamulec klockowy sterowany elektrycznie i w wyłącznik końca biegu, zapewniający zatrzymanie mostu przed końcem toru. Każda z czterech skrzyń jest zaopatrzona w ręczny mechanizm, zakleszczający szynę w celu unieruchamiania mostu podczas nadmiernie silnych wiatrów. Dla wyrównania momentów oporu kół biegowych i wyrównania obrotów silników obydwu podpór, ich mechanizmy biegowe są połączone wałami biegnącymi po podporach i wzdłuż mostu. Obydwa silniki są sterowane za pomocą dwóch kontrolerów, sprzęgniętych ze sobą mechanicznie. Połączenia elektryczne są tak przeprowadzone, że wykluczają bieg jednego silnika podczas spoczynku drugiego. Napęd jest obliczony na bieg mostu pod wiatr o parciu 50 kg/m^2 . Wyprzedzanie w biegu jednej podpory przez drugą, które wywołuje parcie obrzeży kół podpory południowej (sztywno związanej z mostem) na szyny, wyrównywa się sztywnością konstrukcji mostu, co było uwzględniane przy jej obliczaniu.

Tor długości 100 m składa się z dwóch płaskowników stalowych, służących jako szyny, o przekroju $120 \times 40 \text{ mm}$, przypawanych do belek dwuteowych zabetonowanych w podstawach żelazo-betonowych. Nacisk koła biegowego podpory północnej dochodzi do 46 t, południowej zaś do 37,5 t. W tej ostatniej podporze powstaje prócz tego, jak wspomniano wyżej, poziome parcie na szynę, wskutek czego podstawa betonowa tej szyny musiała być specjalnie silnie uzbrojona, płyta zaś fundamentowa otrzymała szerokość 4,5 m, z rozszerzeniami do 5,5 m przy końcach i przy szparach dylatacyjnych, rozmieszczonych co 24 m.

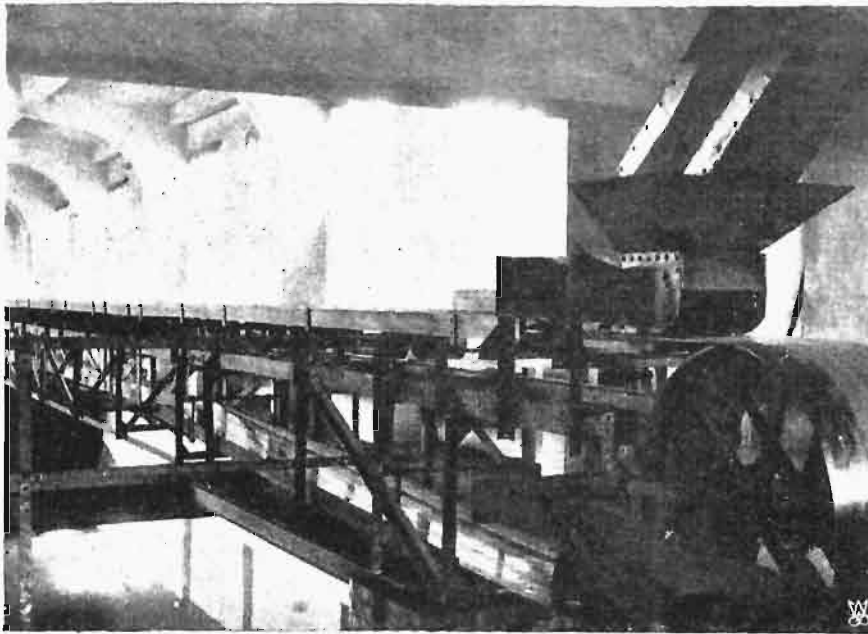
Wyładowywacze do czerpania węgla z wagonów (2) i z placu (3) są zbudowane jako podnośniki kubelkowe, zawieszane w sposób pozwalający na dowolne podnoszenie i opuszczanie ich dolnego końca za pomocą windy. Na przedłużeniach wału dolnego koła łańcuchowego umieszczone są ślimaki taśmowe prawy i lewy, zgarniające węgiel do kubelka czerpiącego i zwiększające zasięg przyrzędu. Kubelki szerokości 600 mm są przytwierdzone do łańcucha członowego biegnącego na rolkach po prowadnicach. Podnośniki są napędzane bezpośrednio przez silniki elektryczne, windy zaś otrzymują ruch od tych samych silników przez pasy otwarty i skrzyżowany oraz sprzęgła. Wyładowywacze do czerpania z wagonów, długości po 6 m, są zaopatrzone, prócz windy do ich podnoszenia, w windę do przesuwania wagonów w miarę ich opróżniania. Wyładowywacz obsługujący plac ma długości 9 m i jest zmontowany na wózku, dającym się przesuwać wzdłuż mostu dwiema szybkościami: większą dla dalszych przejazdów i mniejszą roboczą. Napęd wózka wykonano za pomocą specjalnego silnika o biegu dwukierunkowym.

Węgiel podniesiony przez wyładowywacze zsypuje się przez rynny rozwidłone na jeden z dwu przenośników taśmowych, biegnących na moście przesuwnym.

Przenośniki taśmowe (4, 6, 8 i 9)



Rys 6. Przenośnik taśmowy nad zasypami.



Rys. 7. Nadawacz i bęben naprężający przenośnika taśmowego.

o taśmach stalowych, szerokości 500 mm, biegnących z szybkością 1,25 m/sek, są napędzane z końca, ku któremu biegnie węgiel, przez silniki elektryczne zapomocą przekładni z kół zębatach czołowych. Wały bębnowe o średnicy 1000 mm obracają się w łożyskach przesuwnych, pozwalających na dokładną regulację. Taśma jest naprężana zapomocą obciążników, których ciężar jest zależny od długości przenośnika. Górny bieg taśm jest podtrzymywany przez rolki samonastawne w kierunku biegu co 2—2,5 m, a w przenośniku nad zasypami — również przez listwy drewniane. Dolny bieg taśmy podtrzymują także rolki co 10 m. Boczne prowadzenie zapewniają listwy drewniane obejmujące taśmę z boków, umieszczone przed wejściem jej na bębny. Ten rodzaj prowadzenia okazał się praktyczniejszy od pionowych rolek, które powodują częstokroć uszkodzenie brzegów taśmy. Węgiel spada na taśmę przez podawacze stałe lub zmontowane na wózkach z blachami nastawnymi do regulowania kąta nadawania. Usuwanie węgla z taśmy odbywa się przez bęben końcowy lub też jest uskuteczniane przez zgarniacze stałe lub zmontowane na wózkach przesuwnych, pozwalających na zgarnianie węgla w dowolnym miejscu. Przenośniki są montowane na rusztowaniach różnej konstrukcji, zależnie od sposobu ich podparcia — np. rusztowanie przenośnika prostopadłego do mostu przesuwego jest konstruowane jako dźwigar kratowy mostu (5), biegnącego 4,5 m nad terenem, podpartego co 10 m, i po-

siada chodnik do obsługi przenośnika.

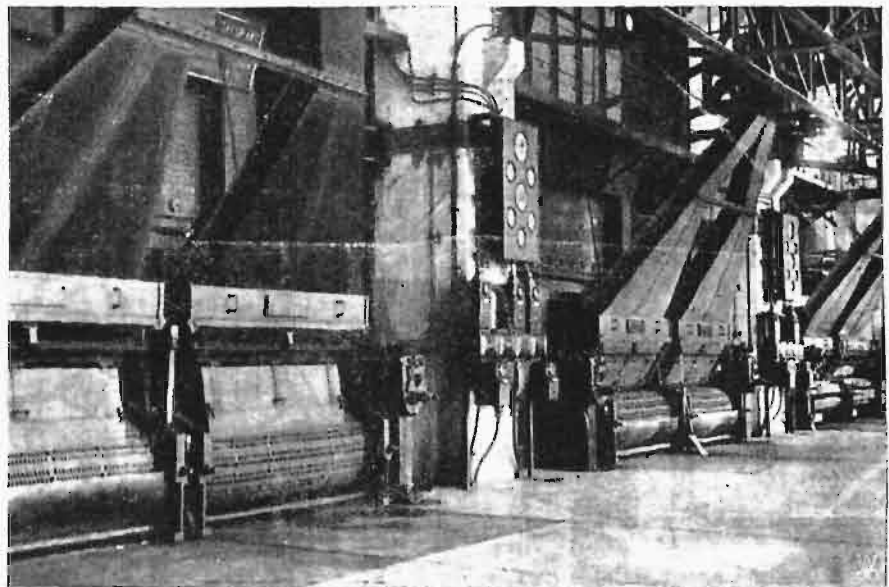
Ogólna długość przenośników wynosi 600 m, z których pracuje obecnie cztery, długości łącznej 260 m.

Podnośniki kubelkowe (7), umieszczone w wieży budynku kotłowni, posiadają wysokość 30,5 m. Kubelki, szerokości 500 mm, są przytwierdzone do łańcucha sworzniowego, biegnącego z szybkością 0,7 m/sek. Napęd — bezpośredni od silnika elektrycznego. Podnośnik jest zmontowany w rusztowaniu żelaznym, całkowicie osłonięty blachą żelazną, z otworami rewizyjnymi. Podnośnik posiada dwa wyspy do węgla, jeden

3 m nad poziomem, do którego wyspuje się węgiel z przenośnika, drugi poniżej poziomu — do zasilania ręcznego na wypadek uszkodzenia urządzeń transportowych zewnętrznych.

Zasypy węglowe (10), wykonane z blachy żelaznej, wzmocnione usztywnieniami z żelaza profilowego, mogą pomieścić po 60 t węgla. Zasypy są zawieszane na belkach żelazobetonowych budynku kotłowni, niosą na sobie rusztowanie przenośnika wraz z chodnikiem do obsługi i są zamknięte od dołu przez zasuwę, zamykane zapomocą przekładni z kół zębatach i łańcucha ręcznego. Z zasypów węgiel wpada przez rynny zamknięte (13) do

wag samoczynnych (11) zaopatrzonych w podawacze, napędzane przez specjalne silniki. Pojemność naczynia ważącego odpowiada ciężarowi 25 kg. Wagi są ustawione na specjalnej



Rys. 8. Leje do ruchu węgla od wag do rusztów.

galerji żelaznej, biegnącej na wysokości 5 m między dwoma rzędami kotłów.

Z węgla dostaje się do rusztów mechanicznych przez rynny zamknięte, rozwidlane i rozszerzone (14) do szerokości rusztu.

Do uruchomienia opisanych wyżej przyrządów, służą następujące silniki elektryczne na prąd trójfazowy, o 50 okr./sek, 220 volt:

2 silniki o biegu dwukierunkowym do napędu	mostu przesuwne	po 30 KM.
2 „ „ „ jednokierunkowym „ „	wyład. wagonów	18 „
1 „ „ „ „ „ „	„ obsł. plac	21 „
1 „ „ „ dwukierunkowym „ „	wózka wyładowyw.	9 „
2 „ „ „ „ „ „	przen. na moście przesuwnym	11,5 „
2 „ „ „ jednokierunkowym „ „	przen. na moście stałym	9 „
2 „ „ „ „ „ „	podnośników	11 „
2 „ „ „ „ „ „	przen. poprzecz.	4,7 „
4 „ „ „ „ „ „	przen. nad zasyp.	9 „
16 „ „ „ „ „ „	podaw. wag samocz.	0,3 „
razem: 34 silniki	o łącznej mocy	239,2 KM.

Silniki obliczone są na możliwość ruszania przy pełnym obciążeniu, nie zużywają podczas biegu, nawet przy przeciążeniu urządzenia dochodzącem do 20%, ponad 80% swej mocy nominalnej. Przytem silniki napędzające mechanizm biegowy mostu przesuwne pracują nie więcej niż 5% czasu pracy całego urządzenia, zaś silniki przenośników nad zasypami i silniki wyładowywaczy, z samego założenia konstrukcyjnego, nie mogą pracować jednocześnie.

Uruchamianie silników biegu mostu przesuwne, wyładowywacza obsługującego plac i biegu jego wózka, odbywa się z kabiny (16) zawieszanej do wózka wyładowywacza (15), obsługującego plac. Rozruch silników wyładowywaczy obsługujących wagony kolejowe i silników przenośników na moście przesuwnym — z kabiny (17) umieszczonej na południowym końcu tego mostu. Rozruszniki pozostałych silników są umieszczone bezpośrednio przy nich. Prąd od silników, mieszczących się na moście przesuwnym, jest doprowadzony zapomocą 3 drutów trolley'owych, przeciągniętych wzdłuż mostu stałego, po moście zaś przesuwnym zapomocą kabli opancerzonych i 18 linii trolley'owych, zawieszonych pod górną kratownicą poziomą, któreimi prąd jest doprowadzany do przyrządów umieszczonych w kabine (16), wzgl. z nich odprowadzony. Wszystkie przewody trolley'owe, miedziane, leżą swobodnie na hakach izolowanych. Prądoodbieracze są rolkowe, sztywno osadzone w podporach, przytwierdzonych do mostu przesuwne (1), wzgl. do wózka wyładowywacza.

Do obsługi potrzeba 6 ludzi: 2-ch przy wyładowywaczach, 3-ch do przesuwania i zmiatania wagonów i 1 do dozoru nad urządzeniami wewnątrz kotłowni. Praca wyładowywaczy jest o tyle samoczynna, że pozwala obsługującemu je na dozorowanie również przenośników na moście przesuwnym.

Przeciętna moc zużywana przez całą instalację po jej rozbudowie osiągnie najwyżej 91 KM, czyli licząc sprawność urządzeń elektryczn. na 0,8, wyniesie 0,86 kWh na przetransportowanie 1 tonny węgla poziomo na odległość dochodzącą do 240 m i w kierunku pionowym na 26 m.

Koszt transportowania 1 tonny węgla wyniesie, uwzględniając amortyzację, oprocentowanie

kapitału inwestycyjnego, ceny robocizny, prądu i t. p.:

po całkowitej rozbudowie — zł. 0,86
przy obecnym częściowym
wyzyskaniu urządzeń — „ 1,89.

Całe urządzenie wykonane dotychczas, t. j. na 50 t/h, po uruchomieniu, pracuje sprawnie. Drobne usterki zostały usunięte w pierwszych tygodniach pracy.

Opisane urządzenie zostało zaprojektowane i wykonane w firmie H. Cegielski, Sp. Akc. w Poznaniu, przyczem zastosowano do przenośników taśmy oryginalne szwedzkie „Sandviken“, wyładowywacze patentowane firmy „Heinzelmann i Sparmberg“ i silniki wraz z instalacją elektryczną firmy „Polskie Zakłady Elektryczne Brown-Boveri“.

Nowe wydawnictwa^{*)}

Grundlagen und Entwicklung der Energiewirtschaft Österreichs. Offizieller Bericht des Österreichischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz. Ing. Dr. Oskar Vas. Str. 189, rys. 94. Wiedeń 1930.

Die Wasserkraftwirtschaft Deutschlands. Festschrift zur Tagung der zweiten Weltkraftkonferenz, Berlin 1930. Wyd. Niem. Związku Wodnego i Wodno-elektrycznego. Berlin 1930. Str. 391, rys. 123.

Forschung und Technik, im Auftrage der AEG herausgegeben von Prof. Dr. Ing. W. Petersen. Str. 576, rys. 597. Wyd. Springer. Berlin 1930.

Maszyny elektryczne i prostowniki. Zarys budowy i działania. M. Pożaryski, profesor Politechniki Warszawskiej. Str. 302, rys. 322 w tekście i 6 tablic kredowych. Wydawnictwo Komisji Wyd. Tow. Bratniej Pom. Stud. Polit. Warsz. Warszawa 1930.

Podręcznik spawacza. Inż. J. Biernacki i inż. K. Nadolski. Nakł. Stow. rozwoju spawania w Polsce. Str. 244 (1/16), rys. 206. Warszawa 1930.

^{*)} Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego“, Warszawa ul. Czackiego 3.

Odwodnienie okolic Pragi i terenów położonych na prawym brzegu rzeki Wisły¹⁾.

Napisał Inż. K. Milicer.

Śród całego szeregu zagadnień związanych z polepszeniem stanu zdrowotnego naszej stolicy, wysuwa się na pierwszy plan sprawa osuszenia najbliższych okolic Warszawy, a więc przede wszystkim Pragi, Bródna, Kępy Saskiej i Gocławskiej, doliny Wawerskiej, leżącej pomiędzy Wisłą i b. koleją Nadwiślańską, oraz bagien położonych w pow. Warszawskim i Radzywińskim.

Na zabagnionych terenach pomiędzy Saską Kępą a Gocławem mają być wzniesione stałe budowle wystawowe oraz projektowane jest miastogród. Tereny te, dziś jeszcze zabagnione, postanowiono osuszyć na zasadzie opracowanego przed paroma laty projektu. Projekt ten, zrealizowany już częściowo, dał wyniki zadawalniające w okolicy Grochowa, skąd wszystkie wody zostały spuszczone w stronę doliny Wawerskiej, a następnie odprowadzone przez 2 śluzy w wałach ochronnych do rzeki Wisły. Prócz tego, zaprojektowano całą sieć kanałów, mających za zadanie odwodnienie mokradeł, leżących w trójkącie pomiędzy koleją Brzeską, b. koleją Nadwiślańską i rzeką Świder. Powierzchnia tych zlewni, z których woda ma spływać otwartymi kanałami do Wisły, wynosi około 65 km². Powierzchnia zaś terenów, położonych pomiędzy b. koleją Nadwiślańską a rzeką Wisłą, wynosi około 40 km². Razem więc mamy zlewnię około 105 km², z których wody opadowe będą częściowo przepuszczone przez 2 śluzy do Wisły, częściowo zaś, w razie wysokiego poziomu wód wiślańskich, mają być przepompowywane.

Ilość opadów rocznych, jakie mają przejść przez śluzy i być przepompowane, wyniesie około

$$\frac{105 \times 10^6 \times 0,54}{3} = 18\,900\,000 \text{ m}^3,$$

gdzie 0,54 jest roczna wysokość opadów w metrach, a $\frac{1}{3}$ — współczynnik, wyrażający ilość wody dochodzącej ze zlewni do obiektu, ponieważ przyjmuję, że $\frac{1}{3}$ opadów wysycha, $\frac{1}{3}$ wsiąka do ziemi, a zaledwie $\frac{1}{3}$ dochodzi do śluzy. Jeżeli zaś weźmiemy pod uwagę strukturę geologiczną terenów odwadnianych, to z łatwością możemy się przekonać, że na całym objętym odwodnieniem obszarze mamy grunt piaszczysty, bardzo przepuszczalny, poniżej którego leżą szczyrki, a jeszcze niżej — twarda nieprzepuszczalna glina. Spadki terenu są w ogólnych zarysach skierowane na północny zachód, w stronę doliny Wisły. Zawdzięczając temu, woda, która według pierwotnego założenia powinna była wsiąkać w grunt, wydostaje się na powierzchnię z dna przekopanych na Powiślu kanałów w kształcie źródeł, które niewątpliwie powiększą obliczoną wyżej teoretyczną ilość wody.

Te wody obce mogłyby z łatwością być odprowadzone do rzeki Wisły, gdyby nie podnoszenie się poziomu wód wiślańskich do wysokości, przy której śluzy będą musiały być zamknięte, a praca ich zastąpiona przez pompy.

Według projektu istniejącego, całą zlewnię 105 km² rozdzielono wałem poprzecznym Gocławskim na 2 części: zachodnią, obejmującą około 11 km², której najniższy punkt zajmuje jezioro Kamionkowskie, i wschodnią, która kanałem Ulgi oddaje swe wody do rzeki Wisły na Kępie Gocławskiej. Wody opadowe 1-ej zlewni, przy niskim stanie wody na Wiśle, mają schodzić do portu Wiślanego przez śluzę przy Parku Paderewskiego, przy wyższym — muszą być przepompowywane. W tym celu zbudowana jest pompownia w pobliżu śluzy.

Wody opadowe i zaskórne z 2-ej zlewni, posiadającej 94 km², odchodzą obwałowanym kanałem Ulgi do Wisły przez śluzę trójkomorową w wałe Miedzyszynskim na Kępie Gocławskiej. Pomiędzy Saską i Gocławską Kępą a Kamionkiem i Gocławem mają być wyznaczone tereny wystawowe, a dalej na wschód — założone miasto ogród. Niewątpliwie powyższe tereny nadawałyby się do tego celu, gdyby były całkowicie odwodnione i pozbawione zaskórniczy, którą znajduje się tuż pod powierzchnią gruntu. Urządzenie więc kanalizacji i wodociągów w podobnych warunkach będzie zbyt kosztowne.

Zlewnia zachodnia, posiadająca około 11 km², według wzorów prof. Iszkowskiego daje:

Średnią arytmetyczną ilość wody w normalnym roku;

$$Q_0 = 0,03171 \times 0,20 \times 0,54 \times 11 = 0,038 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Odpływ absolutnie największej wody:

$$Q_1 = 0,03 \times 9,45 \times 0,54 \times 11 = 1,684 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Według danych prof. Berga, przy ulewie trwającej godzinę, otrzymamy z 11 km² ilość wody:

$0,052 \times 11 \times 10^6 = 272\,000 \text{ m}^3$, z których $\frac{1}{3}$ wyparuje, $\frac{1}{3}$ wsiąknie do ziemi i zaledwie $\frac{1}{3}$, t. j. około 200 000 m³, utrzyma się na powierzchni gruntu.

Poziom wody w jeziorze Kamionkowskim wynosi 79,83 (w rzędnych M. R. P.), czyli od ogólnego poziomu przyszłych terenów wystawowych, posiadających rzędną 80,63, jest zaledwie o 0,83 m niższy. Niewątpliwie więc po godzinnej tylko ulewie pewna część terenów wystawowych i przyszłego miasta ogrodu, położonych bliżej jeziora, zostanie zalana, co oczywiście nie może wpłynąć dodatnio na pomyślny rozwój tej dzielnicy Pragi, zwłaszcza że poziom wód gruntowych niewiele się różni od obecnego poziomu zwierciadła wody w jeziorze Kamionkowskim.

¹⁾ Odczyt wygłoszony na posiedzeniu Koła wodno-melioracyjnego przy Stow. Techników w Warszawie w dn. 30 maja 1930 r.

Wypadałoby zatem albo podsypać znaczną część zabagnionej miejscowości chociażby tylko o 1 metr, t. j. do rzędnej 81,63, i wodę przy wyższym stanie wód wiślanych w dalszym ciągu pompować, albo też obmyśleć sposób grawitacyjnego odwodnienia całego zawała niezależnie od stanu wody na Wiśle, wyzyskując, o ile możliwości, wykonane już dotychczas roboty meljoracyjne.

Co się tyczy zlewni położonej na wschód od wału Gocławskiego, wynoszącej około 94 km², to sprowadzenie na zawałe Miedzyszyńskie wód z pod Kawęczyna i z pod Miłosnej uważam za niekorzystne dla odwodnienia tegoż zawała. Posiada ono bowiem i bez tego bardzo dużo wody zaskórnej i niewielkie spadki w kierunku północno-zachodnim, t. j. w stronę jeziora Kamionkowskiego. Przeprowadzone z dużym rozmachem roboty meljoracyjne na tym odcinku nie dadzą wydatnego wyniku dlatego, że odpływ wód opadowych będzie stale tamowany podnoszeniem się wód Wiślanych i chociaż kanał Ulgi będzie zatrzymywał zatopienie łąk pod Gocławiem wodami postronnymi, tem niemniej obwałowanie kanału Ulgi będzie mieć ujemne skutki na osuszenie miejscowości, przez które przeszedł ten kanał.

Nie ulega bowiem najmniejszej wątpliwości, że pierwszym warunkiem meljoracji jest odprowadzenie wód powierzchniowych, które, nie dopuszczając powietrza do gleby, powodują jej zabagnienie.

Z podobnymi zjawiskami spotykamy się bardzo często na Polesiu: łąki zalewne posiadają doskonale słodkie siano o wysokiej wartości pokarmowej, łąki zaś podtapiane, z których woda nie posiada należytego odpływu, nawet pomimo przekopanych rowów, dają siano kwaśne, niezdatne na pokarm dla szlachetniejszych gatunków zwierząt domowych.

Sądząc z rzędnych map Sztabu Gen., w takiej właśnie niekorzystnej sytuacji okazały się łąki na wschód od wału Gocławskiego, które za kilka lat mogą stracić nawet swoją wartość dotychczasową.

W r. 1924, jako w najbardziej niekorzystnym, stan wody na Wiśle podnosił się wyżej 0 wodomierzem w ciągu:

33 dni od 0,85 do 0,95 m, t. j. do rzęd. 80,32 przy ujściu kan. Ulgi	
92 " " 1,05 " 1,45 " " " " 80,82 " " " "	
88 " " 1,55 " 1,95 " " " " 81,32 " " " "	
152 " " 2,05 " 5,55 " " " " 84,92 " " " "	

Rzędna śluzy przy ujściu kanału Ulgi jest 80,54. Śluza zatem w 1924 r. powinna być podtapiana w ciągu przeszło 240 dni, a całkowicie zamknięta na 12 dni. Woda będzie magazynowana w kanale Ulgi i na sąsiednich łąkach na wschód od kanału Ulgi. Widzimy zatem, że osuszenie doliny Wawerskiej sposobem powyższym dla roku krytycznego (1924) może okazać się zupełnie niewystarczające.

Na skutek tego najprawdopodobniej z chwilą sprowadzenia na dolinę Wawerską wód z bagien leżących na wschód od Kaczego Dołu, całe Powiśle zabagni się jeszcze więcej, jak to niejednokrotnie zdarzało mi się widzieć. Podobne sztuczne zabagnienie Powiśla można było do zeszłego roku zaobserwować w Ciechocinku, który osuszyłem głównie przy pomocy kanału obwodowego, kilku-

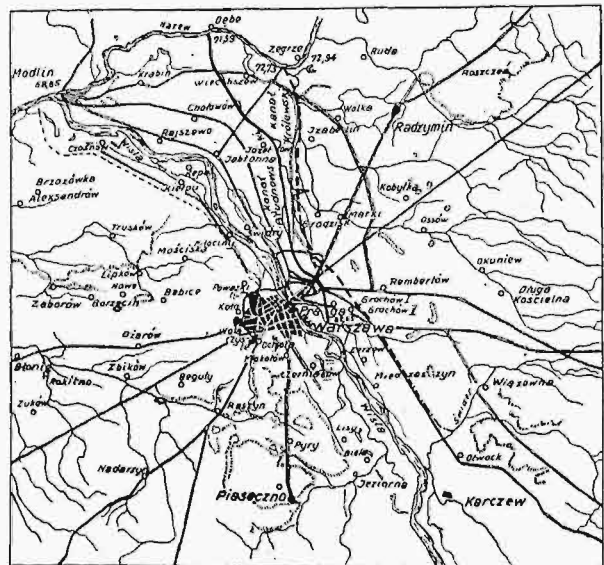
nastu km kanałów otwartych i 2 km kanałów krytych o \varnothing 1 m *). Jeszcze ciekawsze roboty tego samego charakteru były wykonane w Soczy na brzegu Morza Czarnego, gdzie naskutek przeprowadzenia dużego kanału obwodowego u podnóża gór udało się odwodnić znaczne przestrzenie gruntów, położonych pomiędzy Morzem Czarnym a zachodnimi zboczami gór Kaukaskich.

Widzimy zatem, że dotychczasowy projekt meljoracji doliny Wawerskiej i zawała Miedzyszyńskiego nie daje pełnej ręką ich odwodnienia. Wobec powyższego podaję inny projekt, mojego pomysłu, który oparty jest zasadniczo na restytucji dawnego naturalnego biegu wysokich wód Wiślanych w tej miejscowości, nieopatrznie ręką ludzką zniekształconej, a mianowicie:

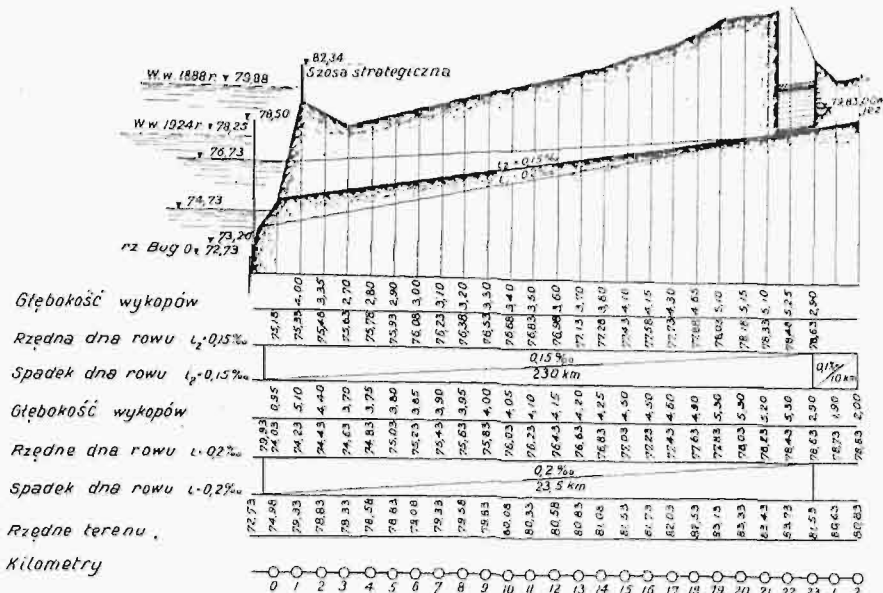
1) wody obce, t. j. znajdujące się w trójkącie pomiędzy koleją Brzeską i b. Nadwiślańską a rzeką Świdrem, ze zlewni około 65 km², proponuję odprowadzić kanałem obwodowym wzdłuż kolei Nadwiślańskiej wprost na północ do kanału Królewskiego lub, jako alternatywę, — do przecięcia się z kanałem Bródnowskim pomiędzy Grochowem a Kawęczynem na 19 i na 30 km wspomnianych wyżej kanałów. Projektowany w ten sposób kanał obwodowy będzie miał za zadanie: a) skierowanie wszystkich wód opadowych z tej zlewni bezpośrednio przy pomocy starego kanału Królewskiego przez Nieporęt do Bugu przy moście kolejowym pod Zegrzem; b) przecięcie wód zaskórnych tej samej zlewni i odprowadzenie ich tym samym kanałem do Bugu. Rzędne terenu w zupełności potwierdzają możliwość tego kierunku kanału. Roboty ziemne nie będą duże, a spadki rowów łagodne. Nie będzie też nowych mostów na kolejach żelaznych. Przeciwnie, wszystkie mosty kolejowe na przestrzeni od Warszawy—Brzeskiej do Miedzyszyna na kolei Nadwiślańskiej powinny być skasowane, aby raz na zawsze przegrodzić dostęp wód obcych do doliny Wawerskiej (rys. 4).

2) Całą dolinę Wawerską połączyć przecinającym Pragę kanałem krytym (okrągłym betono-

*) Przgl. Techn. t. 68 (1929) str. 641.



Rys. 1. Mapka okolic Warszawy z trasami obu proponowanych kanałów.



Rys. 2. Profil podłużny kanału odwadniającego od jez. Kamionkowskiego do Bugu (most kol.). Długość 23 km. Alternatywa I.

wym o \varnothing około 2 m), idącym ulicą Podskarbińska, bezpośrednio z kanałem Królewskim, przez Zaciśze, Bródno, Aleksandrów i Nieporęt z rz. Bugiem przy moście kolejowym pod Zęgrzem, lub (jako alternatywę) — z kanałem Bródnowskim przez Zaciśze, Bródno, Białolekę, Józefów i Poniatów z rzeką Bugiem pod Dębem. Jeden lub drugi kanał przyjąłby wody opadowe z całego zawała pomiędzy dr. ż. Nadwiślańska i wałem Wislanym na przestrzeni od mostu Poniatowskiego w górę Wisły prawie do ujścia rzeki Świdra (rys. 2 i 3).

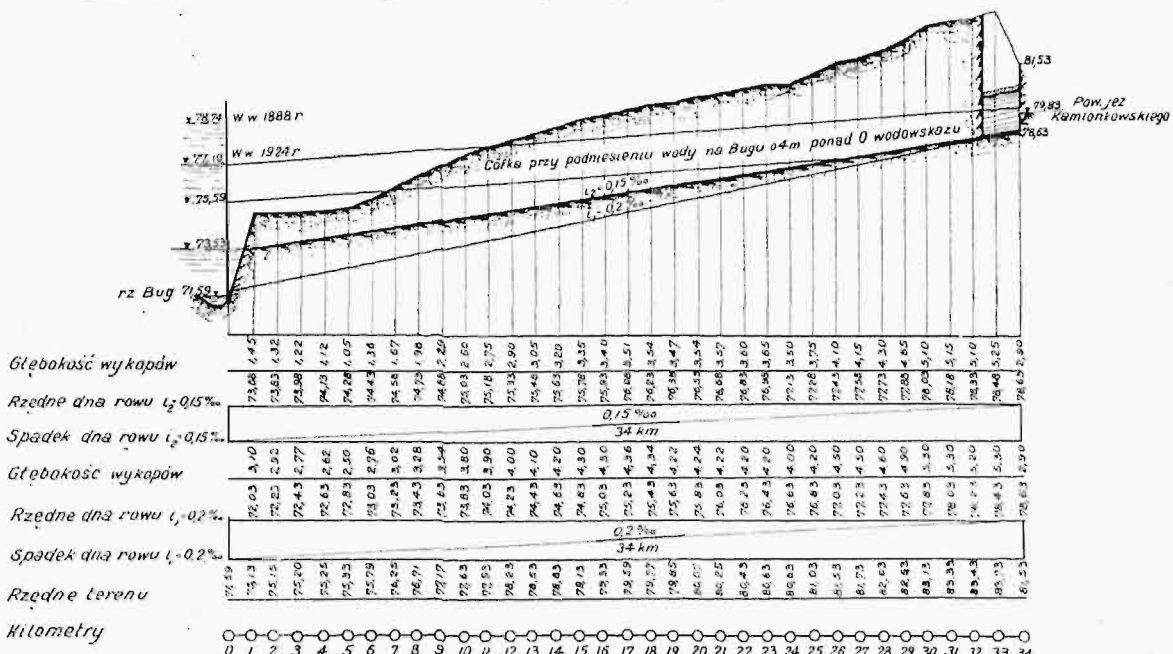
Kanał do Nieporęt byłby restytucją owej prastarej rynny, którą wysokie wody rzeki Wisły komunikowały się ongiś z wodami Bugu, a która przez wybudowanie kolei żelaznych i kolmataż Pragi została zasypana. Wybudowanie bowiem wału ochronnego na brzegu Wisły z jednej strony i zasypanie naturalnego odpływu wysokich wód do Bugu z drugiej, spowodowało zabagnienie olbrzy-

mich obszarów, które w ten sposób można z łatwością osuszyć bez uciekania się do drogiej w eksploatacji instalacji mechanicznych. Mielibyśmy więc do wyboru 2 kanały prawie równoległe do siebie, z których wschodni wpadałby do Bugu przy moście kolejowym pod Zęgrzem i spełniałby zadanie meljoracyjne w północno-wschodniej części powiatu Warszawskiego i całego Radzymińskiego, zachodni zaś wpadałby do Bugu naprzeciw Dębeo o 9 $\frac{1}{2}$ km niżej Zęgrza. Załączona przy niniejszym mapka (rys. 1) pozwala sądzić z zupełną pewnością o pomyślnym rozwiązaniu niniejszego problemu z wynikiem dodatnim.

Krótkie porównanie rzędnych zera Bużu pod Zęgrzem i Dębem oraz Wisły przy moście ks. Poniatowskiego daje rękojmię dostatecznego stałego odpływu wód z najniższych punktów doliny Wawerskiej, a mianowicie:

rzędna 0 wodowskazu rz. Wisły przy moście ks. Poniatowskiego jest	78,65
" " " " przy moście Kierbedzia "	78,13
" " " " pod Modlinem "	68,85
" " " " Zakroczyem "	68,54
" " " " rz. Bugu pod Dębem "	71,59
" " " " " przy m. kol. pod Zęgrzem "	72,73
" " " " pod Zęgrzem "	72,94

Spadek Wisły $i_1 = 0,26\text{‰}$
 Spadek Bugu $i_2 = 0,142\text{‰}$



Rys. 3. Profil podłużny kanału odwadniającego od jez. Kamionkowskiego do Bugu pod Dębem. Długość 34 km. Alternatywa II.

Ponieważ wszystkie plany rosyjskiego Sztabu Gen. m. Warszawy i jej okolic kotowane były w stosunku do poziomu morza Bałtyckiego, to zero wodowskazu przy moście Kierbedzia w stosunku do niwelacji Ministerstwa Robót Publicznych winno być podniesione o:

$$78,13 - 77,70 = 0,43 \text{ m.}$$

O tyleż winny być podniesione wszystkie rzędne terenów tak w Warszawie, jak i na Pradze.

Rzędna zatem bagien, na których mają być wzniesione budynki wystawowe, będzie:

$$80,20 + 0,43 = 80,63.$$

Przyjmując głębokość rowu odwadniającego na Kamionku 2 m, otrzymamy rzędną jego dna 78,63. Długość kanału Bródnowskiego od Bugu pod Dębem wynosi 34 km, różnica zaś poziomów pomiędzy 0 rzeki i dnem kanału na Kamionku będzie:

$$H = 78,63 - 71,59 = 7,04 \text{ m.}$$

Spadek zatem ogólny będzie:

$$\frac{7,044}{34} = 0,207 \text{ ‰.}$$

Jak widać z załączonego skróconego profilu (rys. 3), spadki kanału zaprojektowałem przy 2 alternatywach: jeden $i_1 = 0,15 \text{ ‰}$, drugi $i_2 = 0,2 \text{ ‰}$.

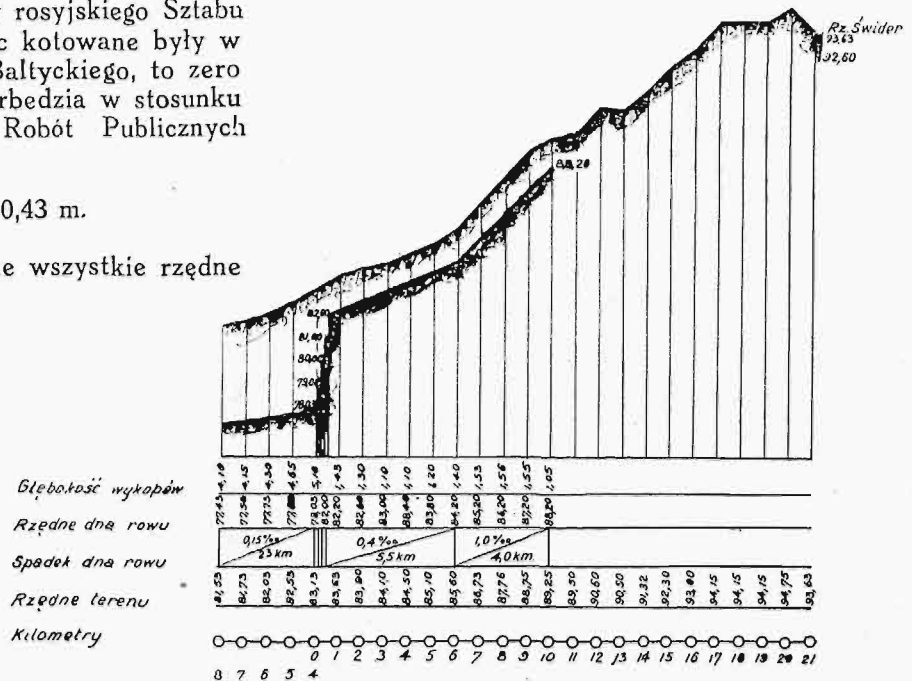
Cofka przy wysokości wody na Bugu 4 m ponad 0 wodowskazu dojdzie do 29 km kanału. Przy dalszym podnoszeniu się wody w Bugu, jak to było w 1888 r. i 1924 r., trzeba będzie zastosować magazynowanie wód odpływowych w specjalnym rezerwacie, otoczonym wałem, pod wsią Olszanką o powierzchni około 3 km². Ilość wody, która mogłaby przypląć w ciągu ok. 20 dni ze zlewni $60 + 360 = 420 \text{ km}^2$, wyniesie

$$\frac{420 \times 10^6 \times 0,028}{3} = 3920000 \text{ m}^3.$$

W rezerwacie więc naszym na brzegu Bugu woda podniesie się ponad poziom gruntu zaledwie o 1,20 m, wówczas gdy poza wałem ochronnym wysokość wody będzie przeszło 4 m.

Co się zaś tyczy obawy zatopienia okolicznych łąk przez cofkę, to obawa ta jest zupełnie nieuzasadniona, ponieważ, jak to widać z załączonego profilu (rys. 3), brzegi kanału wszędzie górują ponad poziom cofki. Łąki przeznaczone pod rezerwat, będąc zalewane żywną wodą spływającą z miasta, dadzą daleko większą ilość lepszej trawy, aniżeli łąki zalewane zwykłą wodą wiosenną z rzeki.

Alternatywa kanału odwadniającego na Nieporęt i Zegrze, jak to widać z profilu skróconego (rys. 2), przedstawia się znacznie lepiej. Kanał ten



Rys. 4. Profil kanału obwodowego od 19 km kan. Królewskiego do mostu kol. b. dr. żel. Nadwiślańskiej pod Kaczym Dolem.

zaprojektowany jest o spadku $i_1 = 0,15 \text{ ‰}$ i $i_2 = 0,2 \text{ ‰}$. Długość kanału do Nieporętu wyniesie 23 km. Jak widać z załączonego profilu, wysokie wody nigdzie z kanału występować nie będą, a więc obawy zatopienia gruntów nadbrzeżnych mieć nie będziemy. Powiedziałbym nawet odwrotnie: nastąpi pewne przesuszenie gruntów leżących w bliskości tego kanału. To przesuszenie terenów da możliwość rozbudowania stolicy naszej w stronę Praги, Bródna, Saskiej Kępy i wogóle przesunięcia ruchu budowlanego na prawy brzeg rz. Wisły, który dotychczas uważany był za nieodpowiedni do zabudowania i gdzie grunty są znacznie tańsze.

Jednocześnie kanał ten przyjmie wody z bagien północno-wschodniej części powiatu Warszawskiego i całego powiatu Radzyńskiego przez nadanie należytego odpływu rzeczkom Zonzy, Długiej i Czarnej Strudze i pozwoli osuszyć niezmiernie zabagnione okolice Warszawy na prawym brzegu rz. Wisły, które oddawna oczekują odpowiednich meljoracyj. Muszę zaznaczyć, że napozór małe spadki przyjęte przezemnie mogą wzbudzić pewną obawę co do należytego odwodnienia doliny Wawerskiej. Teoretycznie biorąc, kanał dopływowy do jakiegokolwiek rzeki powinien mieć spadek nie większy od rzeki, do której wpada, a to ze względu, aby nie zamulał koryta rzeki. Spadki kanałów Poleskich, wykonanych przez Ekspedycję Zachodnią generała Żylińskiego, wahają się od $0,05 \text{ ‰}$ do $0,2 \text{ ‰}$, a pomimo to słyszeliśmy stałe narzekania, że kanały te miały spadki za duże, ponieważ rzeki, do których wpadają, posiadają spadki mniejsze, a więc zamulanie koryt rzek Poleskich odbywa się stale i nawet w dość szybkim tempie. Potwierdza to również Dyrektor Wileńskiej Dyrekcji Dróg Wodnych inż. Bosiacki, który od 10 lat bada działanie kanałów Poleskich na stan rzeki Prypeci i jej dopływów. Dając kanałowi spadek $0,2 \text{ ‰}$, będziemy mieli od 0 rzeki do dna kanału zapas 1,20 m.

Kanał Kamionek — Zegrze, dawniej Królewskim zwany, winien kończyć się 2 śluzami. Jedna z nich powinna być w wale ochronnym przy brzegu rz. Bugu, druga na szosie wojskowej w Nieporęcie. Pierwsza będzie magazynować wody opadowe w ciągu 20 dni na łągach zalewnych na brzegu rz. Bugu, druga będzie mieć za zadanie ochronę całej miejscowości od powodzi, pochodzącej od zatorów na Bugu, jakie naprz. miały miejsce w 1888 r. Śluzą ta będzie jednocześnie używaną i do piętrzenia wody w kanale głównym i jego dopływach na wypadek zbyt suchego lata, gdyby zachodziła potrzeba podniesienia zwierciadła wody w kanałach w celach meljoracyjnych.

Kanał Królewski mógłby również służyć jako arterja komunikacyjna do wciągania drzewa przypędzonego z Polesia Bugiem prawie do samej Warszawy. Musiałby być jednak rozszerzony, a dla spiętrzenia wody trzeba by było wybudować 3—4 śluz, któreby niewątpliwie wkrótce się sownie opłaciły.

W ten sposób przywróciłibyśmy kanałowi temu jego pierwotne znaczenie handlowe z czasów przedrozbiorowych i mieli możliwość dostarczania budulcu drogą wodną wprost do samej Warszawy.

Muszę zaznaczyć, że dla braku podobnie wygodnej arterji, o której mowa wyżej, budulec idzie z Polesia do Warszawy koleją, a do Gdańska wodą. Nie opłaca się bowiem ciągnąć tratwy od Nowego Dworu do Warszawy w górę rzeki, jak również kosztu wydobycia kłoców z wody, przeładowania na wagony i transportu ich do Warszawy koleją są tak duże, że ostatecznie kupcy wolą dostarczać drzewo do Warszawy z Polesia wprost koleją.

Rozszerzenie kanału Królewskiego i pobudowanie śluz retencyjnych mogłoby być skuteczniejsze jedynie wówczas, gdyby kalkulacja handlowa wykazała rentowność takiego przedsięwzięcia. To też obecnie mam na względzie jedynie odwodnienie całej okolicy, objętej niniejszym szkicem, i te realne korzyści, które z odbudowy kanału Królewskiego mogą otrzymać: miasto Warszawa w pierwszym rzędzie oraz posiadacze gruntów podmiejskich i rolnicy powiatów Warszawskiego i Radzyńskiego.

Pozostaje nadmienić jeszcze kilka słów o projekcie spuszczenia wód Wawerskich do Wisły w Żeraniu. Na pierwszy rzut oka projekt ten jest bardzo ponętny. Różnica bowiem poziomów między 0 Wisły w Żeraniu i bagien pod Kamionkiem wynosi:

$$80,63 - 76,63 = 4 \text{ m.}$$

Z tego na głębokość kanału na zawalu wawerskim, odchodzi 2 m, czyli na 10 km długości tego kanału będziemy mieli różnicę poziomów 2 m, a więc spadek wyniesie $0,2\text{‰}$. Przy podniesieniu się wody w Wiśle o 1 m, cofka dojdzie do Kamionka,

a przy podniesieniu się o 2 m cofka zaleje rów odpływowy na wysokość 0,8 m. Przy podniesieniu się zaś wody o 3 m, cała dolina Wawerska okaże się pod wodą lub trzeba będzie stawiać na Żeraniu stację pomp, ponieważ w tej części Powiśla terenów odpowiednich na rezerwat wód opadowych niema zupełnie.

Z powyższego widzimy, że projektowany przezemnie podział kanałów odpływowych na kanał Królewski i kanał obwodowy jest w danym wypadku jedynie wskazany, o ile chodzi o stały, tani i najprawdopodobniejszy system odwodnienia dużych terenów zabagnionych — mianowicie system grawitacyjny. Jak zobaczymy poniżej, koszty budowy tak monumetalnych i rentownych kanałów nie są zbyt wielkie, zwłaszcza, że tereny, znajdujące się na zawalu wawerskim i miedzyszyńskim, właściwie mówiąc, osuszone nie są, a w każdym razie zawsze są pod grozą powodzi, co oczywiście nie może sprzyjać należytemu rozwojowi tej dzielnicy miasta.

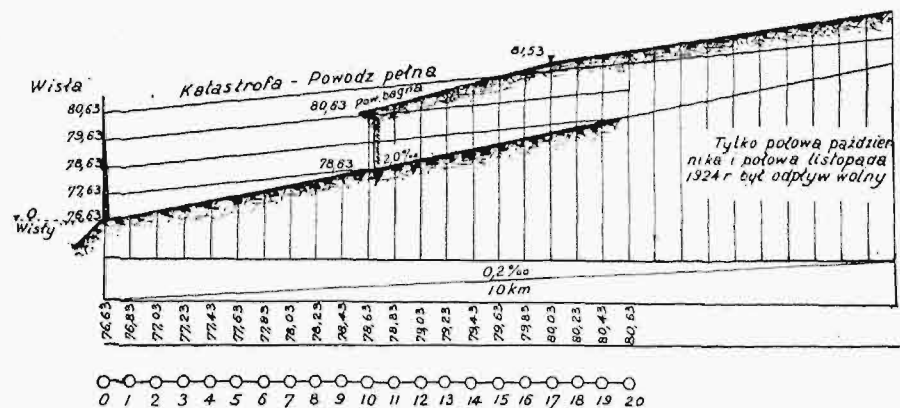
Zaznaczam przytem, że budować należy oba kanały; każdy z nich bowiem osobno nie będzie miał należytego znaczenia i będzie działał źle, wykonane zaś jednocześnie — będą się wzajemnie uzupełniać i stanowić pewien harmonijny system odwodnienia, bardzo prosty w swoim rozwiązaniu i tani w eksploatacji. Kanał Królewski odkryje nowe tereny budowlane, ułatwi założenie na nich tanim kosztem kanalizacji i wodociągów, a jednocześnie przyczyni się wydatnie do osuszenia niezmiernie zabagnionych dziś terenów prawego brzegu Wisły. Kanał zaś obwodowy odprowadzi nadmiar wód opadowych i zaskórnych wprost do Bugu z pominięciem doliny wawerskiej.

Zero wodowskazu Wisły przy moście ks. Poniatowskiego odpowiada rzędnej 78,67, przeto dno projektowanego kanału może być opuszczone na

$$78,65 - 78,63 = 0,02 \text{ m}$$

niziej poziomu średniego stanu wody na Wiśle. Da to możliwość nie tylko osuszenia, ale nawet przesuszenia do pewnego stopnia 1600 ha ziemi zawilgoczonej pod samą Warszawą.

Korzyść z uskutecznienia powyższych robót jest aż nadto widoczna, mianowicie: 1) osuszenie terenów Saskiej Kępy, doliny Wawerskiej oraz całego zawalu od mostu ks. Poniatowskiego w górę Wisły będzie uskutecznione sposobem grawitacyjnym, niezmiernie prostym i bez żadnego przepom-



Rys. 5. Profil dna kanału dł. 10 km Kamionek—kan. obwodowy—Żerań. Głębokość kanału na Kamionku 2,0 m.

powywnania wód opadowych; 2) nastąpi naturalnie osuszenie Pragi oraz możność łatwego i taniego osuszenia prawie 2 powiatów: Warszawskiego i Radzymińskiego; 3) kanał może przyjąć częściowo czyste wody burzowe Pragi i wszystkie wody opadowe Gocławka, Saskiej Kępy, Kamionka i wszystkich nowopowstałych dzielnic na prawym brzegu Wisły, których kanalizacja może być przeprowadzona sposobem rozdzielczym — o wiele tańszym od kanalizacji ogólnospławnej; 4) zalanie terenów wystawowych wodami opadowymi jest wykluczone; 5) wszystkie fundamenty budynków wystawowych będą mogły być założone bez zastosowania grody i sztucznego fundamentowania; 6) ziemię z kanałów możnaby było zużyć na zasypianie jeziora Kamionkowskiego oraz na podniesienie najniższych punktów doliny Wawerskiej do takiego poziomu, przy którym wszystkie rury wodociągowe i kanalizacyjne mogłyby być układane bez odpompowywania wód zaskórnych; 7) po przeprowadzeniu kanału magistralnego, dalszy rozwój odwodnienia doliny Wawerskiej mógłby być wykonany małymi rowami otwartymi, a więc sposobem również grawitacyjnym; 8) cena ziemi na nowych parcelach budowlanych znacznie się podniesie, ponieważ nieużytki rolne będą zamienione na place budowlane.

Ponieważ woda w Bugu na wiosnę 1924 r. podniosła się o 5,52 m, a w 1888 roku nawet o 7,15 m ponad zero wodowskazu pod Zegrzem, przeto mogłaby zajść pewna obawa, że cofka z Bugu może wystąpić z brzegów. Aby uniknąć tej katastrofy, przy ujściu kanału Królewskiego do Bugu winien być zbudowany wał ochronny, długości 4 km i wysokości około 3,25, ze śluzą, która na wypadek podnoszenia się wody w Bugu byłaby zamknięta, a woda z kanału i sąsiednich rzeczek byłaby magazynowana na przestrzeni ok. 6 km², na przybrzeżnych łąkach nad Bugiem naprzeciw Zegrza.

Ponieważ po 1) zlewnie wszystkich rzeczek wpadających do kanału Królewskiego wynoszą około 600 km², 2) średnia całkowita wysokość opadów w marcu i kwietniu w okolicach Warszawy wynosi dziennie:

$$\frac{33 + 41}{2 \times 30} = 1,2 \text{ mm na } 1 \text{ m}^2, \text{ przeto}$$

ilość wody magazynowanej dziennie wyniesie

$$\frac{600 \times 10^6 \times 0,4}{1000} = 240000 \text{ m}^3$$

Gdybyśmy śluzę zamknęli nawet na 20 dni, to do zmagazynowania mielibyśmy 4800000 m³. Ponieważ nasz rezerwat wynosi przeszło 6 milj. m³, przeto byłby on zalany zaledwie na 0,8 m, wówczas gdy woda poza wałem sięgałaby głębokości około 3 m.

Porównując roboty, które będziemy mieli do wykonania przy kierunku głównego kanału na Dębę lub Zegrze, widzimy, że:

Przy kierunku na Dębę:

kanal obwodowy będzie miał . 53000 m³
 kanal główny 824000 „
 wał ochronny przy ujściu kanału 136000 „

Razem . 1013000 m³

Przy kierunku na Zegrze:

kanal obwodowy będzie miał . 53000 m³
 kanal główny 588000 „
 wał ochronny przy ujściu kanału 68000 „
 Razem . . 709000 m³

Z powyższego krótkiego zestawienia widać, że kierunek kanału głównego na Zegrze jest nie tylko racjonalniejszy, ale również znacznie tańszy.

Przybliżony koszt tego kanału byłby następujący:

- 1) odszkodowania za wykup na własność gruntów na długości 25 km szerokości od 10 do 30 m, średnio 20 m 50 ha à 4000 zł. = 200000 zł.
- 2) Roboty ziemne 710000 m³ . . . à 2 zł. = 1420000 „
- 3) Wypłotowanie 31500 m b. kanału, licząc po 3 zł. za 1 m b. kanału: = 94000 „
- 4) 1500 m b. kanału betonowego o średnicy 2 m, idącego ulicą Podskarbińską, à 200 zł. za 1 m b.
 $1500 \times 200 = 300000 \text{ „}$
- 5) Przejście pod koleją żelazną przy wiadukcie, ryczałtem. 100000 „
- 6) Nowe mosty, przepusty, 4 kaskady na całej długości kanału oraz 2 śluzy pod Zegrzem ryczałtem 400000 „
 Razem . 2314500 zł.
- 7) 15% na ubezpieczenia społeczne, wykonanie projektów wraz z pomiarami, zysk przedsiębiorcy oraz dozór techniczny w czasie trwania robót:
 $2314500 \times 0,15 = 347175 \text{ zł.}$
- 8) wydatki nieprzewidziane 38325 „
 Razem . 2700000 zł.

Sprawdzenie hydrologiczne.

Stosownie do mojego projektu, po oddzieleniu zlewni północno-wschodniej, otrzymamy na zawału międzyszyńskim zlewnię o powierzchni 40 km², długości 18 km, ze spadkiem

$$i = \frac{7,04}{18} = 0,38 = \sim 0,4\text{‰}$$

Według wzorów prof. Iszkowskiego, otrzymamy odpływ średni w normalnym roku przy $C_h = 0,20$ i $C_m = 0,017$:

$$Q_0 = 0,03171 \times 0,2 \times 0,54 \times 40 = 0,137 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Odpływ w normalnym roku najdłużej trwający:

$$Q_3 = 0,7 \times 0,137 = 0,096 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Odpływ absolutnie największej wody:

$$Q_4 = 0,017 \times 8,23 \times 0,54 \times 40 = 3,022 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Według wzoru prof. Nikolai, odpływ:

$$Q = 16 \times \alpha \times \beta \times P \text{ m}^3/\text{sek.}$$

gdzie współczynniki:

$$\alpha = 1/16; \beta = 2/16.$$

$$Q = 16 \times \frac{1}{16} \times \frac{2}{16} \times 40 = 5,0 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Ponieważ powierzchnia stoków poprzecznych mniejszych od 3‰ stanowi w danym wypadku więcej niż 1/3 zlewni, przeto Q_{\max} należy przyjąć 0,7 otrzymanego wyżej Q , a więc:

$$Q_{\max} = 0,7 \times 5,0 = 3,50 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Według wzoru prof. Matakiewicza, średnia chy-

żość przepływu w rurze betonowej o średnicy $d = 2$ m, o gładkiej powierzchni, będzie:

$$V = 35,4 \times t^{0,7} J^m,$$

gdzie $t = 1,80$ m; m — wykładnik spadku.

$$1,04 \times 1,8^{0,7} = 1,57; \quad J = 0,15 \frac{0}{00} \cdot 34, \quad J^m = 0,93,$$

$$V = 1,57 \times 0,93 = 1,46 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Przy napełnianiu rury do 90%, przekrój przepływającej wody będzie $2,98 \text{ m}^2$.

$$Q_4 = 1,46 \times 2,98 = 4,35 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Będziemy zatem mieli jeszcze:

$$4,35 - 3,50 = 0,85 \text{ m}^3/\text{sek zapasu.}$$

Plan robót.

Roboty mogą być ukończone do 1 listopada 1931 r. w następującej kolejności:

- 1) pomiary, wykonanie projektu i kosztorysu winno być ukończone do 1 września r. b.
- 2) uzgodnienie z władzami projektu od 1 września do 15 września r. b.
- 3) przetarg na wykonanie robót 1 października r. b.
- 4) wykonanie robót od 1 listopada r. b. do 1 listopada 1931 r.
- 5) ostateczny rozrachunek z przedsiębiorcami od 1 listopada 1931 r. do 1 stycznia 1932 roku.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

GOSPODARKA ELEKTRYCZNA.

Gospodarka elektryczna w St. Zjedn. w r. 1929.

W r. 1927 dało się zauważyć pewne osłabienie tempa rozwoju przemysłu elektrotechnicznego amerykańskiego, gdy zamiast zwykłego przedtem rocznego wzrostu wytwórczości o 10% wzrost wyniósł 8,6%.

Krach giełdowy, który miał miejsce w październiku i listopadzie r. ub., wywarł wpływ ujemny na cały rynek amerykański i odbił się również na przemyśle elektrotechnicznym.

Co się jednak tyczy przemysłu elektrownianego, to w 1929 r. nie tylko nie dało się zauważyć jakiegokolwiek załamania, ale przeciwnie, ilość wytworzonej energii elektrycznej przekroczyła wszystkie lata poprzednie. W stosunku do r. 1928, przyrost wytworzonej energii elektrycznej wyniósł 11,2%.

Tłomaczy się to nie tylko tem, że wzrosła liczba odbiorców (o 5%), lecz także i tem, że spożycie jednostkowe wzrosło. Tak np. średnie spożycie roczne elektryczności do użytku domowego wzrosło z 447 kWh na mieszkańca do 507 kWh i osiągnęło nawet w 1929 r. 513 kWh. Ilość abonentów obejmuje obecnie 70% ludności Stanów Zjedn. Jeszcze bardziej wzrosła ilość energii pobieranej do celów przemysłowych, — mianowicie o 28% w stosunku do poprzedniego roku.

Łączna moc silników będących w ruchu na terenie Stanów Zjednoczonych wynosi okrażli 40 milionów KM; z tego tylko 9 milionów KM przypada na silniki nie elektryczne.

Również użytkowanie prądu elektrycznego, jako źródła ciepła, wzrasta b. szybko. 15 największych elektrowni sprzedało 10,4% łącznej ilości energii wytworzonej, t. j. 922 milionów kWh, do celów ogrzewniczych.

Elektrownie użyteczności publicznej wytworzyły w r. 1929 92 737 miliardów kWh. Poza tem ok. 5 miliardów kWh wytworzyły elektrownie kolejowe i tramwajowe, a około 1,6 miljarda kWh sprowadzono z poza granic kraju. Z tego użytkowano 77 537 miljard, zaś 15,8 miljard, czyli 16,75% poszło na straty w przewodach. Krzywa wzrostu wytworzonej energii elektrycznej od r. 1902 do 1929 wykazuje najbardziej stromy przebieg od r. 1924, w tym bowiem roku rozpoczęła się elektryfikacja przemysłu amerykańskiego; w chwili obecnej już 175 000 fabryk posiada napęd elektryczny. W ciągu trzech lat zapotrzebowanie energii elektrycznej do celów przemysłowych wzrosło dwójnasób.

Rozchód energii do oświetlenia wykazuje wzrost znacznie powolniejszy, a nawet ten sam rok 1924 rozpoczyna okres słabszego tempa przyrostu zapotrzebowania. W tym samym okresie czasu, gdy zapotrzebowanie energii do celów przemysłowych wzrosło o 100%, zapotrzebowanie jej do oświetlenia wzrosło za ledwie o 50%. Świadczy to, jak się zdaje, jedynie o bardzo wysokim stopniu nasycenia potrzeb mieszkańców St. Zjedn. pod względem oświetlenia. Na głowę ludności przypada mianowicie 234 kWh energii zużytej w ciągu roku na światło elektryczne. Ta ilość już intensywnie wzrastać nie może.

Natomiast silny wzrost spożycia może być oczekiwany ze strony odbiorców energii do użytku domowego, zwłaszcza kuchennego. Szczególnie stosowanie elektrycznych pieców kuchennych i zasobników gorącej wody w mieszkaniach wpływa na wzrost spożycia energii elektrycznej; poza tem coraz szersze zastosowanie znajdują odkurzacze, lodownie domowe, rozpylacze i inne przyrządy, które — jakkolwiek każdy z osobna zużywa b. mało prądu, — to jednak stosowane coraz powszechniej grają niemałą rolę w odbiorze energii elektrycznej.

Na rozpowszechnienie energii elektrycznej i rozwój przemysłu elektrownianego w St. Zjedn. niemało wpływa też ustawiczne obniżanie taryf prądowych, jakie tam obserwujemy. Przeciętna cena 1 kWh za światło wynosiła w r. 1922 ok. 6,9 centów, a w r. 1929 — 5,9 cent. Również przeciętny koszt 1 kWh do użytku domowego jest obecnie niższy, niż był np. przed dwoma laty.

Jedna z elektrowni kalifornijskich osiągnęła przeciętny jednostkowy odbiór energii elektrycznej w wysokości 1542 kWh; za ideał — uważa się odbiór jednostkowy 7800 kWh — do użytku domowego.

W r. 1929, wskutek niezwyklej suszy, elektrownie wodne wytworzyły nieznaczna część energii elektrycznej w porównaniu z cieplnemi.

Ciekawy i charakterystyczny wypadek zdarzył się m. in. w mieście Takoma, znajdującem się w bogatym na ogół w wodę stanie Washington: było ono zmuszone zwrócić się do jednego ze stojących w pobliżu miasta okrętów z prośbą o zasilenie sieci oświetleniowej miejskiej ze swoich maszyn.

Tempo rozbudowy elektrowni wodnych w r. 1929 było na ogół słabe. Przyczyną jest to, że już najtańsze i najbardziej rentujące się zakłady wodne są wybudowane. Wyżyskanie pozostałych źródeł energii wodnej połączone jest z koniecznością czynienia dużych wkładów. Poza tem leżą one

daleko od miejsc zużycia prądu, tak, iż wymagałyby budowy bardzo długich linii, co jeszcze bardziej zmniejszałoby ich zdolność konkurencyjną.

Ogólnie znane jest nadzwyczaj daleko posunięte wyzyskanie sił wodnych do wytwarzania energii elektrycznej w Kalifornji. Lecz i tam udział sił wodnych w całkowitej ilości wytworzonej energii elektrycznej, który jeszcze w r. 1927 wynosił 90%, spadł obecnie do 75%.

Gdy w r. 1926 na budowę elektrowni wodnych wydatkowano 145 miljn. dol., to w r. 1928 tylko ok. 114 miljn., a w r. 1929 ok. 99 miljn. dol. Projektowana na r. 1930 budowa zakładów wodnych przewiduje już koszty w wysokości tylko ok. 95 miljn. dol.

W każdym jednak razie projekty obejmują budowę bardzo wielkich elektrowni (2 miljn. kW). Budowa ich ma trwać oczywiście przez szereg lat.

Z godnych uwagi zakładów wodnych, uruchomionych w r. 1929, wymienić należy pierwszy w Ameryce zakład zasobnikowy z pompowaniem wody na rzece Rocky River w stanie Connecticut.

Podczas, gdy w zakresie budowy zakładów wodnych nie widzimy wielkich postępów, to rozbudowa zakładów ciepłych wykazuje znacznie żywsze tempo. W ostatnich czasach uruchomiono zakłady takie o łącznej mocy 2 168 770 kW; koszty budowy wynoszą 182 548 miljn. dol.; zatem koszt 1 kW zainstalowanego wynosi przeciętnie 84,2 dol., co jest na stosunki amerykańskie cyfrą b. niską.

I tu właśnie należy upatrywać przyczynę, dlaczego chętniej budowane są zakłady ciepłe. Mniejsze koszty budowy, znaczny w ostatnich czasach spadek kosztów ruchu sprawiają, iż zakłady te zwycięsko współzawodniczą z elektrowniami wodnymi. Od r. 1921 ilość energii wytworzonej przez zakłady ciepłe wzrosła o 97%, a całkowity rozchód węgla wzrósł zaledwie o 30%.

Przeciętny rozchód węgla na wyprodukowaną kilowatogodzinę wynosi w całym kraju obecnie 0,753 kg, gdy jeszcze w r. 1929 wynosił 1,225 kg.

Ale ostatnio również i budowa zakładów ciepłych jest mniej intensywna, niż była w latach ubiegłych.

Co się tyczy rozbudowy sieci dalekośnych, to statystyka wykazuje nie tyle dążność do obejmowania coraz nowych i dalszych obszarów, ile gęściejsze rozprowadzanie sieci po częściach kraju już zelektryfikowanych (A. Ham m. ETZ, czerwiec, 1930).

METALIZNAWSTWO.

O zachowaniu się szyn kolejowych w pracy.

M. L. Lubimoff podaje w Revue de Métallurgie 26 (1929), str. 231—7 niektóre swoje spostrzeżenia, dotyczące zachowania się szyn, pracujących na danym odcinku w identycznych warunkach, w przeciągu lat 30. Poddane obserwacji były szyny w ilości 190 sztuk, pochodzące z sześciu rosyjskich walcowni; ułożono je na drewnianych progach, przy ścisłym zachowaniu równego obciążenia wszystkich, na prostym odcinku toru, o wzniesieniu 1,5 mm na 1 m, pomiędzy Petersburgiem i Moskwą, a następnie kolejno po upływie dłuższych okresów czasu dokładnie badano. Profil ułożonych szyn mierzony był aparatem Kozłowskiego.

W pierwszym okresie od 1889 do 1904 roku dokonano czterech pomiarów, których wyniki zestawione są w tabeli 1. W tym okresie wynikła konieczność usunięcia trzech szyn, wskutek pokazania się pęknięć i zarysowań w główce i stopce. Poza zestawionymi w tabeli liczbami pierwszy okres pozwolił na poczynienie następujących spostrzeżeń:

1. Maksymalny ubytek wysokości główki wynosił 3,75 mm, lub 0,079 mm na 1 milion tonn przewiezionego ciężaru.

TABELA I.
Zestawienie wyników badania szyn.

Grupa	Pochodzenie szyny (walcownia)	Analiza			Granica plyn. kg/mm ² Q	Wytrzymałość kg/mm ² R	Stosunek gr. plyn. do wytrzymałości Q/R	Starcie w mm na 1 milj. t
		% C	% Mn	% P				
A	Zakł. Demidowskie	0,65	0,38	0,076	36,30	43,40	0,83	0,026
	" "	—	—	—	37,50	65,60	0,57	0,036
	" "	—	—	—	32,25	58,25	0,55	0,026
	" "	0,63	0,39	0,075	37,45	57,90	0,64	0,042
	" "	—	—	—	43,00	56,70	0,75	0,026
	" "	0,51	0,41	0,073	40,85	61,95	0,66	0,021
	" "	—	—	—	39,50	63,25	0,62	0,026
	" "	0,39	0,45	0,092	33,15	60,70	0,54	0,026
	" Briańskie	0,51	1,06	0,07	38,90	79,15	0,49	0,042
	" "	—	—	—	44,65	77,95	0,57	0,021
	" "	—	—	—	34,80	62,70	0,55	0,026
	" "	0,47	0,63	0,06	39,05	74,50	0,52	0,042
	" "	0,46	1,12	0,07	42,60	74,40	0,57	0,026
	" "	—	—	—	46,30	82,50	0,56	0,026
	" Putiłowskie	0,77	1,16	0,08	41,85	92,65	0,45	0,036
" Huta Bankowa	—	—	—	40,30	78,75	0,51	0,042	
" Biełosielskie	0,32	0,39	0,08	23,90	56,50	0,42	0,073	
B	" "	—	—	—	34,85	64,10	0,52	0,079
	" "	—	—	—	28,80	56,10	0,51	0,079
	" "	—	—	—	30,00	63,45	0,48	0,063
	" "	0,28	0,13	0,06	27,20	53,00	0,51	0,063
	" "	—	—	—	30,10	53,95	0,55	0,063
	" Nowo-rosyjskie	—	—	—	37,80	72,85	0,52	0,063
	" "	0,49	0,36	0,08	33,55	74,05	0,45	0,063
	" "	—	—	—	36,95	66,90	0,55	0,063
	" "	—	—	—	37,90	73,50	0,51	0,130
	" Huta Bankowa	0,44	0,82	0,115	35,10	66,39	0,53	0,073
" "	0,52	0,87	0,04	38,00	79,40	0,48	0,063	



Rys. 1. Ogólny widok mostu.

2. Maksymalny ubytek szerokości główki wyliczono na 2,25 mm, lub 0,05 mm na 1 milion tonn.

3. Maksymalne zgniecenie szerokości główki wynosiło 3,5 mm, t. zn. 0,073 mm na 1 milion tonn.

4. Z pomiędzy 190 szyn, 80,5% wykazało ubytek wysokości poniżej 0,052 mm na 1 milj. t, 19% było bez jakichkolwiek śladów starcia, 31% — bez zgniecenia.

Wyniki pomiarów w drugim okresie od 1904 do 1918 roku zniszczyła rewolucja rosyjska. W 1918 roku, przy rozbieraniu odcinka doświadczalnego, szyny zużyto częściowo do innych celów tak, że pomiary udało się przeprowadzić tylko na 90 sztukach. Badanie obejmowało wysortowanie mniej lub więcej zdalnych do użytku szyn i dokładny pomiar główki w sześciu różnych miejscach. Niezdadne do użytku szyny, w ilości 11, posiadały znaczne zgniecenie lub jednostronne zużycie główki, niekiedy nieznaczne wygięcia, a w jednym wypadku łuszczenie się powierzchni tocznej. Całkowity ciężar przewieziony w drugim okresie był wyliczony analogicznie do pierwszego. Ogółem wynosił 56 milionów tonn. Wyniki badań w drugim okresie przedstawiają się następująco:

- 1) 12% szyn odrzucono, jako niezdatne do dalszego użytku.
- 2) Bez śladów zgniecenia i starcia było 27% szyn.
- 3) Zgniecenie główki od 0,1 do 0,7 mm wykazało 47% szyn.
- 4) Znaczne zgniecenie — od 5 do 9 mm miało 11% szyn.

Największe starcie wynosi, jak widzimy, 9 mm, lub 0,09 mm na 1 milj. tonn przewiezionego ciężaru. Liczba ta odpowiada mniej więcej ogólnie przyjętym normom dla toru z łagodnymi krzywiznami i bez wzniesienia. Przeciętnie jednak starcie jednostkowe leży o wiele niżej i dla 0,07 mm na 1 milj. t wynosi zaledwie $\frac{1}{4}$ wartości dopuszczalnej.

Reasumując, można ująć zależność zużycia (starcia) szyn od składu i własności wytrzymałościowych w sposób nast.: szyny grupy A, wykazujące bardzo małe starcie, posiadają od 0,39 do 0,77% C, grupy B — bardziej zużyte —

od 0,28 do 0,52. C, są więc trochę miększe. Zawartość Mn, ulegając znacznym wahaniom, nie pozwala na wyciągnięcie konkretnych wniosków. Zawartość fosforu waha się w grupie A od 0,06 do 0,092%, w B — od 0,04 do 0,115%, średnio więc wynosi 0,075%. Potwierdza to pogląd niemieckich badaczy, że zawartość P do 0,08% wpływa raczej dodatnio niż ujemnie na odporność szyn przeciw ścieraniu (patrz E. H. Schulz i A. Wimmer, Stahl und Eisen 49 (1929) str. 385—7).

Dla szyn grupy A leży granica płynności pomiędzy 32 i 46 kg/mm², dla grupy B — od 24 do 38 kg/mm², podczas gdy wytrzymałość w obydwu wypadkach waha się w szerokich granicach tak że ustalenie wyraźnej zależności pomiędzy wynikami badań statycznych a zużyciem jest trudne. Zdaniem autora, istnieje związek pomiędzy granicą płynności i ścieralnością, gdyż szyny grupy A wykazują stosunek $\frac{Q}{R}$ średnio 0,59, grupy B — 0,50, z czego wynika, że dla odcinków bardziej obciążonych należy stosować szyny o granicy płynności minimum 40 kg/mm².

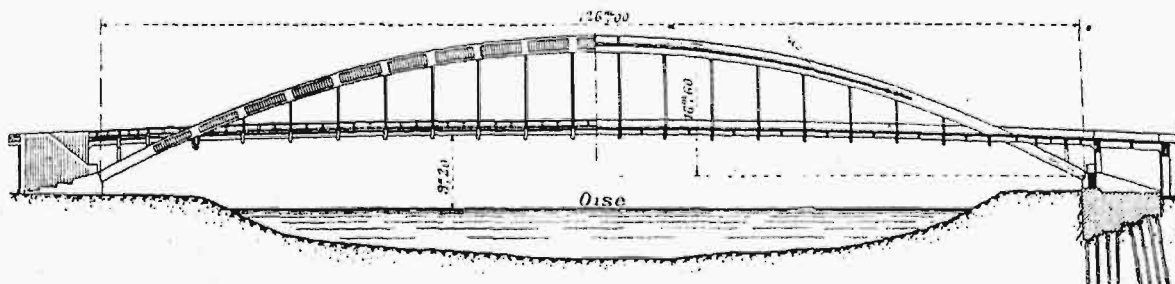
Ze względu na aktualne obecnie zagadnienie przedczesnego zużywania się szyn kolejowych, warto przytoczyć dane niemieckie, dotyczące ich ścieralności: Dr. Inż. H. Saller w podręczniku budowy nawierzchni p. t. „Der Eisenbahnoberbau im Deutschen Reich” (Berlin 1928), podaje na podstawie statystyki szynowej V. D. E. V. (Związek Niemieckich Dyrekcyj Kolejowych), że na nieznacznie nachylnych odcinkach, na których nie hamuje się, starcie wynosi 1 mm² przekroju na 1 milion tonn brutto przewiezionych, przy czem przyjmuje się, że starcie wzrasta proporcjonalnie do pierwiastka kwadratowego nacisku kół (przyj. sprawozd.).

Inż. M. Strzałko.

MOSTOWNICTWO.

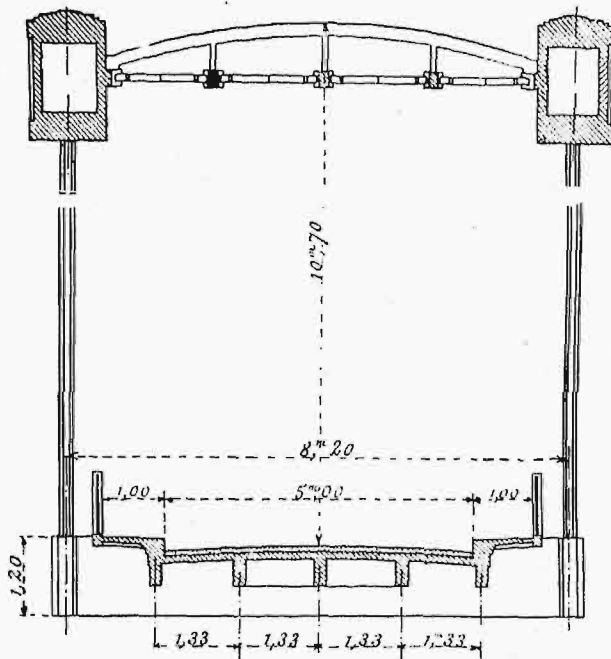
Most łukowy żelazobetonowy w Conflans-Fin-d'Oise.

Jest to most drogowy o rozpiętości łuków 126 m i strzałce 16,6 m. Pomost zawieszony na cienkich słupkach żelbetonowych 20 × 20 cm w odstępach co 6 m wznosi się na 9,2 m nad poziomem wody normalnej. Wysokość przekroju łuku w wierzchołku wynosi 2,1 m, w wezłowniu tylko 1,26 m; szerokość łuku jest prawie na całej długości jednakowa, równa 1,8 m, tylko przy wezłowniach wynosi 1,8 m.



Rys. 2. Elewacja i przekrój przez oś mostu.

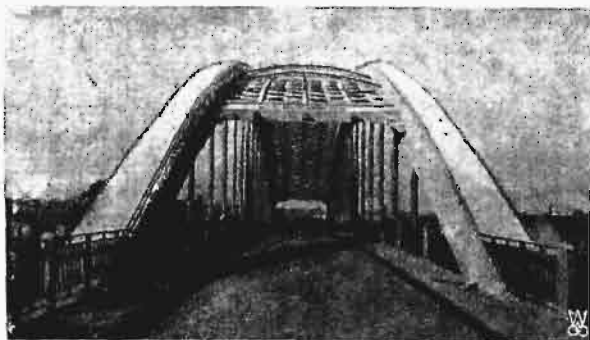
Pomost składa się z jezdni o szerokości 5 m i 2 chodników dla pieszych po 1 m (rys. 1, 2, 3).



Rys. 3. Przekrój poprzeczny mostu.

W warunkach projektu położono specjalny nacisk na to, by most był ozdobą doliny rzecznej i z tego względu inżynierowie przy ścisłej współpracy z architektami opracowali typ mostu lekkiego, o pięknych linjach, harmonizujących z otoczeniem.

Pod względem statycznym, łuk jest zamocowany na podporach. Obliczenie najkorzystniejszego kształtu łuku wykazało, że maksymalny moment w łuku da się wtedy najbardziej zredukować, jeśli momenty bezwładności przekrojów w węzłowiach i w $\frac{1}{4}$ łuku będą sobie równe i jeśli przytem moment bezwładności w węzłowiach będzie mniejszy niż w kluczu (rys. 5).



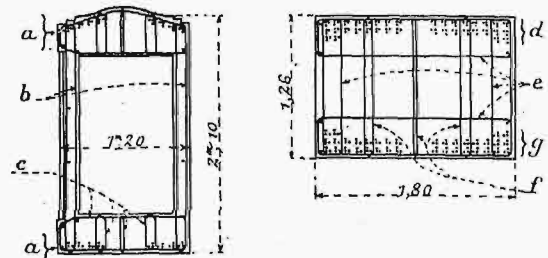
Rys. 4. Widok perspektywiczny na jezdnię i wzmocnienia wiatrowe

Łuk w częściach poniżej $\frac{1}{4}$ swej długości ma przekrój pełny, powyżej zaś — przekrój skrzynkowy (rys. 3).

Pomost stanowi płytę żelbetową na 5 belkach podłużnych, które z kolei podtrzymywane są przez belki poprzeczne, zawieszane na słupkach. Konstrukcja pomostu jest po-

łączona z łukami li tylko za pośrednictwem wieszaków. Obydwa końce pomostu spoczywają na rolkach, na ramownicy, wykonanej nad przyczółkami.

Ciekawą i b. estetyczną jest konstrukcja wiatrowa, która stanowi siatkę z cienkich prętów żelbetowych 18×15 cm, opartą na 3 łukach podłużnych, które z kolei zawieszane są zapomocą słupków do łuków poprzecznych w odstępach co 12 m (rys. 4).



Rys. 5. Przekrój łuku w kluczu i w węzłowie.

- a — 8 grup po 3 pręty o średnicy 22 mm;
- b, c, e, f — strzemiona „ „ 12 mm;
- d — 36 grup po 3 pręty „ „ 22 mm;
- g — 36 „ „ „ „ 22 mm.

Tego rodzaju konstrukcja wiatrownic zapewni równomierny rozkład parcia wiatru w głównych łukach.

Przyczółki ufundowane są na palach żelbetowych, których jedną część zabito pionowo, a drugą z pochyleniem 20% do pionu, w celu podjęcia rozporów łuku (rys. 2).

Rusztowanie składało się z 4 wież drewnianych usztywnionych między sobą, na których zapomocą lin zawieszony był pomost, mający służyć jako szalowanie jezdni i chodników. Na pomoście umocowano słupki, dźwigające szalowanie łuku. Części łuku: pas dolny, ścianki i pas górny były kolejno po sobie betonowane.

Nierównomiernym obciążeniem wież, wskutek niesymetrycznych obciążeń przy betonowaniu, zapobieżono przez rozpięcie nad wieżami specjalnych kabli, zakotwionych na podporach.

Betonowanie odbyło się w warunkach normalnych, pomimo 2 miesięcznej przerwy w czasie silnych mrozów 1928/29 r.

Rozszalowania łuków dokonano przez rozluźnienie kabli w 4 tygodnie po zakończeniu betonowania.

Beton zastosowany w łukach zawierał 400 kg cementu w 1 m^3 ; stosunek objętościowy piasku do żwiru był 5:7. Wytrzymałość kostkowa po 28 dniach wyniosła 330 kg/cm^2 , 3-miesięczna 400 kg/cm^2 . Dopuszczalne naprężenia na ścianie przyjęto 80 kg/cm^2 . (Le Génie Civil zes. 5, 1930 r.).

Sprostowania.

W artykule p. t. Zastosowanie metody cementacji układów Sb-, Zn-, Pb-, Sn- i Bi- Cd należy sprostować nast. omyłkę druku:

na str. 510, w 3-im wierszu od dołu lewego łamu pow. być Sn- Cd i Sb- Cd oraz Zn- Cd.

Na str. 513 (zesz. 25—26) w łamie prawym, w wierszach 22—23 od góry działu „Przegląd pism” powinno być: „W małych kanałach przyjmuje się tedy $v = 40 \text{ cm/sek.} \dots$ ”.