

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LIV.

Warszawa, dnia 26 lipca 1916.

№ 29 i 30.

TREŚĆ: *Kucharzewski F.* Postępy hydrauliki.—*Milkowski B.* Przyczynek do teorii układów niewyznaczalnych.—*Tepicht M.* Nowoczesne kotły parowe dla wielkich stacy centralnych [dok.].

**Architektura.** Wielka Warszawa.—Sprawy bieżące i rozmaitości.

Z 13-ma rysunkami w tekście.

## POSTĘPY HYDRAULIKI.

### I.

Zapoczątkowanej przez Torricellego a rozwijanej głównie we Włoszech i Francji, hydraulicie doświadczalnej, dał w XVIII w. Daniel Bernoulli pierwszą podstawę teoretyczną, w postaci noszącego jego imię twierdzenia. Zbudowana na tej podstawie i zwykle nazywana *hydrauliką*, mechanika stosowana ciał płynnych, jest zbiorem wskazówek, jakie mogą kierować inżyniera przy rozwiązywaniu zadań, dotyczących ruchu cieczy i niektórych gazów. Rozwiązywanie to ma miejsce na zasadach hydromechaniki ogólnej, mianowicie, datującej od Archimedesesa a uzupełnionej przez Pascala i Stevina *hydrostatyki* i wytworzonej przez Eulera, d'Alemberta i Lagrange'a *hydrodynamiki* płynów doskonałych. Z tą ostatnią, wiązało początkowo hydraulicę jedno tylko twierdzenie Bernoulli'ego.

Zadania, przy których rozwiązywaniu dostarczać miała wskazówek hydraulicę, odnosiły się do wypływu cieczy przez otwory i przewody, ruchu cieczy w rurach, kanałach i rzekach, ruchu powietrza i gazu oświetlającego, oporu jaki stawiają ciecze i gazy, gdy są w ruchu i gdy się w nich poruszają ciała stałe, mierzenia prędkości prądów ciekłych i gazowych, wreszcie budowy silników, pomp i wogóle wszystkich maszyn wodnych. Taki też był program wykładów hydraulici do końca ubiegłego stulecia. Pojedyncze rozdziały nauki, od których z jednej strony rozwój robot hydrotechnicznych a z drugiej postępy hydraulici przemysłowej domagały się coraz różnorodniejszych wskazówek, rozwijały się niezależnie jeden od drugiego, usiłując różnymi drogami nawiązywać bliższy stosunek z hydrodynamiką.

Po wyczerpujących doświadczeniach nad wpływem przez otwory i przewody, jakie wykonali Poncelet i Lesbros, pracach Castela i Aubuissona nad biegiem wody w rurach, Dupuita i Hagena w rurach, kanałach i rzekach, Bidone'a nad oporem płynów, Redtenbachera, Rankine'a i Morina nad maszynami wodnymi, największy wpływ na dalszy rozwój hydraulici wywarły doświadczenia i prace krytyczne Poiseuille'a, Darcy'ego i Bazina we Francji, Weisbacha w Niemczech i Reynoldsa w Anglii. Badania Poiseuille'a (r. 1842) odnosiły się do ruchów powolnych w rurkach włoskowatych i przez długi czas nie były pożytkowane w hydraulicie; rozwinięte wszakże w szerszym zakresie przez Reynoldsa (r. 1883) dały początek odróżnieniu dwóch ruchów: regularnego i burzliwego wody w rurach i kanałach, a na tem odróżnieniu oparte zostały wszystkie nowsze badania i wzory. W 198 doświadczeniach, jakie wykonał Henryk Darcy (r. 1851), zmieniane były: materiał rur, ich średnice, napory i prędkości. Doświadczenia wykazały wpływ na wydatek rur osadu, tworzącego się na ich ścianach, i doprowadziły do wzorów przez długie lata używanych, ze współczynnikami odmiennymi dla rur nowych i pokrytych osadem. Liczne doświadczenia nad przechodzeniem wody przez zasuwy, krany, klapy i przepustniki, przez kolana i rozgałęzienia rur, wykonane przez Weisbacha (r. 1843), dostarczyły wzorów, zapełniających dotąd podręczniki techniczne. Ustalona w nich została proporcjonalność straty naporu do stosunku  $v^2 : 2g$ , wprowadzonego, przez Weisbacha do wszystkich wzorów hydraulici. Najszerzy zakres objęły badania Bazina, który nie poprzestając na ścisłym rozbiórce własnych doświadczeń, sprawdzał pomiary swych poprzedników i wywiódł wnioski, obejmujące większość znanych faktów. Prak-

tycznym wynikiem tych prac są ściśle wzory na ruch ustalony w kanałach otwartych, naturalnych lub sztucznych, z różnorodnymi ścianami, na rozchodzenie się fal w kanale przy ruchu ustalonym i na wszystkie odmiany wypływu przez przewal. Zajmował się także Bazin samą metodą badań, poddał krytyce najczęściej używane sposoby wykonywania pomiarów wód bieżących, wprowadzając do nich liczne ulepszenia.

Niemniej ważne były wyniki teoretyczne prac Bazina. Ścisłość jego wzorów doświadczalnych jest tak wysoka, że mogą one służyć za punkt wyjścia badań analitycznych, prowadzących do matematycznego wyrażenia prawa ruchu główniejszych postaci prądu wodnego. Z drugiej znow strony wzory te rzucają światło na najmniej znany czynnik zjawiska, stający się często czynnikiem głównym, mianowicie na opór ścian przewodu, przez który prąd bieży. Opór ten, który teoretycy pomijali pierwotnie, później mieszały z lepkością cieczy, a następnie z tarcieniem strug jednych o drugie, występuje we wzorach Bazina jako fakt zasadniczy, którego koniecznym wynikiem stają się ruchy wirowe, rozchodzące się wśród cieczy i komplikujące jej ruch ogólny.

Wyniki prac Bazina zbliżyły w końcu ubiegłego stulecia hydraulicę do hydrodynamiki, z którą luźny związek tylko podtrzymywać się starali przedtem uczeni francuscy. Po pracach Laplace'a i Poissona nad ruchami peryodycznymi płynów, Navier, Belanger, St. Venant, rozwijali matematyczne konsekwencje hipotezy ruchu strugami równoległymi i posunęli teorię tak daleko, jak pozwalał brak danych co do głównego faktu, mianowicie co do oporu ścian przewodu. Pomimo tego braku, dojść zdołali do wzorów, w pewnej części i dziś nie pozbawionych znaczenia. Ale dopiero na dostarczonych przez Bazina podstawach doświadczalnych, przystąpić mógł Boussinesq do odbudowania całej teorii ruchu wody, otrzymując w wielu przypadkach drogą analityczną wzory, nieraz ściśle zgodne z wynikami doświadczeń.

Rozwój ten hydraulici przypomina, nie dorastając oczywiście swem znaczeniem, ewolucję astronomii w epoce Keplera i Newtona, gdy Kepller doszedł przez obserwację do praw biegu planet, a Newton wyciągnął z nich wzór ogólny, objaśniający do dziś ruchy ciał niebieskich. Zjawiska hydrauliczne wymagają jednak większej liczby hipotez zasadniczych, z których znow każda obejmuje znacznie więcej czynników, niż prawo ciężenia. Hipotezy te niedopuszczają objaśnień prostych i łatwych do pojęcia, jak to, które unieśmiertniło geniusz Newtona. Dla stosowania do jakiegokolwiek systemu, równań ogólnych mechaniki, wyrażać trzeba najprzód analitycznie własności charakteryzujące ten system, które stanowią w teorii samą definicję badanego ciała. W hydraulicie własności te charakteryzują pojęcie stanu płynnego, one też stanowią hipotezy zasadnicze. W drugim szeregu stoją hipotezy, które nazwaćby można uzupełniającymi, bo ich wyrażenie analityczne potrzebnem się staje dopiero wtedy, gdy wnioski osiągnięte na podstawie hipotez głównych okazały się niezgodnymi z rzeczywistością. Odnoszą się one do oporu, jaki stawiają płyny w ruchu, nazwanego przez Newtona „lepkością“, utożsamianego z tarcieniem a przypisywanego dziś wytwarzającym się w masie cieczy ruchom wirowym. Boussinesq przyjął za punkt wyjścia swej teorii wyrażenie tego oporu, wywiedzione przez Bazina z praw ustalonych doświadczeniami. Nieraz

wreszcie niezbędnymi się stają hipotezy mniejszego znaczenia, uproszczające rachunki i umożliwiające całkowanie otrzymanych wyników.

## II.

Do wymienionych prac, które wywarły najwięcej wpływu na rozwój hydrauliki w ubiegłym stuleciu, dodać należy jeszcze, w szerokim zakresie i w ciągu długich okresów czasu wykonywane pomiary, jakie prowadzili Humphreys i Abbot na Missisipi, R. Gordon Cunningham na kanale Gangesu i na Iraouaddi, oraz inne podobne na wielkich rzekach w bieżącym już stuleciu uskuteczniane. Metody prowadzenia pomiarów i rejestrowania wyników postąpiły naprzód i cały rozdział hydrauliki o mierzeniu szybkości prądów uległ znacznemu rozszerzeniu. Przy badaniu zjawisk hydraulicznych, czy to przez obserwację, czy przez doświadczenie lub analizę matematyczną, oznaczać przychodzi zawsze prawa równoczesnych zmian różnych ilości. Oznaczanie to może być mniej lub więcej ścisłe, ale punktem wyjścia badania musi być rozpoznanie samego kierunku zmian o jakich mowa. Wydaje się to elementarnym i łatwym do wykrycia, a jednak w niektórych przypadkach, do ostatnich czasów, panowały mylne pojęcia co do samego kierunku zmian w danych zjawiskach. I tak np. przyjmowano powszechnie, że powierzchnia przekroju poprzecznego żyły wodnej, wychodzącej z otworu w cienkiej ścianie, ma pewne minimum w pobliżu otworu. Tymczasem Bazin w żyłach poddanych ścisłym pomiarom, owego minimum wcale nie znalazł, zauważył tylko pewne minimum szerokości żyły, którego położenie zależy od położenia obserwatora. Fakt ten tłumaczy pochodzenie przesądu, wieloletnią zaś jego trwałość przypisać chyba można nazwie *kontrakcyi* (ściśnienia), jaką dawni hydraulicy dali temu pozorowi faktu, nieustalonego ścisłymi pomiarami. Niemniej czasu potrzeba było, by zachwiać ogólnym mniemaniem, że przez miejscowe rozszerzenie koryta rzeki obniżyć można poziom wylęwu. Możliwość otrzymania odwrotnego wyniku, dostrzegana już podczas wylęwu Loary w r. 1840, ustalona została dopiero badaniami doświadczalnymi inżynierów Vautier'ów, ojca i syna.

Aby z równoczesnych i powtarzanych pomiarów ilości w pewnym zjawisku, mogły być wyciągnięte należyte wnioski, koniecznym jest systematyczne ugrupowanie wyników, dokonywane dawniej za pośrednictwem tablic liczbowych, jedno lub dwuwęsciowych, a zastąpione później wykresami kartezyańskimi, w których tablicę jednowęsciową zastępuje jedna linia, dwuwęsciową—wiązka linii. W ostatnich czasach nomogramy, których charakterystyczną zasadę stanowi, nazwane przez Lalanne'a anamorfoza, przekształcając przez odpowiedni dobór podziałek na wykresach, linii krzywych na linie proste, pozwoliły przedstawiać na jednym wykresie funkcje więcej niż dwóch zmiennych. Rozpowszechnienie przyrządów zegarowych, rejestrujących pomiary i dostarczających diagramów, pozwoliło odtwarzać zjawiska w całej ich ciągłości; metody znów chronofotograficzne dały możność chwytania obrazów zjawisk, w następujących po sobie odstępach czasu bardzo blizkich.

Przekształcenie szkół politechnicznych na wszechnicie techniczne w Niemczech podniosło poziom uprawianych w nich nauk, i w urządzonych przy szkołach laboratoriach mechanicznych prowadzić zaczęto badania maszyn wodnych i różnych zjawisk hydraulicznych. Powstawały najprzód oddziały pracowni mechanicznych, poświęcone specjalnie badaniom maszyn wodnych i powietrznych, lub oddziały pracowni fizycznych zajmujące się drobniejszymi doświadczeniami hydraulicznymi, w końcu pojawiły się specjalne pracownie hydrauliczne do badania maszyn wodnych, prowadzenia ćwiczeń hydrometrycznych i wszelkich doświadczeń nad ruchem wody. Profesorowie wszechnic a także inżynierowie, ubiegający się o stopień doktora nauk technicznych, bogacić też zaczęli naukę nowymi przyczynkami. Dążenie do wzmocnienia związku między hydrauliką a hydrodynamiką, zaznaczone przy pracach Bousinesq'a, uwidoczniające się i u nas w pracach Łukasza Bodaszewskiego (Lwów), występuje stale w nowszych pracach hydraulicznych niemieckich. Prašil (Zurich) doszedł do ułatwień w całkowaniu równań hydrodynamiki, przekształca-

jąc spólrzędne prostokątne na cylindryczne, co mu pozwoliło poddać badaniom analitycznym ruchy potencyalne wody w przestrzeniach ruchomych, jak kanały międzyłopatkowe turbin. Baudisch rozważał prądy ograniczone równoległymi płaszczyznami, traktując je jako dwuwymiarowe. Prace Prašila, pobudziły Lorenza (Gdańsk) do wystąpienia z nową teorią turbin, żywo roztrząsaną w czasopiśmie technicznych. W r. 1908 Reichel w Charlottenburgu zbudował turbinę na zasadach teorii Lorenza, która próbowana w laboratorium szkolnym dała ujemne wyniki, nie dochodząc nawet do 70% sprawności. Pfarr (Darmstadt) wykonał w tej dziedzinie jedno z najciekawszych doświadczeń, badając w 1910 r. rozkład ciśnienia w kanałach międzyłopatkowych turbiny Francisa, podczas jej biegu. Na przeprowadzenie tego doświadczenia pozyskał z „Funduszu jubileuszowego przemysłu niemieckiego“ zapomogę 20 000 mar. Doświadczenia inż. Grethera w pracowni mechanicznej politechniki w Karlsruhe, przeprowadzone nad prądem dwuwymiarowym w kolanach rur o przekroju prostokątnym, wykazały dokładność wyników badań Reynoldsa, co do prędkości krytycznej, stanowiącej granicę między ruchem regularnym a burzliwym różnych cieczy w rurach. Nad wzorami praktycznymi pracowali między innymi Pfarr, Biel, Lang (21-e wyd. „Hütte“); wnioski z prac Reynoldsa, dające ogólny kształt tych wzorów, wyprowadził Blasius; krytyczny przegląd wszystkich prac w tym kierunku podali wraz z wywodem własnego wzoru, inżynierowie lwowscy Biegeleisen i Bukowski (*Gesundheits-Ingenieur*, 1914).

Zajmowało też hydrauliczów uderzenie wodne w rurach; w r. 1901 zapoczątkował pracę nad tym przedmiotem inżynier włoski Allievi; prowadzili je dalej niektórzy z poprzednio wymienionych inżynierów niemieckich i inż. Rateau we Francji. Wyniki teorii Allievi'ego sprawdzone zostały doświadczalnie w zakładach hydroelektrycznych Ackersand we Viège (Szwajcarya). To nieustanne przerzucanie mostów pomiędzy hydrauliką a hydrodynamiką, polegające na analitycznym opracowywaniu wyników doświadczeń i doświadczalnym sprawdzaniu wyników teorii, zapewnione wzrostem sił naukowych i rozwojem pracowni hydraulicznych przy politechnikach, wróży pomyślnie o dalszych postępach hydromechaniki stosowanej.

Rozwój hydrauliki przemysłowej, rozszerzając zakres wykładów o machinach wodnych, sprawił, że poświęcony tym maszynom rozdział dawnej hydrauliki, przewyższając zaczął swą obszernością sumę pozostałych. Typowy przykład tej podręcznikowej ewolucji stanowiła *Hydraulika* G. Meissnera, wydana w latach 1894—1899 w czterech tomach, poświęconych: pierwszy hydraulicce, a trzy następne maszynom wodnym. Wykład o tych maszynach, prowadzony w politechnikach jako jeden z działów kursu budowy maszyn, objęły dzieła i podręczniki specjalne, a nauka hydrauliki ograniczoną została do pozostałych rozdziałów, traktujących o hydrostatyce, główniejszych zasadach hydrodynamiki, wypływie przez otwory i przewaly, biegu wody w rurach, kanałach i rzekach, ruchu wód podziemnych, oporze płynów, hydrometrii i ruchu gazów (pneumatyka). Ten ostatni rozdział, znacznie skrócony, utrzymał się w podręcznikach hydrauliki do końca ubiegłego wieku (Flamant r. 1900), pomimo, że jego treść w wykładach szkolnych przeszła całkowicie do termodynamiki. Opuszczany jest też w nowszych podręcznikach francuskich i niemieckich (Dariés r. 1911, Forchheimer r. 1914, Budau r. 1913, Mises r. 1914); niektóre z nich tylko podają wskazówki, odnoszące się do ruchu gazów, przy wykładzie o prądach wodnych. Podręczniki znów angielskie zachowały w dawnym ściśnionym zakresie rozdział o maszynach wodnych (Merriman r. 1908, A. H. Gibson r. 1908). W różnym stopniu uwzględniają one wszystkie, zacieśniający się związek hydrauliki z hydrodynamiką i niejednokrotnie czynią zażość potrzebom, zbieranych razem w niektórych szkołach na wykładach hydrauliki, słuchaczów dwóch wydziałów: mechanicznego i inżyniersko-budowlanego.

Z hydrodynamiki, rozwijanej w ubiegłym stuleciu pracami znakomitych fizyków angielskich i niemieckich, i zobrazowanej w klasycznym podręczniku Lamba, wybrane zostały niektóre działy i opracowane, w zastosowaniu do potrzeb technicznych, przez Prašila (r. 1913) i H. Lorenza (r. 1911). Synte-

zę prac Boussinesq'a stanowi wydana przez A. Boulanger'a w r. 1909 „Hydraulika ogólna“. Najważniejsze tylko szczegóły tych opracowań wchodzić mogą do rozdziału hydrauliki, poświęconego przypomnieniu główniejszych zasad hydrodynamiki.

Nierównomierność w uwzględnianiu potrzeb mechani-

ków i inżynierów budowlanych, przechyła się w nowszych podręcznikach na korzyść mechaników. Uwydatnia się to w zbiorze danych z hydrauliki w ostatnim wydaniu (22-e) podręcznika „Hütte“, a usprawiedliwia znaczeniem, jakie mają urządzenia mechaniczne w rozwoju techniki budowlanej.

Feliks Kucharzewski.

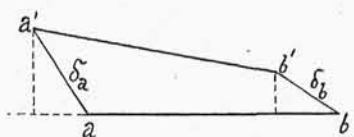
## Przyczynek do teorii układów niewyznaczalnych.

Podał B. Milkowski, inż.

Pomimo zarzucenia wielu przestarzałych systemów mostów i dążności do uproszczenia różnych konstrukcji, teoria układów statycznie niewyznaczalnych nie straciła swego znaczenia. Przeciwnie, wprowadzenie nowych konstrukcji żelazno-betonowych uczyniło znajomość jej jeszcze więcej niezbędną. Obserwacja doprowadziła mnie do przekonania, że nawet zawodowi konstruktorzy niechętnie stosują teorię układów nieoznaczalnych, posilkując się wzorami empirycznymi. Tę niechęć do studyów teoretycznych przypisuję głównie zbytnej naukowości i rozwlekłości dzieł specjalnych, często wielotomowych.

Wobec tego stanu, celem niniejszego artykułu jest stwierdzenie, że dla zupełnego opanowania przedmiotu wystarczy kilka wieczorów uważnego czytania. Pomimo znacznych skrótów, podane twierdzenia i przykłady stanowią taką całość, która, moim zdaniem, nawet studentom wyższych zakładów technicznych wystarczać powinna. Opracowanie szczegółów należy zostawić własnej inicjatywie słuchaczy. Teorie naukowo ściśle, chociaż wychodzące z różnych założeń, muszą doprowadzić do tych samych wyników. Dlatego czytelnik znajdzie w niniejszym artykule wzory już mu znane. Nowość stanowi tłumaczenie równań równowagi węzłów układu jako związek, wyrażający sumę momentów sił względem punktów stałych. Ten pogląd starałem się konsekwentnie zastosować do wszystkich przykładów. Niektóre wykresy odkształcenia, o ile mi wiadomo, również nigdzie nie były podane.

Treścią niniejszego artykułu będzie wyznaczenie odporów i sił wewnętrznych układów t. zw. *statycznie niewyznaczalnych*. Nie mając możliwości zupełnego wyczerpania przedmiotu, ograniczymy się do ustrojów żelaznych płaskich (nieprzestrzennych). Ponieważ podamy sposoby wyznaczenia tylko naprężeń głównych, przypuszczamy więc, że pręty ustroju są połączone przegibnie i spółośrodkowo.



Rys. 1.

Układ, w którym pręty kraty nie przecinają się, nazywać będziemy układem *trójkątnym*, w przeciwieństwie do układu *przekątnego*. Ten ostatni przedstawiamy sobie jako wielobok usztywniony przecinającymi się prętami kraty.

Niezależnie od ustroju wewnętrznego i sposobu oparcia układu, między wydłużeniem pręta i przesunięciami węzłów końcowych istnieje związek, który wyrazimy równaniem.

Niech oznaczają:

$F$  — przekrój poprzeczny pręta,

$E$  — współczynnik sprężystości,

$t^0$  — podniesienie temperatury,

$e$  — współczynnik rozszerzalności podłużnej.

Dla wydłużenia pręta  $ab$  (rys. 1) o  $\Delta ab$  mamy wzór:

$$\Delta ab = ab \left( \frac{S}{EF} + et^0 \right).$$

Niech przytem końce pręta przesuną się o  $\delta_a$  i  $\delta_b$  i kąty, zawarte między temi przesunięciami a pierwotnym kierunkiem pręta, będą  $(\delta_a, ab)$  i  $(\delta_b, ab)$ .

Projektując linię łamaną  $a a' b b'$  na kierunek  $ab$  otrzymamy:

$$ab = \delta_a \cos(\delta_a, ab) + (ab + \Delta ab) \cdot \cos(ab, a'b') + \delta_b \cos(\delta_b, ab).$$

Kąt odchylenia pręta od pierwotnego położenia jest bardzo nieznaczny.

Przyjmując, że  $\cos(ab, a'b') = 1$ , otrzymamy związek:

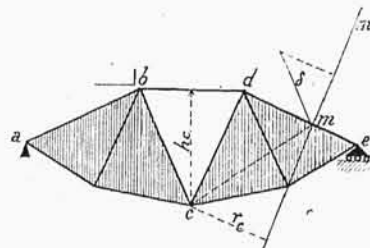
$$\Delta ab = \delta_a \cos(\delta_a, ab) + \delta_b \cos(\delta_b, ab),$$

który wyraża, że wydłużenie pręta równa się sumie rzutów przesunięć węzłów końcowych na pierwotny jego kierunek.

### Gometryczne własności odkształcenia.

#### A. Układ trójkątny.

Niech układ  $abcde$  (rys. 2) składa się z części sztywnych  $abc$  i  $cde$ , połączonych prętem sprężystym  $bd$  i przegubem  $c$ .



Rys. 2.

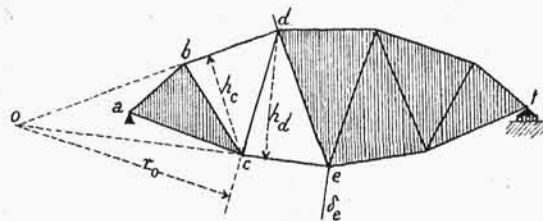
Przy niezmiennem położeniu lewej części układu i wydłużeniu pręta  $\Delta bd$  następuje obrót prawej części około punktu  $c$  o kąt  $\omega_c = \frac{\Delta bd}{h_c}$ , i przesunięcie dowolnego punktu  $m$  będzie:

$$\delta_m = \omega_c \cdot cm.$$

Rzut tego przesunięcia na dany kierunek  $mm'$  będzie:

$$\delta_m \cos(\delta, mm') = \omega_c \cdot cm \cdot \cos(\delta, mm') = \omega_c r_c.$$

Załóżmy następnie, że w układzie  $af$  (rys. 3) wydłuża się przekątna  $cd$ , a pręty  $bd$  i  $ce$  są sztywne. Przy



Rys. 3.

niezmiennem położeniu części  $abc$  węzeł  $d$  obróci się około  $b$  i przesunięcie  $\delta_d$  będzie prostopadłe do  $bd$ . Tak samo przesunięcie  $\delta_e$  będzie prostopadłe do  $ce$ .

Stąd wynika, że prawa część układu  $def$  obróci się około środka  $O$ , który będzie przecięciem prostych  $bd$  i  $ec$ . Kąt tego obrotu  $\omega_0$  będzie równy odchyleniu prostej  $de$  względem prostej  $bc$  i składa się z odkształcenia kątów  $\Delta cbd$  i  $\Delta bde$ :

$$\omega_0 = \Delta cbd + \Delta bde.$$

Ponieważ w trójkącie  $bcd$  odkształcenia kątów są związane równaniem:

$$\Delta cbd + \Delta bdc + \Delta bcd = 0,$$

to  $\omega_0 = -\Delta bcd - \Delta bdc + \Delta bde = -\Delta bcd + \Delta cde$ .

Następnie mamy związki:

$$\Delta bcd = \frac{\Delta cd}{h_c} \cos bdc$$

$$\Delta cde = \frac{\Delta cd}{h_a} \cos dce.$$

Więc

$$\omega_0 = \Delta cd \left( \frac{\cos dce}{h_a} - \frac{\cos bdc}{h_c} \right).$$

Niech odległość środka  $O$  od prostej  $cd$  będzie  $r_0$ .

Z podobieństwa trójkątów wynika:

$$\frac{h_c}{r_0} = \frac{cd}{od} \quad \text{i} \quad \frac{h_a}{r_0} = \frac{cd}{oc}.$$

Stąd

$$\frac{\cos dce}{h_a} - \frac{\cos bdc}{h_c} = \frac{oc \cos dce - od \cos bdc}{r_0 \cdot cd} = \frac{hc - kd}{r_0 \cdot cd} = -\frac{1}{r_0}$$

a więc

$$\omega_0 = \frac{\Delta cd}{r_0}.$$

Przesunięcia węzłów  $d$  i  $e$  będą:

$$\delta_d = \frac{\Delta cd}{r_0} \cdot od \quad \text{i} \quad \delta_e = \frac{\Delta cd}{r_0} \cdot oe,$$

a stosunek ich

$$\frac{\delta_d}{\delta_e} = \frac{od}{oe}.$$

Stąd wniosek: wydłużenie każdego pręta układu trójkątnego wywołuje przesunięcia węzłów, które są obrotami około środków stałych. Dlatego do przesunięć możemy zastosować znane własności ruchu obrotowego:

1) Wydłużenie wszystkich prętów przy niezmiennym kierunku pierwszego pręta  $ab$  i węzła  $a$  wywołuje obrót węzła  $m$  o kąt  $\omega_m = \sum_1^m \frac{\Delta l}{r}$ .

2) Środek obrotu wypadkowego jest środkiem ciężkości kątów obrotu, uważanych jako ciężary, zaczepione w środkach obrotu prętów.

Rzędne środka obrotu wypadkowego względnie osi  $xx'$  i  $yy'$  będą:

$$x_0 = \frac{\sum_1^m \omega \cdot x}{\sum_1^m \omega} = \frac{\sum_1^m \frac{\Delta l}{r} \cdot x}{\sum_1^m \frac{\Delta l}{r}}$$

$$y_0 = \frac{\sum_1^m \omega \cdot y}{\sum_1^m \omega} = \frac{\sum_1^m \frac{\Delta l}{r} \cdot y}{\sum_1^m \frac{\Delta l}{r}}$$

3) Przesunięcie węzła w danym kierunku równa się momentowi statycznemu obrotów kątowych względem tego kierunku.

Korzystając z własności przesunięć, uważanych za obroty, możemy je dowolnie składać i rozkładać, co jest bardzo wygodne przy wyznaczaniu przesunięć, wywołanych wydłużeniem prętów kraty. Dla tych ostatnich środki obrotu leżą bardzo daleko, przy pasach równoległych nawet w nieskończoności.

#### B. Układ przekątny (rys. 4).

Niech pręt  $ab$  układu przekątnego  $abcdef$  ma położenie stałe, a pręt  $ef$  wydłuża się o  $\Delta cf$ .

Węzły  $c$  i  $e$  obrócą się około środka  $b$ , zaś  $d$  i  $f$  około  $a$ . Pręt  $cd$  obróci się około  $O_1$ ,  $cd$ —około  $O_2$ ,  $ef$ —około  $O_3$ .

Wielkość przesunięć wyznaczamy ze wskazanej wyżej własności odkształcenia czworoboków:

$$\frac{\delta_c}{\delta_a} = \frac{O_1 c}{O_1 d}; \quad \frac{\delta_d}{\delta_e} = \frac{O_2 d}{O_2 e}; \quad \frac{\delta_e}{\delta_f} = \frac{O_3 e}{O_3 f}.$$

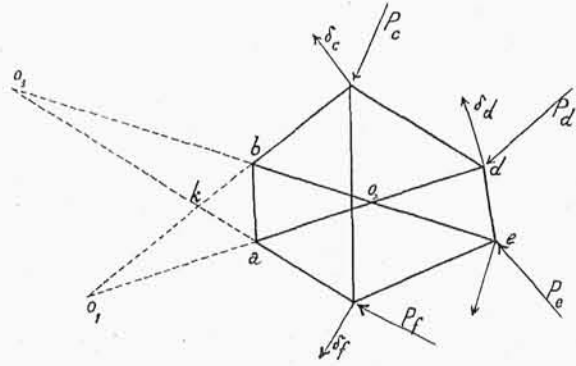
Nadto mamy związek:

$$\Delta cf = \delta_c \sin bcf + \delta_f \sin afc.$$

Stąd wyznaczamy wielkości przesunięć, które są wprost proporcjonalne do wydłużenia  $\Delta cf$ . Kąty obrotu boków są również proporcjonalne do  $\Delta cf$ . Tak np. bok  $cd$  obróci się o kąt

$$\omega_1 = \frac{\Delta ac}{h_1} = \delta_c \frac{\sin acb}{h_1}.$$

Widzimy więc, że wydłużenie jednego pręta układu przekątnego daje przesunięcia węzłów i pozostałych prętów



Rys. 4.

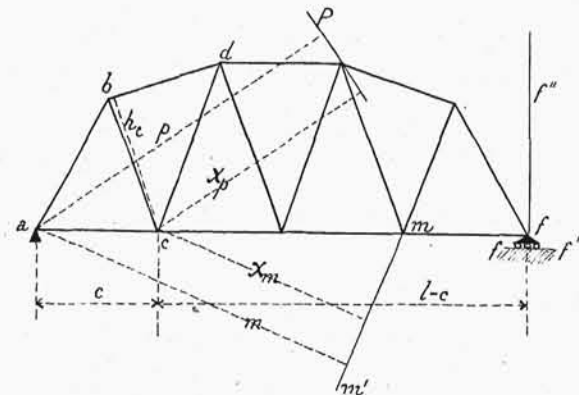
około stałych środków, i kąty obrotów są wprost proporcjonalne do wydłużenia prętów.

#### Zwrotność przesunięć (rys. 5).

Niech w układzie trójkątnym  $af$  wydłuża się tylko pręt  $bd$  wskutek zaczepienia siły zewnętrznej  $P$ , i część  $abc$  będzie utwierdzona.

Siła wewnętrzna w przecie  $bd$  będzie  $S = \frac{Px_p}{h_c}$ , a wydłużenie:

$$\Delta bd = \frac{S \cdot bd}{EF} = \frac{P \cdot x_p \cdot bd}{h_c \cdot E \cdot F}.$$



Rys. 5.

Rzut przesunięcia punktu  $m$  na kierunek  $mm'$ :

$$\delta_m \cos(\delta_m, mm') = \frac{\Delta bd}{h_c} \cdot x_m = P x_p x_m \cdot \frac{bd}{EF \cdot h_c^2}.$$

Przy wydłużeniu wszystkich prętów układu wskutek działania jednej siły  $P$ , ten sam rzut przesunięcia będzie:

$$\delta_m \cos(\delta_m, mm') = P \sum_1^m x_p x_m \cdot \frac{l}{E \cdot F \cdot h^3}.$$

Ten związek możemy wyrazić: przesunięcie węzła układu trójkątnego wskutek działania jednej siły  $P=1$  na wszystkie pręty belki wspornikowej równa się momentowi odśrodkowemu ciężarów  $g = \frac{l}{E \cdot F \cdot h^2}$ , zaczepionych w środkach obrotu prętów względem kierunków siły i przesunięcia. Oczywiście przesunięcie węzła, w którym zaczepiona jest siła  $P$  w kierunku tej siły, będzie

$$\delta_m \cos(\delta_m, mm') = \sum_1^m g x^2,$$

czyli równa się momentowi bezwładności ciężarów  $g$ , względem kierunku siły.

W znakowaniu  $\sum g x_p x_r$  wskaźnik przy znaku sumowania oznaczać będą węzły, między którymi pręty wpływać będą na przesunięcie, a wskaźniki przy rzędnych—kierunki do których odnosimy moment odśrodkowy ciężarów  $g$ .

Jeżeli na wszystkie pręty między węzłami 1 i  $m$  działają jednakowo siły  $P_1 P_2 \dots P_k$ , to

$$\delta_m \cos(\delta_m, m m') = P_1 \sum_1^m g x_m x_1 + P_2 \sum_1^m g x_m x_2 \dots + P_k \sum_1^m g x_m x_k = Q \sum_1^m g x_m x_q$$

gdzie  $Q$  oznacza wypadkową sił  $P_1 P_2 \dots P_k$ , a  $x_q$ —rzędne ciężarów  $g$  względem jej kierunku.

W powyższym twierdzeniu założyliśmy, że układ jest wspornikiem. Nie trudno jednak rozszerzyć je także na inne układy: belkę dwuoporową, łuk trójprzegubowy i t. p.

Niech w belce dwuoporowej (rys. 5) wydłuża się tylko pręt  $bd$  wskutek zaczeplenia siły  $P$ . Jeżeli odejmiemy podporę  $f$  i zastąpimy ją odporem  $R_f$ , to belka będzie wspornikiem, obciążonym siłami  $P$  i  $R_f$ . Utwierdzając część  $abc$ , dla przesunięcia węzła  $m$  w prawej części, będziemy mieli:

$$\delta_m \cos(\delta, m m') = P g_c x_p x_m - R_f g_c x_m (l - c),$$

przytem 
$$R_f = \frac{P p}{l}.$$

Ażeby węzeł  $f$  spoczął znowu na torze poziomym, musimy wykonać obrót belki około  $a$  o kąt:

$$\omega = \frac{\delta_f}{l} = [P x_p (l - c) - R_f (l - c)^2] \frac{g_c}{l},$$

przyczem węzeł  $m$  przesunie się w kierunku  $m m'$  o  $\delta_m' = \omega m$ . Ostatecznie więc przesunięcie jego będzie:

$$\begin{aligned} \delta_m \cos(\delta, m m') - \delta_m' &= P g_c \left[ x_p \cdot x_m - \frac{x_m (l - c) \cdot p}{l} - x_p \frac{(l - c) \cdot m}{l} + \frac{p \cdot (l - c)^2 \cdot m}{l^2} \right] = \\ &= P g_c \left( x_p - \frac{p (l - c)}{l} \right) \cdot \left( x_m - \frac{(l - c) \cdot m}{l} \right). \end{aligned}$$

Symetryczność tego wyrażenia względem rzędnych  $x_p$  i  $x_m$  wskazuje na możliwość zastąpienia kierunku siły przez kierunek przesunięcia.

Tę własność odkształcenia układów nazywamy *zasadą zwrotności przesunięć*.

Stosujemy ją stale przy wyznaczaniu linii wpływowych przesunięcia węzła w danym kierunku.

Zamiast obciążenia układu każdą z sił  $P_1, P_2 \dots P_k$  oddzielnie i wyznaczania wpływu ich na przesunięcie węzła  $m$  w kierunku  $m m'$ , zaczepiamy siłę  $P_m = 1$ , działającą w kierunku  $m m'$ , i jednym wykresem wyznaczamy przesunięcia wszystkich węzłów 1, 2  $\dots$   $k$ .

Z zasady zwrotności wynika, że

$$\delta_m (\delta_m, m m') P_n = \delta_n \cos(\delta_n, P_n) P_n.$$

Zanim udowodnimy zasadę zwrotności przesunięć dla układu przekątnego, musimy wyznaczyć siły wewnętrzne w prętach. Wobec tego, że układ nie ma węzłów, w których schodziłyby się tylko dwa pręty, siły wewnętrzne nie mogą być wyznaczone zapomocą wykresu Cremony lub Cullmana. Niech dany będzie układ, przedstawiony na rys. 4. Załóżmy, że tylko pręt  $cf$  jest sprężysty, a wszystkie pozostałe mają nieskończenie wielkie współczynniki sprężystości, a więc się nie wydłużają. Obciążamy układ siłami  $P_c, P_d, P_e$  i  $P_f$ , i bierzemy momenty sił, schodzących się w węzłach  $c$  i  $f$  względem punktu  $k$ , przecięcia boków  $bc$  i  $af$ .

Moment sił, przechodzących przez dany punkt, możemy wyrazić iloczynem długości prostej, łączącej ten punkt ze środkiem momentów, przez sumę rzutów sił na kierunek prostopadły do tej prostej, czyli w danym wypadku na kierunek przesunięcia węzłów  $\delta_c$  i  $\delta_f$ . Więc

$$\begin{aligned} [S_{c,d} \cos(\delta_c, cd) + S_{c,f} \cos(\delta_c, cf) + P_c \cos(\delta_c, P_c) \cdot kc + [S_{c,f} \cos(\delta_f, cf) + S_{c,f} \cos(\delta_f, cf) + P_f \cos(\delta_f, P_f)] \cdot kf = 0. \end{aligned}$$

Następnie bierzemy sumę momentów sił, schodzących się w węzłach  $d$  i  $e$  względem punktu  $O_2$ , przecięcia boków  $ad$  i  $bc$ .

$$\begin{aligned} [S_{c,d} \cos(\delta_d, cd) + S_{d,e} \cos(\delta_d, de) + P_d \cos(\delta_d, P_d)] \cdot O_2 d + S_{d,e} \cos(\delta_e, de) + S_{e,f} \cos(\delta_e, ef) + P_e \cos(\delta_e, P_e)] \cdot O_2 c = 0. \end{aligned}$$

Zauważywszy, że

$$\frac{\delta_c}{\delta_f} = \frac{kc}{kf} \quad \text{i} \quad \frac{\delta_d}{\delta_e} = \frac{O_2 d}{O_2 e},$$

dodamy powyższe dwa równania. Współczynnik przy  $S_{d,e}$  będzie

$$\delta_c \cos(\delta_e, cd) + \delta_d (\delta_d, cd) = \Delta cd,$$

czyli według założenia równy zero. Tak samo zerami będą pozostałe współczynniki oprócz  $\Delta cf$ . Ostatecznie więc otrzymamy równanie:

$$\Delta cf \cdot S_{cf} = \sum P_m \cos(\delta_m, P_m) \cdot \delta_m.$$

Wyżej dowiedliśmy, że stosunek między przesunięciem węzła i wydłużeniem pręta, które to przesunięcie wywołuje, jest stały.

Niech działaniu siły  $P_m$  odpowiadają:  $S_m$ —siła w pręcie sprężystym,  $\Delta l_m$ —wydłużenie tego pręta i  $\delta_{m,m}$  przesunięcie węzła  $m$ ,  $\delta_{n,m}$  przesunięcie węzła  $n$ , i niech odpowiednie wielkości przy działaniu siły  $P_n$  w węzle  $n$  będą:  $S_n, \Delta l_n, \delta_{m,n}$  i  $\delta_{n,n}$ .

Możemy napisać:

$$\frac{S_m}{P_n \cdot \cos(\delta_n, P_n)} = \frac{\delta_{m,m}}{\Delta l_m} = \frac{\delta_{m,n}}{\Delta l_n} = c_1$$

$$\frac{S_n}{P_n \cdot \cos(\delta_n, P_n)} = \frac{\delta_{n,n}}{\Delta l_n} = \frac{\delta_{n,m}}{\Delta l_m} = c_2$$

$$\Delta l_m = \frac{S_m \cdot l_m}{E \cdot F} \quad \text{i} \quad \Delta l_n = \frac{S_n \cdot l_n}{E \cdot F}.$$

Przy  $P_m = P_n = 1$ , otrzymujemy:

$$\delta_{m,n} \cdot \cos(\delta_m, P_m) = S_m \cdot \Delta l_n = S_m S_n \frac{l_m}{E \cdot F_n}$$

$$\delta_{n,m} \cdot \cos(\delta_n, P_n) = S_n \cdot \Delta l_m = S_m \cdot S_n \cdot \frac{l_m}{E \cdot F_m}.$$

Jeżeli wydłużają się wszystkie pręty, to otrzymujemy związki:

$$\delta_{m,n} \cdot \cos(\delta_m, P_n) = \delta_n \cos(\delta_n, P_n) = \sum S_m \cdot S_n \cdot \frac{l}{EF}.$$

To równanie potwierdza zasadę zwrotności przesunięć dla układu przekątnego.

*Zasada prac przygotowanych*, wyprowadzana zwykle sposobem algebraicznym, wynika wprost z zasady zwrotności przesunięć i stałego stosunku między wydłużeniem każdego pręta i przesunięciem węzłów. Niech obciążenie układu siłami  $P$  wywołuje siły wewnętrzne w prętach  $S$  i niech dane będą wydłużenia prętów  $\Delta l$ , niezależne od sił  $P$  i  $S$ . Odpowiednie przesunięcia węzłów będą  $\bar{\delta}$ . Wogóle będzie istniał związek:

$$\delta_m = \delta_{m,1} \Delta l_1 + \delta_{m,2} \Delta l_2 \dots \delta_{m,n} \Delta l_n.$$

Wskaźniki przy przesunięciach oznaczają: pierwszy węzeł, do którego się odnosi, a drugi—wydłużenie, które go wywołuje. Tak np.  $\delta_{m,n}$  będzie przesunięciem węzła  $m$  przy wydłużeniu pręta  $\Delta l_n = 1$ .

Dla każdego pręta możemy napisać równanie:

$$\frac{S_m}{P_n \cos(\delta_n, P_n)} = \frac{\delta_{n,m}}{\Delta l_m} = \frac{\bar{\delta}_{n,m}}{\Delta l_m} = c_m,$$

lub przy działaniu wszystkich sił

$$S_m \cdot \bar{\Delta l}_m = \sum_1^k P_n \cdot \cos(\delta_n, P_n) \bar{\delta}_{n,m},$$

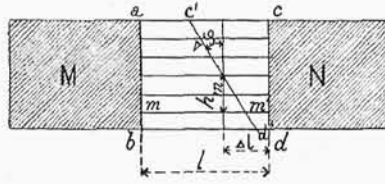
a dla całego układu:

$$\sum S_m \bar{\Delta l}_m = \sum_1^k P_n \cos(\delta_n, P_n) \bar{\delta}_n$$

gdzie  $\bar{\delta}_n$  jest przesunięciem wypadkowym.

Ostatni wzór jest zwykłą formą, zapomocą której wyrażamy zasadę prac przygotowanych. Nie trudno rozszerzyć ją na układy przestrzenne i statycznie niewyznaczalne. W ostatnim wypadku należy odpory i siły nadliczbowe w prętach dodatkowych zaliczyć do sił zewnętrznych. Przez wykonanie warunków oparcia rugujemy odpory, a siły w prętach dodatkowych przenosimy na lewą stronę równania i włączamy do wyrazu  $\sum S \bar{\Delta l}$ . Tym sposobem znak sumowania obejmuje wszystkie siły w prętach. Jeżeli w belce

ce blaszanej uwzględnimy tylko działanie sił wewnętrznych, prostopadłych do przekroju, to układ jej między  $ab$  i  $cd$  (rys. 6) możemy sobie przedstawić jako szereg prętów rów-



Rys. 6.

noległych i sprężystych, łączących części sztywne  $M$  i  $N$ . Przy odkształceniu przekrój  $cd$  przesunie się równolegle na długość  $\Delta l$  i obróci o kąt  $\Delta \varphi$ .

Przy tem odkształceniu długość pręta  $m m'$  zmieni się

o  $\Delta m m' = \Delta l + \Delta \varphi \cdot h_m$ , i praca przygotowana siły  $S$  będzie:

$$S_m (\Delta l + \Delta \varphi \cdot h_m),$$

a dla wszystkich prętów i na całej długości belki:

$$\int S_m \cdot (\Delta l + \Delta \varphi \cdot h_m).$$

Równanie pracy przygotowanej będzie:

$$\Sigma P \delta = \int N \cdot \Delta l + \int M \cdot \Delta \varphi,$$

gdzie  $N$  jest wypadkową sił, prostopadłych do przekroju belki, a  $M$ —momentem tej siły względem środka ciężkości przekroju.

Wskazane wyżej własności geometryczne przesunięć dają możliwość rozwiązania rachunkiem lub zapomocą wykresu wszystkich zadań o odkształceniu układu, bez powoływania się na zasadę prac przygotowanych.

(C. d. n.)

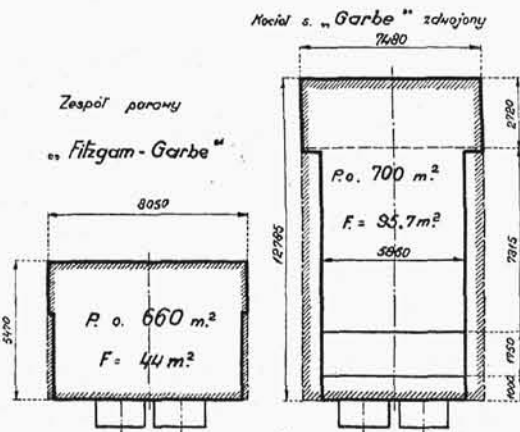
## Nowoczesne kotły parowe dla wielkich stacji centralnych.

Napisał **Marceli Tepicht**, dypl. inż.

(Ciąg dalszy do str. 248 w № 23 i 24 r. b.)

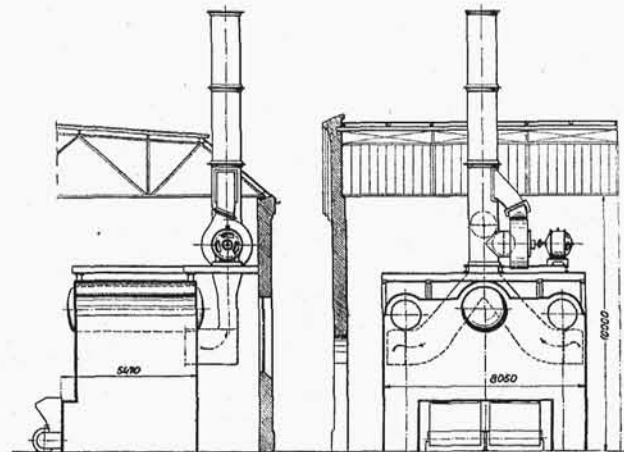
Kocioł syst. Fitzgam-Garbe ma niejakie podobieństwo do znanych już układów firm innych, jak Babcocka Wilcoxa i Steinmüllera. Podobieństwo to jednak jest tylko pozorne i dotyczy jedynie dyspozycji ogólnej, która sama przez się wogóle nie jest nowa. Kocioł syst. Fitzgam-Garbe posiada natomiast niezaprzeczone zalety ogólne i konstrukcyjne, jakich nie znajdujemy w kotłach zbliżonych. Do dodatkich różnic konstrukcyjnych zaliczyć należy przedewszystkiem zastosowanie elementów syst. Garbe, których zalety, jak wielka wytrzymałość płyt przy możliwości doskonałego zwałcowania rur, ułatwienie czyszczenia i wielka łatwość wymiany rur, są ogólnie znane. Cechą odmienną stanowi dalej połączenie ekonomizerów żelaznych z przestrzenią paro-

na znacznej również rozciągłości, na promieniowanie ścian, ograniczających boki paleniska. Wygodny dostęp do zgrzaniaczy od tyłu pozwala na zredukowanie odstepu między kotłami. Sklepienia nadpaleniskowe są wciągnięte do wnętrza, a palenisko występuje tylko o tyle, ile potrzeba dla połączenia mechanizmu napędowego z motorem. Ściany

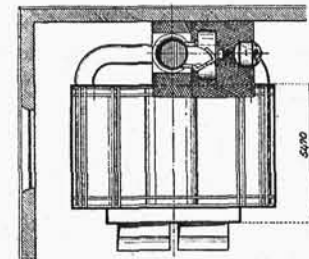


Rys. 6.

wą kotła. Dzięki temu powietrze i kwas węglowy, wydobywające się z wody w miarę wzrostu temperatury, mają swobodne ujście do przestrzeni parowej. Ekonomizer pracuje więc w tych samych warunkach, co np. kocioł parowy, zasilany od zbiornika górnego. Obawa tworzenia się korozji, czyli wyrdzewień powietrznych, byłaby tu zatem bezpodstawną, tem samem zaś upada i główny szkopuł, przemawiający przeciwko stosowaniu ekonomizerów żelaznych. Szczególnie dogodnie jest umieszczenie przegrzewacza, doskonale dostępnego od strony tylnej kotła. Przez odpowiednie otwory przegrzewacz może być łatwo i gruntownie czyszczony z sadzy i popiołu, a w razie potrzeby wyciągnięty całkowicie bez naruszenia jakiegokolwiek części kotła. Oczyszczanie zewnętrzne rur kotła poziomego odbywa się przez puste rozporniki, zamykane korkami, czyszczenie kotłów bocznych przez stosowne otwory górne. Palenisko układem swym zbliża się wyraźnie do typu palenisk wewnętrznych, o małych stratach, przyczem rury kotła wodnorurkowego są prawie na całej swojej długości wystawione na bezpośrednie promieniowanie paliwa, a rury elementów syst. Garbe,



Rys. 7.

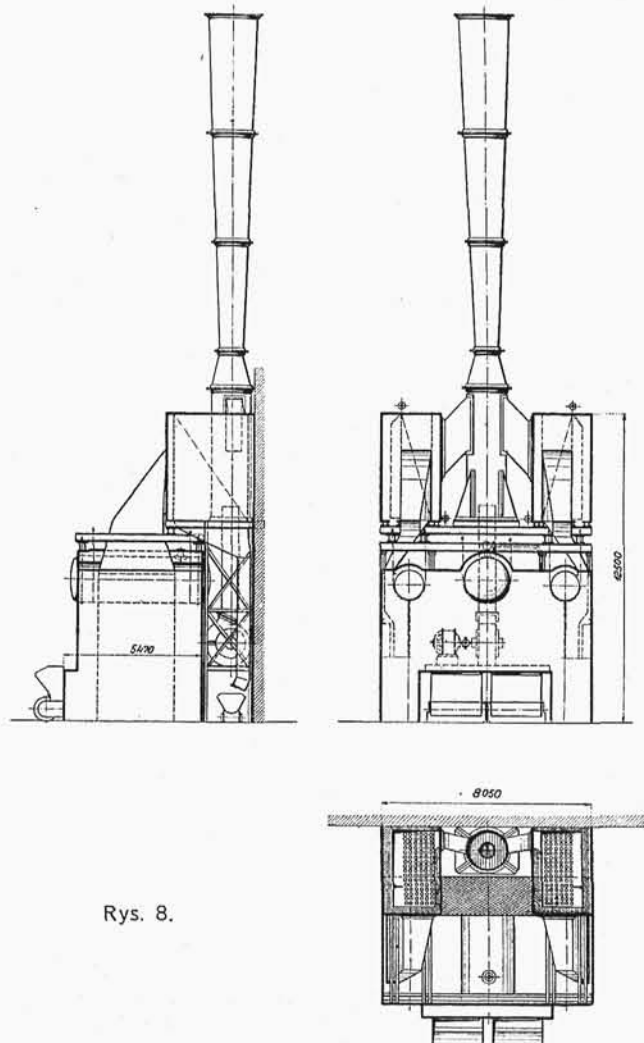


zewnętrzne kotła, wyłożone dyatomitem i obciążone blachą, nie przepuszczają powietrza zewnętrznego, tem bardziej, że depresja w kanałach dymowych, wobec nader uproszczonego prowadzenia gazów, jest wogóle mała. Straty przez promieniowanie są zatem nieznaczne, najpierw dlatego, że ściany zewnętrzne stykają się już tylko z gazami ostatniego ciągu, czyli z gazami już oziębionymi, powtórnie zaś z uwagi na względnie niewielką powierzchnię tych ścian. Dla porównania zestawiliśmy na rys. 6 miejsce zajmowane w planie przez kotły syst. Fitzgam-Garbe i Garbe zdwojone z ekonomizerem żeliwnym, oba z rusztem ruchomym.

Wysokość obu zespołów jest mniej więcej jednakowa, widzimy więc, że nowy kocioł doskonale wyzyskuje miejsce w kotłowni. Miejsce zajmowane w planie, sprowadzone do jednego metra kw., ma się dla obu typów jak 1 : 2. Dla

całych kotłowni zysk na miejscu wypadłby mniejszy, gdyż w obu wypadkach potrzebne są, dla obsługi, przejścia zarówno między poszczególnymi szeregami kotłów, jak i pomiędzy oddzielnymi kotłami danego szeregu. Ale oszczędność na miejscu będzie bądź co bądź poważna.

Rys. 7 uwidoczniła dyspozycję ogólną przy zastosowaniu ciągu sztucznego o działaniu bezpośrednim. Wreszcie na rys. 8 widzimy połączenie kotła Fitzgam-Garbe z ekonomizerem żeliwnym. Mamy tu zatem dwa ekonomizery połączone w szereg, z których pierwszy, żeliwny, otrzymuje



Rys. 8.

wodę zimną, drugi—wodę stosownie zagrzaną. Układ taki jest na miejscu przy bardzo silnym obciążeniu średnim, jak również przy stosowaniu paliwa pośredniego lub trudno palnego i wymagającego znacznego nadmiaru powietrza, wtedy bowiem otrzymuje się, jak wiadomo, wyższą temperaturę końcową gazów.

Zalecić go można również i w tych wypadkach, gdzie bez względu na nieco zwiększony koszt instalacji, chodzi o jak najdalej posunięte wyzyskanie paliwa. Stosując ciąg sztuczny, można w tym wypadku obniżyć temperaturę spalin aż do około  $100^{\circ}$ , to znaczy, zredukować straty przez ciepło, uchodzące z gazami kominowymi, do ok. 8—10%.

Jak widzimy, w kotle syst. Fitzgam-Garbe urzeczywistnione zostały dość szczęśliwie te postulaty zasadnicze, które ustaliliśmy w wywodach poprzedzających. Granice obciążenia wynosiłyby dla tych kotłów 35—42 kg z  $1 m^2$  powierzchni wyparowywującej, przy ogólnym skutku użytecznym, zależnie od obciążenia i paliwa, 80—84%.

Powiedział ktoś słusznie, że żadna konstrukcja nie jest wytrzymalsza od swej najsłabszej części. Należy się przeto zastanowić, czy kotły nowoczesne, przeznaczone do pracy intensywnej, dorównują, pod względem bezpieczeństwa ruchu, najbardziej rozpowszechnionym tak zwanym normalnym typom kotłów parowych?

Bezpieczeństwo ruchu zależy od dwóch czynników: od trwałości paleniska i trwałości samego kotła. Pomijamy uszkodzenia, wynikające z niedokładnego wykonania, jako przypadkowe i niezależne od typu kotła, i zajmujemy się je-

dynie pytaniem, w jakiej mierze ogólna budowa kotła i wynikające z niej właściwości ruchu oddziałują na zachowanie się paleniska i samego kotła.

Dażenie do najlepszego wyzyskania paliwa nakazuje starać się, aby spalanie odbywało się z jak najmniejszym nadmiarem powietrza, a przez to i przy najwyższej temperaturze. Temperaturę teoretyczną określa bowiem wzór:

$$t_i = \frac{W \cdot \eta}{G \cdot c_p},$$

w którym  $W$  oznacza wartość opałową paliwa,  $\eta$ —skutek użyteczny paleniska,  $G$ —ilość kg gazów, wywiązujących się z 1 kg paliwa, a  $c_p$  ciepło właściwe gazów. Wielkość  $G$  jest funkcją nadmiaru powietrza  $n$ , okazuje się przeto istotnie, że temperatura teoretyczna jest tem wyższa, im mniejszy jest nadmiar powietrza, biorącego udział w spalaniu, w zestawieniu z ilością teoretycznie niezbędną. Możemy też wręcz powiedzieć, że wysoka temperatura w palenisku stanowi oznakę niezawodną dobrego spalania.

Warunek trwałości paleniska wymaga natomiast, aby temperatura w palenisku była ile możności *najniższą*. Wtedy najlepiej konserwują się rusztowiny i najmniej cierpią części ruchome oraz zgarniacze żużla.

Jak pogodzić z sobą te dwa wymagania pozornie sprzeczne?

Sprzeczność wyjaśni się jeżeli uprzytomimy sobie, że temperaturę teoretyczną, określoną przez wzór powyższy, osiągnąć można jedynie w przestrzeni izolowanej. W paleniskach zaś kotłowych, umieszczonych w pobliżu powierzchni ogrzewalnej, część wywiązującego się ciepła zostaje, in statu nascendi—drogą promieniowania—pochłonięta przez powierzchnię ogrzewalną bezpośrednią, i w palenisku ustala się temperatura rzeczywista  $t_r$ , zawsze niższa od teoretycznej  $t_i$ . Im większa jest powierzchnia ogrzewalna bezpośrednia kotła, tem więcej ciepła odciąga ta powierzchnia z paleniska, tem niższa będzie też temperatura rzeczywista, jaka się w palenisku wytworzy. Wnioskujemy stąd, że przy tej samej ilości i wartości opałowej paliwa i przy jednakowym nadmiarze powietrza, czyli przy ściśle tych samych warunkach spalania, kocioł o wielkiej wydajności, którego cechą najistotniejszą jest właśnie wydajna wielkość powierzchni ogrzewalnej bezpośredniej, będzie miał niższą temperaturę w palenisku niż kocioł budowy normalnej.

Wychodząc z ogólnego prawa promieniowania, możemy z dostateczną dokładnością wyliczyć temperaturę w palenisku dla każdego typu kotła, skoro tylko ustalimy wielkość właściwej mu powierzchni ogrzewalnej bezpośredniej i uczynimy założenia co do rodzaju paliwa. Mamy bowiem

$$(t - t_r) \cdot G \cdot c_p = F_r \cdot \sigma \cdot \left[ \left( \frac{\theta}{100} \right)^4 - \left( \frac{t}{100} \right)^4 \right].$$

Rozwiązawszy równanie powyższe względem  $t_r$ , możemy, przy pomocy wykresu rys. 3, wyznaczyć też i ilość ciepła pobraną przez promieniowanie.

Na wykresach rys. 9, 10 i 11 przedstawiliśmy wyniki takich obliczeń porównawczych, przeprowadzonych dla trzech typów kotłów: 1) dla zespołu Fitzgam-Garbe o pow. w samym kotle równej  $430 m^2$ ; 2) dla kotła syst. Garbe jednopeczkowego o pow.  $400 m^2$  (Nr. 11 katalogu F. & G.), oraz 3) dla kotła syst. Garbe zdwojonego o pow.  $420 m^2$  (Nr. 19 katalogu F. & G.). Powierzchnię rusztu ruchomego przyjęliśmy w każdym wypadku  $15 m^2$ , ilość spalane-go węgla— $1800 kg$  na godzinę, wartość opałową węgla— $7500$  jedn. ciepła. Dalej zakładamy, że węgiel jest długopłomienny; to jest o dużej zawartości części lotnych. Przy takim założeniu możemy też przyjąć, że mamy do czynienia głównie z promieniowaniem paliwa i gęstego a długiego płomienia, częściowo zaś tylko z promieniowaniem ścian obmurza. Biorąc pod uwagę różnicę skutków użytecznych trzech typów kotłów znajdziemy, że podana ilość paliwa odpowiadałaby dla kotła Fitzgam-Garbe obciążeniu średniemu ok.  $35 kg$  z  $1 m^2$  pow., dla kotła syst. Garbe jednopeczkowego ok.  $32 kg$  z  $1 m^2$ , dla kotła syst. Garbe zdwojonego—ok.  $33 kg$  z  $1 m^2$ /godz. Skutek użyteczny paleniska przyjęliśmy dla wszystkich trzech kotłów  $0,97$  i wyliczyliśmy temperatury teoretyczne i rzeczywiste dla trzech wielokrotności powietrza  $n = 1,25, 1,5$  i  $2,0$ , czyli dla  $14,4\%$ ,

12% i 9% CO<sub>2</sub>. Powierzchnia ogrzewalna bezpośrednia wynosi kolejno dla kotła Fitzgam-Garbe 19,5 m<sup>2</sup>, dla kotłów Garbe—16 i 8,5 m<sup>2</sup>.

Temperatura teoretyczna jest dla wszystkich trzech typów jednakowa. Wynosi ona mianowicie:

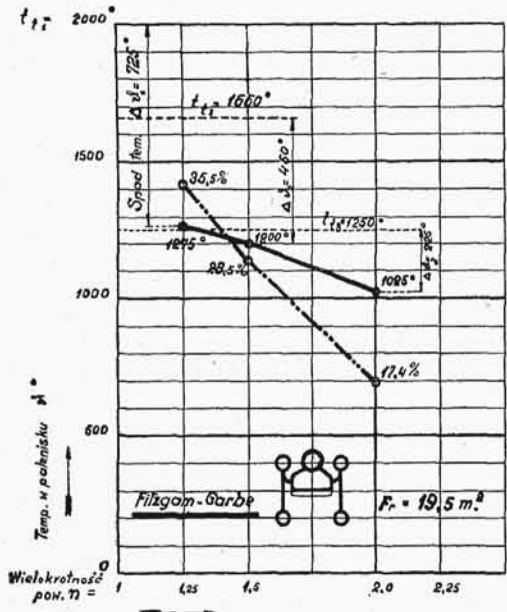
	przy $n = 1,25$	1,5	2,00
	" $t_t = 2000$	1660	1250° C.
gdy równocześnie temperatury rzeczywiste wynoszą:			
dla kotła syst. F.-Garbe	$t_r = 1275$	1200	1025 "
" " "	G. jednop. $t_r = 1330$	1230	1050 "
" " "	G. zdwoj. $t_r = 1485$	1350	1250 "

częściej kocioł Fitzgam-Garbe wytwarza przy tej samej temperaturze w palenisku 35 kg z 1 m<sup>2</sup>, a Garbe jednopeczkowsy 31 kg.

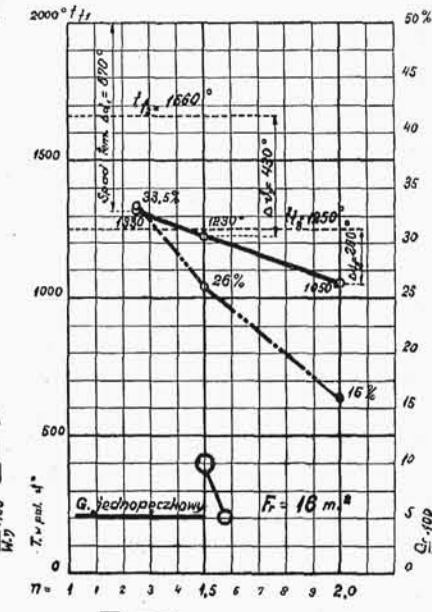
Widzimy też z wykresów, że dwa ostatnie typy kotłów najenergiczniej wyzyskują ciepło przez promieniowanie. Przy  $n = 1,25$  ilość ciepła pobrana, drogą promieniowania, przez powierzchnię ogrzewalną bezpośrednią, wynosiłaby dla tych kotłów 33,5 do 35,5% ogólnej ilości ciepła w paliwie, przy  $n = 2$  — jeszcze 16—17%, gdy równocześnie dla kotła syst. Garbe zdwojonego  $\frac{Q_r}{Q}$  wahałoby się zaledwie w grani-

Krzywe temperatur w palenisku i wyzyskania ciepła przez promieniowanie, odpowiadające spalaniu

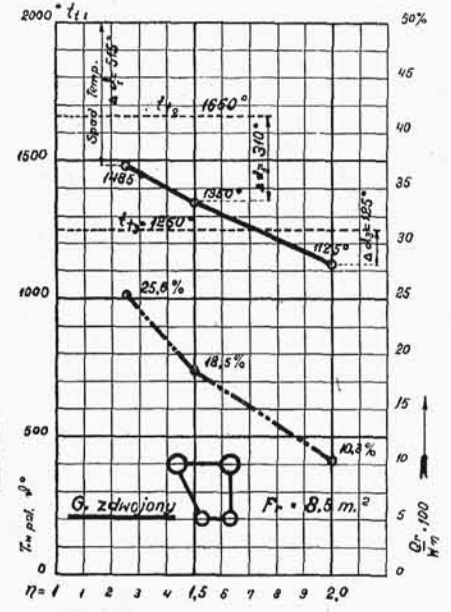
1300 kg. węgla o w. op. 7500 cal. przy  $\eta = 0,97$



Rys. 9.



Rys. 10.



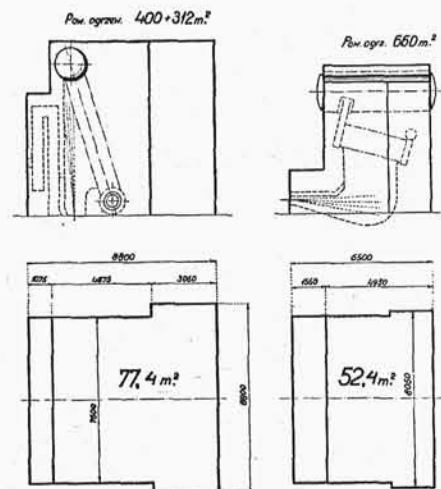
Rys. 11.

Jak widzimy, temperatury rzeczywiste w paleniskach kotłów Fitzgam-Garbe i systemu Garbe jednopeczkowym są do siebie zbliżone i względnie niskie. Kocioł syst. Garbe zdwojony, posiadający najmniejszą powierzchnię ogrzewalną bezpośrednią, wykazuje też zarazem i najwyższą temperaturę w palenisku. Rachunek potwierdza więc w zupełności to, co powiedzieliśmy wyżej o wpływie powierzchni ogrzewalnej bezpośredniej na temperaturę w palenisku.

Wysokie temperatury w paleniskach kotłów syst. Garbe zdwojonych oddziaływałyby, rzecz prosta, niekorzystnie na trwałość rusztu ruchomego i sklepień nadpaleniskowych. Temperatura 1485° przy ruszcie ruchomym jest np. wręcz niedopuszczalna. Chcąc ją obniżyć, mielibyśmy dwie drogi do wyboru: albo należałoby zmniejszyć ogólną ilość spalanego węgla, to znaczy zarazem i ilość pary, wytwarzanej przez kocioł, albo też z umysłu pogorszyć spalanie, prowadząc je przy większym nadmiarze powietrza. Wówczas jednak pogorszymy wyzyskanie paliwa; wykresy nasze wykazują bowiem, że, przy wzrastającym  $n$ , spada, i to bardzo szybko, ilość ciepła oddana przez promieniowanie powierzchni ogrzewalnej bezpośredniej, a dalsza wymiana ciepła odbywać się już może tylko drogą przewodzenia, czyli nierównie powolniej. W rezultacie otrzymalibyśmy wyższe temperatury końcowe gazów dymowych, czyli większe straty ciepła, a zatem i gorsze wyzyskanie paliwa.

Znacznie korzystniej przedstawiają się warunki pracy palenisk w kotłach syst. Fitzgam-Garbe i Garbe jednopeczkowym. Przy  $n = 1,5$ , czyli CO<sub>2</sub> = 12%, ruszty ruchome tych kotłów zachowywać się będą lepiej, niż ruszty kotła syst. Garbe zdwojonego przy  $n = 2$ , CO<sub>2</sub> = 9%. Przeprowadzając obliczenia podobne dla kotła wodnorurkowego budowy normalnej, znajdziemy, że dla osiągnięcia w palenisku temperatury 1275°, musielibyśmy, przy  $n = 1,25$  zredukować ilość spalanego węgla do 1500 kg na godzinę. Odpowiadałoby to już tylko 27 kg pary z 1 m<sup>2</sup> pow., gdy równo-

cach 25,6—10,3%. Jeżeli mimo to kocioł Garbe zdwojony, przy umiarkowanych obciążeniach, wykazuje nieco wyższy skutek użyteczny niż kocioł syst. Garbe jednopeczkowy, to przypisać to należy głównie zwiększonej masie obmurza, skupiającej w sobie pewną ilość ciepła, która następnie, znów drogą promieniowania, udziela się końcowym częściom powierzchni ogrzewalnej. Ten typ kotła nadaje się zatem głównie, o ile chodzi o wyższe obciążenie, do paliw, nie wymagających rusztów, jak nafta lub ewent. drzewo,



Rys. 12.

spalane w paleniskach generatorowych. Ale i przy zastosowaniu tych paliw, jak zobaczymy poniżej, obciążenie, dopuszczalne dla kotłów syst. Garbe zdwojonych i t. p. kotłów złożonych, posiada granicę wyraźną.

(D. n.)



# ARCHITEKTURA.

## WIELKA WARSZAWA.

(Referaty wygłoszone na posiedzeniach Koła Architektów w Warszawie w związku z poruczonem Kołu przez Zarząd miasta opracowaniem szkicowego projektu zabudowania Warszawy w rozszerzonych granicach).

Z powodu nieobecności inżyniera Balickiego w Warszawie podczas drukowania w № 25 i 26 referatu o Wiśle i komunikacji wodnej, referat ten nie mógł mu być przesłany do korekty, przeto, ze względu na wprowadzone przez p. Balickiego znaczne poprawki i uzupełnienia, i ze względu na ważność dla miasta poruszanych kwestyi, referat ten podajemy w numerze bieżącym ponownie w zmienionej przez referenta formie. (Przyp. Red.).

III posiedzenie z d. 4 maja 1916 r.

### Wiśła i komunikacja wodna.

REFERAT VI.

Przez inż. Tadeusza Balickiego.

Regulacja rz. Wisły pod Warszawą, zainicjowana w r. 1880, wykonana została dla zabezpieczenia stałego dopływu wody do smoków wodociagowych. Przeznaczona na ten cel suma 2 $\frac{1}{2}$  miliona rubli pochodziła z funduszków Królestwa Polskiego, z t. zw. funduszu użyteczności publicznej. Z tego źródła wydano sumy na regulację niskich wód rzeki od Miedzeszyna do smoków miejskich, a właściwie do ujścia łachy czerniakowskiej. Wszystkie te roboty wykonane zostały przez Okrąg Komunikacji. Dalsze zaś roboty, a mianowicie przy ujściu łachy i na prawym brzegu do mostu Kierbedziowskiego, wykonane również przez Okrąg Komunikacji, a także na lewym brzegu do tegoż mostu wykonane przez Zarząd miejski, pokryte były z funduszków miejskich. W ten sposób na regulację Wisły pod Warszawą nie została wydana ani kopiejka ze skarbu państwa.

Budowle, wykonane przez Okrąg Komunikacji według projektu inż. Kostaneckiego, składały się z kombinacji faszynowych, tam podłużnych i poprzecznych, wznoszących się na 1,25 m nad 0 miejscowem, umocowanych w odpowiednich miejscach materacami faszynowymi i pokrytych narzutką z kamienia polnego. Miejscowości poza tamami pozostawione zostały zasypaniu przez sam prąd wody podczas przyborów. Od czasu ewakuacji władz rosyjskich tamy faszynowe, pozostawione bez opieki, są stale uszkodzane przez prąd wody i ludność okoliczną, która je rozciąga na materiał opałowy.

Budowle, wykonane przez Zarząd miejski, wzniesione zostały z narzutki wapniaka kazimierzowskiego, lub w miejscach, przeznaczonych dla wyładunku, z drewnianej ścianki szczelnej, bez stosowania materacy, z zabrukowaniem wystających nad niskimi wodami części grubym kamieniem polnym na warstwie z szabru ceglanoego. Budowle wzniesione w ten sposób, choć nieco droższe od faszynowych, stoją dotąd dobrze, pomimo nadzwyczaj trudnych okoliczności roku ostatniego. Dla podniesienia miejscowości poza tamami skierowana została w mieście wywózka gruzu i ziemi.

W ten sposób tamy faszynowe na prawym brzegu w granicach miasta, obsypane warstwą gruzu i poza łachą niewybrukowane, wnoszą się jedynie na 1,25 m nad 0 i, dla pozostawienia swobodnego miejsca dla wysokich wód, powinny pozostać na tym poziomie, uniemożliwiając podniesienie przyległego brzegu i urządzenie wyładunkowych bulwarków. Na lewym zaś brzegu cała miejscowość została podniesiona do ostatecznej wysokości wraz z urządzeniem tymczasowych bulwarków (t. zw. nadbrzeży) o dwóch kondygnacjach: jednej na wysokości 4,25 m nad miejscowem 0, znajdującej się pod wodą średnio w ciągu 7 dni na rok, o normalnej szerokości 32 m i przeznaczonej dla wyładunku przy średnim i niskim stanie wody w rzece; i drugiej —

na wysokości 7,30 m (na 0,90 m ponad najwyższy poziom rzeki), służącej dla komunikacji wzdłuż brzegu.

Projekt dalszej regulacji niskich wód Wisły między mostem Kierbedzia a kolejowym został zatwierdzony przez władze rosyjskie, lecz do robót właściwych nie przystąpiono jeszcze. Przy wykreślaniu trasy przyjęta była zasada, by koryto niskich wód składało się naprzemiennie z wklęsłych, to z wypukłych łuków o pewnej, mniej więcej, krzywiznie i długości, unikając ogólnego skrócenia, któreby zwiększało spadek, a zatem i szybkość wody. W ten sposób wartówka od miejskiego wklęsłego brzegu przy moście Kierbedzia przerzucała się ku brzegowi praskiemu, u mostów kolejowych, tworząc po lewej stronie obok mostów kolejowych brzeg wypukły i znaczne rozszerzenie terytorium miejskiego, kosztem obecnego koryta rzeki. Wklęsłe brzegi, przy których trzyma się zwykle wartówka, są jakby przeznaczone na wyładunki i dlatego projektowane są przy nich bulwarki wyładunkowe z uprzednim zabiciem linii szczelnych, a z urządzeniem w przyszłości nadbrzeży murowanych.

Cały ten zatwierdzony projekt jest obecnie zakwestyjonowany z tego względu, że władze niemieckie uważają, iż szerokość trasy dla niskich wód, przyjęta w projekcie inż. Kostaneckiego na 160 saż. = 341 m, jest za wielką, gdyż szerokość ta na Wiśle w granicach Prus, gdzie rzeka już została uregulowana, jest znacznie mniejsza. Jeżeli więc zwężenie trasy i budowa nowych tam na przestrzeni uregulowanej części rzeki pod Warszawą jest problematyczna z powodu wielkich kosztów, jakoby roboty te mogły za sobą pociągnąć, to jednak nie zdaje się możliwym, by władze niemieckie uznały ową nadmierną szerokość za obowiązującą dla nieuregulowanej jeszcze części Wisły, poza mostem Kierbedzia.

W celu zabezpieczenia brzegów od zalewu Wisły podczas wysokiego stanu wód posiada Warszawa następujące urządzenia: lewy brzeg rzeki od mostu Kierbedzia aż do mostu Poniatowskiego jest wzniesiony ponad zalewany poziom; Praga zaś, począwszy od mostu kolejowego, po przez most Kierbedzia, aż do dojazdu do mostu Poniatowskiego (przy szluzie na łasze) posiada wał ochronny tej samej co i na miejskim brzegu wysokości, który następnie przechodzi w wał Kamionkowski (stary Goćławski), ciągnący się z pewnymi przerwami aż do Goćławka pod Wawrem.

Dla uregulowania wysokich wód Wisły pod Warszawą miasto wybudowało ze swych funduszków wał t. zw. Miedzeszyński, od Miedzeszyna, gdzie brzeg wznosi się ponad poziom najwyższych wód aż do ujścia łachy praskiej. W projekcie kierunek wału był wyznaczony w ten sposób, by od naturalnej odległości, jaka była między wyniosłością pod Miedzeszynem i wałem t. zw. Moczydłowskim naprzeciwko, na lewym brzegu, szerokość wysokich wód zmniejszała się stopniowo do odległości między przyczółkami mostu Poniatowskiego, wynoszącej 220 saż. = 489 m. Dalej, w granicach miasta szerokość trasy wysokich wód miała pozostawać stałą, ponieważ u wszystkich mostów w Warszawie odległość między przyczółkami jest jedna i ta sama, by poza mostami kolejowymi zacząć się stopniowo powiększać.

Roboty około budowy podłużnej części Miedzeszyńskiego wału są ukończone, na ukończeniu zaś znajdują się roboty dla powiązania go ze starym wałem Kamionkowskim, wraz z doprowadzeniem do porządku tego ostatniego, dla ostatecznego zabezpieczenia miasta nawet na wypadek przerwania powyżej Warszawy podłużnego wału Miedzeszyńskiego. W ten sposób Saska i Goćławska kępy i inne miejscowości na prawym brzegu poza podłużnym wałem położone, są obecnie w normalnych warunkach zabezpie-

czono od zatapiania wysokimi wodami Wisły, nie chroni ich wał ten jednak od wód zaskórnych, które podczas przyborów mogą się stopniowo wznosić, i tę okoliczność należy mieć na względzie przy sporządzaniu planu regulacyjnego tej części miasta.

Budowa odpowiedniego wału na przeciwnym lewym brzegu rzeki od ujścia łachy Czerniakowskiej do Wilanowa, lub do końca wału Moczyłowskiego dotąd nie została rozpoczęta, budowa ta jednak staje się coraz bardziej aktualną, ponieważ od jej wykonania zależy zabezpieczenie od zalewów nisko położonej dzielnicy w południowej części miasta.

Brak również wału ochronnego na części Powiśla między mostem Kierbedzia i kolejowemi, ale budowa jego jest w związku z całą regulacją rzeki na tej przestrzeni.

Budowa bulwarków wyładunkowych wzdłuż brzegów rzeki nie wyklucza konieczności urządzenia portu lub portów rzecznych, ponieważ niepodobna jest wtedy osiągnąć linii wyładunkowej dostatecznej długości, zwłaszcza gdy wyładunek odbywać się może, jak na Wiśle, tylko przy brzegach wklęsłych. Z drugiej strony, przeprowadzenie torów kolejowych do bulwarków w środku miasta napotkać może na poważne trudności. W ten sposób kwestya urządzenia portów rzecznych dla Warszawy jest sprawą nader ważną, a nie została ona dotąd rozstrzygnięta: projekty portów nie są ostatecznie wypracowane i zatwierdzone.

Obecnie istnieje już ul. Czerniakowskiej port wewnętrzny, zbudowany przez Okrąg Komunikacji w bardzo skromnych rozmiarach i nie urządzone należycie. Jest on przeznaczony wyłącznie na zimowisko i do celów handlowych nie nadaje się zupełnie.

Drugi port winien być założony po stronie praskiej, przy b. Wilczej Wyspie. Brak w tem miejscu dostatecznego zapasu ziemi na urządzenia portowe, a także dość wysoki poziom wody na Wiśle utrudniał dotąd wykonywanie odpowiednich robót. Położenie tego portu na pozór nie odpowiada potrzebom miasta, gdyż wypada on w samym jego środku, gdzie tereny są najdroższe, lecz niskie położenie tej miejscowości wyklucza na zawsze jej podsypianie i zabudowanie lub innego rodzaju wykorzystanie, a przytem centralne położenie w mieście posiada tę dobrą stronę, że ułatwi komunikację miasta z portem, który przeznaczony być winien tylko dla towarów, nadchodzących do Warszawy.

Towary, idące tranzytowo, albo też przeladowywane z kolei na statki i odwrotnie, mogą do miasta wcale nie wchodzić: dlatego też przewidziany jest trzeci port, tranzytowy, daleko poza miastem, pod Żeraniem lub pod Pelcowizną. Ma on na celu połączenie kolei z komunikacją wodną na Wiśle i na projektowanym kanale Dnieprowsko-Buskim, który miał wpadać do Wisły poniżej Żerania: port tranzytowy, połączony odnogą z kanałem, znajdować się miał powyżej, a port dla drzewa, splawianego wodą—poniżej Żerania. Połączenie portu tego z kolejami jest bardzo dogodne.

Oprócz tego, dla węgla, a może i dla materiałów drzewnych, przychodzących z góry rzeki, należy przewidywać wielką przystań z połączeniem kolejowem. Do tego celu nadawałyby się tereny błotniste pod Wawrem, bardzo nisko położone, a przez to niemożliwe do innego wykorzystania.

## DYSKUSYA.

Inż. Rudnicki zaznacza, iż najważniejsze znaczenie posiada Wisła dla przemysłu i handlu. Biorąc pod uwagę przyszły rozwój Warszawy, należy liczyć się z ewentualnością, że linia brzegu Wisły w obrębie granic Wielkiej Warszawy, posiadająca 12 km długości, może w przyszłości nie wystarczyć. Dotychczas Warszawa pod względem handlowo-wodnym jest bardzo źle wyposażona, co ilustruje dosadnie fakt, że ilość towarów, przywożonych wodą, nie przekracza 9—10 milionów pudów rocznie, gdy np. Mannheim, o 180 000 mieszkańców, wykazuje w 1900 r. 270, a Berlin, leżący nad tak znaczną arterią wodną, jak Szprewa, 400 milionów pudów rocznie. Należy się spodziewać, że i w Warszawie, po przeprowadzeniu regulacji Wisły na całej jej długości, ilość towarów, przewożonych wodą, zwiększy się bardzo znacznie; obliczenia, dotyczące projektowanego kanału Dnieprowskiego, przewidywały, że główne artykuły, splawiane z Żerania w górę Wisły, do Galicji, wynieść powinny przeszło 200 mil. pudów rocznie. Wobec tego nie można zadowalać się tylko linią brzegową, lecz, uznając konieczność urządzenia wielkiego portu, przygotować dlań zawczasu wielkie tereny i miejsca na przyległe do portu place składowe. Danych statystycznych brak nam

w tym kierunku zupełnie, należy więc kierować się intuicją, aby Warszawy nie pokrzywdzić. Węgiel np. z Zagłębia mógłby być dowożony wodą, co obniżyłoby znacznie koszty transportu; trzeba więc przewidzieć nad brzegiem Wisły (warszawskim) miejsce na obszerne składy węglowe.

Z sprawą wzmocnienia ruchu towarowego na Wiśle łączy się jak najściślej kwestya przemysłu i fabryk, gdyż wszędzie zagranicą fabryki starają się usilnie o dogodną komunikację wodną i rozmieszczają się w bliskości portów. Ponieważ trasa rzeki nie jest jeszcze ostatecznie ustalona, należy przy planowaniu miasta uwzględnić wszystkie te wymagania i ustalić tereny związane ze sprawami komunikacji wodnej. Zauważyć przytem należy, że komunikacja miejscowa Wisłą rozwine się tylko wtedy, gdy brzegi jej będą różnorodnie pod względem zabudowania; rozmaitość potrzeb życia przemysłowego i społecznego musi znaleźć tu jak najszersze zastosowanie.

Arch. Szyller zwraca uwagę na wykonane obecnie roboty rzeczne na Powiślu, gdzie skutkiem zmiany trasy rzecznej z wklęsłej na wypukłą, przybędzie dużo przestrzeni; zachodzi więc obawa, czy przez poszerzenie terenów nad Wisłą i zabudowanie ich wysokimi domami nie zmieni się sylweta Starego Miasta, tak charakterystyczna od strony Wisły. Wisła dawniej przepływała znacznie bliżej Starego Miasta, czego dowodem służy dawny przyczółek mostowy przy ul. Bolesławskiej; tam też znajdowała się dawniej główna przystań; obecnie zaś cały dotychczasowy charakter tej dzielnicy może ulec bardzo niepożądanemu zmianie. Czy nie możnaby dla tak doniosłego względu zmienić projektu, dopóki nie jest on jeszcze ostatecznie ustalony?

W odpowiedzi inż. Balicki wyjaśnia, iż, według zatwierdzonych planów, na przestrzeni między mostem Kierbedzia a ul. Bolesławskiej brzegu wcale nie przybędzie; poszerzenie da się odczuć dopiero naprzeciw Nowego Miasta, co nie jest już tak dla widoku na Stare Miasto niebezpiecznym. Na zapytanie p. Szyllera o los Sądurki, kanału, znajdującego się w północno-zachodniej części Warszawy, inż. Balicki podaje, iż jest on przeznaczony na zasypianie.

Wreszcie na zapytanie arch. Jankowskiego, czy w przyszłości, po dokonaniu regulacji całego górnego biegu Wisły i zwężeniu skutkiem tego jej koryta, poziom wody nie podniesie się podczas przyboru tak znacznie, nie mając ujścia na okoliczne pola, że wysokości wałów i bulwarów, przyjęte obecnie za niezalewane, mogą nie wystarczyć, inż. Balicki stwierdza, że obawy te są nieuzasadnione, gdyż skutkiem regulacji pogłębia się samo koryto i szybkość wód się zwiększa, poziom zaś wody nie podnosi się. Ale nawet, w razie słuszności takich obaw, bulwary warszawskie posiadają znaczny zapas bezpieczeństwa, gdyż najwyższy wogóle poziom wód wiosennych, jaki był obserwowany w ciągu XIX w., doszedł w r. 1843 do wysokości 6,40 m nad miejscowem 0, bulwary więc, doprowadzone do poziomu 7,30 m, przewyższają ten absolutnie najwyższy poziom jeszcze o 0,90 m, zaś wały powyżej Warszawy wzniesione są do 6,40 m, tak, że w razie nadzwyczajnej powodzi najpierw zalane byłyby okolice zamiejskie, przez co woda nie mogłaby już podnieść się tak znacznie w samym mieście.

## Rzeźnie i targowiska.

REFERAT VII

Przez arch. Czesława Domaniewskiego.

Kwestya budowy rzeźni w związku z rozplanowaniem Wielkiej Warszawy wysuwa konieczność rozstrzygnięcia zasadniczych następujących spraw: 1) należy wybrać odpowiednie miejsce w okolicach Warszawy, 2) zdecydować odległość rzeźni od miasta i 3) określić wielkość terenów, jakie pod rzeźnie przeznaczyć należy.

Przed dziesięciu laty, gdy Magistrat miasta stołecznego Warszawy zamierzał przystąpić do budowy wielkich rzeźni centralnych, cech rzeźników wypowiedział się za urządzeniem ich na lewym brzegu Wisły, we wsi Koło; poważne jednak względy przemawiają za przeniesieniem rzeźni na prawy brzeg Wisły. Przeciwno założeniu rzeźni na lewym brzegu przemawia przede wszystkim wzgląd na szybki rozwój miasta w kierunku zachodnim, skutkiem czego rzeźnia, wymagająca odosobnienia, znalazłaby się już w niedalekiej przyszłości w dzielnicy gęsto zabudowanej i zaludnionej. Brzeg prawy jest znacznie mniej zabudowany i nie zdradza tendencji szybkiego rozwoju, jest więc do celów rzecznych daleko odpowiedniejszy; przytem wartość gruntów na prawym brzegu jest daleko mniejsza, a połączenie rzeźni z kolejami ze wschodu, dowożącemi bydło, daleko łatwiejsze. Rzeźnia powinna znajdować się również niezbyt daleko przyszłego portu tranzytowego na Wiśle, celem ułatwienia wywozu zagranicę drogą wodną.

Odległość rzeźni od miasta jest ze względów zdrowotnych czynnikiem bardzo ważnym i nie może być za małą; zwiększenie zaś odległości nie ma poważniejszego znaczenia wobec udoskonalenia środków komunikacji a zwłaszcza przy zastosowaniu trakcji samochodowej, przy której nale-

dowanie i wyladowanie towaru zajmuje znacznie więcej czasu niż sam przewóz, który przy odległości kilku kilometrów dalej może trwać zaledwie kilkanaście minut dłużej. Można by też urządzić przewóz mięsa z rzeźni do hal w wagonach tramwajowych w specjalnie na ten cel zbudowanych, kursujących w nocy, podczas przerwy ruchu osobowego. Samochody zaś mogłyby obsługiwać pojedyncze sklepy rozrzucone po mieście. Transport mięsa musi być zorganizowany w przedsiębiorstwo przewozowe, obsługujące szybko i znacznie taniej niż obecnie oddzielnymi furmankami przez każdego rzeźnika dla siebie.

Wielkość placów, przeznaczonych pod rzeźnię, musi być bardzo duża. Według szczegółowo przestudyowanych obliczeń, w miastach, liczących ponad 100 000 ludności, na każdego mieszkańca przewidzieć należy około  $0,2 m^2$  na rzeźnię i  $0,2 m^2$  na targowisko, czyli razem  $0,4 m^2$ ; według tych danych W. Warszawa przy 1 500 000 ludności przeznaczyć winna na rzeźnię i targowiska około  $600 000 m^2$ , czyli około 120 morgów, t. j. 4 włóki; obszar ten na lewym brzegu Wisły, przy znacznie wyższych cenach gruntów niż na prawym brzegu, kosztowałby bardzo znaczne sumy. Wielkość rzeźni zależy w znacznej mierze od tego, czy zastosowane są rzeźnie typu amerykańskiego, czy też europejskiego. Rzeźnie typu amerykańskiego są znacznie tańsze w budowie i wymagają znacznie mniej przestrzeni, gdyż ubój odbywa się tam na sposób fabryczny, masowo, przy najszczegółowszym podziale pracy i zastosowaniu odpowiednich urządzeń i chłodni. System europejski polega na tem, że każdy rzeźnik sam, indywidualnie, bije bydło i przechowuje mięso w własnej klatce ogólnej chłodni. Przy systemie amerykańskim bicie jest wiele tańsze i rozwija organizację konsorcjów i związków współdzielczych handlu mięsem. W Warszawie przygotowywanie mięsa koszernego zmusza do stosowania systemu europejskiego tem bardziej, że Warszawa zaopatruje stale Łódź w mięso koszerne. Monopol miejski uboju nie wpływa wcale na system budowy rzeźni, gdyż celem jego jest ścisła kontrola sanitarna.

Targowisko musi być bezpośrednio połączone z rzeźnią, ponieważ bydło dowożone będzie na targ kolejami, i z targowiska bezpośrednio idzie na rzeź.

Targowisko na warzywa wymaga zbudowania wielkich hal centralnych dla sprzedaży hurtowej; hale te znajdować się muszą na lewym brzegu Wisły, gdyż ogrodnictwo rozwijać się będzie jedynie na lepszych gruntach w okolicach Warszawy na lewym brzegu Wisły. Z tych hal centralnych, ogniskujących w sobie handel hurtowy, warzywa rozwożone będą do hal dzielnicowych specjalnymi tramwajami lub samojazdami.

O ile Warszawa ma stać się miastem, pośredniczącym w handlu między Zachodem a Wschodem, co ze względu na jej położenie w środku Europy jest wskazane, to należy przewidzieć koniecznie i jak najdobitniej podkreślać potrzebę urządzenia wielkich, rozległych składów *porto franco*, wywierających olbrzymi wpływ na nasz handel miejscowy, tranzytowy i nasz przemysł. Zasada składów *porto franco* polega na tem, że składane są w nich towary przywożone z zagranicy bez opłaconego cła, które pobierane bywa dopiero przy wydawaniu towaru ze składu, nie zaś przy jego przejściu przez granicę, lub też wysyłany bywa w dalszym ciągu aż do granicy celnej, t. j. na wywóz poza kraj. Skutkiem tego przemysłowiec nie wkłada znacznego kapitału w cło i może zwracać towary nie sprzedane bez straty wyłożonego uprzednio cła. Składy takie *porto-franco* winny posiadać komunikację kolejową i wodną, to też należy je umieścić w pobliżu wielkiego portu.

## DYSKUSJA.

Inż. Rudnicki, podkreślając pierwszorzędną doniosłość urządzenia składów *porto-franco*, zwraca uwagę na olbrzymie koszty takiego urządzenia; jako przykład, przytacza mówca składy takie w Hamburgu, zbudowane w końcu ubiegłego stulecia kosztem kilkuset milionów marek; przy tem prowadzenie takich składów wymaga wielkiej sprawności i kultury.

W latach 1901--1908 sprawa rzeźni centralnych była w Warszawie bardzo aktualną; wtedy już uważano, że dla Warszawy przy 1 000 000 mieszkańców potrzeba przeznaczyć pod rzeźnię i targowisko

90 morgów, czyli  $500 000 m^2$ . Wówczas proponowano magistratowi grunta w miejscowościach następujących:

w Żąbkach—żądano 110 000 rub.; teren ten jednak był niedo-  
godny ze względu na swą znaczną odległość (11 km od hal Mirówskich);

w Różopolu (za Pełcowizną), żądano 163 000 rub.; teren ten jednak z kosztami podniesienia gruntu dla skanalizowania go wymagałby wkładu około 300 000 rub.;

w Emilianowie (w Grochowie, pomiędzy torami kolejowymi) żądano 675 000 rub., koszt zaś podsypywania dla kanalizacji wyniósłby dodatkowo 186 000 rub.;

w Kamionku (posesya suk. Blocha) żądano 370 000 rub.; do czego doszłyby bardzo wielkie koszty podsypywania—około 700 000 rb.;

w Florentynowie (powyżej Grochowa II) cena gruntu wynosiła 1 260 000 rub., a wraz z podsypyaniem—przeszło 1 500 000 rub.;

w Witolinie (w Grochowie I) cena gruntu wynosiła 267 000 rb.

Wogóle zauważyć należy, że miejscowość gęsto zaludniona nie nadaje się ani dla rzeźni samej, ani dla otoczenia. Należy bowiem w sąsiedztwie z rzeźnią przewidzieć rozległe przestrzenie na fabryki przetworów z odpadków mięsnych (fabryki mydła, kleju, garbar-  
nie i t. p.

Przy wyborze miejsca na rzeźnię jednym z najważniejszych czynników jest odległość tego miejsca od miasta i związana z tem sprawa dostarczania mięsa dla Warszawy. Obliczono, że dla potrzeb mieszkańców Warszawy należy dostarczać dziennie 10 000 pudów, co przy przewożeniu wozami kosztuje 1 kop. od puda i km, czyli że zwiększenie odległości rzeźni o 1 km pociągnęłoby za sobą zwiększenie kosztów przewozu o 100 rub. dziennie; dlatego też znaczniejsza odległość zabiłaby możliwość eksploatacji. Przy urządzeniu rzeźni np. w Żąbkach koszt przewozu wyniósłby rocznie 365 000 rub. Nawet przy zastosowaniu trakcji samochodowej koszt przewozu wypadłby dość znaczny. Wynika z tego, że odległość rzeźni od miasta, choć nie decyduje, to jednak odgrywa bardzo ważną rolę, zwłaszcza przy systemie bicia indywidualnym.

W odpowiedzi arch. Domaniewski zaznacza, iż miejsca, brane poprzednio pod uwagę dla projektowanej rzeźni, stały się zupełnie nieodpowiednimi dla Wielkiej Warszawy. Rzeźnia może być umieszczona jedynie nad dolnym biegiem rzeki, poniżej Warszawy, aby ścieki jej nie zanieczyszczały wody w obrębie miasta; należy więc przewidzieć ją w okolicach wielkiego portu i zaopatrzyć ją w osobną kanalizację, uniemożliwiającą wprowadzenie ścieków bezpośrednio do rzeki bez specjalnego ich oczyszczenia. Kwestya dostarczania mięsa do miasta pociąga obecnie za sobą tak znaczne koszty jedynie skutkiem nieracjonalności dzisiejszych urządzeń i stosunków. Obecnie każdy rzeźnik bije indywidualnie na potrzebę najbliższego dnia i mięso przywozi natychmiast do jatki; jest to wysoce nieekonomiczne i niehygieniczne, to też w krajach Zachodu obowiązuje od dawna prawo, zabraniające wywozu z rzeźni mięsa przed upływem 24 godzin po ubiciu, przez który to czas mięso musi być przechowywane w chłodni. Przez wprowadzenie takiego zakazu kwestya czasu, w którym mięso będzie musiało być dowieziona do miasta, odgrywać będzie znacznie mniejszą rolę. Przez budowę chłodni, w których mięso może być przechowywane w przeciągu nawet do 14 dni, podniesie się ogromnie dobroć mięsa. Wtedy rzeźnik będzie mógł zakupywać bydło i bić je hurtowo, zapełniać niemi swoją klatkę w chłodni i sprowadzać z niej do jatki mięso w czasie najdogodniejszym i sposobem najtańszym, a więc np. w nocy wozami tramwajowymi; wtedy koszty przewozu kalkulować się będą zupełnie inaczej, niż obecnie, gdy rzeźnik codziennie z pomocnikami musi jeździć do rzeźni i z powrotem, i przywozić koźmi. Przy uregulowaniu strony prawodawczej uboju zmieni się zasadniczo charakter samej procedury; licząc się z tą okolicznością, należy przy projektowaniu rzeźni mieć na uwadze stosunki nie dzisiejsze, lecz niedalekiej przyszłości. Na fabryki przetworów należy zarezerwować wielkie tereny w sąsiedztwie rzeźni.

Na zapytanie arch. Dygata, czy nie praktyczniej byłoby przewidzieć kilka rzeźni na różnych krańcach miasta, arch. Domaniewski wyjaśnia, iż byłoby to niekorzystnem, gdyż rzeźnia wymaga wielkiej administracji z licznym personelem i ścisłej kontroli sanitarnej; przez podział rzeźni na kilka osobnych i odległych od siebie zakładów zwiększyłyby się nieproporcjonalnie koszty administracji i utrudnionyby został dozór sanitarny. Również ze względu na szkołę weterynaryjną, która znajdowałaby się w bliskości rzeźni, należy bardzo na jednolitości kierunku pracy, możliwej tylko do osiągnięcia w jednym zakładzie.

W sprawie hal centralnych dodaje prelegent, iż przeznaczone są one tylko dla handlu hurtowego; dla potrzeb zaś codziennych ludności hale centralne nie posiadają żadnego znaczenia; należy natomiast w różnych punktach miasta przewidzieć małe hale detaliczne z dojazdem tramwajowym dla dowozu towarów.

IV posiedzenie w d. 6 maja 1916 r.

## Plany miasta stoł. Warszawy.

REFERAT VIII.

Przez inż. Marcelego Jeżowskiego.

*Rozrost Warszawy.* W XIII wieku miasto zawarte było w granicach Starego Miasta, zakreślonych obecnymi ulicami: Podwalem, Mostową i Nowym Zjazdem; w XIV, XV i XVI wiekach rozwój miasta postępuję wolna w kierunku czterech traktów: Krakowskiego (obecne Krakowskie Przedmieście i Nowy Świat), Wrocławskiego (obecna ul. Se-

natorska), Poznańskiego (obecne ul. Długa i Leszno) i Gdańskiego (obecne ul. Freta i Zakroczymska). Od XV wieku rozwijały się zabudowania poza murami miejskimi; wieki XVI i XVII przyniosły niezbyt wielki rozwój. Praga rozwijała się pokrewnie z bardzo niewielkiego zaczątku nawprost Starego Miasta, w okolicach Bródna, gdzie znajdowało się przejście przez rzekę wbród. Granice miasta Warszawy i przedmieść z r. 1656 zaznaczone są na złożonym w Kole Architektów planie konturem niebieskim i fioletowym.

Z biegiem czasu Praga rozwijała się wzdłuż traktów: Gdańskiego, Wileńskiego, Moskiewskiego i Lubelskiego. W r. 1762 według planów Tirregaille'a Warszawa sięgała do ul. Żelaznej i Alei Jerozolimskich, Solec był wtedy już przyłączony; okopów jeszcze nie było. Zarysy okopów powstały w końcu XVIII w. po włączeniu Ujazdowa do miasta, co uwidocznione zostało na planie z r. 1823.

Granice miasta Warszawy z r. 1915, przed przyłączeniem przedmieść, zaznaczone są na planie kolorem niebieskim. Terytorium miasta liczyło dotychczas 3600 ha, dołączone zaś na skutek rozporządzenia władz okupacyjnych przedmieścia Warszawy zajmują powierzchnię 8300 ha, obecna więc powierzchnia Warszawy wykazuje około 12 000 ha.

**Wysokości Warszawy.** Niwelacja Warszawy uwidoczniła jest na planach warstwicowych, z warstwicami co 1 m wysokości, licząc od zera Wisły przy moście Kierbedzia. Dla uplastycznienia różnic poziomów służy plan kolorowany, w którym co 5 m wysokości zabarwienie się wzmacnia. Najniższe położenie posiadają dzielnice, leżące nad Wisłą, średnie—miejsowości, leżące wzdłuż dawnej rzeczki Drny, biegnącej od Stawek i wpadającej do Wisły za cytadela, oraz wzdłuż koryta Sadurki. Najwyższe wzniesienie znajduje się na terenach od ul. Pawiej do Koszyków; najwyższy absolutnie punkt stanowi ul. Biała, przy rogu Ogrodowej na wysokości 38 m nad zerem Wisły.

Na Pradze wysokości terenu nie przekraczają nigdzie 7 m; całe prawie pobrzeże leży, aż do skarpy Wisły, na jednostajnej mniej więcej wysokości.

**Materyał planowy Wydziału Pomiarów.** Kolo, zaznaczone na planie, wykazuje przestrzeń pomiarów zamierzonych. Części prostokątne, oznaczone numerami 1—21, zostały pomierzone już dawniej; praca ta ukończona została około r. 1900, przyczem plany wykonane zostały w skali 1 : 2500, szczegółowy zaś plan samego miasta sporządzony został w skali 1 : 250; część miasta na lewym brzegu Wisły do ul. Okopowej obejmuje 577, Praga zaś 270 arkuszy formatu 75 × 100 cm. Plan miasta z lewego brzegu Wisły obecnie jest już w całości wydrukowany i pojedyncze plansze można w każdej chwili otrzymać.

Rozszerzając zakres pracy i zdejmując pomiary okolic Warszawy, opracowano 10 tablic dodatkowych, które obecnie są już też drukowane, w skali 1 : 2500, lecz nie posiadają napisów, gdy dawniejsze arkusze opisane są w języku rosyjskim. Części, założone na planie ogólnym siana, zawierają 12 tablic przestrzeni już pomierzonych i naniesionych na oryginały; chociaż plany te nie są jeszcze ukończone, to jednak można z nich w razie potrzeby sporządzić kopie.

Do opracowania rzeczonych planów służyły jako materyał podstawowy t. zw. szkice, bardzo dokładnie wykonane w skali 1 : 500, odpowiednio podkolorowane. Przestrzenie, okonturowane na planie kolorem niebieskim, określają obszary zdjęte, których plany zawarte są w szkicach, lecz nie przeniesione dotychczas na skalę 1 : 2500 na oryginały. Części planu, oznaczone kolorem zielonym, należy dopiero pomierzyć lub już przeprowadzone pomiary dopełnić; są to okolice cmentarza prawosławnego, okolice Siekierok i niektóre drobne „oazy“.

Materyał niwelacyjny opracowany został z zupełną dokładnością tylko dla wspomnianych 21 arkuszy planu zasadniczego, poza tem brak danych niwelacyjnych. Prace niwelacyjne dopełniano częściowo w roku bieżącym, notując wyniki pomiarów w mieście przeważnie na planach w skali 1 : 250, w okolicach zaś na planach w skali 1 : 2500.

Dla opracowania szkicu Wielkiej Warszawy przez Kole Architektów przygotowywany jest obecnie plan w skali 1 : 10 000 na 6-ciu tablicach, który będzie ukończony w koń-

cu maja; plan ten obejmuje przestrzeń w granicach planu 1 : 25 000. Prócz tego złożono w Kole Architektów plany: 1) własności miejskich i szpitalnych wraz z cmentarzami i 2) plany własności rządowych.

Dodać należy, że nie wszystkie place poforteczne są pomierzone i zaznaczone, gdyż nie wolno było pomiarów zdejmować; dopiero po ewakuacji przystąpiono do tej pracy i pomierzono dotychczas tereny fortów w okolicach Mokotowa.

## Geologia Warszawy.

REFERAT IX.

Przez prof. Jana Lewińskiego.

Przy rozpatrywaniu budowy geologicznej Warszawy i okolic od razu rzuca się w oczy zasadnicza różnica topograficzna, jaka zachodzi pomiędzy wysokim brzegiem Wisły po lewej stronie, a niziną koryta Wisły po prawej. Linia urwiska nad lewym brzegiem Wisły zaznacza płat o odmiennym charakterze geologicznym.

Podkład całego miasta stanowią najstarsze utwory trzeciorzędowe, tłuste, pstrę gliny oligoceńskie, o kolorze błękitnym, nieprzepuszczalne dla wody, widoczne w gliniankach większości cegielń pod Warszawą. Na ich powierzchni zbiera się woda podskórna, przenikająca przez piaski dyluwialne i aluwialne, leżące na powierzchni. Gliny te stanowią powierzchnię nieprawidłową i występują tylko zrzadka na powierzchni; są one odsłonięte w cytadeli, na Bielanych, w gliniankach za rogatką Mokotowską, oraz u podnóża wysokiego brzegu Wisły na całej długości miasta od cytadeli do Belwederu. Powierzchnia glin tych zaznacza się źródłami, występującymi na Bielanych, około cytadeli i w Łazienkach. Poziom tych glin obniża się nieznacznie w kierunku z południa ku północy; na Bielanych widoczne są one tylko przy niskim poziomie wody na Wiśle. Grubość utworów dyluwialnych sięga 50—60 m.

Powierzchnia glin oligoceńskich została w granicach miasta bardzo dokładnie zbadana i opisana w pracy d-ra Siemiradzkiego, drukowanej w XV tomie „Pamiętnika Fizyograficznego“ z 1898 r., p. t. „Zarys geologii Warszawy“.

Poniżej urwiska wysokiego brzegu Wisły spotykamy zupełnie inny obraz geologiczny: na Powiślu gliny oligoceńskie schodzą do bardzo znacznej głębokości i znajdują się co najmniej na 40—60 m od powierzchni. Na powierzchni glin leżą prawie wyłącznie piaski i żwiry, pomieszane z warstewkami margli i t. p., wogóle skały łatwo przepuszczalne. Prawie wszędzie napotyka się na utwory lodowcowe: moreny lodowcowe, z licznymi głazami narzutowymi, nieuwarstwione, przemieszane z gliną niżej leżącą, siwe, brunatne i czarne margle piaszczyste, żwiry lodowcowe i piaski gruboziarniste. Powyżej moreny lodowcowej leży szereg bardzo zmiennych układów uwarstwionych: piasków białych, żółtych, zielonkawych, ilów, mułu, gliny i t. p. w kilku, a miejscami w kilkunastu warstwach.

Na tem tle geologicznym rozwija się hydrologia Warszawy. Na Powiślu i Pradze warstwy piasków wiślanych nasycone są całkowicie wodą przesiąkającą z rzeki; poziom wód zaskórnych jest tam zlekka ku Wiśle pochylony i utrzymuje się na głębokości 2—3—4 m powyżej poziomu wody w Wiśle. Na Powiślu prędzej się można dobrać do poziomu glin nieprzepuszczalnych; natomiast na prawym brzegu Wisły gliny leżą na bardzo znacznej głębokości. Od strome go brzegu Wisły mamy infiltrację. Poziom wodonośny regulowany jest tu przez położenie glin pstrych oligoceńskich, które wykazują spadek ogólny w kierunku od brzegu Wisły w głąb ku zachodowi; źródła odznaczają się charakterem przelewowym.

Warstwa wodonośna grubieje w miejscach wyżej położonych i dochodzi do 20—30 m głębokości. Zagłębienie w utworach trzeciorzędowych, idące w kierunku poprzecznym do koryta Wisły, wypełnione jest bardzo miłkami utworami węgla brunatnego i kurzawką, występującą zwłaszcza w okolicach wiaduktu kaliskiego, ul. Ceglanej (browar Kijoka), na Chłodnej i ul. Wolność, o 5—6 m głębokości. Ogólny kierunek kurzawki odpowiada w przybliżeniu

staremu korytu rzeki, stanowiącej niegdyś dopływ Wisły i z czasem zasypanej. Przedłużeniem biegu tej doliny są jeziora na Czystem, z których wody idą w kierunku północnym, zasilając kurzwawkę.

Wobec falistości powierzchni Warszawy dają się zauważyć znaczne wahania poziomu wodonośnego; objaw ten występuje w analogiczny sposób również poza granicami Warszawy. W kierunku Mokotowa gliny pstrye podchodzą bliżej do powierzchni, skutkiem czego, niema stąch poziomów wodonośnych, w stronie północnej natomiast widzimy nasycenie całkowite gruntu wodą, sięgającą prawie do powierzchni ziemi, gdzie wody gruntowe są bardzo płynne i obfite; Powiśle i Sielce (bez górnego Mokotowa) a także cała Praga wykazuje wszędzie wodę na bardzo małej głębokości i sam piasek, sięgający na kilkadziesiąt metrów w głąb.

## Kanalizacja i wodociągi.

REFERAT X.

Przez inż. **Zygmunta Wendrowskiego.**

Względny na kanalizację i wodociągi nie krepują na ogół rozplanowania miasta, gdyż w każdym wypadku dobra arteria komunikacyjna jest jednocześnie dogodną arterią kanalizacyjną.

Przy projekcie rozszerzenia Warszawy względy finansowe wymagają zachowania wodociągów istniejących, prócz tego chodzi o dostateczne zabezpieczenie istniejących źródeł wody do picia oraz miejsc na stację przeznaczoną do oczyszczania doprowadzonej wody.

W obecnym układzie trzy smoki, umieszczone na Powiśle niedaleko od rogatek Czerniakowskich, czerpią wodę z Wisły i doprowadzają do stacji przy ul. Czerniakowskiej, skąd jest pompowana do stacji filtrów na Koszykach. Aby woda do smoków dochodziła możliwie czysta, należy część południową brzegów Wisły powyżej miasta zabezpieczyć od zamieszkania i zabudowania, zakładając w tych miejscowościach parki, boiska, place ćwiczeń i t. p. Z tego względu źle się stało, że przeciwny brzeg Wisły powyżej Warszawy nie został przyłączony do miasta, gdyż miasto nie ma możliwości zachować w tych miejscowościach terenów niezaludnionych.

Następnie, należy mieć na uwadze, że być może w przyszłości zajdzie potrzeba powiększenia wydajności stacji filtrów, ku czemu potrzebne będą większe wolne place na wschód od obecnej stacji filtrów; oprócz tego całą tę okolicę dookoła filtrów należy chronić od zabudowania zwartego, gdyż przez zanieczyszczenie powietrza mogłoby to doprowadzić do zanieczyszczenia zbiorników podziemnych wody filtrowanej.

O ochronie przyszłych źródeł trudno obecnie mówić, gdyż nie można dziś określić, skąd będzie można otrzymać wodę dobrą i w dostatecznej ilości. Prawdopodobnie trzeba będzie sięgnąć dość daleko poza granice miasta w górę rzeki, np. w okolice Wilanowa; w każdym razie określenie tych źródeł osiągnie się po dłuższych studiach.

Istniejąca wieża ciśnienia, określająca ciśnienie wody w sieci rur wodociągów miejskich, nie wystarczy również dla całego obszaru W. Warszawy. Gdy miasto rozwinie się w kierunku zachodnim, trzeba będzie w najwyższym punkcie miasta (prawdopodobnie na rogu ulic Górczewskiej i Młynarskiej) zbudować nową wieżę lub zbiorniki, na co należy już teraz przewidzieć wolny plac o powierzchni około 10 ha, posiadający możliwie prawidłową formę.

Co do kosztów głównych części istniejących wodociągów, przemawiających za utrzymaniem ich w przyszłości, można nadmienić, że stacja pomp kosztowała około 3 milionów, a stacja filtrów—około 6 milionów zł.

Projektowana sieć kanalizacyjna, jak zaznaczono, nie krepuje rozplanowania miasta, gdyż daje się ona łatwo dostosować do każdego planu. Żądania zasadnicze, dotyczące układu planu miasta w związku z siecią kanalizacyjną, są właściwie tylko wynikiem układu topograficznego Warszawy. Ścieki odprowadzać należy na północ, w dół rzeki, aby nie zanieczyszczały jej w granicach miasta, i wpuszczać je

do rzeki w miejscu oddalonym od siedzib ludzkich. Tem bardziej, że w kierunkach zachodnim i południowym wydajność dopływów istniejących rzeczek i rowów jest bardzo niewielka. Wobec tego, że rozdział wód między odpływami północnym i południowym stanowi plant kolei W.-W., należy na przyszłość unikać, aby miejscowości, położone na południe od tej kolei, odprowadzały swoje ścieki zanieczyszczonym rowem w kierunku Wilanowa.

Zarząd kanalizacji doprowadzał do urzeczywistnienia arterie w kierunku z południa na północ, gdyż brak ich dawał się odczuwać, a ścieki trzeba odprowadzać na północ. W tym to głównie celu połączono Krakowskie Przedmieście z ul. Miodową przez Nowo-Senatorską, przebito ul. Solną od Mirowskiej do Elektoralnej. Dlatego też Zarząd kanalizacji protestował również przeciwko zabudowaniu placu Kereckiego przez hale miejskie.

Arterie, które muszą być przewidziane w planie W. Warszawy, jako konieczne dla odprowadzania ścieków z zachodniej części miasta, dadzą się podzielić na dwie grupy: 1) arterie w kierunku południe-północ, równoległe do kolei obwodowej i biegnące w kierunku wód zaskórnych dawnym szlakiem Sadurki, i 2) arterie, służące do odprowadzania wód ulewnych, skierowane prostopadłe do Wisły.

Poza tem winien być uwzględniony w planie W. Warszawy szereg postulatów dotychczas nie załatwionych, a ważnych z punktu widzenia prawidłowej komunikacji, mianowicie: 1) przedłużenie ul. Młocińskiej do Zakroczymskiej nad głównym kanałem miejskim na szerokości ok. 20 m zabezpieczonej od zabudowania; 2) urządzenie wielu przejazdów pod torami kolei W.-W., których brak daje się odczuwać i w kanalizacji, z powodu trudności w odprowadzaniu ścieków, np. połączenie ul. Szczęśliwickiej z Przyokopową, dalej połączenie ul. Kościelnej i t. p.

Projekt kanalizacji przedmieść, przyłączonych obecnie do Warszawy, nie jest jeszcze ustalony, gdyż brak ku temu konkretnych danych o wielu czynnikach, wobec czego cała sprawa znajduje się dotychczas w zawieszeniu.

## DYSKUSJA.

Inż. *Rudnicki* zwraca uwagę na postulat referenta w sprawie budowy nowej wieży ciśnienia wraz ze zbiornikiem na rogu ul. Młynarskiej i Górczewskiej, nadmieniając, że w okolicy tej niema wolnych obszarów i że cała ta dzielnica jest gęsto zabudowana; między Młynarską a Płocką znajdują się co prawda przestrzenie niezabudowane, lecz są już rozparcelowane i stosunkowo dość drogie (około 10 zł. za łokieć kw.); dla celów kanalizacji wypadłoby to zbyt kosztownie. Czy wobec tego nie należałoby poszukać terenów tańszych? W odpowiedzi na to inż. *Wendrowski* nadmienia, że w razie potrzeby można zawsze zastosować się do danego miejsca i wielkości placu; jestto jedynie kwestyą kalkulacji, gdyż wobec dotychczasowych kosztów wodociągów warszawskich, wynoszących z górą 11 milionów zł, różnica pół miliona nie powinna odgrywać zasadniczo decydującej roli. Trzy lata temu inż. *Lindley* wskazał już miejsce pod budowę nowej wieży ciśnienia, i sprawa ta miała być w ostatnich czasach przeprowadzona, lecz ewakuacja władz rosyjskich nie pozwoliła na urzeczywistnienie tych projektów.

W sprawie kanalizacji podnosi inż. *Rudnicki*, że, ponieważ przedmieścia zabudowywać trzeba w kierunkach arterii radialnych, między którymi winny znajdować się przestrzenie niezabudowane, potrzebne więc będą dla linii radialnych odpowiednie kanały główne; zdawałoby się, że potrzebny jest system kanałów radialnych, a przy spotkaniu z kanałem wielkim trzeba by wszystkie te kanały ująć w jeden kolektor i prowadzić go okólnie z małym spadkiem do Wisły. Zachodzi jednak pytanie, czy spadki te pozwolą na odprowadzanie ścieków radialnych systemem grawitacyjnym przez kanał obwodowy w kierunku północnym. Inż. *Wendrowski* wyjaśnia, iż system radialny możliwy byłby tylko przy jednakowym odpływie we wszystkie strony; w naszych warunkach jednak odpływy na zachód i południe nie istnieją i nie można w tych kierunkach skierowywać ścieków, wobec czego trzeba kanał główny skierować na północ. Arch. *Wójcicki* porusza sprawę kanalizacji przedmieść południowych za pomocą kanałów istniejących, zachodzi bowiem obawa, że kanały te zarówno pod względem swego spadku jak i objętości nie będą w stanie przyjąć ścieków z dołączonych obecnie obszarów. Inż. *Wendrowski* zaznacza, iż kanały obliczone były właściwie na ścieki samego miasta w granicach okopów, przyczem pewne, acz niewielkie przedłużenie było przewidziane; można więc dołączyć tylko część Mokotowa, natomiast Wierzbno, Rakowiec, Czyste i dzielnice, położone na zachód od kolei obwodowej, nie dadzą się już przyłączyć; natomiast sieć kanalizacyjna Dolnego miasta będzie w stanie obsłużyć Sielce prawie aż do granic Wielkiej Warszawy. Skutkiem tego przedmieścia południowe górnego miasta będą musiały otrzymać osobną sieć kanalizacji. W razie, gdyby okazało się nie-

pożądanem wprowadzanie tak wielkiej ilości ścieków do rzeki, przewidywane są pola irygacyjne w północnej stronie podmiejskiej około Łomianek, przyczem powierzchnia ich dla dawnej Warszawy obliczana była na 3000 ha.

Arch. Lilpop jest zdania, że przy braku projektu kanalizacji dla dołączonych przedmieść trudno o dane konkretne, pozwalające wnioskować o możliwości tego czy innego systemu. Projekt inż. Gomińskiego wychodził z założenia, że kanały istniejące nie mogą być przedłużone, gdyż wyszłyby na powierzchnię ziemi, np. na szosie Grójeckiej, która od miasta spada ku zachodowi. Rzucona w tym projekcie myśl kanału obwodowego, jako pierścienia koncentrycznego do kolei obwodowej, dla odprowadzenia ścieków na północ, może skierować na pomysł pierścienia plantów naokoło Warszawy, któryby łączył np. dawne forty, na którym przy odpowiednim powiększeniu promienia możnaby umieścić przyszły kolektor; należy się tylko zastanowić, czy prowadzić go wzdłuż kolei obwodowej, czy według kierunku ul. Okopowej. Dla projektujących pożądanem byłoby wiedzieć, w jakim oddaleniu od linii obwodowej należałoby ten kolektor prowadzić, jakim promieniem i z jakiego środka go wykreślić. Inż. Wendrowski zaznacza, iż kolektor taki, okalający miasto, nie byłby w żadnym stosunku do kolei obwodowej; najniższy poziom znajduje się rzeczywiście w granicach fortów, gdzie kanał taki mógłby przyjąć spadające ścieki; poniżej jezior na Czystem musiałyby zawrócić ostro na północ i biegnąć albo według kolei obwodowej, albo na zachód od tej kolei; linia ta nie stanowiłaby jednak dogodnej arterii komunikacyjnej.

Arch. Tołwiński zapytuje, czy projektowane opuszczenie torów kolejowych pod poziom ulic i przecięcie miasta na głębokości 8—9 m pod poziomem byłoby dla wodociągów i kanalizacji bardzo kosztowne? Inż. Wendrowski odpowiada, iż wodociągi są nadzwyczaj elastyczne i przeróbka ich dałaby się wykonać niewielkim kosztem, kanały natomiast przedstawiają więcej trudności; możnaby zastosować syfony, lecz byłoby to niepożądane w środku miasta, a przytem eksploatacja byłaby bardzo uciążliwa; z tego powodu Zarząd kanalizacji sprzeciwiał się projektowi rządowemu, przecinającemu trzy główne kanały. Co do przyszłych kolei podziemnych, nie objętych projektem rządowym dworca centralnego, trudno zgóry oznaczyć stopień wykonalności, gdyż kanały leżą na różnych głębokościach od 3 do 8 m. W zasadzie jednak zawsze można się zastosować do sytuacji, uwzględniając warunki konkretne już przy projektowaniu kanałów.

Arch. Tołwiński zwraca uwagę, że tereny, leżące na południow-schód od Warszawy, jak Siekierki i Wilanów, podlegają corocznym zalewom, namulającym je i podnoszącym przez to ich poziom; zapytuje więc, czy procesy aluwialne idą tak prędko, aby móżd liczyć na to, że w przeciągu kilkudziesięciu lat poziom tych miejscowości podniesie się o tyle, że będą one zdadne do zabudowania. W odpowiedzi wyjaśnia prof. Lewiński, że na to w żadnym razie liczyć nie można. Gdyby spadek Wisły zmniejszył się, to byłoby to możliwem, lecz odbywa się to bardzo nieregularnie; obecnie, wobec tego, że drugi brzeg jest obwałowany, mało jest szans na zamulenie. Tereny te są tak zabagnione i niskie, że nie można ich zabudowywać; należy je poprostu ignorować, tak jak pewne tereny na prawym brzegu. Trzeba je pozostawić na plantacje, place sportowe i t. p. Zauważyć należy, że najpraktyczniejszym rozwiązaniem kanalizacji jest zastosowanie się do naturalnego spływu wód, a więc dla Warszawy — w kierunku północnym. Inż. Gembarzeuski dodaje, iż tereny południowo-wschodnie (Siekierki) mają odpływ wód z pod Warszawy, które w razie wylewu Wisły podnoszą się znacznie i uniemożliwiają przez to zabudowanie. A przytem do trzech rur głównych, idących od smoków, należy zachować wolny dostęp dla ewentualnych reparacji; pożądanem więc byłoby zaprojektować nad nimi drogi lub inne wolne przestrzenie.

Inż. Sokal zaznacza, iż należy się zastanowić, czy istniejąca sieć kanalizacji i wodociągów, obliczona dla Warszawy wczorajszej, odpowiada potrzebom miasta, powiększonego przeszło trzykrotnie. Istniejące kolektory główne: trzy (a, b i c) w górnej części miasta, i dwa (d i d') w dolnej nie będą w stanie zadośćuczynić potrzebom całości; należałoby chyba zastosować przepompowywanie, co jednak zwiększa koszt eksploatacji. Należałoby więc zaprojektować jeszcze dwa kolektory równoległe do istniejących, przed i za koleją obwodową, w odległości mniej więcej tej samej jeden od drugiego i od kolektora a, w jakiej znajdują się względem siebie kolektory a i b; do tego jednak trzeba mieć dokładne dane niwelacyjne. Okolicę smoków należy bezwarunkowo chronić przed zabudowaniem, lecz trzeba zgóry przewidzieć, że po uregulowaniu Wisły i przy dużym ruchu spławnym statki tak zanieczyszczą rzekę, że woda stanie się niezdatna do picia. Wyszukanie więc nowych źródeł wody dla Warszawy będzie jedną z trosk przyszłości. Ze względu na konieczność powiększenia stacji filtrów, należy do niej włączyć całe terytorium koszar przy ul. Koszykowej.

## SPRAWY BIEŻĄCE I ROZMAITOŚCI.

**Koło Architektów.** *Sprawozdanie z posiedzenia w d. 8 marca r. b.*

Odczytano propozycję p. Klamborowskiego, autora pracy konkursowej na rozplanowanie Kalisza, aby przejrzeć jeszcze raz pracę jego Nr. 4 i ewentualnie zakwalifikować do nagrody; po dyskusji uchwalono, w myśl ogólnych warunków konkursowych, obowiązujących Koło, odpowiedzieć odmownie. Kol. Z. Woycieckiego uchwalono zaprosić na inspektora w wydziale budowlanym R. G. O. przy odbudowie wsi polskiej; następnym kandydatem jest kol. B. Żurkowski. Do tworzącego się obecnie Tow. Produkcji Materiałów Budowl. Koło uchwaliło przystąpić w charakterze udziałowca, deklarując rb. 2000 na kupno akcji. Przedstawicielem Koła obrano kol. Heuricha. Dłuższej dyskusji podlegała sprawa zorganizowania Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. Prof. M. Tołwiński zaproponował, aby do sprawy tak doniosłej, obchodzącej cały świat artystyczny, powołać do udziału w organizacji przedstawicieli zreszeń artystycznych; dawny materiał, zebrany w tej sprawie, prof. M. Tołwiński uważa za niedostateczny, gdyż opracowany był przy nielicznym udziale grup artystycznych naszego kraju. Kol. Heurich, ze względu na pośpiech, proponuje nie powoływać nowej komisji, gdyż w skład dawnej komisji wchodził przedstawiciele najpoważniejszych zreszeń artystycznych. Koło, po wysłuchaniu tych głosów, uchwaliło, aby przy opracowaniu projektu ustawy Akademii Sztuk Pięknych powołać dawną komisję i ewentualnie skład jej powiększyć przez powołanie nowych członków, zaś materiały dawnej komisji zostaną odpowiednio spożytkowane.

Członek Rady Stow. Techn. p. Bendetson zakomunikował, że wakuje posada budowniczego na warunkach podanych w *Przegl. Techn.* Kandydaci oferty swe składać mogą pod lit. T. Z. Z. Po przeczytaniu protokołu i otwarciu kopert na konkurs L na przebudowę gmachu Kronenberga, okazało się, że nagrodę I-szą otrzymała praca Nr. 15, autorami jej są pp. Żurkowski Bolesław i Siedlicki Mieczysław, zaś nagrodę II-ą Nr. 14 pp. Nagórski Julian i Zaleski Stanisław.

*Sprawozdanie z posiedzenia w d. 15 marca r. b.* Kol. Dygat w bardzo obszernym odczycie streścił część I-szą swej pracy, poświęconej przebudowie Paryża za czasów Napoleona III. Przebudowy tej dokonał, z polecenia cesarza, burmistrz m. Pa-

ryża Hausman. Po wyjaśnieniu historii owej przebudowy kol. Dygat opisał szczegółowo wygląd Paryża przed i po przebudowie. Ponieważ zbyt obfita treść odczytu nie pozwalała na wyczerpanie całego materiału, przeto dalszy ciąg odczytu (część II-ą) odłożono do następnego posiedzenia. Otrzymane od Tow. „Przezorność“ na rzecz Koła rb. 500 przelano do funduszu imienia ś. p. Władysława Marconiego na wydawnictwa Koła Architektów z dziedziny architektury i budownictwa. Do komisji organizacyjnej Szkoły Sztuk Pięknych od Koła wybrano kol. Heuricha i Wojciechowskiego; zaś wykładających w Politechnice — kol. Tał. Tołwińskiego i Karola Jankowskiego. Pierwsze posiedzenie odbędzie się 30 marca r. b. Burmistrz m. Kalisza p. Prądzyński zawiadomił, że magistrat uchwilił nabyć po rb. 300 prace konkursowe—N-ra 3, 6, 7, 10, 11 i 15 oraz przeznacza rb. 100 na nabycie 100 egzemplarzy odbitek prac konkursowych drukowanych w *Przegl. Techn.*

W sprawie planu Wielkiej Warszawy Koło upoważniło przewodniczącego Koła i wice-przewodn. kol. Jankowskiego do omówienia warunków, na jakich Koło mogłoby podjąć się opracowania danych do konkursu na plan Wielkiej Warszawy. Czas na wykonanie tej pracy—półroczny. Autorem planu będzie Koło Architektów. Skala 1:10 000 i 1:25 000. Na koszt opracowania planu winno być przeznaczone rb. 6000. Proponuje się zorganizowanie komisji, rozpatrującej projekty wstępne, czyli t. zw. referentów. Do komisji tej zaproszono pp. Rudnickiego, Szyllera, Lilpopa, Jankowskiego i Heuricha. Prace wstępne będą referowane na posiedzeniach Koła i robione będą wyczerpujące uwagi, mogące dać obfity materiał do wypracowania drugiego, bardziej obrobionego projektu. Wobec tego, że autorem planu będzie Koło Architektów, zastrzega się, aby konkursujący byli wyłącznie członkowie Koła; ich współpracownicy nieczłonkowie Koła, nie mogą być ujawnieni. Na delegatów do sekcji wystawy szkolnej do wielkiej kwesty majowej zaproszono kol. Bol. Żurkowskiego i Jul. Kłosa. Odczytano i przyjęto do wiadomości odezwę o zorganizowaniu wykładów budownictwa ludowego przy Uniwersytecie Ludowym. P. Szyller proponuje opracowanie planów dworków o 5—6 pokojach, gdyż trafiają się ze wsi z prośbą o taki materiał; przewodniczący Koła zapewnił, że plany takie wkrótce wypracuje wydział budowlany Rady Głównej.

Wydawca **Feliks Kucharzewski.** Redaktor odp. **Stanisław Manduk.**

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska № 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników).

Za pozwoleniem cenzury niemieckiej d. 25/VII 1916 r.