

# CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN MINISTERSTWA ROBÓT PUBLICZNYCH  
I POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XLI.

Lwów, dnia 25. września 1923.

Nr. 18.

**Wydano przy zasiłku Ministerstwa W. R. i O. P.**



**A** roku 1877 zawiązało się we Lwowie Towarzystwo Ukończonych Techników, które rozpoczęło wydawanie czasopisma technicznego „Dźwignia”. Zeszyt pierwszy ukazał się w sierpniu tegoż roku. Pismo wychodziło do r. 1882 włącznie, najpierw pod redakcją ś. p. Ludwika Radwańskiego, następnie ś. p. Karola Skibińskiego. Towarzystwo Ukończonych Techników przemieniło nazwę już w r. 1877 na Tow. Politechn., które organ swój „Dźwignię” wydaje od r. 1883 pod tytułem „Czasopismo Techniczne” bez przerw przez lat 40. A mianowicie Tow. Techn. Krakowskie rozpoczęło z 1 stycznia 1880 wydawać pismo p. t. „Czasopismo Techniczne”; w r. 1883 na podstawie umowy między niem a Tow. Polit. następuje zlanie się obu pism: „Dźwignia” zmienia tytuł na „Czasopismo Techniczne”, które odtąd do r. 1888 pojawia się jako organ wspólny obu Towarzystw.

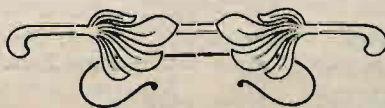
Okres lat 40 to okres duży, ogrom pracy, często bezimiennej, włożony w wydawnictwo, zasługi, których odpowiednia ocena należy do społeczeństwa — olbrzymie, a to nie jedynie na każdym polu działalności technika, ale przez to i we wszystkich dziedzinach życia społecznego.

Upoważnia to do uczczenia tego okresu, co czyni Polskie Towarzystwo Politechniczne wydaniem zeszytu jubileuszowego, „aby z przeszłości czerpać wiarę w przyszłość”.

Redaktorami pisma byli: 1883 ś. p. Karol Skibiński, 1884—1888 Maksymiljan Thullie, 1889—1894 Placyd Dziwiński, 1895—1899 Bronisław Pawlewski, 1900—1901 Tadeusz Fiedler, 1902—1906 Stanisław Świeżawski, 1907—1910 Wiktor Syniewski, 1911—1918 Stanisław Anczyc, 1919—1920 Maksymiljan Matakiewicz, 1921—1923 Artur Kühnel.

Administratorowie: 1890—1892 Albin Zazula; 1893 Karol Pajczkowski; 1894 Marcin Maślanka; 1895 Grzegorz Peżański; 1896—1899 Wiktor Syniewski; 1900—1901 Stanisław Świeżawski; 1902 Edmund Grzębski; 1903—1911 i 1915—1917 Marjan Kuczyński; 1912—1914 Stanisław Downarowicz; 1918 Adam Rożański; 1919 Roman Januszkiewicz; 1920 i 1921 Stefan Szybalski; 1922 i 1923 Stanisław Kozłowski.

Pismo składa i drukuje przez całych lat 40 I. Związkowa Drukarnia we Lwowie, pozostająca przez ten okres pod zarządem p. dyrektora Albina Todschildera. Składali je następujący pp. składacze: ś. p. Mańkowski Feliks, Myślicki Kazimierz i Szarama Stanisław.



## Teorie zgniotu.

Zgniotem nazywamy obróbkę metali poniżej granicy plastyczności, gdy wywołane odkształcenia tylko w części trwale pozostają, powodując równocześnie zmiany własności fizycznych metalu, jakich nie wywołują odkształcenia w stanie zupełnie plastycznym.

Weźmy na przykład żelazo o małej zawartości węgla. Żelazo takie, obrabiane w stanie zimnym (kute, tłoczone, walcowane itp.), pozwala się do pewnego stopnia odkształcić, przyjmując nadaną mu postać, nie zachowuje jednak swoich własności niezmiennie, — przeciwnie, twardnieje, wytrzymałość jego wzrasta, a równocześnie maleje ciągliwość, materiał staje się w miarę postępu tego rodzaju obróbki coraz kruchszym i wreszcie pęka. Wyżarzenie około 600°, kiedy żelazo jest plastyczne, usuwa niekorzystne dla przeróbki objawy zgniotu, a żelazo może być znów tak samo przerabiane. Oprócz powyższych objawów, ważnych dla procesów technologicznych, występują jeszcze inne zmiany fizyczne: powstają wewnętrzne naprężenia, odkształcenia ziarn krystalicznych, z jakich składa się metal, — ziarna doznają wydłużenia, ciężar właściwy maleje, opór elektryczny wzrasta itd.

Wszystkie powyższe objawy nie zachodzą, gdy metal jest doskonale plastyczny, np. to samo żelazo, obrabiane w stanie rozżarzone, nie doznaje opisanych zmian.

Zrozumiałą jest rzeczą, że tak doniosłe objawy oddawna zainteresowały — najpierw praktyków, z powodu występujących podczas obróbki trudności lub możliwości celowego wywoływania pewnych objawów towarzyszących zgniotowi (zwiększenie twardości i wytrzymałości); znacznie później, a nawet stosunkowo bardzo niedawno, zaczęto się nimi naukowo interesować, ale też od tego czasu wytlumaczenie objawów zgniotu stało się przedmiotem usilnych, a powiedzieć trzeba, bardzo wolno do celu wiodących badań. Dotarcie do atomowej budowy metalu pozwoliło na postawienie hipotez bliskich już zdaje się prawdy. Zapisali się na kartach tych badań znane na innych polach nauki imiona badaczy jak Adams, Bauschinger, Beilby, Cohen, Czochralski, Heyn, Johnston, Lehmann, Ludwik, Nernst, Ostwald, Roozeboom, Rosenhein, Tammann i i.

Dawniejsze i dziś przeważnie zarzucone, choć tu i ówdzie podtrzymywane hipotezy, wymienię krótko<sup>1)</sup>:

Adams i Johnston przyjmują, że wskutek nacisku wywołanego zgniotem następuje miejscowe obniżenie punktu topliwości, metal przechodzi tam w stan płynny i natychmiast potem tężeje.

Beilby, a zwłaszcza Rosenhein przypuszczają, że pod działaniem zgniotu tworzą się między kryształami i między powierzchniami przesuwu warstwy bezpostaciowe, będące powodem większej wytrzymałości a zarazem kruchości.

Cohen a z nim Lehmann twierdzą, że pod wpływem zgniotu tworzy się inna alotropowa modyfikacja metalu, o odmiennych własnościach fizycznych.

Heyn przypisuje objawy wywołane zgniotem wzrostowi wewnętrznej energii, wskutek zwiększenia międzykrystalicznego napięcia powierzchniowego.

Najwięcej zwolenników miała dotychczas hipoteza Tammanna<sup>2)</sup> ze względu na swoje logiczne uzasadnienie, poparte doświadczeniami. Każdy kryształ, a więc tak samo

kryształ soli jak metalu, posiada w pewnych kierunkach, odpowiadających jego osiom, mniejszą spójność, i pod wpływem nacisku, przewyższającego tę spójność, doznaje odkształcenia w ten sposób, że jego elementy przesuwają się względem siebie wzdłuż płaszczyzn spójności. Na gładkiej powierzchni tak odkształconego metalu występują oddawna przez badaczy zaobserwowane, równoległe linie „translatacyjne“, wskazujące owe przesunięcia. Według Tammanna siły zgniatające wywołują, odpowiednio do swej wielkości, przesunięcia stopniowe, najpierw w kryształach najkorzystniej zorientowanych do kierunku działania sił; w miarę ich wzrostu występują przesunięcia w kryształach mniej korzystnie ustawionych, które stawiają większy opór. W ten sposób coraz więcej kryształów bierze udział w odkształceniu, które wskutek tego jest coraz większe. Decydujące dla teorii Tammanna jest zapatrywanie jego na zachowanie się pod wpływem zgniotu sieci krystalicznej. Siecią krystaliczną nazywają się najmniejsze cząstki kryształu, wiernie odzwierciedlające jego budowę; na ich narożach, a także krawędziach i płaszczyznach rozłożone są atomy. U metali ma sieć najczęściej postać graniastosłupa sześciennego. Budowa i własności kryształu odpowiadają zawsze jego sieci krystalicznej (przestrzennej), która przez to jest w nim najważniejszym czynnikiem, a rozpoznanie jej zachowania się podczas pewnych procesów, jakim podlega kryształ, powinno doprowadzić do poznania istoty tych procesów. Według hipotezy Tammanna sieć pod wpływem zgniotu nie podlega odkształceniom trwałym, jakkolwiek pewne zmiany widocznie zachodzą w atomach, na co wskazuje przedewszystkiem odmiennie chemiczne zachowanie się zgniecionego metalu.

Czochralski natomiast już oddawna twierdził, że zgniot powoduje naruszenie sieci przestrzennej kryształu, a więc głęboko wnika w budowę metalu. Jego teoria, popierana różnymi objawami, nie tyle pozytywnej natury, ale wskazującymi sprzeczności w przyjęciach teorii Tammanna, została w ostatnich czasach bardzo wzmocniona, jeżeli nie ugruntowana<sup>1)</sup>.

Zarzuca on teorii Tammanna, opierającej się na zjawiskach translatacji, że uboczny i podrzędny objaw, jakim jest przy zgniocie to zjawisko, uczynił decydującym. Tymczasem doświadczenia, w których stopniowo stosowano coraz silniejszy zgniot, wykazały, że figury translatacyjne występują tylko przy słabej deformacji, a przy dalszej, silniejszej zupełnie zanikają.

Stwierdził on ponadto, że rozmaite zaciemnienie ziarn krystalicznych, nie zdeformowanych, występujące w obrazie mikroskopowym wskutek rozmaitej orientacji kryształów względem płaszczyzny obrazu, — pod wpływem zgniotu znika, wykazując jednakowe zaciemnienie. Ponadto rysunek powierzchni kryształów, zmienny w kierunkach różnych osi i przez to charakterystyczny dla ich budowy, zanika w ziarnach poddanych silnemu zgniotowi.

Te objawy doprowadziły Czochralskiego do wniosku, że wskutek zgniotu sieć krystaliczna doznaje daleko idących zmian.

Liczne zdjęcia röntgenograficzne sieci krystalicznej, wykonane metodą Lauego na kryształach poddanych zgniotowi, wykazują istotnie w miarę jego wzrostu bardzo wybitne różnice, świadczące o przesunięciach płaszczyzn,

<sup>1)</sup> Są one treściwie i krytycznie zestawione w książce H. W. Fraenkla: Die Verfestigung der Metalle durch mechanische Beanspruchung. 1920.

<sup>2)</sup> Tammann: Lehrbuch der Metallographie II. wyd. 1921.

<sup>1)</sup> J. Czochralski: Die Grundlagen der Verfestigungsvorgänge, Zftf. f. Metallkunde 1923, str. 7, oraz: Verlagerungshypothese und Röntgenforschung, Zftf. f. Metallkunde 1923, str. 60.

a zatem o odkształceniu sieci pod wpływem zgniotu; tem samą hipotezą Czochralskiego została stwierdzona doświadczalnie.

Odkształcenia sieci krystalicznej polegają według niego na zbliżeniu do siebie powierzchni oddzielonych dłuższymi krawędziami, przedstawiającymi przez to mniejszy opór; zbliżenie to doprowadza do wyrównania odległości poszczególnych grup atomów rozłożonych na narożach, krawędziach i płaszczyznach sieci, wskutek czego zanika pierwotna ich i sieci krystalicznej symetria. Że to tłumaczenie jest prawdopodobne, świadczą jego doświadczenia wykonane na pojedynczych kryształach glinu, wykazujących w stanie nienaruszonym rozmaite wytrzymałość

w kierunku różnych osi; po zgnioście w kierunku osi najmniejszego oporu wytrzymałość zwiększyła się do wielkości, jaką kryształ miał w kierunku osi największej wytrzymałości, i wreszcie we wszystkich kierunkach wykazywał jednakową, już dalej niezmienną wytrzymałość.

Dlaczego kryształy zdeformowane wskutek zgniotu zachowują nadaną im postać, dlaczego pod wpływem żarzenia wracają do pierwotnego kształtu, i jaką rolę odgrywa wewnętrzne tarcie, — te pytania czekają jeszcze na odpowiedź. Spodziewać się można, że dalsze badania röntgenograficzne sieci krystalicznej rzucą wkrótce światło i na tę sprawę.

St. Anczyk.

## Przyczynek do wyznaczenia naprężeń ścinających w prętach zginanych.

Podał Inż. Dr. Zygmunt Fuchs.

Wyznaczenie naprężeń ścinających w belkach zginanych stanowi, jak wiadomo, poważną rubrykę przy obliczeniach praktycznych. A jednak wypada podnieść, że w żadnej może dziedzinie niema tylu nieporozumień, co w tej właśnie. Niewątpliwie jedną z głównych przyczyn tego stanu rzeczy jest niezmierna trudność samego zagadnienia, a może też poczęści i okoliczność, że uświęcone przez tradycję przyzwyczajenie do posługiwania się formułkami uniwersalnemi w tym wypadku zupełnie zawodzi. Wypada podnieść, że pomimo świetnego wprost ugruntowania teorii ścinania prętów zginanych przez prace de Saint-Venant'a i innych, do dziś nie umiemy jeszcze wyznaczyć stanu napięcia w belkach o dowolnym przekroju i przy dowolnym obciążeniu.

Odnosnie do prostoty rozwiązań można wyróżnić dwa rodzaje przekrojów prętów: jedna grupa, obejmująca przekroje ograniczone krzywami ciągłymi bez punktów osobliwych, jak n. p. koło, elipsa i t. p., posiada rozwiązania ścisłe w postaci stosunkowo prostej wyrażone przy pomocy funkcji algebraicznych, natomiast w drugiej grupie, obejmującej przekroje ograniczone krzywami z punktami osobliwymi n. p. punktami podwójnymi, które na poboczniczy pręta występują w postaci ostrych krawędzi, n. p. prostokąt, romb, trójkąt i t. p., można dojść do rozwiązań ścisłych najczęściej tylko przy pomocy zawilgłych funkcji przestępnych i szeregów nieskończonych.

W niniejszej pracy zajmiemy się wyznaczeniem rozkładu naprężeń dla kilku ważnych praktycznie przekrojów prętów zginanych, przy czem ograniczymy się do wypadku belki o stałym przekroju jednym końcem doskonale utwierdzonej, zaś na drugim końcu poddanej działaniu sił, leżących w płaszczyźnie ostatniego przekroju. Materiał belki przyjmujemy równokierunkowy, tudzież zakładamy, że wpływ sił masowych można zaniedbać. Obciążenie wolnego końca belki niechaj będzie równowarte sile  $Q$  prostopadłej do osi belki, przy czem kierunek jej działania niech przechodzi przez środek masy pola przekroju. Ścisłe biorąc, powinna być siła  $Q$  wypadkowa z sił, rozmieszczonych wzdłuż przekroju w pewien ściśle określony sposób, co oczywiście praktycznie trudno jest przeprowadzić; przekonano się jednak, że odstępstwa od przepisane go dla danego przekroju rozmieszczenia sił zewnętrznych wywołują tylko miejscowe zakłócenia w stanie napięcia i odkształcenia zgodnie z postulatem zasady de Saint-Venant'a o „sprężystej równowar-

tości statycznie równowartych układów sił“.

Z kolei zakładamy prostokątny układ współrzędnych, którego oś  $z$ -ów wpada w oś pręta zginanego, zaś oś  $y$ -ów w kierunek obciążenia  $Q$ , przy czem osie  $x$ -ów i  $y$ -ów przechodzą przez środek masy przekroju równoległe do głównych osi bezwładności. Naprężenia składowe w płaszczyźnie  $z$ —stałej oznaczать będziemy przez  $\sigma_{zz}$ ,  $\tau_{zx}$ ,  $\tau_{zy}$ , przy czem pierwsze wskaźniki podają płaszczyznę przekroju, zaś drugie kierunek naprężeń składowych; widocznem jest, że  $\sigma$  oznacza składową normalną, zaś  $\tau$  składową styczną naprężenia w danym elemencie przekroju. Analogiczne oznaczenia stosować będziemy dla reszty składowych naprężenia w danym elemencie.

Założenie teorii zgięcia, wykluczające wystąpienie naprężeń normalnych w płaszczyznach równoległych do osi pręta, wyraża się w postaci:

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \tau_{xy} = 0. \quad (1)$$

Z trzech równań równowagi dowolnego elementu belki pozostaje zatem tylko jedno:

$$\frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

gdzie składowa normalna naprężenia określona jest na podstawie założenia Bernoulli'ego, tudzież założenia (1) związkami:

$$\sigma_{zz} = \frac{M}{\Theta} y; \quad (3)$$

$M$  oznacza przytem wielkość momentu zginającego, zaś  $\Theta$  wielkość momentu bezwładności przekroju względem osi obojętnej (osi  $x$ -ów). Wobec tego:

$$\frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} = \frac{\partial M}{\partial z} \frac{y}{\Theta} = Q \frac{y}{\Theta}. \quad (4)$$

Oznaczmy przez  $(x + \xi, y + \eta, z + \zeta)$  współrzędne dowolnego elementu belki, który w stanie nieodkształconym belki zajmował miejsce odpowiadające współrzędnym  $(x, y, z)$ . Natenczas małe zmiany kąta pierwotnie prostego w punkcie  $(x, y, z)$  określają wyrażenia:

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial x}, \quad \gamma_{xz} = \frac{\partial \xi}{\partial z} + \frac{\partial \zeta}{\partial x}, \quad \gamma_{yz} = \frac{\partial \eta}{\partial z} + \frac{\partial \zeta}{\partial y}, \quad (5)$$

przy czem wskaźniki przy  $\gamma$  określają kierunki ramion odnośnego kąta. Jeśli tedy pewien stan napięcia ma być zgodny z postulatami ścisłej teorii sprężystości, natenczas musi ponadto odpowiadać możliwemu układowi prze-

sunięć. Część tych warunków jest spełnioną w naszym wypadku na podstawie odnośnych założeń, zaś resztę określają równania:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} - \frac{\partial \gamma_{xz}}{\partial y} \right) &= \frac{2Q}{mE\Theta} \\ \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} - \frac{\partial \gamma_{xz}}{\partial y} \right) &= 0 \end{aligned} \right\}; \quad (6)$$

$\mu = \frac{1}{m}$  i  $E$  oznaczają liczbę Poisson'a i moduł Young'a dla materiału belki.

I. Dla belki w postaci rury, której przekrój ograniczają dwa koła współśrodkowe, można łatwo wyznaczyć rozkład naprężeń ścinających przy pomocy pewnej funkcji  $\chi$  podanej przez A. E. H. Love'a i ogólnych wzorów, podających wielkość naprężeń składowych zgodnie z przedstawionymi powyżej warunkami<sup>1)</sup>:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{mE}{2(m+1)} t \left( \frac{\partial \phi}{\partial y} - x \right) - \frac{m}{2(m+1)} \frac{Q}{\Theta} \left\{ \frac{\partial \chi}{\partial y} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2m} y^2 + \frac{2m-1}{2m} x^2 \right\} \\ \tau_{xz} &= \frac{mE}{2(m+1)} t \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} + y \right) - \frac{m}{2(m+1)} \frac{Q}{\Theta} \left\{ \frac{\partial \chi}{\partial x} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{2m+1}{m} xy \right\} \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

gdzie  $\phi$  oznacza pewną funkcję zgodną z potencjałem prędkości pewnego określonego ruchu potencjalnego cieczy doskonałej, zamkniętej w naczyniu w postaci rozpatrywanej belki, a mianowicie jeśli dane naczynie obraca się dookoła swej osi podłużnej z prędkością kątową — 1. Łatwo przewidzieć, że w danym wypadku przekroju pierścieniowego musi  $\phi$  zniknąć. Podobnie musimy w danym wypadku założyć stałą całkowania  $t$  równą zeru, a mianowicie z powodu symetrii przekroju względem osi  $x$ -ów i  $y$ -ów, gdyż wyrazy obok  $t$  w nawiasie zawierają współrzędne w nieparzystej potęgce, a zatem zmieniałyby swój znak przy przejściu przez osie symetrii. Wreszcie oznacza  $\chi$  pewną funkcję odpowiadającą rozpatrywanemu przekrojowi belki, która w danym wypadku przedstawia się w postaci<sup>2)</sup>:

$$\chi = - \left( \frac{3}{4} + \frac{1}{2m} \right) \left\{ (a_0^2 + a_1^2) r + \frac{a_0^2 a_1^2}{r} \right\} \cos \varphi + \frac{1}{4} r^3 \cos 3\varphi + \text{stała}, \quad (8)$$

gdzie  $a_0$  oznacza wielkość promienia zewnętrznego, zaś  $a_1$  wielkość promienia wewnętrznego koła, natomiast  $(r, \varphi)$  określają współrzędne biegunowe dowolnego punktu przekroju pierścieniowego. Przy pomocy związków:

$$x = r \sin \varphi, \quad y = r \cos \varphi$$

można funkcję  $\chi$  wyrazić przez współrzędne prostokątne w postaci:

$$\chi = - \left( \frac{3}{4} + \frac{1}{2m} \right) \left\{ (a_0^2 + a_1^2) y + \frac{a_0^2 a_1^2}{x^2 + y^2} y \right\} + \frac{1}{4} (y^3 - 3x^2 y) + \text{stała}, \quad (8')$$

<sup>1)</sup> Por. A. E. H. Love: *Lehrbuch der Elastizität*, tłum. A. Timpe, 1907, str. 382.

<sup>2)</sup> Love l. c. str. 386.

skąd:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \chi}{\partial x} &= \left( \frac{3}{2} + \frac{1}{m} \right) a_0^2 a_1^2 \frac{xy}{(x^2 + y^2)^2} - \frac{3}{2} xy \\ \frac{\partial \chi}{\partial y} &= - \left( \frac{3}{4} + \frac{1}{2m} \right) \left\{ a_0^2 + a_1^2 + a_0^2 a_1^2 \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2} \right\} + \\ &\quad + \frac{3}{4} (y^2 - x^2). \end{aligned}$$

Wstawiając te wartości w równ. (7), otrzymujemy:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{1}{8(m+1)} \frac{Q}{\Theta} \left\{ (3m+2) \left[ a_0^2 + a_1^2 + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + a_0^2 a_1^2 \frac{x^2 - y^2}{(x^2 + y^2)^2} - y^2 \right] - (m-2)x^2 \right\} \\ \tau_{xz} &= - \frac{1}{4(m+1)} \frac{Q}{\Theta} \left\{ (3m+2) \frac{a_0^2 a_1^2}{(x^2 + y^2)^2} + \right. \\ &\quad \left. + m+2 \right\} xy \end{aligned} \right\}. \quad (9)$$

$$\text{gdzie} \quad \Theta = \frac{\pi}{4} (a_0^4 - a_1^4).$$

Ponieważ wedle założenia nie występują wzdłuż belki żadne siły zewnętrzne, przeto wypadkowa z  $\tau_{xy}$  i  $\tau_{xz}$  w dowolnym miejscu wzdłuż konturu przekroju belki musi koniecznie pokrywać się ze styczną do obwodu w tymże miejscu, czyli musi spełnić się warunek:

$$\frac{\tau_{xy}}{\tau_{xz}} = \frac{dy}{dx}, \quad (10)$$

gdzie  $\frac{dy}{dx}$  odpowiada równaniom różniczkowym krzywych, ograniczających dany przekrój.

W naszym wypadku ograniczają przekrój belki dwa koła:

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 &= a_0^2 \\ x^2 + y^2 &= a_1^2. \end{aligned}$$

Wobec tego musi być spełniony warunek:

$$\frac{dy}{dx} = - \frac{x}{y} = \frac{\tau_{xy}}{\tau_{xz}}$$

Po wstawieniu wartości otrzymujemy:

$$\begin{aligned} &\frac{3m+2}{2} \left[ a_0^2 + a_1^2 - \frac{a_0^2 a_1^2}{a_0^2} - a_0^2 \right] + \\ &+ \left\{ \frac{1}{2} \left[ (3m+2) \left( \frac{2a_0^2 a_1^2}{a_0^4} + 1 \right) - m+2 \right] - \right. \\ &\quad \left. - (3m+2) \frac{a_0^2 a_1^2}{a_0^4} - m-2 \right\} x^2 = 0, \end{aligned}$$

przyczem w miejsce  $a_0$  należy wstawić  $a_0$  względnie  $a_1$ . W tem równaniu znika zarówno wyraz stały jak też i współczynnik przy  $x^2$ , wobec czego odnośny warunek spełnia się w dowolnym punkcie zewnętrznego i wewnętrznego koła.

Ponieważ równ. (7) czynią zadość równaniom warunkowym (6), przeto i rozwiązania (9) odpowiadają warunkom ścisłej teorii sprężystości.

Naprężenie ścinające wypadkowe osiąga największą wartość w miejscu  $(x = \pm a_1, y = 0)$ ; z wzor. (9) otrzymujemy zatem:

$$\tau_{\max} = \frac{1}{(m+1)\pi} \frac{(3m+2)a_0^2 + (m+2)a_1^2}{a_0^4 - a_1^4} Q. \quad (11)$$

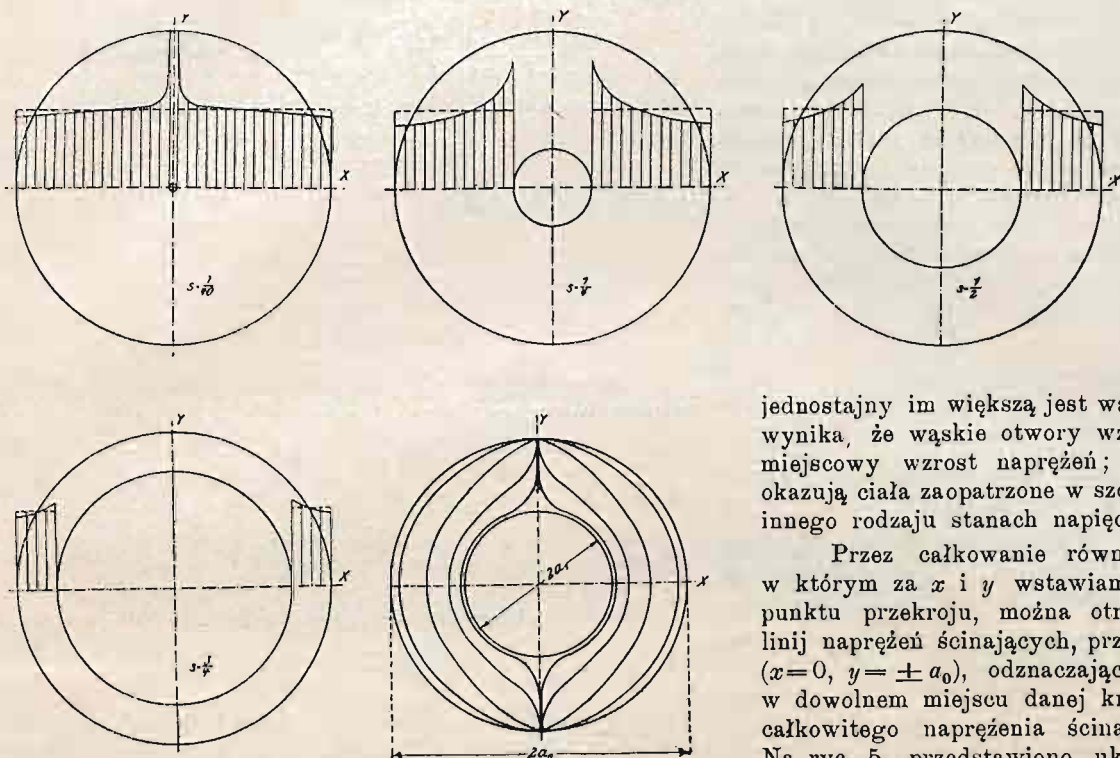
Wprowadziwszy pojęcie „naprężenia średniego” określonego przez

$$\tau_{sr} = \frac{Q}{\pi (a_0^2 - a_1^2)},$$

otrzymujemy przy oznaczeniu  $\frac{a_1}{a_0} = s$  i założeniu  $m = \frac{10}{3}$  dla stosowanych powszechnie równokierunkowych metali:

$$\tau_{max} = \frac{4}{13} \frac{4s^2 + 9}{s^2 + 1} \tau_{sr} \quad \dots \quad (11')$$

wzór, który ze względu na jego nadzwyczajną prostotę można z korzyścią zastosować przy obliczeniach praktycznych.



Ryc. 1, 2, 3, 4, 5.

Przy założeniu bardzo małej grubości ścianki rury można w przybliżeniu wstawić  $s = 1$ ; natenczas:

$$\tau_{max} = 2 \tau_{sr} \quad \dots \quad (11'')$$

czyli największe naprężenie ścinające jest w danym wypadku dwa razy większe od naprężenia średniego, któreby wystąpiło w wypadku równomiernego rozkładu naprężeń wzdłuż przekroju.

Dla belki przewierconej wzdłuż osi można w wypadku, gdy średnica otworu jest bardzo mała w porównaniu do średnicy belki, założyć  $s = 0$ , wobec czego:

$$\tau_{max} = \frac{36}{13} \tau_{sr} \quad \dots \quad (11''')$$

Ponieważ dla belki o przekroju kołowym pełnym wypada przy równych zresztą warunkach<sup>1)</sup>:

$$\tau_{max} = \frac{18}{13} \tau_{sr},$$

przeto przewiercenie belki wzdłuż osi powoduje dwukrotne powiększenie  $\tau_{max}$ .

Rozkład naprężeń ścinających wzdłuż osi  $x$  ów przedstawiono wykreślić na ryc. 1-4 dla rozmaitych wartości stosunku  $s$ ; przytem obrano dla każdego prze-

kroju taką wartość siły poprzecznej  $Q$ , aby przy założeniu równomiernego rozkładu naprężeń wzdłuż osi  $x$ -ów było średnie naprężenie  $\tau'_{sr}$  w każdym wypadku równe jednostki. Wielkość tego naprężenia określa równanie:

$$(a_0 - a_1) \tau'_{sr} = \int_{a_1}^{a_0} \tau_{xy} dx,$$

skąd przy uwzględnieniu wzoru (9) i założeniu  $m = \frac{10}{3}$  wynika związek:

$$\tau'_{sr} = \frac{4}{3\pi} \frac{a_0^2 + a_0 a_1 + a_1^2}{a_0^4 - a_1^4} Q \quad \dots \quad (12)$$

Ryc. 1. wykazuje, że dla  $s = \frac{1}{4}$  rozkład naprężeń w miejscach oddalonych od otworu nie odbiega znacznie od rozkładu równomiernego, natomiast w pobliżu otworu wzrasta szybko wartość naprężenia i przekracza na krawędzi otworu dwukrotną wartość  $\tau'_{sr}$ . W innych wypadkach jest rozkład naprężeń tem bardziej

jednostajny im większą jest wartość stosunku  $s$ . Z tego wynika, że wąskie otwory wzdłuż osi belki powodują miejscowy wzrost naprężeń; podobne zachowanie się okazują ciała zaopatrzone w szczeliny i t. p. także i przy innego rodzaju stanach napięcia.

Przez całkowanie równania różniczkowego (10), w którym za  $x$  i  $y$  wstawiamy spólrzędne dowolnego punktu przekroju, można otrzymać równanie układu linii naprężeń ścinających, przechodzących przez punkty  $(x=0, y = \pm a_0)$ , odznaczających się tem, że styczna w dowolnym miejscu danej krzywej wpada w kierunku całkowitego naprężenia ścinającego w tem miejscu. Na ryc. 5. przedstawiono układ odnośnych linii naprężeń, otrzymanych wykreślić wprost z równania (10), przyczem założono  $m = \frac{10}{3}$ .

Ponieważ w danym wypadku jest:

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} < 0, \quad \dots \quad (13)$$

przeto nie można z gęstości sąsiednich linii wnioskować o wielkości naprężeń w danym miejscu.

Odkształcenie przekroju płaskiego wyraża równanie powierzchni zakrzywionej<sup>1)</sup>:

$$z = -\frac{Q}{E \Theta} \left\{ \chi - y \left( \frac{\partial \chi}{\partial y} \right)_0 + x^2 y \right\}, \quad \dots \quad (14)$$

gdzie wskaźnik  $\Theta$  oznacza, że po wykonaniu różniczkowania należy w danym wyrażeniu zastąpić  $x$  i  $y$  przez zero. Przez uwzględnienie wzoru (8') otrzymujemy zatem:

$$z = -\frac{Q}{4 E \Theta} \left\{ y \left[ x^2 + y^2 - \left( 3 + \frac{2}{m} \right) \frac{a_0^2 a_1^2}{x^2 + y^2} \right] + C \right\}, \quad (15)$$

gdzie  $C$  oznacza wartość stałą. Przez założenie  $z = \text{stała}$  otrzymujemy równanie warstwy odnośnej powierzchni. Założywszy  $y = 0$ , otrzymujemy  $z = \text{stała}$ , czyli os  $x$ -ów pozostaje prostą. Koła współśrodkowe, wyrażone przez równanie  $x^2 + y^2 = r^2$ , gdzie  $r$  oznacza promień koła, pozostają widocznie płaskie.

II. Przejdziemy obecnie do belek o stałym przekroju, na których poboczniczy znajdują się ostre krawę-

<sup>1)</sup> Z. Fuchs: Zur Berechnung der Schubspannungen in gebogenen Stäben. „Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.“ r. 1914. str. 1331.

<sup>1)</sup> Loeve, l. c. str. 393.

dzie. Zaznaczyliśmy powyżej, że w tych wypadkach można dojść do rozwiązań ściślejszych najczęściej tylko przez zastosowanie szeregów nieskończonych i zawitych funkcji przestępnych. Chcąc i w tych wypadkach otrzymać proste stosunkowo rozwiązania, należy pominąć warunki, określone równaniami (6), co wprowadzi wedle de Saint-Venant'a jest dopuszczalne tylko dla belek, których szerokość jest mała w porównaniu do ich wysokości, jednakże w innych wypadkach prowadzi przeciw do przybliżenie słusznego rozkładu naprężeń ścinających.

Zwróćmy uwagę na belkę o przekroju rombowym wyznaczonym przez przekątne  $2a$  i  $2b$ , obciążoną przy końcu układem sił równowartych sił  $Q$ , przechodzącej przez przekątnię  $2b$ . Założywszy układ osi współrzędnych jak poprzednio, widzimy, że z powodu podwójnej symetrii przekroju musi  $\tau_{xy}$  być parzystą funkcją współrzędnych  $x$  i  $y$ , zaś  $\tau_{xz}$  nieparzystą funkcją tychże współrzędnych. Ograniczając się do wyrazów drugiego rzędu i mając na uwadze, że w narożach ( $x = \pm a$ ,  $y = 0$ ) i ( $x = 0$ ,  $y = \pm b$ ) muszą zniknąć naprężenia ścinające, gdyż w przeciwnym razie musiałyby w miejscu przecięcia się dwu boków przekroju istnieć równocześnie dwa rozmaicie skierowane naprężenia, co jest niemożliwe, możemy napisać:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= A \left( b^2 - \frac{b^2}{a^2} x^2 - y^2 \right) \\ \tau_{xz} &= -A_1 xy \end{aligned} \right\} \dots (16)$$

gdzie  $A$  i  $A_1$  oznaczają stałe, które wyznaczymy na podstawie poprzednio wymienionych warunków.

Siły wewnętrzne w dowolnym przekroju belki muszą być równowarte siłom poprzecznej  $Q$ , tudzież momentowi  $M$  pary zginającej. Pierwszy warunek wyraża związek:

$$\int_{-a}^{+a} \int_{-b}^{+b} \tau_{xy} dx dy = Q,$$

który z powodu:

$$\int_{-a}^{+a} \int_{-b}^{+b} \left( b^2 - \frac{b^2}{a^2} x^2 - y^2 \right) dx dy = \frac{4}{3} ab^3$$

podaje wartość:

$$A = \frac{3}{4} \frac{Q}{ab^3} = \frac{Q}{4\Theta},$$

gdzie:

$$\Theta = \frac{ab^3}{3};$$

moment pary zginającej wpływa wyłącznie na naprężenie  $\sigma_{xz}$ . Z powodu podwójnej symetrii przekroju spełnia się też pozostały warunek równowagi:

$$\int_{-a}^{+a} \int_{-b}^{+b} \tau_{xz} dx dy = 0.$$

Z warunku równowagi (2) w dowolnym elemencie belki wynika przy uwzględnieniu równ. (4) związek:

$$\frac{Q}{\Theta} - 2A - A_1 = 0,$$

skąd po wstawieniu wartości za  $A$ :

$$A_1 = \frac{Q}{2\Theta} = \frac{3}{2} \frac{Q}{ab^3}.$$

Wobec tego:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{3}{4} \frac{Q}{ab^3} \left( b^2 - \frac{b^2}{a^2} x^2 - y^2 \right) \\ \tau_{xz} &= -\frac{3}{2} \frac{Q}{ab^3} xy. \end{aligned} \right\} \dots (16')$$

Ponieważ wedle założenia nie występują wzdłuż belki żadne siły zewnętrzne, przeto musi w danym wy-

padku spełnić się równanie (10). Ograniczenie przekroju wyraża równanie:

$$y = \pm b \mp \frac{b}{a} x, \dots (17)$$

skąd:

$$\frac{dy}{dx} = \mp \frac{b}{a} = \frac{\tau_{xy}}{\tau_{xz}} \dots (18)$$

Po wstawieniu wartości z równ. (16') z uwzględnieniem równ. (17), przekonujemy się, że równanie (18) spełnia się identycznie.

Wartość całkowitego naprężenia ścinającego podaje wzór:

$$\tau = \frac{3}{4} \frac{Q}{ab^3} \sqrt{\left( b^2 - \frac{b^2}{a^2} x^2 - y^2 \right)^2 + 4x^2 y^2}; \quad (19)$$

największą wartość osiąga to naprężenie w miejscu  $x=y=0$ :

$$\tau_{max} = \frac{3}{4} \frac{Q}{ab}, \dots (20)$$

lub po wprowadzeniu:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{ir} &= \frac{Q}{2ab} \\ \tau_{max} &= \frac{3}{2} \tau_{ir}. \end{aligned} \right\} \dots (20')$$

Z równ. (16') wynika, że  $\tau_{xy}$  pozostaje stałe wzdłuż elips o równaniu:

$$\frac{x^2}{\left( \frac{ac}{b} \right)^2} + \frac{y^2}{c^2} = 1, \dots (21)$$

gdzie:

$$c^2 = b^2 - \frac{4\Theta \tau_{xy}}{Q};$$

$c^2$  jest stałe dodatnie, gdyż dla  $\tau_{xy} = \tau_{max}$  jest:

$$\frac{4\Theta \tau_{max}}{Q} = b^2.$$

$\tau_{xz}$  posiada stałą wartość wzdłuż hiperbol równobocznych, których asymptoty pokrywają się z osiami  $x$ -ów i  $y$ -ów.

Składowe naprężenie  $\tau_{xy}$  rozkłada się parabolicznie wzdłuż prostych, równoległych do przekątnej rombu, podczas gdy składowa  $\tau_{xz}$  wzrasta linjowo wraz z odległością od przekątnej.

Linje naprężeń ścinających można łatwo wyznaczyć z równań (18) i (16'), z których otrzymujemy:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{b^2 - \frac{b^2}{a^2} x^2 - y^2}{2xy} \dots (22)$$

jako równanie różniczkowe linij naprężeń ścinających. Po wstawieniu  $y^2 = v$  otrzymujemy:

$$\frac{x dv - v dx}{x^2} = \left( \frac{b^2}{a^2} - \frac{b^2}{x^2} \right) dx,$$

skąd po wykonaniu całkowania i wstawieniu wartości:

$$y^2 - \frac{b^2}{a^2} x^2 - Cx - b^2 = 0, \dots (23)$$

gdzie  $C$  oznacza stałą całkowania. Linje naprężeń ścinających są zatem hiperbolami, które wszystkie przechodzą przez naroża ( $x=0$ ,  $y=\pm b$ ) rombu, ponieważ dla  $x=0$  spełnia się dane równanie niezależnie od wartości  $C$ .

III. Wzory wyznaczone w poprzednim ustępie, są ważne także dla belki o przekroju kwadratowym obciążonej wzdłuż przekątnej tegoż kwadratu. Założywszy tedy  $a=b$ , otrzymujemy z równ. (16') przy oznaczeniu boku kwadratu przez  $e = a\sqrt{2}$ :

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{3}{2} \frac{Q}{e^4} [e^2 - 2(x^2 + y^2)] \\ \tau_{xz} &= -6 \frac{Q}{e^4} xy \end{aligned} \right\} \dots (24)$$

Stąd wypadkowe naprężenie ścinające:

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{Q}{e^4} \sqrt{[e^2 - 2(x^2 + y^2)]^2 + 16x^2y^2} \dots (25)$$

przyczem największa jego wartość występuje w środku przekroju ( $x=y=0$ ):

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \frac{Q}{e^2} \dots (26)$$

lub przy oznaczeniu:

$$\tau_{sr} = \frac{Q}{e^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \tau_{sr} \dots (26')$$

porcjonalną do występującego w danym punkcie naprężenia wypadkowego  $\tau$ , natenczas końce tych odcinków wyznacza powierzchnię, która w sposób nader przejrzysty określa rozkład naprężeń ścinających wzdłuż przekroju (ryc. 6).

Składowa  $\tau_{xy}$  naprężenia ścinającego, równoległa do osi  $y$ -ów, zachowuje stałą wartość w kołach spółśrodkowych o promieniu:

$$r = e \sqrt{\frac{3Q - 2e^2 \tau_{xy}}{6Q}} \dots (27)$$

podczas gdy stałe wartości składowej  $\tau_{xz}$  występują wzdłuż hyperbol równobocznych (ryc. 7).

Składowa  $\tau_{xz}$  osiąga największą wartość na obwodzie, a mianowicie w połowie boków kwadratu, przyczem:

$$\tau_{xz max} = \frac{3}{4} \frac{Q}{e^2} \dots (28)$$

względnie:

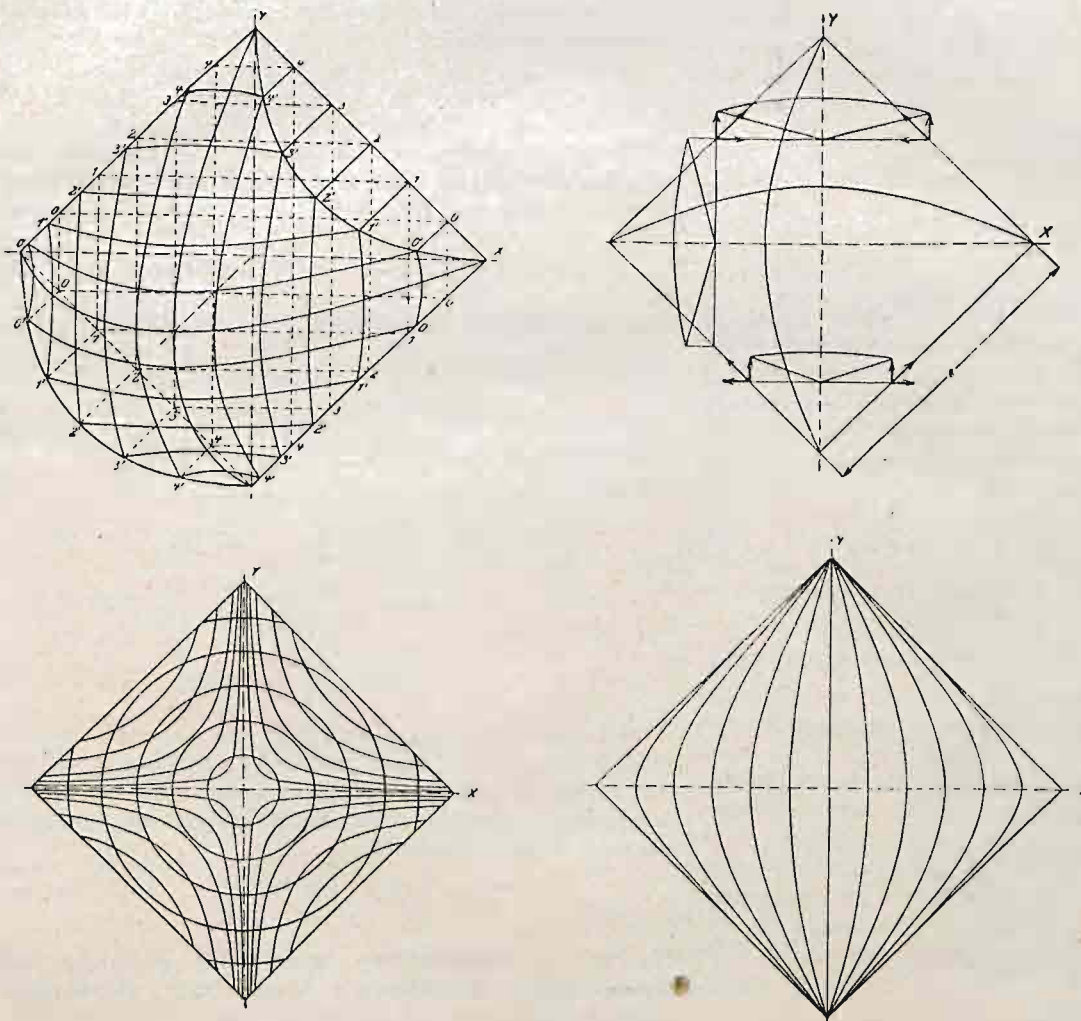
$$\tau_{xz max} = \frac{3}{4} \tau_{sr} \dots (28')$$

Paraboliczny rozkład składowej  $\tau_{xy}$  względnie linjowy składowej  $\tau_{xz}$  wzdłuż prostych równoległych do obu przekątni przedstawia ryc. 8. Linje naprężeń ścinających wyznacza z powodu równ. (23) równanie:

$$2(y^2 - x^2 - Cx) - e^2 = 0 \dots (29)$$

ich przebieg przedstawia ryc. 9.

Wypada w końcu podnieść, że do wyznaczenia naprężeń ścinających w wypadku belki kwadratowej, obciążonej w kierunku równoległym do przekątni, stosują często znany powszechnie wzór, podający rozkład naprężeń dla belki prostokątnej obciążonej siłą równoległą do jednej pary boków prostokąta. Nawet w klasycznym dziele F. Grashof'a<sup>1)</sup> znajdujemy podobnie przeprowadzone obliczenie. Otóż wypada z naciskiem podnieść, że wynik otrzymany tą drogą jest w danym wypadku zupełnie niedorzeczny, gdyż pomijając już usterki tego



Ryc. 6, 7, 8, 9.

Warto podnieść, że tak w wypadku przekroju prostokątnego, którego jedna para boków jest równoległa do kierunku obciążenia  $Q$ , jak też i w wypadku przekroju rombowego i kwadratowego, którego jedna z przekątni jest równoległa do kierunku  $Q$ , wypada ta sama wartość stosunku  $\frac{\tau_{max}}{\tau_{sr}}$ .

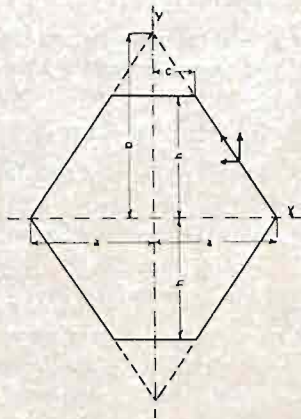
Jeśli w każdym punkcie przekroju ustawimy prostopadle do przekroju odcinek, którego długość jest pro-

rodzaju, jak istnienie naprężeń ścinających w narożach, leżących na osi  $x$ -ów, i niczem nieuzasadnione przyjęcie stałej wartości składowej  $\tau_{xy}$  wzdłuż prostych równoległych do osi  $x$ -ów, otrzymujemy tą drogą dla wartości  $\tau_{xy}$  wyrażenie, w którym występuje  $y$  w nieparzystej potęgce, co przecież z powodu symetrii przekroju względem

<sup>1)</sup> Theorie der Elastizität und Festigkeit, Berlin 1878, str. 128.

osi  $x$ -ów jest wręcz niemożliwe. Przy tak rażących wykroczeniach przeciwko zasadom teorii sprężystości, trudno podobną metodę uważać jako „przybliżony” sposób wyznaczania naprężeń ścinających<sup>1)</sup>.

IV. Z kolei zajmiemy się wyznaczeniem naprężeń ścinających w belce, której przekrój jest rombem ściętym powstałym z rombu o przekątniach  $2a$  i  $2b$  przez odcięcie dwu trójkątów równoramiennych o podstawie  $2c$  na obu końcach przekątnej  $2b$  (ryc. 10). Oznaczmy wysokość przekroju sześciobocznego przez  $2h$  i założmy obciążenie belki w kierunku prostym do przekątnej  $2a$ .



Ryc. 10.

Założywszy dla prostoty, że na końcach boków  $2c$  nie ma punktów podwójnych, co jest równoznaczne z małym zakręgleniem czterech naroży sześcioboku, możemy z uwagi na podwójną symetrię przekroju względem osi układu współrzędnych, tudzież z powodu istnienia dwu punktów podwójnych na osi  $x$ -ów, ustawić następujące wzory dla składowych naprężenia ścinającego:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= A(h^2 - y^2)(a^2 - x^2) \\ \tau_{yx} &= -(A_1 + A_2 x^2)xy \end{aligned} \right\}, \quad (30)$$

gdzie  $A$ ,  $A_1$  i  $A_2$  oznaczają wyrazy stałe zależne od rozmiarów przekrojów i wielkości obciążenia.

Z równania równowagi (2) otrzymujemy po wstawieniu wartości:

$$\left(\frac{Q}{\Theta} - 2Aa^2 - A_1\right)y + (2A - 3A_2)x^2y = 0;$$

ponieważ równanie to musi się spełnić dla każdego elementu przekroju, przeto musi być:

$$\left. \begin{aligned} \frac{Q}{\Theta} - 2Aa^2 - A_1 &= 0 \\ 2A - 3A_2 &= 0, \end{aligned} \right.$$

skąd:

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= \frac{Q}{\Theta} - 2Aa^2 \\ A_2 &= \frac{2}{3}A, \end{aligned} \right.$$

gdzie:

$$\Theta = \frac{h^3}{3}(a + 3c).$$

Z warunku równowagi układu składowych  $\tau_{xy}$  naprężenia ścinającego z siłą poprzeczną  $Q$  w postaci:

$$4 \int_{x=0}^{x=a} \int_{y=0}^{y=h} \tau_{xy} dx dy = Q$$

otrzymujemy po wykonaniu całkowania:

<sup>1)</sup> Rozwiązania podane w części I, II. i III. ogłoszone zostały już w r. 1914 w cytowanej powyżej pracy autora.

$$\frac{16}{9} A a^3 h^3 = Q,$$

skąd:

$$A = \frac{9}{16} \frac{Q}{a^3 h^3}.$$

Po wstawieniu tej wartości w wzory, wyznaczone powyżej dla wielkości  $A_1$  i  $A_2$ , otrzymujemy:

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= \frac{3Q}{8ah^3} \frac{5a-9c}{a+3c} \\ A_2 &= \frac{3}{8} \frac{Q}{a^3 h^3}; \end{aligned} \right.$$

a zatem:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{9}{16} \frac{Q}{a^3 h^3} (a^2 h^2 - a^2 y^2 - h^2 x^2 + x^2 y^2) \\ \tau_{yx} &= -\frac{3}{8} \frac{Q}{ah^3} \left( \frac{5a-9c}{a+3c} + \frac{x^2}{a^2} \right) xy. \end{aligned} \right\} \quad (30')$$

W celu ustalenia dokładnego ograniczenia przekroju, któremu odpowiada powyższe rozwiązanie, ustawiamy równanie warunkowe:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\tau_{xy}}{\tau_{yx}} = -\frac{A(h^2 - y^2)(a^2 - x^2)}{(A_1 + A_2 x^2)xy}, \quad (31)$$

które jest równaniem różniczkowym linii naprężeń ścinających; zewnętrzne linie naprężeń określają zarazem ograniczenie przekroju. Równanie to, sprowadzone do postaci:

$$\frac{A(a^2 - x^2)}{(A_1 + A_2 x^2)x} dx + \frac{y}{h^2 - y^2} dy = 0, \quad (31')$$

daje się z łatwością scałkować. Po wykonaniu całkowania otrzymujemy:

$$y^2 = h^2 - \frac{x^n}{C(r^2 + x^2)^s}, \quad (32)$$

jako równanie układu linii naprężeń ścinających,  $C$  oznacza stałą całkowania, zaś:

$$\left. \begin{aligned} n &= 3 \frac{a+3c}{5a-9c} \\ r^2 &= \frac{5a-9c}{a+3c} a^2 \\ s &= 9 \frac{a-c}{5a-9c}. \end{aligned} \right.$$

Z równania (32) można odczytać, że wszystkie linie naprężeń przechodzą przez punkta  $(x=0, y=\pm h)$ , gdyż dla tych wartości współrzędnych spełnia się równanie bez względu na wielkość stałej  $C$ . Krzywym ograniczającym przekrój odpowiada stała:

$$C = \frac{(\pm a)^n}{h^2(r^2 + a^2)^s}.$$

Na ryc. 11 przedstawiono ograniczenie przekroju belki, wyznaczonego na podstawie równ. (32); widocznie nie odbiega on zbytnio od przekroju rombowego ściętego.

Z równ. (30') łatwo odczytać, że składowa  $\tau_{xy}$  naprężenia ścinającego rozkłada się parabolicznie wzdłuż prostych równoległych do osi układu, zaś składowa  $\tau_{yx}$  wzrasta wedle paraboli trzeciego rzędu wraz z oddaleniem od osi  $y$ -ów, a wedle linii prostej przy oddaleniu od osi  $x$ -ów.

Naprężenie ścinające wypadkowe osiąga największą wartość w środku przekroju; a zatem dla  $x=y=0$  jest:

$$\tau_{max} = \frac{9}{16} \frac{Q}{ah}, \quad (33)$$

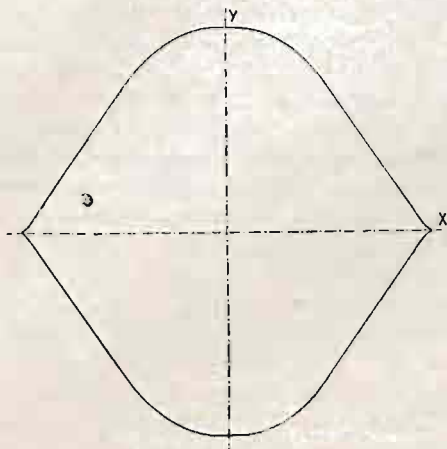
albo po wprowadzeniu:



$$\tau_{sr} = \frac{Q}{2(a+c)h}$$

$$\tau_{max} = \frac{9}{8} \frac{a+c}{a} \tau_{sr} \dots (33')$$

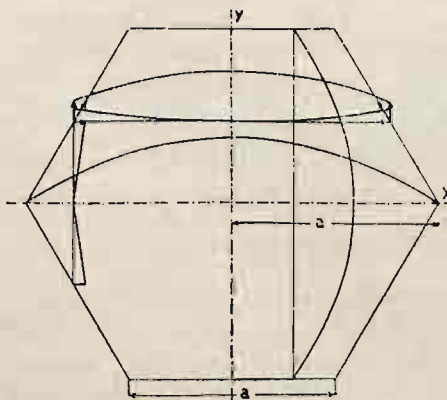
Jeśli w wzorach, odnoszących się do rombu ściętego, wstawimy  $c = a - h$ , otrzymamy rozwiązania ważne dla kwadratu ściętego, obciążonego w płaszczyźnie przechodzącej przez środek masy przekroju i połowiącej bok  $c$ .



Ryc. 11.

V. Założywszy w rozwiązaniach poprzedniego ustępu  $c = \frac{a}{2}$ ,  $h = a \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} a$ , otrzymujemy wyniki ważne dla sześcioboku umiarowego o boku  $a$  (ryc. 12). Składowe naprężenia ścinającego wyrażają na podstawie rozwiąz. (30') następujące wzory:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{\sqrt{3}}{8} \frac{Q}{a^4} \left( 3a^2 - 4y^2 - 3x^2 + \frac{4}{a^2} x^2 y^2 \right) \\ \tau_{xz} &= -\frac{1}{5\sqrt{3}} \frac{Q}{a^4} \left( 1 + \frac{5}{a^2} x^2 \right) xy \end{aligned} \right\} (34)$$



Ryc. 12.

Największą wartość osiąga naprężenie wypadkowe  $\tau$  w środku przekroju ( $x = y = 0$ ):

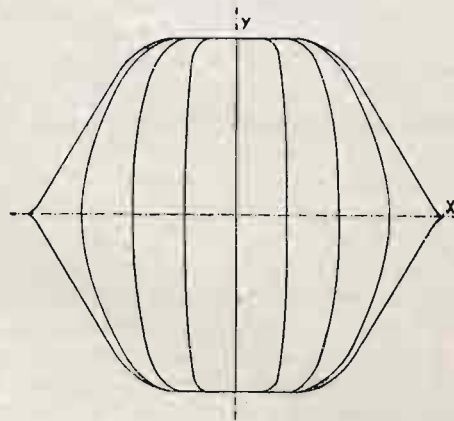
$$\tau_{max} = \frac{3\sqrt{3}}{8} \frac{Q}{a^2} \dots (35)$$

względnie po wprowadzeniu:

$$\tau_{sr} = \frac{2Q}{3\sqrt{3}a^2}$$

$$\tau_{max} = \frac{27}{16} \tau_{sr} \dots (35')$$

Składowa  $\tau_{xy}$  maleje według paraboli wraz z odległością od osi układu wzdłuż prostych równoległych do tychże osi (ryc. 12), natomiast składowa  $\tau_{xz}$  rośnie wedle paraboli trzeciego rzędu wraz z odległością od osi  $y$ -ów wzdłuż prostych równoległych do osi  $x$ -ów, zaś linjowo wraz z odległością od osi  $x$ -ów wzdłuż prostych równoległych do osi  $y$ -ów.



Ryc. 13.

Linje naprężeń ścinających określa równanie (32), przy czym:

$$n = 15, r^2 = \frac{a^2}{5}, s = 9$$

wobec czego:

$$y^2 = \frac{3}{4} a^2 - \frac{x^{15}}{C \left( \frac{a^2}{5} + x^2 \right)^9} \dots (36)$$

Ryc. 13 przedstawia kilka linii naprężeń, wyznaczonych na podstawie równ. (36).

VI Dla belki, której przekrój jest trójkątem równoramiennym o podstawie  $2b$  i wysokości  $h$ , obciążonej w płaszczyźnie symetrii przekroju (ryc. 14), wypada obrócić układ współrzędnych, którego jedna oś ( $x$ -ów) wpada w podstawę trójkąta, zaś druga oś ( $y$ -ów) w oś symetrii przekroju. Z powodu pojedynczej symetrii przekroju musi być składowa  $\tau_{xy}$  naprężenia ścinającego parzystą funkcją współrzędnych  $x$ , zaś składowa  $\tau_{xz}$  nieparzystą funkcją tychże współrzędnych. Następnie z powodu wystąpienia na obwodzie przekroju trzech naroży, muszą zniknąć składowe naprężenia ścinającego w tych miejscach. Tym warunkom czynią zadość następujące wyrażenia:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= A(h-y)y + Bx^2y^3 \\ \tau_{xz} &= -(A_1xy + B_1x^3y^2) \end{aligned} \right\} \dots (37)$$

w których  $A, B, A_1, B_1$  oznaczają stałe współczynniki zależne od rozmiarów przekroju i obciążenia.

Z równ. (4) wynika:

$$\frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} = \Theta \eta,$$

gdzie  $\Theta = \frac{bh^3}{18}$  jest momentem bezwładności przekroju względem osi przechodzącej przez środek masy przekroju równoległe do podstawy, zaś:  $\eta = y - \frac{h}{3}$ .

Warunek równowagi (2) przedstawia się zatem w postaci:

$$\left( Ah - \frac{Q}{\theta} \frac{h}{3} \right) + \left( \frac{Q}{\theta} - 2A - A_1 \right) y + 3(B - B_1) x^2 y^2 = 0,$$

skąd

$$A = \frac{Q}{3\theta} = \frac{6Q}{bh^3}$$

$$A_1 = \frac{Q}{\theta} - 2A = A$$

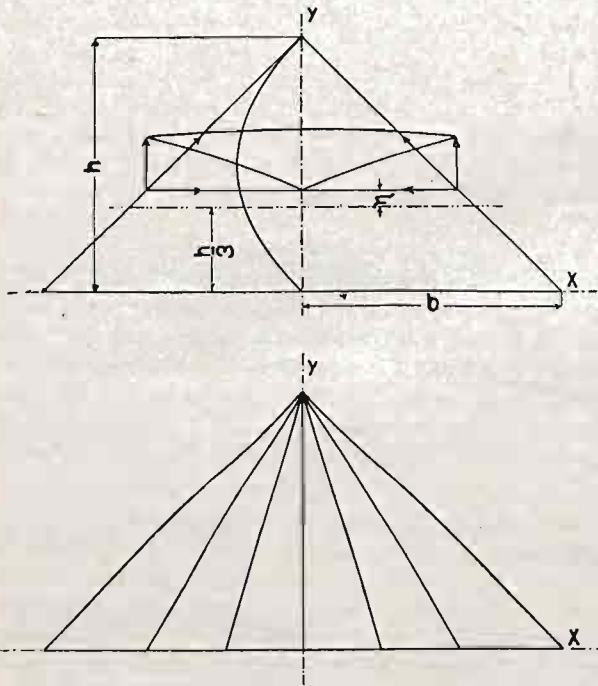
$$B = B_1.$$

Na wyznaczenie stałej  $B$  mamy warunek:

$$\int_{x=-b}^{x=b} \int_{y=0}^{y=h} \tau_{xy} dx dy = Q,$$

z którego po wstawieniu wartości z równ. (37) i wykonaniu całkowania wypada:

$$B = -\frac{6Q}{b^3 h^4}.$$



Ryc. 14, 15.

Składowe naprężenia ścinającego przedstawiają się zatem w postaci:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{6Q}{bh^3} y \left\{ h - y \left( 1 + \frac{1}{b^2 h} x^2 y \right) \right\} \\ \tau_{xx} &= -\frac{6Q}{bh^3} xy \left\{ 1 - \frac{1}{b^2 h} x^2 y \right\} \end{aligned} \right\} \quad (37')$$

Linje naprężeń ścinających określa równanie różniczkowe:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\tau_{xy}}{\tau_{xx}} = -\frac{h - y \left( 1 + \frac{x^2 y}{b^2 h} \right)}{x \left( 1 - \frac{x^2 y}{b^2 h} \right)}, \quad (38)$$

na podstawie którego wyznaczono wykreślić linje naprężeń przedstawione na ryc. 15. Zewnętrzne linje naprężeń ścinających, przechodzące przez naroża u podstawy trójkąta, określają zarazem ograniczenie przekroju, dla którego są ważne wzory (37'). Widocznem jest z ryciny, że przekrój ten nie odbiega zbyt od przekroju trójkątnego.

Składowe naprężenie  $\tau_{xy}$  rozkłada się parabolicznie wzdłuż prostych równoległych do podstawy trójkąta (ryc. 14), tudzież wzdłuż osi  $y$ -ów, zaś wedle paraboli trzeciego rzędu wzdłuż prostych równoległych do osi  $y$ -ów. Natomiast składowa  $\tau_{xx}$  rośnie wedle paraboli trzeciego rzędu wraz z odległością od osi  $y$ -ów wzdłuż prostych równoległych do osi  $x$ -ów.

Największą wartość osiąga składowa  $\tau_{xy}$  w miejscu  $(x=0, y = \frac{h}{2})$ :

$$\max \tau_{xy} = \frac{3}{2} \frac{Q}{bh} = \frac{3}{2} \tau_{sr}, \quad (39)$$

gdzie

$$\tau_{sr} = \frac{Q}{bh}.$$

Największe naprężenie wypadkowe  $\tau'$  na obwodzie występuje w połowie boków trójkąta, czyli w miejscach

$$\left( x = \pm \frac{b}{2}, y = \frac{h}{2} \right):$$

$$\max \tau' = \left( \sqrt{\tau_{xy}^2 + \tau_{xx}^2} \right)_{\substack{x = \pm \frac{b}{2} \\ y = \frac{h}{2}}} = \frac{21}{16} \frac{Q}{bh} \sqrt{1 + \left( \frac{b}{h} \right)^2}, \quad (40)$$

względnie

$$\max \tau' = \frac{21}{16} \tau_{sr} \sqrt{1 + \left( \frac{b}{h} \right)^2}. \quad (40')$$

Wypadkowe naprężenie ścinające  $\tau$  osiąga największą wartość albo w miejscu  $(x=0, y = \frac{h}{2})$  albo też w miejscach  $(x = \pm \frac{b}{2}, y = \frac{h}{2})$  zależnie od tego, czy:

$$\frac{\max \tau'}{\max \tau_{xy}} = \frac{7}{8} \sqrt{1 + \left( \frac{b}{h} \right)^2} \leq 1. \quad (41)$$

Z tego wynika, że dla wartości stosunku:

$$\frac{b}{h} < \frac{\sqrt{15}}{7} = 0.55328$$

jest

$$\tau_{\max} = \max \tau_{xy}, \quad (41')$$

zaś dla:

$$\frac{b}{h} > 0.55328$$

jest

$$\tau_{\max} = \max \tau'. \quad (41'')$$

VII. Rozwiązania poprzedniego ustępu możemy zastosować do wyznaczenia naprężeń ścinających w przekrojach, będących trójkątami równobocznymi

o boku  $s$ . W tym wypadku jest:  $s=2b, h = \frac{s\sqrt{3}}{2}$ , skąd z wzorów (37') wynika:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{xy} &= \frac{32Q}{3s^4} y \left\{ \frac{3}{2} s - y \left( \sqrt{3} + \frac{8}{s^3} x^2 y \right) \right\} \\ \tau_{xx} &= -\frac{32Q}{3s^4} xy \left\{ \sqrt{3} - \frac{8}{s^3} x^2 y \right\} \end{aligned} \right\} \quad (42)$$

Największe naprężenie ścinające  $\tau$  występuje wedle war. (41) w połowie boków trójkąta:

$$\tau_{\max} = \max \tau' = \frac{7}{2} \frac{Q}{s^2}, \quad (43)$$

albo po wprowadzeniu:

$$\tau_{sr} = \frac{4}{\sqrt{3}} \frac{Q}{s^2}$$

$$\tau_{\max} = \frac{7\sqrt{3}}{8} \tau_{sr} = 1.515 \tau_{sr}. \quad (43')$$

## Akord czasowy i systemy premjowe.

W maju 1921 roku przedstawiłem w Polskiem Towarzystwie Politechnicznym oraz w Polskiem Towarzystwie Ekonomicznym we Lwowie praktyczne i teoretyczne porównanie wszystkich ważniejszych systemów wynagradzania pracy w przemyśle i rolnictwie, zwracając uwagę sfer gospodarczych na doniosłość umiejętnego stosowania różnych sposobów premjowego wynagradzania w okresie bujnie rozkwitającego życia przemysłowego i gospodarczego.

Wtedy przeważało jeszcze popularne pod wielu względami ale nieracjonalne wynagrodzenie czasowe w postaci stałej płacy dziennej lub godzinowej, przyznawanej bez względu na sprawność roboty i produkcję.

Stan taki nie mógł się długo utrzymać, gdyż podkopywał żywotność zakładów gospodarczych i wiodł nieuchronnie do zubożenia społeczeństwa, cierpiącego niesłusznie na brak wystarczającej ilości towarów, wywołany zbyt małą wydajnością pracy, a zwalczany bezmyślnie i bezskutecznie rozdawaniem coraz to większych mas papierowych znaków pieniężnych.

To też dążenie do podniesienia wydajności pracy wszelkiego rodzaju wzmaga się ustawicznie i doprowadziło już w licznych gałęziach pracy gospodarczej do dobrych wyników, przy umiejętnym stosowaniu nowszych metod wynagradzania, jak np. akordu czasowego i kilku systemów premjowych, zwłaszcza zaś łatwego do zrozumienia i przeprowadzenia systemu Halseya, jako też kilku nowszych odmian.

Ponieważ system Halseya zastosowano nie tylko w wielu fabrykach prywatnych, ale też w zakładach państwowych w Polsce, a dalszemu rozpowszechnieniu się metod premjowych, wiążących umiejętnie wysokość wynagrodzenia z realnymi wynikami pracy przetwórczej w danym okresie stoi w drozce tylko brak wystarczających dla praktyki informacji, więc praca ta poświęcona jest dokładnemu zbadaniu i przedstawieniu kwestji akordu i systemów premjowych.

Obok znanego powszechnie sposobu wynagradzania pracy tak zwaną dniówką, czyli płacą czasową za dzień roboczy, lub ściślej za czas spędzony przy robocie, przy czem podstawą obliczenia zapłaty jest omówiona w taryfie albo utarta w każdym okręgu stawka godzinna, stosowano w całej Europie z wielkim powodzeniem także system akordowy, czyli zapłaty od sztuki, zapewniający każdemu pilnemu i zręcznemu robotnikowi znacznie wyższy dochód tygodniowy, niż sposób dniówkowy, a społeczeństwu wysoki poziom wytwórczości w każdej gałęzi gospodarstwa.

Do niedawna przeważał w tym dziale akord pieniężny, podający z góry stałą cenę za wykonanie każdej jednostki roboty, przy czem jednostką taką mogła być sztuka wyrobu, metr długości, kilogram, cetnar, metr sześcienny itp.

Gdy jednak stawki akordowe były dawniej oparte na niedokładnych założeniach i skutkiem tego często zawodziły, nie dając robotnikowi wystarczającego zarobku, w innych znowu przypadkach powodując tak wysoki koszt pracy, że towar wypadał przez to za drogi, wystąpiły poważne trudności, spory i walki gospodarcze, skierowane wogóle przeciw tej metodzie wynagrodzenia.

Za nisko dobrane stawki akordowe zniechęcały oczywiście robotnika, za wysokie zaś zmuszały zarządy fabryk do tzw. obcinania akordów, na co partje robotnicze odpo-

wiedziały nie tylko opozycją związków zawodowych ale nadto użyciem biernego oporu i umyślnego hamowania sprawności pracy, aby zarząd pracowni nie spostrzegł nawet grubych błędów w ocenie stawek akordowych.

Interes obu stron był tu sprzeczny; przemysłowcy nie mogli długo tolerować zbyt wysokich kosztów akordowych, bo im to zmniejszało zyski i uniemożliwiało konkurencję, robotnicy zaś odkrywając korzystne dla siebie stawki, nie chcieli dopuścić do ich przeliczenia i starali się tak zwalniać tempo pracy, aby przypadający na nich zysk akordowy nie przekraczał przeciętnej normy około 20—30% płacy czasowej.

Zbadanie tej sprawy, dokonane najpierw w Stanach Zjednoczonych Ameryki północnej, wykazało, że przyczyny złego tkwiły nie w złej woli zarządów fabrycznych, lecz w niedokładnym, często niedbałym i dowolnym oznaczaniu stawek akordowych przez niższe organy wykonawcze zarządu i w niezrozumieniu ważnego związku, jaki istnieje między kwotą akordową a czasem potrzebnym do wykonania danej roboty — oczywiście przy założeniu, że pieniądź, w którym kwoty akordowe się wyraziło, nie zmienia swej realnej wartości ekonomicznej.

W czasie wojny fakt zależności kwoty akordowej od czasu danej roboty (operacji) nabrał jeszcze większego znaczenia z tego powodu, że wartość pieniądza przedtem stałego, spadała nieustannie i zmuszała zarządy pracowni do częstego przeliczania akordów i dniówek na coraz to wyższe liczby jednostek pieniężnych.

Miara pieniężna okazała się zmienną i zawodną, podczas gdy miara czasu pracy okazała się istotną i podstawową wartością.

Ilość godzin, zużytych przez robotnika do wykonania postawionego mu zadania czyli „pensum“, stała się główną podstawą obliczenia kosztów bezpośrednich i pośrednich czyli dodatkowych produkcji i zarazem obliczenia należnego wynagrodzenia.

Jednostką obliczenia jest tedy godzina zajęcia jednego robotnika, zwana pracogodziną albo roboczo-godziną — właściwie jednak jednostką tego rodzaju jest w istocie swej miarą energetyczną, gdyż przy czynnym zajęciu poświęca robotnik wysiłek nerwów, zmysłów i mięśni przez jedną godzinę, to znaczy pewną ilość energii fizycznej i chemicznej, pomnożonej przez jedną godzinę trwania wysiłku.

Przypomnieć tu mogę, że podobne do pracogodziny jednostki techniczne i ekonomiczne już są powszechnie używane, jako to koniogodziny, kilowatgodziny, a cena za kilowatgodzinę jest pod względem swej realnej wartości ekonomicznej tak utartą i w stosunku do najważniejszych potrzeb ludzkich tak trwałą, że podano projekt, by wartość jej wziąć za podstawę przyszłej waluty.

Przyjęcie pracogodziny za nową jednostkę obliczeniową i porównawczą w dziale kosztów produkcji stało się doskonałą podstawą prawie wszystkich systemów premjowych, a rozpatrzenie się w teorii wynagrodzeń okazało, że nawet dawniej przy ustawianiu kwot akordowych każdy zarządca instynktownie opierał swą ocenę na odczuciu ilości godzin, jakie robotnik zużyć będzie musiał na wykonanie danego zadania i na pomnożeniu tej liczby przez używane wtedy wynagrodzenie za godzinę pracy.

Dzięki akordowi czasowemu możliwym się stało po-

danie pewnych norm dla trwania robót i ich wynagrodzenia mimo niebywalej dawniej dewaluacji znaków pieniężnych.

### Akord czasowy.

Z początkiem XX wieku zaczął zanikać akord pieniężny, a w miejsce jego wstępował akord czasowy, związany z ustalonym umową taryfową wynagrodzeniem za 1 pracogodzinę robotnika odnośnej grupy zawodowej.

Zamiast więc podawać robotnikowi z góry cenę umowną czyli akord pieniężny, wynoszący np. 12 złotych za wykonanie postawionego mu zadania roboczego, podaje się teraz jako akord czasowy t. zw. czas normalny albo naznaczony T, mogący dla powyższego przykładu wynieść 40 pracogodzin.

Czas T ustala się na podstawie dokładnych pomiarów czasu istotnie potrzebnego, z doliczeniem pewnego 10–20% dodatku na korzyść pracownika, skutkiem czego wykonanie zadania w naznaczonym czasie jest bezwarunkowo możliwym i to bez nadmiernego wysiłku i naprężenia nerwów; ponadto każdy dobry robotnik może oszczędzić około  $\frac{1}{4}$  część czasu normalnego i wykończyć robotę 40-godziną już w 30 godzinach, za co otrzyma jako zapłatę 40-krotną stawkę czasową.

Gdyby więc w danej chwili obowiązywała stawka 30 groszy za pracogodzinę, wynagrodzenie w akordzie czasowym byłoby równe  $40 \times 0,3 = 12$  złotych. Zarobek godzinny z byłby  $1200 : 30 = 40$  groszy, o 33% wyższy od stawki zwykłej.

Korzyść dla robotnika jest w tym wypadku widoczna; ale jaką jest korzyść zakładu? W pierwszej chwili nie widać jej w tem, że zakład musi zapłacić za 40 godzin roboczych i dać robotnikowi dalsze płatne zajęcie w pozostałych z akordu czasowego godzinach.

Korzyść zakładu jest dosyć złożona i objawia się dopiero pośrednio. Oto wie się z doświadczenia, że przeciętny robotnik albo też urzędnik, pracujący za wynagrodzeniem czasowym, bez postawionej z góry normy, zużyłby na tę samą pracę albo 40 albo nawet więcej godzin, powodując takie same albo nawet wyższe koszty pracy, a mniejszą wydajność całego zakładu.

Gdy zaś dzięki dobrze urządzonemu sposobowi akordowemu albo premjowemu personal roboczy będzie pracował sprawnie i zaoszczędzał średnio  $\frac{1}{4}$  część czasu naznaczonego, to wydajność całego zakładu, mierzona w ilości towarów wytworzonych w roku, albo w liczbie parowozów i wagonów naprawionych w tymże okresie wzrośnie w podobnym stosunku, dając większy efekt użyteczny przy niezmiennych kosztach ogólnych zarządu i wkładów.

Doniosłość tych związków uznał w swoim czasie zarząd austriackich kolei państwowych i wprowadził w czasie wojny w r. 1916 akordy czasowe, w pracowniach naprawczych, w którym oznaczenie normalnych czasów roboczych sprawia może największe trudności.

Postanowienia odnośne ministerstwa były następujące:

„W miejsce podawania stałych kwot akordowych należy wprowadzić akordy czasowe, czyli liczbę godzin lub minut naznaczonych jako czas normalny do wykonania każdej z cenniku akordowym wymienionej roboty.

Ustalenie tych akordów czasowych odbywa się przez komisję specjalną, do której należą naczelnik oddziału pracowni, mistrz oddziałowy i jeden przedstawiciel robotników danej grupy fachowej.

Podstawą obliczenia czasu normalnego jest pomiar czasu średnio potrzebnego do wykonania danej roboty w poprzednich okresach, albo przy nowych zamówieniach pomiar czasu przy robocie próbnej, albo też przez komisję obliczony i naprzód naznaczony tzw. akord zerowy, którego się jeszcze nie wciąga do cennika akordów.

Przy obliczaniu czasów akordowych należy brać pod uwagę pracę średnio uzdolnionego robotnika, dzięki czemu każdemu robotnikowi możliwym będzie odpowiednie skrócenie naznaczonego czasu pracy i zarobienie sobie stosownej nadwyżki akordowej ponad obowiązującą w danym okresie płacę godzinną.

Ponieważ podstawą wynagrodzenia za czas akordowy będzie płaca czasowa, przyznana grupie, do której robotnik należy, więc zapewni się przytem wyższe wynagrodzenie robotnikom kwalifikowanym i starszym.

Czasy akordowe oznaczać należy o ile możności dla każdej operacji osobno.

Tylko przy takich robotach, które nie dadzą się rozdzielić między poszczególnych pracowników, naznaczać się będzie czasy zbiorowe dla całych grup (drużyn).

Wynikającą później nadwyżką akordową grupy rozlicza się w stosunku do liczby godzin zużytych przez każdego uczestnika.

Przodownicy drużyn otrzymują przytem pewien procent z nadwyżki akordowej.

Robotnikom zatrudnionym w odnośnych oddziałach pracowni za zapłatą czasową, których praca jest jednak potrzebna do zwiększenia wydajności prac oddziału lub pracowni, należy przyznać dodatek do ich płacy czasowej, odpowiadający procentowej nadwyżce, uzyskanej przez oddział w danym okresie płatniczym.

W razie sporu co do wielkości akordu czasowego przedkłada się sprawę do rozstrzygnięcia naczelnikowi warsztatów“.

Akord czasowy jest obecnie coraz częściej stosowany w przemyśle prywatnym i w zakładach publicznych. Prawie wszystkie berlińskie fabryki działu metalowego wprowadziły obecnie akord czasowy, gdyż przy spadaniu wartości pieniądza inna podstawa wynagrodzeń i kalkulacji kosztów byłaby niewłaściwą.

Z podobnych względów podaje się tam do celów kalkulacji kosztów bezpośrednio ilość zużytych materiałów w kilogramach, względnie metrach, a nie ich wartość pieniężną.

Prawdziwym postępem może się stać akord czasowy wtedy, gdy jakto w r. 1910 wykazał profesor Rothert i inni, podstawą jego nie będzie przybliżona cena przez mistrza pracowni albo jej kierownika albo też przeliczenie dawnych kwot akordowych na odpowiednią ilość czasową, ani też ustalanie akordu w drodze ugody komisyjnej, lecz dokładne ustalenie sposobu wykonania roboty czyli poszczególnych operacji i zestawienie elementarnych czasów do każdej z nich potrzebnych, zmierzonych nowoczesnymi metodami przez osobno wyszkolony personal biura produkcji.

Długoletnia praktyka w dziale akordów udowodniła bowiem, że niedokładność oceny czasu roboczego prowadzi czasem do zbyt ciasnych, ostrych akordów, które wywołują zatargi z personelem, albo też, i to częściej, do zbyt hojnej oceny czasu, powodującej tak wysokie koszty wyrobu, że zakład podlegający konkurencji musi je następnie zmniejszać, czyli „obcinać“, czemu związki robotnicze przeciwdziałają z wielką dla przemysłu szkodą, każąc swym członkom hamować tempo pracy, aby się zbyt wysokość akordu jak najdłużej nie wydała.

Żwiązki robotnicze zarzucały systemowi akordu pieniężnego zbyt niskie stawki akordowe, zmuszające ich zdaniem robotników do bardzo wyteżonej i szkodliwej ich zdrowiu pracy, byle tylko zarobić mogli płacę wystarczającą na zwykłe utrzymanie.

Niektórzy przemysłowcy i kierownicy zakładów publicznych starali się różnemi sposobami wykazać niesłuszność tych poglądów, a chcąc złagodzić spory wprowadzili dodatkowe zapewnienie zarobku czasowego przy wszystkich akordach nisko ocenionych, w postaci akordu z zapewnieniem normalnej stawki godzinnej na wypadek przekroczenia czasu normalnego. (Akord z gwarancją).

Przedsiębiorcy ułatwiał system akordowy nadzór nad sprawnością robót w zakładzie, bo każdy pracownik był wprost zainteresowany w szybkim postępie roboty, nadto zaś miał tę zaletę administracyjną, że dawał niezmiennie kwoty za robociznę jako podstawę kalkulacji wstępnych przy kosztorysach i ofertach.

Mimo więc licznych trudności i zatargów utrzymano system akordowy w całej prawie Europie. Natomiast w Ameryce Północnej zwalczano system akordowy tak gwałtownie, że przemysłowcy musieli wprowadzić inne metody wynagrodzenia, usuwające spostrzeżone w praktyce usterki sposobu akordowego.

### Systemy premjowe.

Zastanawiano się tedy nad tem, jakby pogodzić trzy rozbieżnie działające siły życia gospodarczego, mianowicie dążenie przemysłowców do możliwie stałego i niskiego wynagradzania pracy przy potrzebnym do utrzymania zakładów efekcie pracy, dążenia robotników do wydobywania jak najwyższej płacy w stosunku do jej wyników i wreszcie przeoczanego często żądania trzeciego czynnika gospodarczego, jakim jest całe społeczeństwo złożone z konsumentów, domagające się trwale wysokiej produkcji i zachowania równowagi i spokoju w życiu gospodarczem.

Opierając się na możliwie dokładnem i obiektywnem oznaczeniu czasu potrzebnego do porządnego wykonania każdej roboty na ustalanych na dłuższe okresy czasu taryfach płac robotniczych, wyrażających się w pewnych normalnych stawkach czasowych czyli godzinnych, różniących się tylko stopniami, oraz na dążeniu do równomiernego uwzględnienia interesu robotnika i zakładu, obmyślono i wprowadzono w ostatnich 30 latach szereg systemów premjowych, dostosowanych do potrzeb danego kraju działu, lub oddziału, a zachęcających robotników indywidualnie lub zbiorowo do rażnej i porządnej pracy dzięki zapewnieniu im sprawiedliwej premji czyli nagrody, rosnącej wraz z zaoszczędzeniem naznaczonego z góry czasu i w stosunku do gorliwości pracującego.

Przy bliższem rozpatrzeniu teorii zapłat premjowych przekonano się, że system premjowy uważać można za ogólnie ważny typ wynagrodzenia pracy lub zasługi, którego szczegółowemi przypadkami są systemy: dniówkowy czyli czasowy, akordowy i inne, zwane wprost premjowemi.

W Ameryce Północnej powstał jeden z najważniejszych systemów premjowych, zwany systemem Halseya albo Towne i Halseya.

Istotę tego, jak i innych sposobów, ująć można w trojaki sposób: albo w przepis słowny, mający znaczenie jakby ustawowe, albo we wzór algebraiczny, albo wreszcie w wykres (diagram), podając zapłatę jako funkcję czasu zużytego na daną robotę.

Dla należytego wyjaśnienia systemów premjowych użyjemy wszystkich tych sposobów.

Przy sposobie Halseya podaje się dla każdej roboty zgóry znany nam już akord czasowy (czas naznaczony czyli normalny) do wykonania roboty wystarczający, przyczem dodatek zapasowy do czasu zmierzzonego poprzednio lub obliczonego na podstawie innych źródeł obiera się procentowo nieco wyższy, niż przy sposobie akordowym, chroniąc przez to robotnika odrazu przed obniżeniem zarobku godzinnego.

Zapłata składa się z dwu części, z płacy czasowej wedle stawki  $c$  za godzinę zajęcia, obliczonej jak zwykle za czas rzeczywiście na robotę zużyty (czas roboczy) i z premji, czyli nadpłaty albo nagrody, należnej za czas, względnie godziny zaoszczędzone w porównaniu z czasem naznaczonym, przyczem premja  $k$  za jednostkę (godzinę) zaoszczędzonego czasu musi być mniejsza od stawki  $c$ .

Przykład liczebny objaśni ten przepis.

Na daną robotę naznaczono czas normalny 40 godzin; stawka czasowa wynosiła dla odnośnego zawodu 30 groszy, czynnik premjowy  $k=10$  groszy za godzinę, czas roboczy czyli rzeczywiście przy robocie tej spędzony wypadł 30, a czas zaoszczędzony  $40-30=10$  godzin.

Zapłata będzie wtedy:

- a) za 30 godzin pracy po 30 gr. . . . . 900 groszy
- b) za 10 godz. oszczędzonych po 10 gr. 100 „

Razem . . . 1000 groszy

Zarobek godzinny wyniesie tedy przeciętnie

$$1000/30 = 33 \text{ groszy.}$$

Halsey opisał swój sposób jak następuje:

„Na podstawie poprzednich doświadczeń oznacza się czas potrzebny do wykonania obranej roboty, a robotnikowi płaci się prócz zwykłej stawki, przypadającej za każdą godzinę zużytej, także premję za każdą godzinę zaoszczędzoną wobec czasu naznaczonego, przyczem premja wynosi mniej niż normalna stawka, przypadająca na zaoszczędzony czas.

Na tem, że premja za godzinę oszczędzoną mniej wynosi niż normalna stawka, polega główna zaleta tego systemu“.

Sławny organizator pracy przemysłowej Taylor opisuje ten sposób w swem dziele pod tyt. „A piece rate system“ temi słowy: „Jeżeli robotnik wykona poręczoną mu pracę w czasie krótszym od naznaczonego, otrzyma za czas rzeczywiście zużyty normalną płacę czasową a nadto za czas zaoszczędzony premję, wynoszącą np.  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$  lub  $\frac{1}{2}$  różnicy między zapłatą odpowiadającą naznaczonemu czasowi a płacą należną za czas rzeczywiście zużyty (czas roboczy).

Elbourne, Factory administration str. 67, podaje następujący wyciąg z regulaminu wielkiej fabryki brytyjskiej.

### Dopłaty czyli premje. (Extra pay).

„Nadpłaty (premje) wymierza się zależnie od czasu, względnie kosztu zaoszczędzonego przez energję i zręczność robotnika.

Przy systemie premjowym u nas wprowadzonym zarząd naznacza granice czasu roboczego (time limits) dla odnośnych robót i porównywa czas rzeczywiście zużyty z czasem naznaczonym.

Połowę czasu zaoszczędzonego mnoży się przez stawkę godzinową robotnika i dopłaca mu jako premję.

Granice czasu roboczego (normy czasowe) oznacza się przytem inaczej niż przy akordzie, dlatego więc nie



albo  $A=pt$ , czasowa + premja za czas oszczędzony:

$$A=ct+c(T-t) \quad (3)$$

zarobek  $z = \frac{P}{t} = c \frac{T}{t} = c + c \frac{T-t}{t} \quad (4)$

premja jedn.  $n = c \frac{T-t}{t} \quad (5)$

### 3. Płaca premjowa Halsey'a

$$P=ct+k(T-t)=[t+m(T-t)]c \quad (6)$$

albo  $P=[mT+(1-m)t]c \quad (7)$

z podstawieniem:  $\alpha = mT, b=(1-m)t = tg\beta$   
(p. ryc. R. 1):  $P=(a+bt)c \quad (8)$

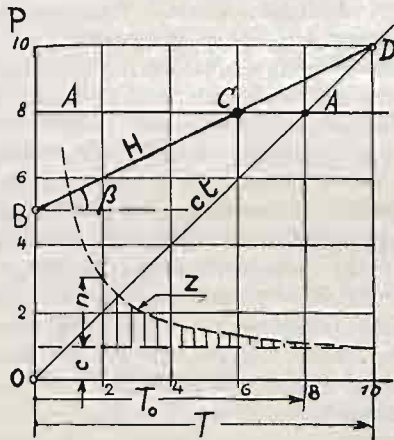
zarobek  $z = c + k \frac{T-t}{t} = c + n \quad (9)$

premja  $n = k \frac{T-t}{t} = mc \frac{T-t}{t} \quad (10)$

### 4. Płaca premjowa systemu Gantta (p. str. 232).

$$P=ct+kT_0; \text{ tylko dla } t \leq T_0; \quad (11)$$

$$z = c + k \frac{T_0}{t} \quad (12)$$



Rys. 1  
Akord i premja Halsey'a.

### Wykresy.

Trzecim sposobem bliższego zbadania wynagradzania pracy jest sposób wykresny, dający doskonały i łatwy do spamiętania obraz odnośnych funkcji i ich przebiegu.

Ryc. 1 podaje wykres ( $Pt$ ), to znaczy płace i premje jako rzędne, a okresy czasu roboczego jako odcięte. Podziałki obieram tak, że jednostce czasu odpowiada na osi rzędnych jednostka płacy, przedstawiona odcinkiem takiej samej długości; wykres staje się wtedy równobocznym.

Na ryc. 1 widzimy trzy proste, z których prosta wychodząca z punktu 0 pod kątem  $45^\circ$  cechuje system płacy czasowej, proporcjonalnej do trwania czasu pracy; prosta pozioma  $A$  cechuje system akordowy, a pochylona  $H$  system premjowy Halsey'a dla czynnika premjowego  $m = 1/2$ .

Jeżeli czas naznaczony był  $T=10$  h, a czas (roboczy) rzeczywisty  $t=6$  h, to rzędna wystawiona w punkcie  $t=6$ , zawarta między osią  $X$  a odnośną prostą, pokazuje całkowitą zapłatę  $P$  należną wedle danego systemu i czasu roboczego.

Wykres ten różni się od dotychczasowych, ponieważ jak czytelnik zauważy, prosta akordu odpowiada in n em u czasowi  $T_0$  niż prosta premjowa, przecinająca linię czasową w punkcie odpowiadającym czasowi premjowemu  $T$ , gdzie  $T$  jest większe od  $T_0$ .

Dawniej przyjmowano dla akordu i dla sposobu premjowego ten sam czas naznaczony  $T$ , co jednak nie zgadzało się z warunkami praktycznymi, w których cena akordowa, albo też czas akordowy muszą być zawsze ciałniej obrane, niż przy systemie premjowym.

Ważną tę sprawę rozwinę jeszcze w dalszej części pracy. Na razie tylko wskazuję na to, że proste akordu i premji przecinają się w punkcie  $C$ , w którym wynagrodzenie całkowite  $P$  jest dla obu systemów jednakowe; na prawo od  $C$  daje system premjowy wyższe płace, na lewo system akordowy.

Na djagramie ryc. 1 dodano jeszcze linię krzywą ( $z$ ), mianowicie hiperbolę, wykazującą jak rośnie zarobek  $z$  i premja stosunkowa  $n=N/c$ ; przy pomocy tej krzywej można odrazu odczytać dla każdej wartości czasu  $t$ , jaką część stawki podstawowej  $c$ , albo jaki jej procent stanowi premja przypadająca na godzinę pracy.

Wyniki te są zestawione w tabeli I (str. 230).

Wzrost premji na jednostkę czasu można też przedstawić jako funkcję czasu oszczędzonego  $D=(T-t)$ , otrzymując jako hiperbolę tego samego kształtu co na ryc. 1, ale odwrotnie skierowaną i przechodzącą przez punkt 0. Wykres taki nie przedstawia nic nowego i dlatego można go tu opuścić.

Psychicznie rzecz rozważając uznać trzeba, że coraz to szybszy wzrost premji w miarę skracania okresu pracy w porównaniu z czasem normalnym jest zupełnie odpowiedni, bo gdy początkowo przyspieszenie tempa pracy jest stosunkowo łatwe, to w miarę dokonanego już skrócenia staje się trudniejszym i wymaga albo więcej zręczności, albo też wyczerpania.

Stosownie do napięcia energii pracującego powinna też wzrastać zachęta, jaką daje premja. (P. Rothert „O systemach płacy“ „Przegl. Techn.“ 1910). Natomiast zauważono, że w początkowym okresie skrócenia czasu  $T$  o 5 do 10%, premja wynosząca 2,5 względnie 5,5% działa za słabo. Tego zdania byli w swoim czasie Taylor i Gantt, którzy uważali za wskazane dawać odrazu wysoką premję za dotrzymanie naznaczonego czasu ( $T_0$ ). Autor uznając ten zarzut w wielu razach za uzasadniony, opracował pewną odmianę systemu premjowego, którą przedstawia R 4.

Dalsza analiza porównawcza systemów płacy prowadzi do pewnych charakterystycznych wielkości albo funkcji zwanych podniętą (Schilling) albo zachętą (Rothert) i t. p., o czym będzie mowa później.

Ważnem, zwłaszcza dla praktyki, jest też zbadanie, jaki stosunek zachodzi między przyrostem wydajności ilościowej danego posterunku a premją. Oczywiście premja powinna wzrastać razem z wydajnością.

Jeżeli wydajnością produkcji nazwiemy liczbę sztuk towaru obrobionego w pewnej jednostce czasu, a sprawnością  $s$  (ang. *efficiency*, wedle oznaczenia Emersona) nazwiemy iloraz  $T/t$ , czyli stosunek czasu naznaczonego jako normalny do czasu rzeczywiście zużytego, to łatwo wykazać można że oba te na pozór różne pojęcia wyrazić się dadzą temi samymi liczbami.

Do wyjaśnienia tego użyjemy przykładu. Dana obrabiarka wykonać ma w 10 godzinach przynajmniej 10 kawałków (sztuk). Jeżeli kierujący nią robotnik potrafi obrobić 10 kawałków w 5 godzinach, to sprawność czasowa  $s = T/t = 10/5 = 2$ , podczas gdy przy trzymaniu się normy czasowej byłaby tylko  $= 10/10 = 1$ .

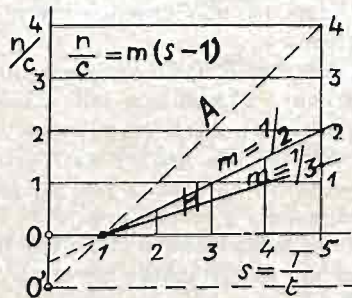
Zapytajmy teraz, jaką będzie ilościowa wydajność obrabiarki w obu przypadkach? Oto normalnie żądano, by obrabiarka dała w 10 godzinach 10 sztuk wyrobu, gdy jednak można z niej wydobyć 10 sztuk w połowie

tego czasu, t. j. w 5 godzinach, to w całym okresie 10-cio godzinnym otrzymanoby 20 sztuk.

Wydajność  $w$  była zatem pierwotnie  $^{10}/_{10}=1$ , a potem  $^{20}/_{10}=2$ .

Z tego wnioskujemy, że wydajność ilościowa zmienia się tak samo jak sprawność czasowa, określona dokładnie przez wzór

$$s = T/t, \text{ równa jest także wydajności } w. \quad (13)$$



Rys. 2.

Premja a sprawność.

Zmienność premji Halseya zależnie od sprawności  $s$  podaje wykres R 2. Aby się uniezależnić od różnych wartości praktycznych premji, dobrałem współrzędne tak, że odcinki  $x=s=T/t$ , równe są kolejno 1, 2, 3 i t. d., a rzędne przedstawiają ilorazy  $n/c$ , to znaczy wartości premji jednogodzinnej  $n$  podzielonej przez wartość stawki godzinnej (podstawowej), a więc znowu tylko liczby, niezależne od kwoty, waluty i t. p.

Z poprzednio podanych wzorów wywieść można, że

$$\frac{n}{c} = m(s - 1). \quad (14)$$

Dla systemu Halseya i czynnika  $m = 1/2$  otrzymany następujące długości rzędnych  $n/c$ :

Dla . . .  $s = 1 \quad 5 \quad 10$

$n/c = 0 \quad 2 \quad 4,5$

Gdyby zaś  $m = 1/3$ , byłoby:

$n/c = 0 \quad 2/3 \quad 3$  i tak dalej.

Gdyby sprawność była niższa od normalnej, toby linja premjowa zeszła poniżej osi  $X$ .

Podobną linję można wykreślić dla akordu, uważając go po prostu za system premjowy z czynnikiem  $m = 1$ . (Linja  $A$ ).

Z wykresu widać, że system premjowy daje przyrost premji zgodny z przyrostem sprawności, albo też wydajności.

Przez dodanie w odstępnie  $= 1$  równoległej do osi  $X$ , poprowadzonej przez punkt  $0'$  możemy z tego samego wykresu odczytać także zmienność zarobków godzinnych  $z$  zależnie od sprawności, gdyż  $z/c = n/c + 1$ .

### Podnieta.

Według Schillinga (Theorie d. Lohnmethoden), podnieta (Anreiz) do przyspieszania roboty, oznaczona literą  $a$ , jest stosunkiem przyrostu zarobku  $dz$  do elementu czasu  $dt$ , czyli pierwszą pochodną zarobku względem czasu,

$$a = \frac{dz}{dt}. \quad (15)$$

Obliczając kolejno pierwsze pochodne z wzorów na  $z$  przy systemie płac czasowych, akordowych i premjowych otrzymujemy wzory, dające się przedstawić na wykresie ( $at$ ).

Linja podniety systemu czasowego leży na osi  $X$ , gdyż  $a = 0$ , linja Halseya ( $m = 1/2$ ) jest krzywą.

Rachunkowo przedstawia się:

1. dla akordu zarobek  $z = c \frac{T}{t}$ ;

podnieta  $\frac{dz}{dt} = -c \frac{T}{t^2}$ . . . . . (16)

2. dla Halseya zarobek  $z = k \frac{T}{t} + (c - k)$ ;

podnieta  $\frac{dz}{dt} = -k \frac{T}{t^2}$ . . . . . (17)

3. dla płacy czasowej zarobek  $z = c$ ;

podnieta  $\frac{dz}{dt} = 0$ .

### Systemy z premją początkową lub przedpremją.

Już w poprzednim ustępie zauważyłem, że premje Halseya są w początkowym okresie skrócenia za małe, aby mogły oddziaływać należycie na przeciętnego robotnika. Przy skróceniu okresu naznaczonego  $T$  o 5% wynosi ta premja 2,5%, przy skróceniu o 10% zaś 5,5% zwykłej stawki godzinnej. Natomiast przy wyjątkowo silnych skrótkach, nie dających się w praktyce osiągnąć, np. dla  $t = T/10$  wyniosłaby premja 450%.

Jeżeli czas normalny  $T$  oznaczono obficie, to skrócenie rzeczywistego okresu roboczego i zapewnienie sobie większego zarobku jednostkowego (godzinnego) jest dość łatwym. Gdyby jednak  $T$  oznaczono nie na podstawie przybliżonej tylko oceny, lecz wychodząc z dokładnego pomiaru czasu istotnie potrzebnego, a dodatki zapasowe nie przekraczały przepisanej i koniecznej miary, w takim razie może się czasem okazać, że premja Halseya oparta o czas normalny  $T$  nie wystarczy do pokonania zwykłej u każdego człowieka bierności, odpowiadającej tu znanemu zjawisku bezwładności mas fizycznych.

Wtedy trzeba odrazu użyć większej zachęty początkowej w postaci premji udzielanej już za dotrzymanie przepisanego czasu  $T$ , a rosnącej w miarę dalszej ekonomji. Taką premję początkową wprowadził Taylor w swoim systemie dwustopniowego albo różnicowego akordu, Gantt w systemie stałej kwoty premjowej, udzielanej już za dotrzymanie czasu normalnego, a Emerson w systemie opartym o sprawność ( $I/t$ ).

Zatrzymując zwykłe oznaczenia, wyrazimy zapłatę wedle Gantta wzorem:

$$P = ct + kT_0 = ct + mcT_0; \text{ dla } t < T,$$

premję czyli nagrodę

$N = mcT_0$ , gdzie czynnik  $m = 1/5, 1/4$  albo  $1/3$ ,  $c$  zaś jest stawką czasową.

Ponieważ premja całkowita zależy tu od stałego czasu  $T_0$  i od liczb  $m, c$ , ma więc wartość stałą. Natomiast premja liczona na jednostkę czasu zależy od zmieniającego się czasu roboczego  $t$ , gdyż

$$n = N/t = \frac{mcT_0}{t} \quad (18)$$

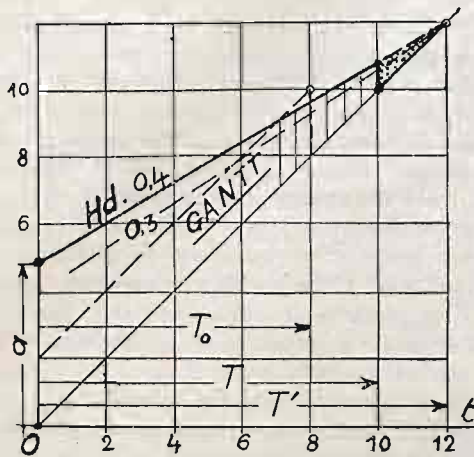
W regulaminie trzeba wyraźnie zaznaczyć, że premja należy się tylko tym, którzy wykończyli robotę nienagannie w obrębie czasu normalnego.

Na R 3 wrysowano linję wypłat według Gantta cienkimi kreskami dla  $m = 1/5$ .

Sądząc, że w pewnych razach dobrze będzie dać kilkoprocentową premję początkową za dotrzymanie okresu normalnego  $T$ , opracował autor system pre-



m j o w y z wyprzedzeniem, nadający się do użytku w warunkach, gdy czas  $T$  jest dokładnie zmierzony i nie zawiera większego dodatku zapasowego.



Rys. 3.  
Premja początkowa.

Dla każdej roboty podaje się tedy czas normalny  $T$ , wynoszący np. 10 h, ponadto zaś czas  $T' = 1,2 T$ , w obrębie którego stosuje się premje. Dzięki temu otrzyma robotnik już za samo dotrzymanie czasu normalnego kilku-procentową premję, podczas gdy przy zwykłym sposobie, nie dostałby żadnej nagrody.

Poza tem tworzy ów czas  $T'$  rezerwę w razie nie-przewidzianych trudności, jakie wystąpić mogą zwłaszcza przy pierwszym wykonaniu zadania.

Sposób ten może być dwojako stosowany:

1. z wypłatą przedpremji nawet w razie przekroczenia czasu normalnego  $T$  aż do  $T'$  jako górnej granicy (patrz r. 3), przyczem za dalsze przedłużenie pracy płaci się już tylko według linii premjowej, dającej tu mniej niż linja czasowa;

2. z premją początkową podobnie jak u Gantta, z zastrzeżeniem, że premje przyznawać się będzie tylko w obrębie okresu normalnego  $T$ .

Pierwszą odmianę zastosować można przy zaufaniu godnym personalu i robotach nowych, kiedy to małe przekroczenie czasu  $T$  z powodu braku wprawy, albo niepraktycznego przygotowania narzędzi jest prawdopodobne.

Drugą odmianę wtedy, gdy okres normalny roboty jest dokładnie znany i wypróbowany, wobec czego pozostawiona w poprzednim rozwiązaniu rezerwa czasu jest zbędna, albo też, gdy obawiać się można umyślnego przedłużania okresu roboczego.

Na Rys. 3 przedstawiono linję płacy premjowej dla  $m = 0,4$  grubą kreską z zaznaczeniem przedłużenia jej aż do czasu  $T'$  i skoku przy czasie  $T$  (odmiana II).

Dla porównania wrysowano też kreskami przerywanymi linje płac syst. Gantta, uwzględniając jednak ten ważny szczegół, że premja Gantta jest wprawdzie wysoka, np.  $m = 1/5 c T_0$ , ale opiera się na czasie  $T_0$ , obliczonym dokładnie i ciasno na podstawie ścisłych pomiarów i obserwacji.

### Wzory.

Obliczenie płac wykonać tu można na podstawie wzoru (6) po wstawieniu  $k'$  i  $T'$  w miejsce odpowiednich liter bez kreski

$$P = ct + k' (T' - t) \quad (19)$$

dodając przy stosowaniu drugiej odmiany zastrzeżenie, że „premję  $N$  wypłaca się tylko tym robotnikom, którzy

ukończą nienagannie robotę w okresie czasu krótszym lub równym normalnemu  $T'$ .

$$\text{Oznaczmy stosunek } T'/T = q \quad (20)$$

$$k' = mc, \text{ to}$$

$$P = ct + mc (qT' - t) \quad (21)$$

$$N = mc (qT' - t); \quad n = N/t \quad (22)$$

Wielkość premji początkowej można odczytać z wykresu Rys. 4 dla  $t = T$ , albo też obliczyć z wzorów. Np. dla  $m = 0,3$ ,  $T' = 1,2 T$ , czyli  $q = 1,2$

$$N = 0,3 (qT' - T) = 0,3 \cdot 0,2 cT = 0,06 cT;$$

premja początkowa wynosi tedy 6% odnośnej płacy czasowej.

Przy porównaniu tego systemu z premją wedle Gantta (np.  $m = 1/4$ ) trzeba uwzględnić czas  $T_0 = 0,8 T$ , dla którego premja przy czynniku  $m = 0,4$ :

$$N = 0,4 (1,2 T - 0,8 T) c = 0,16 c$$

$$\text{u Gantta zaś byłaby premja} = 0,25 c$$

Przy dalszem skróceniu okresu roboczego przecinają się linje obu systemów.

Zważywszy, że przy podanym tu systemie premja zaczyna się wcześniej, względnie przy drugiej odmianie większą ma wartość, niż przy zwykłym sposobie Halseya, trzeba czynnik premjowy  $m$  obierać mniejszym, niż poprzednio, korzystając z zasad rozwiniętych w dalszym ustępie o właściwym stosunku różnych systemów premjowych, oraz z ryciny Rys. 5.

Linjowe płace premjowe wyrazić też można wzorem (7) i (8) postaci:

$$P = (a + bt) c = [mT' + (1 - m) t] c$$

gdzie  $mT'c$  jest jak to widać z rysunku R. 1 i R. 4 jakby małym akordem  $a$ ;  $(1 - m) = tg\beta$ , albo też  $(1 - m)c = c'$  jest nową stawką czasową, mniejszą od podstawowej  $c$ .

Płaca składa się wtedy ze stałego akordu  $a$  i płacy czasowej wynoszącej  $c't$ .

Przykład:  $T = 40$ ,  $T' = 48$ , czas roboczy  $t = 30$   $m = 0,4$ ,  $c = 1/2$  złp. Obliczyć wedle ostatniego wzoru mały akord  $a$ , współczynnik  $b = tg\beta$  i zapłatę  $P$  dla czasu  $t = 30$ . (Rozwiązanie:  $P = 36 c$ ; względnie 18 złp.).

Opisane powyżej sposoby premjowe o przebiegu linjowym odpowiadają dobrze potrzebom praktyki, wymogom jednak teoretycznym tylko w pewnych granicach, np. od  $t = 0,4 T$  do  $t = T$ , albo powyżej tej wartości. W obrębie zaś  $t = 0,1 T$  do  $t = 0$ , niemającym oczywiście praktycznego znaczenia, premje są za wysokie, a przy skrajnej wartości  $t = 0$  premja powinna zejść do zera, a nie być równą połowie zapłaty  $cT$ .

Tych usterek nie mają inne systemy premjowe dające jako linje płac krzywe II stopnia, a mianowicie systemy Rowana, Rotherta i system cykliczny autora, opisany w „Przeglądzie Technicznym“ z r. 1923.

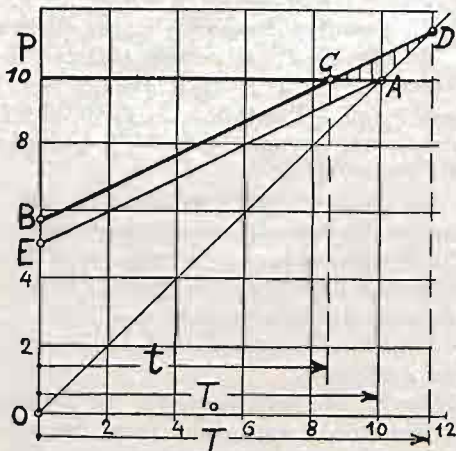
### Wzajemny stosunek czasu akordowego i premjowego.

Jak wiadomo nie można dobrać równych okresów  $T$  dla akordu i premji, a błędy tego rodzaju popełniane przez niezajomość właściwego stosunku, jakim te systemy są ze sobą związane, mogą spowodować przykre zawody i zatargi.

Jeżeli np. czas akordowy jest trafnie ustalony, a taki sam czas przyjęto by za podstawę premji Halseya albo innej, toby zachęta premjowa do gorliwej roboty okazała się za małą. Gdyby znowu ktoś przyjął dobry czas premjowy  $T$  za podstawę akordu czasowego, toby spowodował za wysokie koszty roboty, którychby zakład znieść nie mógł.

Jest więc rzeczą ważną, aby dokładnie zrozumieć wzajemny stosunek tych różnych okresów czasowych, na co dotychczas nie zwrócono należytej uwagi.

Do wyjaśnienia i rozwiązania zagadnienia służy ryc. 4 odpowiadająca następującym rozważaniom.



Rys. 4.  
Związek między akordem i premją.

Doświadczenia praktyczne i pomiary dowiodły, że pewną robotę wykonać można w  $t$  godzinach. Ustalając dla niej akord czasowy trzymamy się zwykle reguły, czasem nawet obowiązującej umowy, wedle której akord powinien średniemu robotnikowi umożliwić o 10 do 20% więcej zarobku, niżby wynosiła zapłata czasowa za  $t$  godzin. Dodajemy tedy do zmierzonego czasu  $t$  kilkanaście procentów i oznaczamy tym sposobem czas akordowy  $T_0$ .

Stawiamy sobie teraz pytanie, jak należy dobrać czas premjowy  $T$  dla tej samej roboty?

Niemożliwym jest oczywiście zrównanie zapłat wynikających z obliczeń akordowych i premjowych dla wszystkich możliwych w praktyce czasów roboczych. Natomiast pożądanym jest, aby zgodność taka istniała przede wszystkim dla tego czasu  $t$ , w którym, jak to wiemy z pomiarów lub doświadczenia, robotę przy gorliwej pracy istotnie wykończyć można. Stawiamy więc zgóry warunek, żeby zapłata akordowa i premjowa dla tego czasu  $t$  były równe.

Na Rys. 4 musi więc pochyła linja płacy premjowej przejść przez punkt  $C$ , w którym się przecina rzędna dla czasu  $t$  z linią akordu  $A$ .

Linja premjowa może przytem mieć różne nachylenia, zależnie od czynnika premjowania  $k$  (albo  $m$ ) i czasu normalnego dla roboty premjowej.

Rachunkowo ujmujemy rzecz w taki sposób: Piszemy równania płacy akordowej i premjowej, poczem stosujemy warunek, że  $P=A$ .

$$A = ct + c(T_0 - t) \quad \dots \quad (23)$$

$$P = ct + c(T - t) \quad \dots \quad (24)$$

$$\text{Stąd: } c(T_0 - t) = k(T - t) \quad \dots \quad (25)$$

$$\text{albo: } T_0 - t = m(T - t) \quad \dots \quad (26)$$

I. Mając teraz dane:  $t$ ,  $T_0$  i  $k$ , albo  $m$ , obliczamy czas  $T$  dla systemu premjowego:

$$T = \frac{cT_0 - (c-k)t}{k} = \frac{T_0 - (1-m)t}{m} \quad \dots \quad (27)$$

II. Jeżeli zaś przyjęliśmy najpierw czas premjowy  $T$  równy np.  $1,2 T$ , możemy znowu obliczyć odpowiedni w tym razie czynnik  $k$ , względnie  $m$ , zapewniający nam zgodność systemu akordowego i premjowego przy faktycznym czasie roboczym  $t$ .

$$k = \frac{T_0 - t}{T - t} \quad c: \quad m = \frac{T_0 - t}{T - t} \quad \dots \quad (28)$$

Przykład. Czas akordowy  $T_0=10$ , czas faktyczny  $t=8,5$   $m=1/2$ . Czas premjowy wypada  $T=11,5$ .

Metoda wykreślna. Obok rozwiązania rachunkowego podaję jeszcze dogodną metodę wykreślną.

I. W rys. 4 odcinamy najpierw  $T_0=10$ , potem  $t=8,5$ ; przez punkt  $A$  prowadzimy linię wynagrodzenia akordowego i przecinamy ją w punkcie  $C$  rzędną dla czasu  $t$ . Teraz trzeba odciąć na osi  $Y$  długość  $(mcT)$ , dla  $m=1/2$ , ale nie znamy jeszcze czasu  $T$ , tylko czas  $T_0$ . Wobec tego odcinamy najpierw  $mcT_0=OE$ , łączymy prostą  $EA$ , a przez punkt  $C$  prowadzimy do niej równoległą aż do przecięcia z linią płac czasowych w punkcie  $D$  i z osią  $Y$  w punkcie  $B$ . Wówczas  $OB$  jest szukanym odcinkiem  $=mcT$ , a prostopadła spuszczone z punktu  $D$  na oś  $X$  odcina szukany czas  $T$ .

II. Rzecz przedstawia się łatwiej, gdy obierzemy najprzód czas  $T$ , oznaczmy punkt  $D$ , a prowadząc prostą  $DC$  aż do punktu  $B$ , otrzymamy odcinek  $OB$  żądanej wielkości  $mcT$ , z czego można obliczyć stosowny czynnik premjowy  $m$ .

Charakterystyczny punkt przecięcia linii płac nazwiemy węzłem  $C$ , przy pomocy którego łatwo zbadać można, czy projektowane dla tej samej roboty czasy premjowe i akordowe są odpowiednio dostrojone.

Rycina 4 wykazuje, że dobrze obliczony czas premjowy daje robotnikom pewne korzyści, mianowicie większą rezerwę czasu niż akord i nieco wyższą płacę w początkowym okresie skrócenia. Natomiast opadanie linii premjowej na lewo od węzła  $C$  dowodzi, że w razie mylnego i zbyt obfitego przyjęcia czasu  $T$ , koszt ogólny pracy spada poniżej linii akordu, co chroni zakład od wygórowanych kosztów pracy.

### Roboty drużynowe.

Akord czasowy i różne metody premjowe dają najlepsze wyniki przy robotach indywidualnych czyli jednostkowych. W wielu zakładach zdarzają się jednak roboty wymagające spółdziałania większej ilości współpracowników, tworzących razem grupę roboczą albo drużynę i pracujących w niej na spólny rachunek.

Przykłady tego rodzaju robót zbiorowych widzimy w budownictwie, w robotach inżynierskich i ziemnych, w budowie wagonów, okrętów, przy naprawach parowozów i wagonów i t. p.

Wyznaczanie czasów zbiorowych jest nawet łatwiejsze od podawania czasów dla każdego robotnika z osobna, gdyż niedokładności oceny i pomiaru wyrównują się w obrębie większej grupy.

Mimo to wszystkie zarządy dążyć powinny do dokładniejszego wyznaczania czasów jednostkowych w obrębie drużyny, ponieważ doświadczenie wykazuje przy systemie zbiorowego wynagradzania stosunkowo niski stan wytwórczości, bo niedbali i leniwi uczestnicy grupy wyzyskują na swą korzyść pilniejszych i zręczniejszych, których to znowu zniechęca, tak, że z czasem wydajność pracy całej drużyny obniża się do wydajności najgorszych uczestników.

Różne sposoby rozliczania wynagrodzeń drużynowych zasługują na bliższe omówienie, a dla ich uzupełnienia dodam ważniejsze wskazówki i przepisy z praktyki.

### Rozliczenie zarobków drużynowych.

#### Akord pieniężny.

Praktyka używa różnych sposobów rozliczania zarobków drużynowych.

1. Zarząd oznacza przodownikowi drużyny (grupy) całkowitą kwotę za wykonanie roboty i pozostawia mu swobodę co do rozdziału zarobków.

W tym razie przodownik jest niejako samodzielnym przedsiębiorcą.

O ile wszyscy współpracownicy drużyny (grupy) zajęci byli tą samą liczbą godzin, rozdziela się zarobki według pewnego ugodowego „klucza“, np. w stosunku 10 części dla przodownika, po 6 dla każdego rzemieślnika, po 4 dla pomocników itp.

Np. dla przodownika, 2 rzemieślników, 4 pomocników mamy  $1 \times 10 + 2 \times 6 + 4 \times 4 = 38$  części, wówczas kwotę ogólną dzieli się na 38 części i przydziela każdemu tyle części, ile mu się wedle klucza należy. Gdyby więc kwota akordowa wynosiła 760 złp., to udział  $\frac{760}{38} = 20$  złp., i przodownik otrzymałby  $10 \times 20 = 200$  złp., każdy rzemieślnik  $6 \times 20 = 120$  złp., a pomocnik  $4 \times 20 = 80$  złp.

Przed wypłatą trzeba jeszcze zrobić próbę, żeby nie rozdać przypadkowo więcej pieniędzy, niż się posiada. Próba:  $200 + 2 \times 120 + 4 \times 80 = 760$ .

#### Akord czasowy.

2. Zarząd fabryki podaje z góry akord czasowy dla całej roboty drużynowej, stawki dla każdego robotnika i sam rozlicza zarobki. Gdy dana robota trwa dłużej niż jeden okres wypłaty, przyznaje co tygodnia zaliczki na akord według liczby godzin zajęcia, a nadwyżkę akordową wypłaca dopiero po należytem wykończeniu roboty.

Przykład: Akord czasowy  $T = 625$  godzin, skład drużyny (grupy) jak poprzednio.

Stawki godzinne: przodownika 0,5 złp.  
 rzemieślnika 0,4 „  
 pomocnika 0,3 „

Wedle zapisków pracowali: przodownik 80 h  
 2 rzemieślnicy po 90 = 180 „  
 4 pomocnicy „ 60 = 240 „  
 Razem 500 h

Obliczenie zaliczek daje (na 2 okresy wypłat):

	zaliczka	nadwyżka akordowa
przodownik $80 \times 0,5 =$	40 złp.	40
2 rzemieślnicy $90 \times 0,4 =$ po 36 „	72	18
4 pomocnicy $60 \times 0,3 =$ „ 18 „	72	18
	184	46

Ponieważ zaliczki odpowiadają razem 500 godzinom pracy, akord zaś wynosił 625 godz., pozostaje do rozdziału nadwyżka akordowa 125 godzin, przyczem trzeba jeszcze uwzględnić odnośne liczby godzin zajęcia i stawki wynagrodzenia.

Przodownik dostanie  $\frac{80}{500} \times 125 \times 0,5 = 10$  złp.  
 Każdy rzemieślnik  $\frac{90}{500} \times 125 \times 0,4 =$  po 9 „  
 „ pomocnik  $\frac{60}{500} \times 125 \times 0,3 =$  „ 4,5 „

Ogólny koszt roboty był:  $50 + 90 + 90 = 230$  złp.; przeciętny koszt jednej godziny akordowej:  $\frac{230}{500} = 0,46$  złp., a jednej pracogodziny:  $\frac{230}{500} = 0,46$  złp.

#### Akord grupowy A (algebraicznie).

Oznaczamy sumę wypłat czasowych drużyny literą  $S$ :  $S = P_1 + P_2 + \dots = \Sigma(P)$ ;  $A$  powinno być większe od  $S$ . Przyjmujemy ogólnie ilość robotników:

	$n_1$	$n_2$	$n_3 \dots$
ich stawki godzinne:	$c_1$	$c_2$	$c_3 \dots$
okresy zajęcia w drużynie:	$t_1$	$t_2$	$t_3 \dots$

Suma zarobków czasowych będzie

$$S = n_1 c_1 t_1 + n_2 c_2 t_2 + \dots = \Sigma(n c t) \quad (29)$$

gdy zaś  $A > S$  wzrosną te zarobki przy akordzie w stosunku  $x = \frac{A}{S}$ ;

$$\text{stąd płaca} \quad P = \frac{A}{S} \cdot c t = x c t, \quad (30)$$

$$\text{zarobek godzinny} \quad z = \frac{P}{t} = \frac{A}{S} \cdot c \quad (31)$$

W powyższych wzorach wstawia się  $c$  i  $t$  z odpowiednim wskaźnikiem.

Przykład. Drużyna składa się jak poprzednio z 1 przodownika (stawka 0,5 złp.), 2 rzemieślników (stawka 0,4 złp.) i 4 pomocników (po 0,3 złp.); liczby godzin pracy były wedle zapisków 80, po 90 wzgl. po 60. — Kwota akordowa  $A = 230$  złp.

Z tych danych obliczamy najpierw sumę wypłat czasowych  $S$ :

$$S = 80 \cdot 0,5 + 2 \cdot 90 \cdot 0,4 + 4 \cdot 60 \cdot 0,3 = 184 \text{ złp.};$$

$$\text{czynnik} \quad x = \frac{A}{S} = \frac{230}{184} = 1,25 \text{ albo } \frac{5}{4}.$$

Płace liczymy kolejno wedle wzoru  $P = x \cdot c \cdot t$ :

przodownik otrzyma  $\frac{5}{4} \cdot 0,5 \cdot 80 = 50$  złp.

każdy rzemieślnik „  $\frac{5}{4} \cdot 0,4 \cdot 90 = 45$  „

„ pomocnik „  $\frac{5}{4} \cdot 0,3 \cdot 60 = 22,50$  „

Próba. Suma wypłat musi dać kwotę akordową  $A$ .  
 $50 + 2 \cdot 45 + 4 \cdot 22,5 = 230$  złp.

Uwaga. W zestawieniu można też oddzielnie podać zaliczki za czas roboczy, wynoszące: 40, 36 i 18 złp. oraz nadwyżki akordowe, „ 10, 9 i 4,5 „

#### Systemy premjowe. Sposób rozliczenia autora.

Postępując podobnie jak przy obliczeniu odnoszającym się do akordu czasowego, trzeba nadto uwzględnić współczynnik premjowy  $m$ , albo  $k = m \cdot c$ .

Dla przejrzystości zestawień wyraża się płace i premje w jednostkach czasu.

Przykład. Czas naznaczony  $T = 700$  h

„ rzeczywisty  $\Sigma t = 500$  „

czynnik premjowy  $m = \frac{1}{2}$

premja czasowa, wyrażona w godzinach, a używana przez całą drużynę:

$$\tau = m(T - \Sigma t) = \frac{1}{2}(700 - 500) = 100 \text{ h}$$

Drużyna pracowała zatem  $\Sigma t = 500$  h, a zarobiła  $t' = \Sigma t + \tau = 500 + 100 = 600$  h

Premja  $\tau$  równa się przytem  $\frac{t}{5}$ , a całkowity „czas zarobiony“  $t' = \frac{6}{5} t = 1,2 t$ .

Przyjąwszy taki sam skład drużyny, jak w poprzednim przykładzie, otrzymamy zestawienie:

Uczestnik	Czas rzeczyw. $t$	Premja $\tau$	Czas zarobiony $t + \tau$	Stawka $c$	Wypłata złp.
przodownik	80	16	96	0,5	48
rzemieślnik	90	18	108	0,4	43,20
pomocnik	60	12	72	0,3	21,60

Próba. Suma godzin roboczych:

$$\Sigma t = 80 + 2 \cdot 90 + 4 \cdot 60 = 500$$

$$\Sigma \tau = 16 + 2 \cdot 18 + 4 \cdot 12 = 100.$$

Koszt ogólny roboty wypada:

$$48 + 2 \cdot 43,2 + 4 \cdot 21,60 = \text{złp. } 230,80.$$

## Wzory algebraiczne dla premji drużynowej.

Oznaczenia jak przy akordzie.

$$\text{Płaca jednego robotnika } P = ct + k(T-t) \quad (6)$$

$$\text{albo: } P = ct + mc(T-t) \quad (6)$$

$$\text{Premja czasowa } \tau = m(T-t) \quad (32)$$

Przy rozliczeniach drużynowych przypada na jednego uczestnika tylko część czasu całkowitego, mianowicie

$$\frac{t}{\sum t} \cdot T;$$

stad premja wyrażona w godzinach

$$\tau = m \left[ \frac{t}{\sum t} \cdot T - t \right] = mt \left( \frac{T}{\sum t} - 1 \right) \quad (33)$$

Stosunek  $\frac{T}{\sum t}$  jest równy dla wszystkich uczestników;

$$\tau = m \left( \frac{T}{\sum t} - 1 \right) t = m \cdot \frac{T - \sum t}{\sum t} \cdot t = (m \cdot x) t \quad (34)$$

$t$  i  $\tau$  zaopatruje się we wskaźniki, które tu pominięto;  $\left( \frac{T}{\sum t} - 1 \right)$  oznaczamy krótko przez  $x$ .

Wzór ten zastosujemy do sprawdzenia obliczenia  $\tau$  dla pomocnika w ostatnim przykładzie

$$x = \frac{200}{500} = \frac{2}{5}; \quad m = \frac{1}{2}; \quad (m \cdot x) = \frac{1}{5}; \quad \tau_3 = \frac{t_3}{5} = \frac{60}{5} = 12 \text{ h.}$$

Całkowity czas zarobiony

$$t' = t + \tau = 60 + 12 = 72 \text{ h.}$$

Mnożąc tak obliczone okresy czasowe przez należne stawki  $c$  otrzymujemy kwoty zarobione.

Premia wyrażona w pieniądzech:

$$N_1 = m c t_1 \left( \frac{T}{\sum t} - 1 \right) \quad (35)$$

## Premjowanie personelu technicznego, biurowego itp.

W każdym oddziale pracuje szereg osób, przyczyniających się pośrednio do dobrych wyników pracy objętej systemem akordowym albo premjowym. Należą tu inżynierowie, mistrzowie, monterzy, kontrolorzy, maszynowi, elektrotechnicy, kierownicy żórawi i urządzeń transportowych.

Stosownie do warunków istniejących w danym zakładzie można tym pracownikom przyznać stałe dodatki, albo też premję wynoszącą tyle procentów płacy każdego pracownika, ile wynosi przeciętny procent premji uzyskanych w każdym miesiącu przez robotników odnośnego oddziału.

Wydatki te nie są objęte kwotami akordowymi albo premjowymi i dlatego pokryć je trzeba z funduszków ogólnych zakładu.

## Premje zbiorowe w pracowniach kolejowych.

W maju 1920 r. wprowadzono we Lwowie na próbę premjowanie zbiorowe sposobem Halseya, oparte na zbiorowym zaoszczędzeniu czasu każdego oddziału względem czasu dla odnośnych robót naznaczonego.

Sposób ten stosunkowo łatwy do wprowadzenia w owym czasie i odpowiadający popularnym doktrynom robotniczym o równości pracowników, o uspołecznieniu i przyzwyczajaniu ludzi do pracy wspólnej i kooperacji, dawał początkowo zadowalające wyniki, gdyż przyczynił się do podniesienia przeciętnej wytwórczości zakładów. Mimo to jednak zarząd pracowni lwowskiej uważał system indywidualnej premji Halseya za lepszy, chociaż wymagający o wiele więcej roboty administracyjnej i dlatego w ówczesnych warunkach niewykonalny.

Zasady tego zajmującego systemu premjowania zbiorowego są następujące:

Stawki czasowe (akordy czasowe) dla poszczególnych robót wyznaczają Dyrekcje kolejowe stosownie do warunków ekonomicznych danej miejscowości. Premje powinny wynosić średnio około 20 do 25% miesięcznie obliczonych zarobków czasowych, bez ograniczenia ich procentowej wysokości.

Różne oddziały pracowni albo drużyny mogą mieć różne stawki premjowe.

Każdy oddział stanowi odrębną jednostkę dla obliczenia premji.

Okresy czasu potrzebnego normalnie do wykonania każdej typowej roboty (naprawczej lub innej) oznaczają się zgóry.

Rzeczywisty czas roboczy odejmuje się od czasu naznaczonego, a pozostająca reszta stanowi czas zaoszczędzony, tworzący podstawę obliczenia premji.

Za każdą godzinę zaoszczędzoną względem normy czasowej przyznaje się oddziałowi wynagrodzenie wynoszące  $n$  marek pol., co odpowiadało około 30% stawki godzinnej normalnego robotnika.

O ile przy danej robocie oszczędzono więcej niż 30% czasu naznaczonego, wówczas przyznawano podwyższenie stawki premjowej o 50%. (Zdaniem autora podwyższenie takie jest zbędne).

Dyrekcja oznacza co pół roku normy czasowe dla typowych robót zbiorowych, jak np. napraw głównych, średnich lub bieżących parowozów danego typu lub wagonów.

Ze względu na różne wielkości i ciężary parowozów podawano te liczby czasowe na 1 tonnę, przy wagonach zaś na 1 osz wozową.

Oznaczając liczbę godzin potrzebnych do naprawy bieżącej jednej tonny parowozu literą  $a$ , która może oznaczać 12 do 20 godzin, liczone np.:

dla naprawy głównej, na 1 tonnę	$T_1 = 36 a$
" " " " " " " "	$= 10 a$
" " " " " " " "	$= 4 a$
" " " " " " " "	$= a$

Na 1 tonnę jas z c z y k a liczone połowę powyższych liczb.

Przy naprawach wagonów wzięto znowu za podstawę liczbę  $b$  na 1 osz i liczone:

Na 1 osz wagonu III klasy:

naprawa główna . . . . .	$T_1 = 60 b$
" " " " " " " "	$= 30 b$
" " " " " " " "	$= 15 b$
" " " " " " " "	$= 3 b$

Spółczynniki  $a$  i  $b$  oznaczało się na podstawie przeciętnych wyników pracy naprawczej w ciągu półrocz poprzedniego.

Rozdział premji danego oddziału między uczestników odbywał się w ten sposób, że się liczbę godzin zaoszczędzonych dzieliło przez sumę iloczynów, złożonych z liczby godzin pracy każdego uczestnika, pomnożonej przez współczynnik  $k$ , mający kilka różnych wartości, zależnie od stopnia wynagrodzenia przyznanego danej grupie pracowników. Dla przodowników  $k=1,2$ ; dla rzemieślników  $k=1$ , dla pomocników  $k=0,7$ , dla uczniów np. 0,3, podczas gdy dla nieobecnych w danym okresie rachunkowym, niedbałych i t. p. czynnik  $k$  równał się zeru.

Podzielenie liczby godzin oszczędzonych przez ową sumę daje pewną przeciętną liczbę godzin  $x$ , przy pomocy której oblicza się premję

$$N = k \cdot c \cdot x \cdot t \quad (35)$$

Premje powyższe wypłaca się po 15-ym danego miesiąca za miesiąc poprzedni, gdyż do ostatecznego wyliczenia należnych premji w wielkiej pracowni trzeba dosyć długiego czasu. Oczywiście zaliczki na te premje

wypłacić można wcześniej, zwłaszcza za wielkie roboty, których nie udało się wykończyć przed upływem okresu miesięcznego. Wysokość procentową tych zaliczek oznaczał zarząd pracowni.

W razie wykazania niedbalstwa lub niedokładności w wykonanej już i zapłaconej robocie strąca się premję przy najbliższej wypłacie.

Ze względu na to, że w każdym oddziale pracują także robotnicy pobierający stałe wynagrodzenie czasowe, ale przyczyniający się swą pracą do podtrzymania wydajności zakładu, przyznaje się im dodatki, odpowiadające średniemu procentowi premji całego grona robotników zakładu.

Wreszcie pomyślano także o pewnym premjowaniu personelu technicznego i administracyjnego, który przy nowoczesnej organizacji pracy przyczynia się w wysokim stopniu do zwiększenia wydajności zakładu i dlatego przyznaje się mu pewien procent od sumy premji przypadających na robotników fachowych całej pracowni, rozdzielając otrzymaną kwotę proporcjonalnie do płacy każdego urzędnika.

W praktyce odbywało się rozliczenie premji zbiorowej dla pewnej grupy robotników w styczniu 1921 r. wedle następującego zestawienia:

Na grupę (oddział) A przypadała premja zbiorowa 12.000 jednostek (up. marek).

robotnik	dnie	czynnik $k$	iloczynny $nk$	częstka	premja
a	28	1,2	33,6	54,5	1831
b	21	1	21	54,5	1144

i tak dalej.

Obliczenie częstki odbyło się wedle wzoru  $\frac{N}{\sum(nk)}$

Doświadczenia zebrane przez zarząd w ciągu kilku lat były korzystne, zauważono jednak, że przy robotach wykonywanych na podstawie premji indywidualnych wyniki produkcji z jednej strony, a zwiększenia zarobków z drugiej strony były znacznie lepsze, powodując tylko większe wydatki na administrację.

Dla przykładu przytoczę, że robotnicy pracujący w systemie premji indywidualnej zarabiali miesięcznie około trzy razy tyle premji, co ich koledzy przy systemie premji oddziałowej.

#### Uwagi ogólne.

1. Każdy zakład starać się musi o dokładne badanie i zestawianie najlepszych metod roboczych, ustalanie toku potrzebnych do tego operacyj i pomiar zegarowy okresów czasowych koniecznych do prawidłowego ich wykonania.

2. Na podstawie tych pomiarów opracować trzeba pouczenia robocze (instrukcje) tak dla robotników, jak dla biura produkcji i rozdziału robót.

3. Rozdział większych prac należy tak wykonywać, aby każdy robotnik z osobna otrzymał wyraźnie określone zadanie do spełnienia i czas normalny, (naznaczony) do wykonania danej roboty potrzebny.

4. Pouczenia, materiały do obróbki, maszyny i narzędzia robocze, w dobrym stanie będące, trzeba wydać robotnikowi przed rozpoczęciem właściwej pracy.

5. Po tych przygotowaniach wprowadzić można akord czasowy albo system premjowy, opierając się przy każdej robocie na znajomości lub pomiarze czasu normalnego i dobierając system płacy odpowiednio do właściwości odnośnych robót oraz ogólnych warunków, w jakich się praca w zakładzie odbywa.

6. Zależnie od właściwości robót można w tym sa-

mym zakładzie stosować tak akord czasowy, jak i różne systemy premjowe.

7. W pierwszym okresie wprowadzenia systemów premjowych lub akordu trzeba na żądanie pracowników udowodnić trafność i wykonalność akordu przez wykonanie robót próbnych. Wykresy i tabele dostępne dla robotników mają im dać możliwość kontrolowania obliczeń biura wypłat, gdyż cały personal musi mieć wyrobione przekonanie, że system czasów roboczych i premji jest sprawiedliwy.

8. System premjowy Halseya, lub inny podobnego typu, ze współczynnikiem premjowym nie przekraczającym liczby  $\frac{1}{2}$  jest sprawiedliwym i racjonalnym sposobem wynagradzania pracy, nie zawodzącym nawet przy pewnych błędach w obliczeniu czasu naznaczonego, gdyż zapewnia równe korzyści pracującemu i zakładowi.

System ten ma zaletę stałości stawek czasowych i nie wymaga częstych zmian podanych norm czasowych.

Natomiast podwyższenie czynnika  $m$  nie jest wskazane, bo narusza tę zaletę i czyni system bardziej wrażliwym na błędy zachodzące przy obliczaniu czasu roboczego.

9. Premje jednostkowe czyli indywidualne są lepsze od zbiorowych czyli grupowych (drużynowych), chociaż wymagają z początku więcej pracy administracyjnej. Premja indywidualna zachęca każdego robotnika do rzetelnej i wydatnej pracy i daje mu za to stosowną nagrodę. Premja zaś zbiorowa, będąca zarazem przeciętną, pokrywa niedbalstwo i lenistwo nielicznych zresztą wśród drużyn jednostek, zniechęcając lepszych współpracowników przez nieuniknione obniżenie wydajności produkcji i wysokości wynagrodzenia.

10. Zakłady tego samego typu porównywać winny wzajemnie wyniki takich samych robót wykonywanych raz sposobem akordu lub premji jednostkowej, drugi raz znowu systemem akordu grupowego lub premji zbiorowej.

Różnica obu metod pod względem długości czasów zużytych i kwoty zarobionych premji będzie wyraźna.

11. Okresy czasu akordowego i premjowego dobierać zawsze należy po dojrzałej rozwadze z uwzględnieniem ich zależności wykazanej w rozdziale „o wzajemnym stosunku czasów roboczych“.

12. Przy akordzie grupowym lub premji zbiorowej rozdziela się zapłaty z uwzględnieniem stosunkowej ilości pracogodzin każdego uczestnika i jego stawki godzinnej. Rozliczenia dokonać można najpierw w mierze czysto czasowej, pozostawiając na koniec przeliczenie otrzymanych czasów zarobionych na odpowiadające im kwoty pieniężne.

13. W niektórych przypadkach zastosować można system premjowy z „wyprzedzeniem“, czyli z premją początkową, dający kilkuprocentową premję już w chwili dotrzymania przepisane go czasu.

14. Opóźnienia i przerwy w robocie, spowodowane okolicznościami niezależnymi od pracującego, należy notować na osobnych „kartkach opóźnień“, a stracone okresy czasowe, wyłączone z akordu lub czasu normalnego przy systemie premjowym, wynagrodzić osobno wedle stawki godzinnej  $c$ .

15. Najkrótsze okresy robocze, osiągnięte przy wykonywaniu powtarzających się robót, należy ze sobą porównywać i podawać do wiadomości współpracowników jako rekordy sprawności.

16. Zwiększenie wydajności produkcyjnej ( $w$ ) oraz sprawności czasowej ( $s$ ) jest głównym środkiem podtrzymania żywotności zakładów technicznych, zwiększenia dochodów pracowników, nadto zaś najdzielniejszym sposobem do dzwignięcia i utrzymania prawdziwego dobrobytu całej ludności.

# Kwestja najtańszej belki żelbetowej.

Napisał

M. T. Huber.

Zmienione przez wojnę warunki ekonomiczne zachęciły mnie jeszcze przed dwoma laty do podjęcia na nowo tematu traktowanego w dwu dawniejszych pracach<sup>1)</sup> i porzuconego następnie głównie z powodu przekonania o niewielkiej na owe czasy praktycznej wartości wyników.

Przy projektowaniu belki jednolitej z jakiegokolwiek materiału jest warunek najmniejszości kosztów jednoznaczny z warunkiem najdalej idącego wyzyskania wytrzymałości materiału. Przy określonej geometrycznej postaci przekroju czynimy temu warunkowi zadość, obliczając tak jego rozmiary, aby naprężenia w miejscach niebezpiecznych przy najniekorzystniejszym możliwym obciążeniu osiągały wartości dopuszczalne. Obniżenie dopuszczalnej wartości naprężeń prowadzi oczywiście przy tych samych zresztą warunkach do zwiększenia ilości materiału, czyli do podrożenia belki.

Sprawa się komplikuje u belek złożonych z dwu materiałów, gdyż stosunek cen jednostkowych obu materiałów nie będzie wogóle odpowiadał stosunkowi ich wytrzymałości. W obchodzącym nas tutaj przypadku żelaza i betonu mamy do czynienia ze stosunkiem wytrzymałości przekraczającym zawsze liczbę 100, jeżeli porównujemy granicę plastyczności żelaza z wytrzymałością na ciągnięcie betonu. Uzbrojenie betonu żelazem w warstwie rozciąganej opłaca się przeto wogóle, dopóki stosunek kosztów jednostki objętości  $C'$  dla żelaza i  $C$  dla betonu nie przekroczy wartości 100. Ta liczba ma oczywiście tylko znaczenie orientacyjne, albowiem w szczególnych przypadkach gra nadto rolę ciężar własny, wytrzymałość betonu na ciśnienie, tudzież inne jeszcze względy, o których poniżej będzie mowa. Stosunek  $C':C = \gamma$  leżał w Małopolsce przed wojną w granicach około 50 do 75<sup>2)</sup>; w czasie pisania niniejszego artykułu (t. j. w lecie 1920 r.) wahał się, jak niebawem uzasadnię, między 40 a 85, przyczem miał tendencję do dalszej podwyżki, gdyż ceny żelaza, jako produktu w znacznej części zagranicznego, rosły prędkiej i utrzymują się zapewne dłużej niż ceny betonu, który wytwarzamy zawsze na miejscu. Zważywszy, że w ściskanej części przekroju ma stosunek wytrzymałości żelaza do betonu wartość około 40 i mniej, widzimy od razu, że uzbrojenie tych części było i tembardziej jest wogóle nieekonomiczne, wobec czego da się usprawiedliwić tylko szczególnymi wymogami konstrukcyjnymi.

Skoro tedy umieścimy uzbrojenie tylko w rozciąganych warstwach belki zginanej, to widać od razu, że dla najmniejszości kosztów trzeba koniecznie wyzyskać zupełnie wytrzymałość żelaza, czyli iść z naprężeniem w żelazie  $\sigma'$  aż do wartości dopuszczalnej  $\sigma'_{dop}$ . Natomiast wyzyskanie wytrzymałości ściskanej warstwy betonu nie koniecznie prowadzi do najtańszej belki, albowiem przyjąwszy dla betonu  $\sigma < \sigma_{dop}$  i zwiększywszy odpowiednio wysokość belki  $d_1$ , zmniejszymy tem samem przekrój potrzebnego uzbrojenia (dla  $\sigma' = \sigma'_{dop}$ ) kosztem zwiększenia przekroju tańszego betonu. Z tego zdawano sobie sprawę już dawno<sup>3)</sup> i to było powodem, że w przytoczo-

nych na wstępie pracach spróbowałem wyznaczyć wysokość belki z warunku najmniejszości kosztów. Dokładny rachunek prowadził oczywiście do wzorów wielce zawyłych, lecz powiodło się je uprościć z wystarczającym przybliżeniem do tego stopnia, że ich zastosowanie w praktyce nie jest bynajmniej uciążliwsze od używanych zwykle sposobów obliczenia. Jeżeli mimo to czytamy w „Teorji żelbetu“ prof. Thulliego (Bibl. politech. T. XXXI, r. 1915, str. 66), że moje wzory „jako bardzo zawile nie nadają się do praktyki“, to można tę opinię szan. autora położyć tylko na karb zapomnienia po 10-u latach, gdyż w tej samej książce podaje na str. 165 obliczenie z warunku najmniejszości kosztów według rozprawy doktorskiej M. Mayera z r. 1913 równaniem (281), które ze względu na szukaną wielkość jest szóstego stopnia, podczas gdy moje uproszczone jest, jak zobaczymy, stopnia drugiego. Co ważniejsze, wywody Mayera nie uwzględniają wpływu ciężaru własnego belki, który, jak nie trudno dostrzec, jest bardzo często decydującym.

W obcej literaturze fachowej ukazały się prace poświęcone naszemu tematowi dopiero po r. 1905. W dyskusji nad nimi nie zabierałem głosu, gdyż uważałem wówczas (na podstawie obliczonych przykładów), że sprawa ma małe praktyczne znaczenie. To też nie bardzo się zdziwiłem wyczytawszy w kilka lat później w znanej książce prof. Dra E. Mörscha (Der Eisenbetonbau) opinię tego zarówno praktycznie jak i teoretycznie wybitnego fachowca, odmawiającą zupełnie praktycznej wartości obliczeniom tego rodzaju. Bardzo być może, że to było prawdą, ale w Niemczech i przed wojną. Obecnie u nas trzeba sprawę zbadać na nowo i dlatego pozwolę sobie przedstawić w skróceniu moje wywody, uzupełnione uwzględnieniem kosztów opierzenia (szalowania).

Co się tyczy spóczesnych kosztów, to według informacji zaczerpniętych w lecie 1920 r. u jednego z naszych wybitnych praktyków, wykonującego stale konstrukcje żelbetowe w Małopolsce, kosztował 1 m<sup>3</sup> betonu (w konstrukcji żelbetowej) 800 do 1500 M. Największy wpływ na tę cenę, którą oznaczmy przez  $C$  w markach na 1 m<sup>3</sup>, ma oczywiście bliskość materiału żwirowego.

Koszta opierzenia na 1 m<sup>2</sup> gładkiej płyty 25 do 30 M.; przy zastosowaniu desek o grubości 3 do 4 cm. Odpowiadający koszt  $C_1$  na 1 m<sup>3</sup> desek opierzenia wypada

$$75 : 0,04 \text{ do } 90 : 0,04 \text{ M/m}^3, \text{ czyli} \\ C_1 = \infty 1900 \text{ do } 2300 \text{ M/m}^3.$$

Żelazo na uzbrojenie kosztowało, loco skład, 6 M/kg. Doliczywszy do tego kosztu transportu 10 do 20% (zależnie od odległości) i kosztu gięcia itd. 1 do 1,5 M/kg, mamy całkowite koszty 7,6 do 8,7 M/kg, a ponieważ 1 m<sup>3</sup> żelaza waży 7850 kg, przeto koszt 1 m<sup>3</sup>

$$C' = 7,6 \cdot 7850 \text{ do } 8,7 \cdot 7850 \text{ M.}, \text{ czyli} \\ C' = 59700 \text{ do } 68300 \text{ M/m}^3.$$

Stąd stosunek  $\gamma = C':C = 40 \text{ do } 85$ , zaś  $\gamma_1 = C_1 : C = 1,3 \text{ do } 3$ .

Już z tego widać, że i teraz nie często da się osiągnąć oszczędność przez obniżenie naprężeń dopuszczalnych betonu, albowiem tylko w granicach wartości  $\gamma$  mniej więcej od 75 do 85 (lub wyżej) można liczyć na zmniejszenie kosztów w powyższy sposób i to tylko przy niezbyt wielkim ciężarze własnym belki w porównaniu do obciążenia.

<sup>1)</sup> M. T. Huber. 1. W sprawie racjonalnego oznaczania wymiarów belek żel.-betonowych.

<sup>2)</sup> Obliczenie belek żel.-betonowych typu Hennebique'a. (Czasop. Techn. 1905).

<sup>3)</sup> Por. przytoczoną powyżej pracę (1).

<sup>4)</sup> Pierwsza ogłoszona wzmianka na ten temat prof. Dra Thulliego sięga, jeżeli się nie myli, r. 1904.

Weźmy teraz pod uwagę płytę z żebrami o rozpiętości  $l$  i rozłożmy ją na belki teowe o górnej szerokości (płyty)  $b$ , grubości żebra  $c = \beta b$ , całkowitej wysokości  $d$  i grubości płyty  $e$ . Oznaczmy nadto przez

- $c_1$  grubość desek opierzenia na żebrze,
- $a$  grubość warstwy betonu mierzoną od środka przekroju uzbrojenia do spodu żebra,
- $d_1 = \delta_1 e = d - a$  „teoretyczną” wysokość belki,
- $q$  obciążenie równomiernie rozłożone na jednostkę pola płyty,
- $\mu$  współczynnik liczbowy we wzorach dla największego momentu postaci  $M = \mu p l^2$ , zależny widocznie od sposobu podparcia,
- $f = F : b$  pole przekroju prętów uzbrojenia podzielone przez szerokość  $b$ , czyli „teoretyczną grubość uzbrojenia”,

$M$  największy moment zginający obciążenia (bez ciężaru własnego) odniesiony do jednostki szerokości belki ( $b$ ) w  $kgm/m$ , czyli w  $kg$ ,

$\sigma$  krańcowe ciśnienie w betonie,

$\sigma'$  „ciągnienie w żelazie (w  $kg/cm^2$ ),

$\psi = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sigma'}{\sigma}$  bezwymiarową wielkość zmienną, którą będziemy uważać za zależną od  $\sigma$ , przyjmawszy  $\sigma' = \sigma'_{dop}$  i  $n = E'(\text{żelaza}) : E(\text{betonu})$  za stałe, nakoniec przez

$s$  w  $kg/cm^3$  ciężar właściwy żelbetu.

Jako wielkości zmienne uważamy  $\psi$  i  $\delta_1$  (albo też  $d_1 = \delta_1 e$ ). Zmiana wysokości belki o  $\delta d_1$  pociąga za sobą zmianę przekroju betonu o  $c \cdot \delta d_1$ , zmianę przekroju żelaza o  $b \cdot \delta f$  i zmianę przekroju opierzenia o  $2 c_1 \cdot \delta d_1$ . Wskutek tego koszt belki zmieni się o

$$\begin{aligned} Cc \cdot \delta d_1 + C' b \cdot \delta f + C_1 \cdot 2 c_1 \cdot \delta d_1 = \\ = \left[ C \left( \frac{c}{b} + \frac{2 c_1}{b} \cdot \frac{C_1}{C} \right) \delta d_1 + C' \cdot \delta f \right] b = \\ = C b [(\beta + \beta_1) \delta d_1 + \gamma \cdot \delta f], \end{aligned}$$

jeżeli wprowadzimy nową wielkość bezwymiarową  $\beta_1$ , określoną równaniem

$$\beta_1 = \frac{2 c_1}{b} \cdot \frac{C_1}{C}.$$

Warunek minimum kosztów ma tedy postać

$$(\beta + \beta_1) \delta d_1 + \gamma \cdot \delta f = 0. \quad (76)$$

różniącą się od postaci (49) w pracy (2) tylko dodatnikiem  $\beta_1$ , uwzględniającym koszt opierzenia. Zmienne  $d_1$  i  $f$  są zależne od  $\psi$ , ale ta zależność określa się inaczej w przypadku, gdy oś obojętna leży w płycie, a inaczej gdy ona trafia żebro.

### I. Oś obojętna leży w płycie.

Ten przypadek zachodzi, gdy

$$d_1 \leq (1 + \psi) e, \quad (1)$$

albo też

$$e \geq y_1 = d_1 : (1 + \psi),$$

przyczem  $y_1$  oznacza odległość osi obojętnej od górnej powierzchni płyty. Wówczas warunek minimum kosztów daje na wyznaczenie  $\psi$  równanie:

$$100 \beta l s \sqrt{\frac{\mu}{q_1 \sigma'_{dop}}} = \Psi \left( \frac{\gamma}{\beta + \beta_1}, \psi \right), \quad (HIV^*)$$

w którym

$$q_1 = q + (1 - \beta) e s,$$

a rozpiętość  $l$  jest wyrażona w metrach<sup>1)</sup>. Obliczywszy

<sup>1)</sup> Bliższe określenie postaci funkcji  $\Psi$  znajdzie czytelnik w cytowanej pracy (1). Obie prace zawierają uzasadnienie wzorów podanych tutaj bez dowodu z tą samą sygnaturą.

wartość lewej strony tego równania, znajdujemy odpowiadającą wartość  $\psi = \psi^*$  (najkorzystniejsze  $\psi$ ) z tabl. I:

Tablica I.

$\Psi$	$\psi^*$								
	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40
55	0,594	—	—	—	—	—	—	—	—
60	1,688	0,708	—	—	—	—	—	—	—
65	2,712	1,688	0,774	—	—	—	—	—	—
70	3,670	2,602	1,652	0,798	0,080	—	—	—	—
75	4,574	3,464	2,474	1,588	0,790	0,074	—	—	—
80	5,480	4,278	3,254	2,334	1,508	0,760	0,084	—	—
85	6,246	5,054	3,990	3,040	2,184	1,414	0,714	0,078	—
90	7,028	5,792	4,690	3,710	2,828	2,032	1,310	0,654	0,056

Jeżeli znalezione  $\psi^*$  jest większe od

$$\psi_0 = \frac{1}{n} \frac{\sigma'_{dop}}{\sigma_{dop}},$$

to odpowiadające  $\sigma^*$  (t. j. skrajne ciśnienie w betonie jest  $< \sigma_{dop}$ , a zatem można osiągnąć oszczędność przez obniżenie naprężenia skrajnego w betonie, czyli zwiększenie wysokości belki. Tę wysokość oblicza się wtedy, z uwzględnieniem ciężaru własnego z równania:

$$d_1 = \frac{Bl}{2 \sigma'_{dop}} \left[ \mu B \beta l s + \sqrt{(\mu B \beta l s)^2 + 4 \mu q_1 \sigma'_{dop}} \right], \quad (H III)$$

podstawivszy w niem  $\psi = \psi^*$ , przyczem

$$B = (1 + \psi) \sqrt{\frac{6 n \psi}{2 + 3 \psi}} \quad (27)$$

Zamiast (H III) można użyć równania:

$$d_1 = (1 + \psi) \sqrt{\frac{6}{2 + 3 \psi}} \cdot \frac{M}{\sigma} = (1 + \psi) \sqrt{\frac{6 n \psi}{2 + 3 \psi}} \cdot \frac{M}{\sigma'}, \quad (MH I)$$

jeżeli w wartości  $M$  uwzględnimy ciężar własny (na razie niezany). Na koniec obliczamy  $f$  z wzoru

$$f = \frac{d_1}{2 n \psi (1 + \psi)} \quad (MH II)$$

### II. Oś obojętna przecina żebro.

Ten przypadek zachodzi, gdy

$$d_1 > (1 + \psi) e, \text{ czyli } e < y_1 = \frac{d_1}{1 + \psi} \quad (3)$$

Teraz z warunku minimum kosztów wypływa po licznych przekształceniach uproszczone przybliżone równanie:

$$\delta_1 = \frac{d_1}{e} = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{\alpha_0 + 2 \alpha_1 - 1}{2 n} \cdot \frac{\gamma}{\beta + \beta_1} - 1}, \quad (H V)$$

które służy do obliczenia najkorzystniejszej wysokości  $d_1$ , gdy dane są wartości  $q, \beta, \gamma, e, \sigma'_{dop}$  z błędem nie przekraczającym 2%. Przytem oznacza

$$\alpha_0 = \mu n \beta \frac{l^2 s}{e \sigma'}, \quad (56)$$

$$\alpha_1 = \mu n \frac{l^2 q_1}{e^2 \sigma'} + \frac{1}{2} \quad (55)$$

Odpowiadającą wartość  $\psi^*$  określa wzór:

$$\psi^* = \frac{\delta_1^2 - \delta_1 + \frac{1}{2}}{\alpha_0 \delta_1^2 + \alpha_1 \delta_1 - \frac{1}{2}}.$$

Jeżeli obliczone stąd  $\psi$  jest większe od

$$\psi_0 = \frac{1}{n} \frac{\sigma'_{dop}}{\sigma_{dop}},$$

to  $\sigma^* < \sigma_{dop}$ , a znalezione powyżej  $d_1$  można zatrzymać jako najkorzystniejsze. Gdyby jednakże wypadło  $\psi^* < \psi_0$ , to z tego wynikało, że należy jeszcze zwiększyć wy-

	$\psi=1,0$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
$\delta_1 = 2,5$	1,267 0,04	1,230 0,02	1,193 0,01	1,157 0,01									
2,6	1,356 0,05	1,319 0,03	1,282 0,02	1,245 0,01									
2,7	1,447 0,07	1,409 0,05	1,372 0,03	1,334 0,02	1,296 0,01								
2,8	1,538 0,09	1,500 0,07	1,462 0,05	1,424 0,03	1,386 0,02	1,348 0,01							
2,9	1,630 0,12	1,591 0,09	1,553 0,07	1,514 0,05	1,476 0,03	1,437 0,02	1,399 0,01						
3,0	1,722 0,15	1,683 0,12	1,644 0,09	1,606 0,07	1,567 0,05	1,528 0,03	1,489 0,02	1,450 0,01					
3,1	1,815 0,19	1,776 0,15	1,737 0,12	1,697 0,09	1,658 0,07	1,619 0,05	1,580 0,03	1,540 0,02	1,501 0,01				
3,2	1,908 0,23	1,869 0,18	1,829 0,15	1,790 0,11	1,750 0,09	1,710 0,07	1,671 0,05	1,631 0,03	1,592 0,02	1,552 0,01			
3,3	2,002 0,27	1,962 0,22	1,922 0,18	1,882 0,14	1,842 0,11	1,803 0,09	1,763 0,06	1,723 0,04	1,683 0,03	1,643 0,02	1,603 0,01		
3,4	2,096 0,31	2,056 0,26	2,016 0,21	1,975 0,17	1,935 0,14	1,895 0,11	1,855 0,08	1,815 0,06	1,775 0,04	1,734 0,03	1,694 0,02	1,654 0,01	
3,5	2,190 0,36	2,150 0,30	2,110 0,25	2,069 0,21	2,029 0,17	1,988 0,14	1,948 0,11	1,907 0,08	1,867 0,06	1,826 0,04	1,786 0,03	1,745 0,02	1,705 0,01
3,6	2,285 0,41	2,244 0,35	2,204 0,30	2,163 0,25	2,122 0,20	2,081 0,16	2,041 0,13	2,000 0,10	1,959 0,08	1,918 0,06	1,878 0,04	1,837 0,03	1,796 0,02
3,7	2,380 0,47	2,339 0,40	2,298 0,34	2,257 0,29	2,216 0,24	2,175 0,20	2,134 0,16	2,093 0,13	2,052 0,10	2,011 0,08	1,970 0,06	1,929 0,04	1,888 0,03
3,8	2,475 0,53	2,434 0,46	2,393 0,39	2,352 0,33	2,311 0,28	2,269 0,23	2,228 0,19	2,187 0,16	2,146 0,13	2,104 0,10	2,063 0,08	2,022 0,06	1,981 0,04
3,9	2,571 0,60	2,529 0,52	2,488 0,45	2,447 0,38	2,405 0,32	2,364 0,27	2,322 0,23	2,281 0,19	2,239 0,15	2,198 0,12	2,156 0,10	2,115 0,07	2,073 0,06
4,0	2,667 0,67	2,625 0,58	2,583 0,50	2,542 0,43	2,500 0,37	2,458 0,32	2,417 0,27	2,375 0,22	2,333 0,18	2,292 0,15	2,250 0,12	2,208 0,09	2,167 0,07
4,1	2,763 0,74	2,721 0,65	2,679 0,56	2,637 0,49	2,595 0,42	2,553 0,36	2,511 0,31	2,469 0,26	2,428 0,22	2,386 0,18	2,344 0,15	2,302 0,12	2,260 0,09
4,2	2,859 0,82	2,817 0,72	2,775 0,63	2,733 0,55	2,690 0,47	2,648 0,41	2,606 0,35	2,564 0,30	2,522 0,25	2,480 0,21	2,438 0,18	2,396 0,14	2,354 0,12
4,3	2,955 0,90	2,913 0,79	2,871 0,70	2,828 0,61	2,786 0,53	2,744 0,46	2,702 0,40	2,659 0,34	2,617 0,29	2,575 0,25	2,533 0,21	2,490 0,17	2,448 0,14
4,4	3,052 0,98	3,009 0,87	2,967 0,77	2,924 0,67	2,882 0,59	2,839 0,52	2,797 0,45	2,755 0,39	2,712 0,33	2,670 0,28	2,627 0,24	2,585 0,20	2,542 0,17
4,5	3,148 1,07	3,106 0,95	3,063 0,84	3,020 0,74	2,978 0,66	2,935 0,57	2,893 0,50	2,850 0,44	2,807 0,38	2,765 0,33	2,722 0,28	2,680 0,24	2,637 0,20
4,6	3,245 1,16	3,202 1,04	3,159 0,92	3,117 0,82	3,074 0,72	3,031 0,64	2,988 0,56	2,946 0,49	2,903 0,43	2,860 0,37	2,817 0,32	2,775 0,27	2,732 0,23
4,7	3,342 1,26	3,299 1,13	3,256 1,00	3,213 0,89	3,170 0,79	3,127 0,70	3,084 0,62	3,041 0,54	2,998 0,48	2,955 0,42	2,913 0,36	2,870 0,31	2,827 0,26
4,8	3,439 1,36	3,396 1,22	3,353 1,09	3,310 0,97	3,267 0,87	3,224 0,77	3,181 0,68	3,137 0,60	3,094 0,53	3,051 0,46	3,008 0,40	2,965 0,35	2,922 0,30
4,9	3,536 1,47	3,493 1,32	3,450 1,18	3,406 1,06	3,363 0,94	3,320 0,84	3,277 0,75	3,234 0,66	3,190 0,59	3,147 0,52	3,104 0,45	3,061 0,40	3,018 0,34
5,0	3,633 1,58	3,590 1,42	3,547 1,27	3,503 1,14	3,460 1,02	3,417 0,92	3,373 0,82	3,330 0,73	3,287 0,65	3,243 0,57	3,200 0,50	3,157 0,44	3,113 0,39
5,1	3,731 1,69	3,687 1,52	3,644 1,37	3,600 1,23	3,557 1,11	3,513 1,00	3,470 0,89	3,426 0,80	3,383 0,71	3,340 0,63	3,296 0,56	3,253 0,49	3,209 0,43
5,2	3,828 1,81	3,785 1,63	3,741 1,47	3,697 1,33	3,654 1,20	3,610 1,08	3,567 0,97	3,523 0,87	3,479 0,77	3,436 0,69	3,392 0,61	3,349 0,54	3,305 0,48
5,3	3,926 1,93	3,882 1,74	3,838 1,58	3,795 1,43	3,751 1,29	3,707 1,16	3,663 1,05	3,620 0,94	3,576 0,84	3,532 0,75	3,489 0,67	3,445 0,60	3,401 0,53
5,4	4,023 2,05	3,980 1,86	3,936 1,69	3,892 1,53	3,848 1,38	3,804 1,25	3,760 1,13	3,717 1,02	3,673 0,91	3,629 0,82	3,585 0,73	3,541 0,66	3,498 0,58
5,5	4,121 2,18	4,077 1,98	4,033 1,80	3,989 1,63	3,945 1,48	3,902 1,34	3,858 1,21	3,814 1,10	3,770 0,99	3,726 0,89	3,682 0,80	3,638 0,72	3,594 0,64
5,6	4,219 2,31	4,175 2,11	4,131 1,92	4,087 1,74	4,043 1,58	3,999 1,44	3,955 1,30	3,911 1,18	3,867 1,07	3,823 0,96	3,779 0,87	3,735 0,78	3,690 0,70
5,7	4,317 2,45	4,273 2,23	4,229 2,04	4,184 1,86	4,140 1,69	4,096 1,54	4,052 1,40	4,008 1,27	3,964 1,15	3,920 1,04	3,875 0,94	3,831 0,85	3,787 0,76
5,8	4,415 2,59	4,371 2,37	4,326 2,16	4,282 1,97	4,238 1,80	4,194 1,64	4,149 1,49	4,105 1,36	4,061 1,23	4,017 1,12	3,972 1,01	3,928 0,91	3,884 0,82
5,9	4,513 2,74	4,469 2,50	4,424 2,29	4,380 2,09	4,336 1,91	4,291 1,74	4,247 1,59	4,203 1,45	4,158 1,32	4,114 1,20	4,069 1,09	4,025 0,98	3,981 0,89
6,0	4,611 2,89	4,567 2,64	4,522 2,42	4,478 2,21	4,433 2,03	4,389 1,85	4,344 1,69	4,300 1,54	4,256 1,41	4,211 1,28	4,167 1,17	4,122 1,06	4,078 0,96

$\psi=1,0$     1,1    1,2    1,3    1,4    1,5    1,6    1,7    1,8    1,9    2,0    2,1    2,2





sokość ze względu na wytrzymałość betonu. Wtedy trzeba zastosować przybliżony wzór:

$$d_1 = \frac{1}{2} \left( \frac{M}{e\sigma} + \frac{2+\psi}{2} e \right) + \sqrt{\frac{1}{4} \left( \frac{M}{e\sigma} + \frac{2+\psi}{2} e \right)^2 - \frac{1+\psi}{3} e^2} \quad (\text{HI})$$

lub też

$$\delta_1 = \frac{d_1}{e} = \frac{1 + \alpha_1 \psi + \sqrt{(1 + \alpha_1 \psi)^2 - \frac{4}{3}(1 + \psi)(1 - \alpha_0 \psi)}}{2(1 - \alpha_0 \psi)} \quad (\text{HI}'')$$

albo wreszcie dokładne równanie (stopnia trzeciego względem niewiadomej  $\delta_1$ ):

$$\frac{\beta}{6} \frac{2+3\psi}{(1+\psi)^2} \delta_1^2 + (1-\beta) \left[ \delta_1 + \frac{1+\psi}{3} \cdot \frac{1}{\delta_1} - \left(1 + \frac{\psi}{2}\right) \right] = \frac{M}{e^2 \sigma} = \frac{n \psi}{e^2} \cdot \frac{M}{\sigma'} \quad (\text{HI}^*)$$

Obliczenie z ostatniego równania, ogłoszonego już w r. 1905 w pracy (2), można z korzyścią zastąpić tabelą II, której użycie objaśniają najlepiej przykłady obliczenia.

Po obliczeniu  $\delta_1$  oblicza się procent żelaza (teoretyczną grubość warstwy uzbrojenia) z wzoru:

$$\frac{f}{d_1} = \frac{1}{2n\psi} \left[ \frac{\beta}{1+\psi} + (1-\beta) \left( \frac{2}{\delta_1} - \frac{1+\psi}{\delta_1^2} \right) \right] \quad (\text{HII}^*)$$

Jest rzeczą jasną, że obliczenie można wykonywać także i w odwrotnym porządku. Najpierw obliczyć  $d_1$  z warunku wytrzymałości dla  $\psi = \psi_0$ , a potem z warunku najmniejszości kosztów. Większą z dwu otrzymanych wartości  $d_1$  zaokrąglamy następnie stosownie do wymagań konstrukcyjnych.

Porównywując wzory (HV) i (HI''), z których pierwszy służy do wyznaczenia  $d_1$  z warunku minimum kosztów, a drugi z warunku równego wyzyskania wytrzymałości obu materiałów, zauważymy łatwo ważną rolę

ciężaru własnego belki. Ten ciężar tkwi w wielkościach  $\alpha_0$  i  $\alpha_1$ . Obadwa wyrażenia na  $\delta_1$  rosną ze wzrostem  $\alpha_0$  i  $\alpha_1$ , ale nie w tym samym stopniu. Gdy w pierwszym skrajnym przypadku jest ciężar własny bardzo mały wobec obciążeń, to  $\alpha_0$  znika wobec  $\alpha_1$ , a wymienione wzory przybierają odpowiednio postać:

$$\delta_1^* = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{2\alpha_1 - 1}{2n} \cdot \frac{\gamma}{\beta + \beta_1} - 1},$$

$$\delta_1^0 = \frac{1}{2} (1 + \alpha_1 \psi) + \sqrt{\frac{1}{4} (1 + \alpha_1 \psi)^2 - \frac{1}{3} (1 + \psi)}.$$

Z tego widzimy, że każdej wartości  $\psi$  odpowiada pewna, niezbyt wielka wartość  $\gamma$ , przy której jest

$$\delta_1^* > \delta_1^0.$$

Skoro jednakże ze wzrostem rozpiętości zwiększa się ciężar własny, przyczem rośnie też jego stosunek do obciążenia, to wzrost  $\delta_1^0$  (z HI'') jest znacznie silniejszy od  $\delta_1^*$  (z HV), albowiem po pierwsze  $\alpha_1$  występuje w  $\delta_1^*$  pod pierwiastkiem, a w  $\delta_1^0$  linjowo; powtóre zaś wzrost  $\alpha_0$  przyczynia się do powiększenia  $\delta_1^0$  niejako podwójnie: raz przez powiększenie licznika, drugi raz przez zmniejszenie mianownika; podczas gdy w  $\delta_1^*$  mamy do czynienia tylko z pojedynczym wpływem. Z tego wynika jasno, że gdy stosunek ciężaru własnego belki do jej obciążenia przekroczy pewną wartość, to  $\delta_1^0$  stanie się większym od  $\delta_1^*$ ; najkorzystniejszą wysokością będzie wtedy  $d_1^0 = e \delta_1^0$  obliczone z warunku osiągnięcia naprężeń dopuszczalnych tak w żelazie, jak i w ściśkanej warstwie betonu. Z tego powodu wszelkie obliczenia najekonomiczniejszej wysokości, które nie uwzględniają wzrostu ciężaru własnego wraz z wysokością są mniej lub więcej błędne, a błąd rośnie bardzo szybko z powiększeniem wartości stosunku ciężaru własnego do obciążenia.

Obliczeniem kilku przykładów szczegółowych zajmujemy się w osobnym artykule.

## Największe mosty sklepione w Polsce.

Podał

Inż. A. W. Krüger z Krakowa.

Przeczytawszy odezwę Redakcji „Czasopisma Technicznego“ w sprawie wydania jubileuszowego zeszytu czterdziestolecia „Czasopisma“ rozłożyłem przed sobą mapę sieci kolei żelaznych Państwa Polskiego, rozglądając się, gdzie jest do zaznaczenia najwybitniejszy moment w budowie tej sieci w ciągu ubiegłego czterdziestolecia.

Mimowolnie nasunęło mi się spostrzeżenie, że najwydatniejsze pole rozwoju twórczości inżynierskiej w kolejnictwie występuje na Podkarpaciu, gdzie budowa kolei górskich nasuwała najwięcej trudności tak kładącemu trasę, jak konstruktorowi i budującemu.

Gdy w krainie równinnej najwięcej twórczości inżynierskiej pochłaniają przekroczenia wielkich rzek i zakładanie większych stacji, koleje górskie już od studjum wstępnego trzymają umysł inżyniera w napięciu, piętząc na każdym kroku trudności.

Wprawdzie nasze Karpaty nie dadzą się porównać z Alpami lub Tatrami, gdzie ogrom w obłoki sięgających pierwotnych mas skalnych przygniata grozą nasz umysł, za to zielone lasy, porastające stoki Karpat, działają na nas niejako kojąco. Trudności techniczne przy budowie kolei są jednak tu i tam prawie jednakowe, przy ostatnich wydzielakone tylko nieco.

Nasze koleje górskie i podgórskie z Bielska do Zwardonia, Krakowa do Zakopanego, Tarnowa do Orła, Przemysła do Łupkowa, Sambora do Sianek, Stryja do Beskidu, wreszcie Stanisławowa do Woronienki — to drogi żelazne pośród stoków lesistych, z których tu i ówdzie wyzierają strome złomy skalne piaskowca karpackiego, gdy stopy ich skarp splukują wartkie wody potoków i rzek górskich, toczących się po dnie skalnym.

Wszystkie te drogi nadają się znakomicie na osiedla letnicze, obfitują w źródła mineralne, bogate są w wspaniałe krajobrazy i perspektywy, ale o odmiennym, łagodniejszym, szlachetniejszym charakterze, bez grozy kolosów, jakie dają góry alpejskie. Można by powiedzieć odpowiadają one bardziej strukturze duszy słowiańskiej, szukającej wszędzie ciepła i łagodności.

Niezaprzeczenie z rozrostem Państwa Polskiego, gdy wzmoże się praca pokojowa, a kapitał, szukając lokacji, potworzy, względnie rozszerzy i udoskonali istniejące letniska wzdłuż tych szlaków, ciągnąć tu będzie na lato cała Polska, o ile odczujemy się szukania wypoczynku letniego za granicą.

Każda z poprzednio wymienionych linii kolejowych posiada pewne swoje specjalne cechy, pewne szczególne

działa techniczne, nawet pewne szczególne zarysy krajobrazu.

Do najładniejszych z tych linii, nawet jako swego rodzaju cacko pod względem technicznym i turystycznym, należy droga Stanisławów - Woronienka, szczególnie od Nadwórnej ku południowi i granicy Czesosłowackiej. Najbardziej wysunięta wprawdzie na wschód, ale z całego założenia szlaku widzimy, że budował ją nie tylko wielki inżynier, ale i rozkoszujący się krajobrazami turysta.

Kolej Stanisławów - Woronienka była w czasie wojny światowej traktem drugiej brygady Legionów, drogą oparcia ich operacji, a piszącemu z garstką inżynierów przypadł podówczas w udziale obowiązek utrzymywania jej w stanie możliwym dla celów ruchu kolejowego.

Cała linia ze Stanisławowa do Woronienki jest 96 km długa, dotyka z główniejszych miejscowości: Nadwornę, Delatyn, Jaremcze, Tatarów i Worochcę, a za Woronienką koło przełęczy Tatarów przekracza granicę państw 1.216 m długim tunelem, prowadząc do Marmarosz - Szigetu. Środkowa część tej drogi na długości 38 km leży w kotlinie rzeki Prut, którą przekracza w jej biegu cztery razy.

względem ekonomiczne, gdyż mosty sklepione okazały się tańszymi od żelaznych.

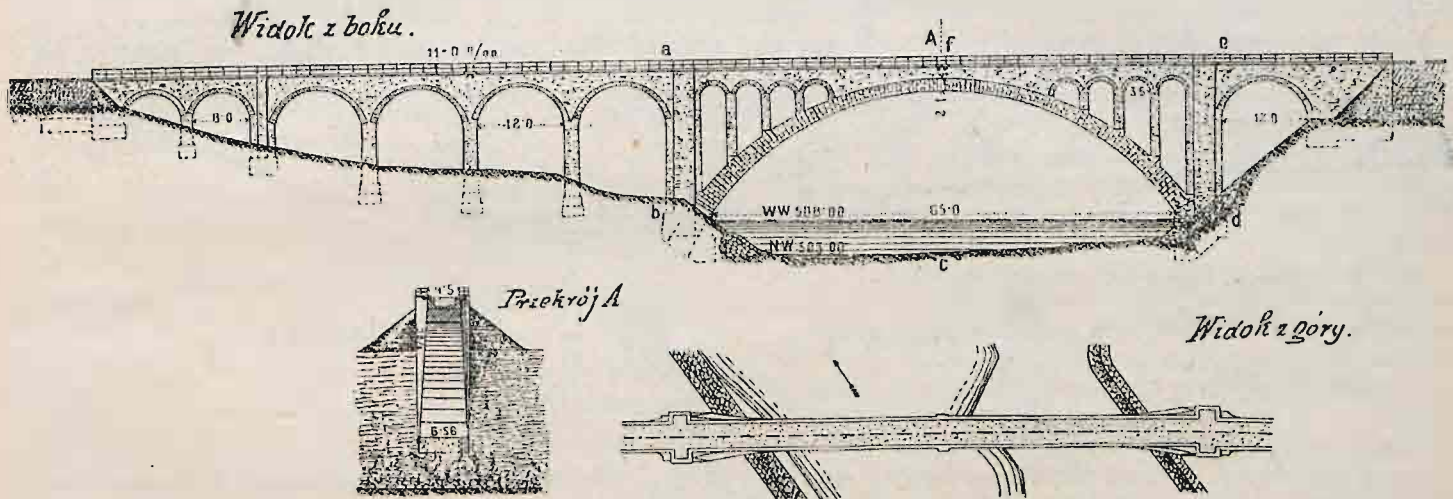
Pod one czasy największy most sklepiony Pont de Lavaur posiadał rozpiętość 61.5 m, następny co do wielkości wiadukt du Gour-Noir 60 m. Największy most sklepiony kolei Arlberg posiada rozpiętość 41.0 m, akwadukt Cabin John 67.1 m. Most drogowy, przez Adygę koło Tresso, zburzony w czasie wojny w roku 1416 posiadał rozpiętość 72.25 m<sup>1)</sup>.

Na podstawie doświadczeń, zebranych przez komitet prób sklepień mostowych Stowarzyszenia Inżynierów i Architektów we Wiedniu, zdecydowało się kierownictwo budowy iść z rozpiętością mostów sklepionych do 70 m.

Nie było jednak potrzeby osiągnięcia tej skrajnej granicy.

Pewne względy niepozwalają mi przytoczyć wszystkich mostów sklepionych omawianej linii i podać ich kilometryczne usytuowanie. Muszę ograniczyć tylko do wymienienia tych, które już były omawiane w piśmiennictwie technicznym przez inż. Ludwika Hussa<sup>2)</sup>. Z tych ostatnich podaję w porządku od największego:

1. Most nad Prutem za Jaremczem (rys. 1)



Rys. 1.

Dolina Prutu jest tu wspaniała! — Góry stanowią trwały piaskowiec, przeważnie znakomity materiał budowlany, o uwarstwieniu piętrzącym się miejscami prostopadle. Obfitość lasów, tocząca się po złomach skalnych rzeka Prut, tworząca miejscami wodospady, znakomity gościniec, prowadzący równoległe do kolei, możliwość nieforsownych wycieczek w pobliże pasma górskie, potworzyły jeszcze przed wojną światową przy wszystkich stacjach kolejowych osiedla letnicze. Pojedyncze wille znajdują się wzdłuż kolei nawet pomiędzy stacjami. Ucierpiały one bardzo wskutek wypadków wojennych.

Jednotorowa ta droga została oddana do użytku publicznego z końcem roku 1894.

Kolej powyższa poza innymi dziełami sztuki inżynierskiej zaznacza się przede wszystkim tem, iż zastosowano tu na wielką skalę budowę mostów sklepionych z kamienia, dochodzących do największej dopuszczalnej rozpiętości. Przyjęto zasadę, iż linia ma być budowana bez użycia żelaza do mostów, do czego zastosowano się z wyjątkiem jednego przypadku, gdzie niepozwalał na to przepływ wody. Znakomity materiał kamienny na miejscu budowy i łatwość fundowania w skalistym terenie poparły tę myśl, a podyktowały to nawet

o rozpiętości światła sklepienia 65.0 m, grubość sklepienia w kluczu 2.1 m, w spornicy 3.1 m. Zabudowana powierzchnia mostu w osi toru a, b, c, d, e, f (patrz rys. 1) wynosi 2.050 m<sup>2</sup>; koszt zabudowanej powierzchni m<sup>2</sup> w guldenach austriackich 41.3; całkowite koszty budowy 84.720 guldenów.

2. Most nad Prutem pod Jamną o rozpiętości sklepienia 48.0 m, grubość w kluczu 1.7 m, w spornicy 2.6 m. Zabudowana powierzchnia mostu, mierzona w osi toru, wynosi 1100 m<sup>2</sup>. Koszt zabudowanej powierzchni m<sup>2</sup> w guldenach austriackich 43; całkowite koszty budowy 47.170 guldenów.

3. Pierwszy most nad Prutem w Worochcie o rozpiętości sklepienia 40.0 m, wysokości sklepienia w kluczu 1.4 m, w spornicy 2.2 m. Zabudowana powierzchnia w osi toru wynosi 770 m<sup>2</sup>, koszt zabudowanego m<sup>2</sup> 47.5 guldenów, całkowite koszty budowy 36.580 guldenów.

4. Drugi most nad Prutem w Worochcie (rys. 2) o rozpiętości sklepienia 34.6 m, grubości w kluczu

<sup>1)</sup> „Wochenschrift f. öft. Baudienst.“ r. 1889, strona 343.

<sup>2)</sup> „Zeitschrift der oestr. Ingenieur u. Architekten Vereines“ rok 1893, zeszyt 42.

1.3 m, w spornicy 2.05 m. Zabudowana powierzchnia mostu *a, b, c, d, e, f* (patrz na rys. 2) w osi toru wynosi 900 m<sup>2</sup>, koszt zabudowanej powierzchni m<sup>2</sup> 45.6 guldenów, całkowite koszty budowy 41.080 guldenów.

5. Most nad potokiem Jabłonica o rozpiętości 25.0 m, grubość sklepienia w kluczu 1.1 m, w spornicy 1.6 m. Zabudowana powierzchnia, mierzona w osi toru, wynosi 300 m<sup>2</sup>, koszt zabudowanej powierzchni m<sup>2</sup> 50.3 guldenów, całkowite koszty budowy 15.160 guldenów.

6. Most nad potokiem Żeniec o rozpiętości 22.0 m, grubości w kluczu 0.8 m, w spornicy 1.3 m. Zabudowana powierzchnia wynosi 350 m<sup>2</sup>, koszt zabudowanego m<sup>2</sup> 51.0 guldenów, całkowity koszt otworu 15.850 guldenów.

Koszta są podane wedle preliminarza budowy, faktycznie nie różniły się o wiele.

Mury mostów wykonano z piaskowca karpackiego w zaprawie z cementu portlandzkiego ze Szczakowej w stosunku 1 cementu do 3.5 piasku. Sklepienia powyżej 40.0 m rozpiętości wykonano z ciosów, od 15 do 40 m rozpiętości jako nieobrobiony mur warstwowy, poniżej 15.0 m światła z kamienia łamanego, ale płytowego.

Lubiżna pod Delatynem. Odbudowa dalszych mostów należy na razie do przyszłości.

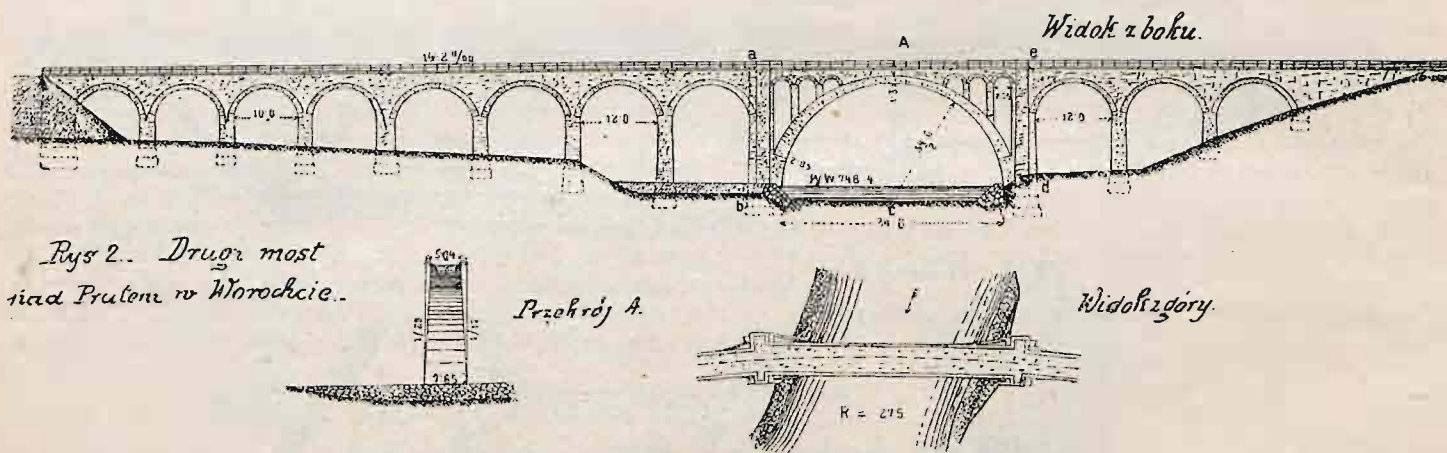
Jedynie w tym kierunku można uważać mosty sklepienie za niekorzystniejsze od żelaznych, iż w zawierusze wojennej uszkodzone są trudniejsze do odbudowania.

Omówione mosty są największymi mostami sklepieniami z kamienia w Polsce.

Czytając o odkopywanych grobach królewskich w Egipcie, podziwiając piramidy i świątynie czasów zamierzchłych, patrząc na dzisiejsze gościńce, drogi żelazne, olbrzymie statki i maszyny, zwykliśmy mówić o dynastach, za których były one pobudowane, ale o właściwych autorach dzieła, o inżynierze, czy jak go tam pod one czasy nazywano, nigdy nic nie słyszemy. Imię jego topi się w niepamięci jako zbędne akcesoria. Niezadługo utoną w niepamięci nazwiska inżynierów, którzy pobudowali nasze koleje....

Ponieważ to jest niesłuszne, więc na zakończenie niniejszej notatki przytoczę nazwiska tych, których pracą duchową powstała ta linia kolejowa i istniejące w niej dzieła sztuki inżynierskiej.

Wytrwałym i niezmordowanym kierownikiem bu-



Rys 2. Druż most nad Prutem w Włodzku.

Budowa tych mostów była przeprowadzona z taką ścisłością i dokładnością, iż przez cały ciąg 29 lat nie tknęła je ząb czasu, a prócz tu i ówdzie zaszłej potrzeby wymiany warstw izolacyjnych, nieprzedsiębrano przy nich żadnych większych robót konserwacyjnych.

Pominąwszy już zatem koszty budowy i utrzymania mostów, znajdujemy w tem przewagę mostów sklepienych nad żelaznymi, iż mniej żmudne jest ich utrzymanie i dozór, nawierzchnia linii posiada swą jednolitą ciągłość, nadto odpada potrzeba wzmacniania mostów przy zastosowaniu silniejszych systemów parowozów, co jest rzeczą niennikioną przy mostach żelaznych.

Taki most pod Jaremczem ze swoim pięknym krajobrazem obok wodospadu na Prucie powinien być pod opieką międzynarodowej komisji. Niestety wypadki wojenne nieuszanowały go. Barbarzyństwo wojny zniszczyło sklepienia prawie wszystkich większych mostów tego szlaku, idąc poza potrzeby strategiczne. Dzisiaj utrzymuje się ruch przez te dzieła sztuki inżynierskiej zapomocą prowizorjów żelaznych. Praca pokojowa zdołała w całości odbudować dopiero jeden most, a to wiadukt nad rzeczką

dowy linii Stanisławów-Woronienka był ś. p. Kosiński Stanisław, późniejszy szef sekcji w ministerstwie kolejowem we Wiedniu.

Ponadto z tą budową wiążą się nazwiska inżynierów polskich, idąc w porządku alfabetycznym: Inż. Fuchsa Marjan, ś. p. Gebhardt Gustaw, ś. p. Godfrejów Adolf, ś. p. Gostkowski Kazimierz, ś. p. Hellebrand Inocenty, ś. p. Kremer Jan, Loebenstein Maurycy, ś. p. Loegler Teodor, ś. p. Lorent Sydon, ś. p. Łempicki Jan, Marcinkiewicz Roman, Neuhoff Stefan, Ogroliński August, Peltz Jan, Radoski Ludwik, Rybczyński Jan, Słowik Marcin, Soika Stanisław, ś. p. Szlachowski Feliks, Wieniewski Henryk, Zieliński Romuald, ś. p. Zebracki Witold i ś. p. Żak Albert.

Przebaczenia, gdy czyje nazwisko pominąłem, wszak to już 30 lat temu....

Wielu z nich spoczęło w mogiłach, ale dzieło ich ducha stało się dziedzictwem Polski.

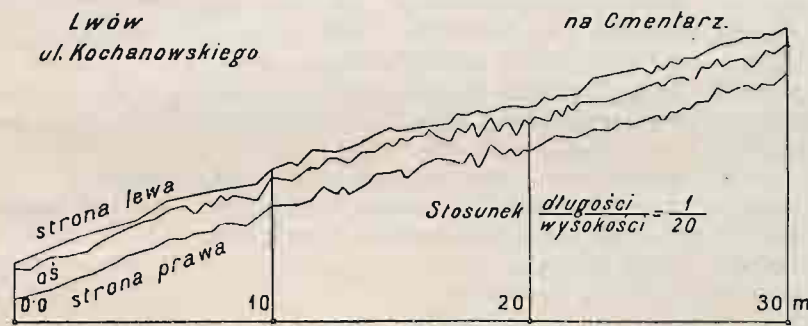
Kraków, 15. kwietnia 1923.

## Fale w kamiennym bruku mozaikowym.

W ul. Kochanowskiego we Lwowie wykonano w roku 1916 między wylotami ulic Szewczenki i św. Piotra bruk z porfirowej mozaiki miękińskiej w ten sposób, że istniejącą starą nawierzchnię żwirowaną wyrównano dokładnie do przepisanej przekroju poprzecznego warstwą silnie przewalowanego żwiru. Przy układaniu kamyków starano się o to, aby warstwa piasku między nimi a pokładem nie była grubsza od 2—3 cm. Ruch pojazdów jest słaby, krążyły tam jednak silniej przez pewien czas ciężarowe samochody wojskowe.

Bruk nie okazywał żadnych zmian. Dopiero na wiosnę 1922 r. spostrzeżono silne sfalowanie w kilku miejscach środkiem jezdni. Jedno z nich na długości 30 m — miejscu oddalonym o 36·20 m od domku transformatorowego przy wylocie ulicy św. Piotra — wedle zdjęcia przedstawia rysunek. Linje przedstawiają przekroje podłużne: górna 1·0 m na lewo od osi, środkowa w osi, dolna 1·0 m na prawo od osi, idąc od środka miasta.

Wytwarzanie się falistej powierzchni obserwowano na żwirówkach zwykłych, żwirówkach węglowodorowych, na brukach asfaltowych i na skorupie zlodowaciałego śniegu na jezdni. Na tym ostatnim tworzą się niekiedy tak głębokie fale, że nietylko utrudniają ruch ale stają



się dla niego niebezpieczne. Na drogach ziemnych, o ile przypuszczam, fale takie nie powstają. Fale są doskonale widoczne, gdy padają na nie promienie nisko nad horyzontem stojącego słońca, lub latarni samochodowych lub też po deszczu.

Dotychczas niema zupełnie ogólnego a zadowalającego wytłumaczenia, dlaczego powstają podobne fale i dlaczego są prawie regularne<sup>1)</sup>.

Ogólnikowo da się powiedzieć, że sfalowaniu ulegają powłoki utworzone z drobnych części względem siebie przesuwalnych. Powstawanie ich tłumaczyć można niedoskonałością wykonania powłoki, jak u żwirówek zwykłych, na powierzchni których tworzą się fale przez wałkowanie względnie w powłoce samej tworzą się wskutek wałkowania miejsca więcej zbite, twardsze, ułatwiające późniejsze powstawanie fal. Dalej sprzyjać mogą sfalowaniu nierówności pokładu, jak u żwirówek i asfaltów, znaczna ruchliwość wzajemna części składowych, jak u żwirówek o lepiszczu węglowodorowym.

Wskutek tych nierówności pojazdy nie toczą się gładko lecz skaczą, a skoki powodują uderzenia, które wybijają zagłębienia w nawierzchni. Będą te wyboje tem regularniejsze, im bardziej w ogólnej liczbie pojazdów przeważa pewien ich typ. Zagranica przypisuje przede wszystkim samochodom wybijanie fal.

Sprawa sfalowania nawierzchni względnie wybijania w nich, jak w powłokach cementowo-betonowych dziur w odstępach prawie regularnych, wymaga przeto naukowych badań na umyślonych torach.

Badania takie nad falami w żwirówkach węglowodorowych przeprowadzono w Ameryce, o czym bardzo krótko zdaje sprawę Prévost Hubbard w sprawozdaniu Nr. 12 na IV. Kongres Drogowy w Sewilli, jaki się odbył w maju b. r. Powodem tworzenia się w nich fal, zasadniczo pod wpływem ruchu, mogą być:

1. Wady pokładu: a) słabe podtorze, co powoduje chwiejną stałość pokładu; b) niestaranne wyrównanie wierzchu pokładu, zmienna przeto grubość powłoki węglowodorowej i w następstwie niejednostajne jej zagęszczenie podczas ugniatania; c) gładka powierzchnia pokładu dozwala na drobne przesunięcia jakby na ślizganie się po niej powłoki.

2. Wady mieszanki: a) użycie lepiszcza węglowodorowego zanadto plastycznego wśród danych warunków klimatycznych, ruchowych i wielkości wymiarów granulometrycznych średnic części mineralnych; b) nadmiar lepiszcza; c) za drobne części mineralne, w stosunku do gęstości i ilości lepiszcza, co daje mieszaninę za mało twardą; d) za wiele części mineralnych o kształtach wyokrąglonych.

3. Wady wykonania powłoki: a) nierówna powierzchnia powłoki, co pochodzi ze złego, nierównomiernego jej rozścielenia, albo z wadliwego wałkowania, albo z niejednolitej mieszanki; b) za słabe ugniecenie powłoki: wałek za lekki, niedostateczna liczba jego jazd lub jazdy, gdy mieszanina silnie ostygła, wreszcie powłoka za gruba do wałkowania w jednej warstwie; c) złe łączenie z częścią wykonaną po przerwie, np. poprzedniego dnia.

4. Przyczyny późniejsze: a) nasiąkanie nadmierne powłoki benzyną lub olejami rozpryskiwanymi po drodze przez samochody, co anormalnie powiększa plastyczność lepiszcza; b) pochłanianie w ulicach gazu świetlnego, uchodzącego z rurociągów, co również powiększa anormalnie plastyczność lepiszcza.

Fale w mozaice w ul. Kochanowskiego drobniejsze mają od 0·5 do 0·8 m długości przy 10 do 40 mm wysokości, a większe od 1·0 do 1·5 m długości, czyli mniej więcej podwójne przy podobnych wysokościach. Za przyczyny ich wytworzenia się uważam: a) warstwa piasku między mozaiką a pokładem naogół jest grubsza, niż to było nakazane; ale są zapewne miejsca, gdzie grubość ta jest minimalną, gdzie przeto kamienie nie mogą się zapadać. Miejsca te tworzą jakby twarde guzy, przeszkody, wywołujące podrygi pojazdów; b) powierzchnia bruku nie jest gładką, więc przejazd przez nierówności wywołuje podrzucanie kół, a w następstwie uderzenia; c) przewaga ciężkiego ruchu samochodowego w pewnym okresie czasu.

Fale w żwirówkach węglowodorowych omawia też inż. Guillet w sprawozdaniu Nr. 13 na tenże sam Kongres. Nie uważa jednak działania ruchu za główną przyczynę, wyjąwszy wad w pokładzie, a nawet twierdzi, że fale zmniejszają się pod ruchem pojazdów. Przypisuje ich powstawanie przyczynom, wyliczonym poprzednio w punktach 1. b), 2. a), a przede wszystkim używaniu wałków. Proponuje też zastąpienie wałkowania ubijaniem głównie maszynowym np. dobniami powietrznymi.

Artur Kühnel.

<sup>1)</sup> Le Gavrian: „Les Chaussées modernes“. Str. 240 i nast.

## Przyszłość naszej techniki.

Doświadczenie ostatniego dziesiątka lat wykazało dowodnie, jak wielkie znaczenie ma technika w życiu narodów i państw — nie powiemy tu zawiele, jeżeli stwierdzimy, że bez współdziałania techników o wysokim wykształceniu zawodowym i wysokiej kulturze, urządzenie nowoczesnego państwa jest niemożliwe.

Rozchodzi się o to, abyśmy będąc członkami wielkiego narodu i posiadając własne państwo o 30-0 miljonowej ludności, nie potrzebowali się posługiwać inżynierami obcymi, lecz mieli dostateczną ilość należycie wykształconych własnych sił technicznych, a nawet zasilali niemi te kraje, które ich mają zamało. Wszak już przed wojną inżynierowie Polacy pracowali w różnych krajach obcych, a w czasie wojny inżynierowie nasi, dostawszy się do niewoli, znajdowali korzystne zajęcia w głębokiej Rosji i krajach azjatyckich. Aby dojść do pewnych praktycznych wniosków, zdajmy sobie sprawę, jaki był stan techniki u nas przed wojną światową i w czasie wojny światowej, oraz jakie są wskazania na przyszłość. Pragnę tu mówić o stosunkach na całym obszarze Polski i we wszystkich gałęziach techniki, jednak znając najlepiej stosunki w zaborze austriackim i w dziale inżynierji komunikacyjnej muszę przedewszystkiem oświetlać stosunki tam panujące.

Podobnie jak w życiu prywatnym, tak również i w życiu publicznym społeczeństwo, kierując się egoizmem, ceni i należycie wynagradza te jednostki, względnie te zawody, które mu są potrzebne. Jeżeli cofniemy się o jakie 40 lat wstecz, to zauważymy, że na ziemiach Polski panował w robotach technicznych zupełny zastój, a nieliczne siły inżynierskie, kształcone w kraju i za granicą tylko z trudem znajdowały zajęcia, często niewłaściwe dla inżyniera, zabijające w nim dążności twórcze i samodzielność, przy którym nie mógł nieraz wyzyskać nabytego wykształcenia technicznego. Odpowiednio do tego zapotrzebowania dostosowało się i wynagrodzenie inżynierów — trzeba było nieraz używać wielkich protekcji, aby uzyskać bezpłatną posadę praktykanta w służbie państwowej lub prywatnej, a dopiero po szeregu lat zdobywało się wystarczające warunki utrzymania.

W okresie kilkunastoletnim poprzedzającym wojnę światową stosunki te wydatnie się polepszyły. Rozpoczęto budowę wielu linii kolejowych, sieci dróg bitych, poważne prace nad regulacją rzek, meljoracją gruntów, szereg większych i średnich miast podjął budowę wodociągów i kanalizacji, ba nawet rozpoczęliśmy budowę kanału żeglugi i zamierzaliśmy się zabrać do wyzyskania sił wodnych. Usiłowania uprzemysłowienia kraju, tłumione w Małopolsce w zarodku przez rząd zaborczy, znalazły lepszy grunt w zaborze rosyjskim — a jedyna podówczas polska Politechnika we Lwowie kształciła na swym licznie uczęszczanym wydziale mechanicznym przedewszystkiem inżynierów dla tego zaboru.

Nastąpił okres wojny światowej, która w znacznej części odegrała się na ziemiach Polski i sprowadziła zniszczenie i zubożenie kraju. Nastąpił zastój w robotach technicznych, a przeciwną się on niestety i na okres powojenny, w którym należało bezzwłocznie odbudować zniszczone i uszkodzone w czasie wojny budowle. Niestety niedołączna gospodarka finansowa państwa, brak zrozumienia, jakie są istotne konieczności państwowe, manja uszczęśliwienia ludzi kosztem państwa, przy zaniku ofiarności na cele państwowe, ciągła reorganizacja urzędów technicznych i wprowadzony przez to rozstrój, sprawiły,

że bardzo kosztowne budowle regulacyjne i meljoracyjne zupełnie niszczeją, a porządnie wykonane drogi bite są w stanie godnyż pożałowania. Nawet odczuwana i rozumiana przez wszystkich klęska mieszkaniowa, nie zdołała w nas tchnąć siły do podjęcia energicznej akcji budowlanej.

Ten stan rzeczy odbija się niekorzystnie na stanowisku inżynierów — wielu z nich opuszcza swój zawód, przenosząc się ze szkoda dla państwa i społeczeństwa do innych zawodów.

Jest jednak pewnem, że stan ten długo potrwać nie może, że praca techniczna wkrótce zawre w przyśpieszonym tempie, aby odbudować dzieła zniszczone i stworzyć nowe, bez których rozwój ekonomiczny państwa jest niemożliwy. A trzeba przyznać, że pęd do rozwoju przemysłu jest w kraju olbrzymi, a z uporządkowaniem stosunków finansowych państwa nastąpi niewątpliwie na wszystkich polach rozkwit i wzmożona działalność techniczna. A trzeba tę chwilę przyśpieszyć, gdyż inne państwa, zaszobniejsze od nas i lepiej zorganizowane, zbroją się już pośpiesznie do walki ekonomicznej. Popatrzmy na „pobite i zubożale“ Niemcy — tam nietylko nie pozwalają, aby wykonane dzieła techniki niszczały, ale kosztem wysokich sum przeprowadzają na olbrzymią skalę wyzyskanie sił wodnych, regulację i kanalizację rzek, budują nowe rozległe kanały żeglugi, etc.

Wynika z tego, że państwo nasze potrzebuje licznego i należycie wykształconego korpusu inżynierów, gdyż inaczej inżynierowie obcy objęliby u nas kierownictwo robót technicznych. Aby do tego nie przyszło, musimy iść z postępowaniem czasu, muszą nasze Politechniki dorównać zagranicznym, a nadto absolwenci wydziałów inżynierskich na Politechnikach muszą mieć możność nabycia odpowiedniej praktyki zawodowej.

Co do pierwszego wymogu, to stwierdzić należy, że nasze Politechniki pod względem systemu kształcenia starają się iść z postępowaniem czasu. Kwestja programu nauki w Politechnikach jest już od szeregu lat obszernie omawiana i jak zagranicą tak i u nas przeprowadzono już i przeprowadza się w dalszym ciągu reformę studjów w duchu nowoczesnym. Nie chcemy tu wdawać się w obszerną dyskusję, ale chodzi o wskazanie, jakie są główne dążenia tych reform. Weźmy pod uwagę jeden z ostatnich komunikatów w tej kwestji, a mianowicie orzeczenie berlińskiej akademji budownictwa (Gutachten der Akademie des Bauwesens, Ztbl. d. Bauverw. 1922) w sprawie reformy studjów technicznych i odnośnego memoriału prof. Aumunda. Otóż Akademia zaleca między innymi:

1. Wprowadzenie w czasie studjów praktyki zawodowej, przyczem Akademia sądzi, że wystarczy na to najzupełniej okres pięciomiesięczny, a najwłaściwiej byłoby odbyć praktykę w czasie wielkich ferji przed rozpoczęciem studjów technicznych i między pierwszym a drugim rokiem, w obu wypadkach po  $2\frac{1}{2}$  miesiąca. Akademia uważa, że żądanie praktyki obowiązkowej po pierwszym egzaminie głównym (po 2-im roku studjów) byłoby z uwagi na wynikłe przez to przedłużenie studjów niewłaściwem.

Jest to mojem zdaniem bardzo rozsądne ujęcie tej sprawy. Co do praktyki w czasie studjów nie trzeba przesadzać, — nie ma ona na celu uczynienia kandydata do zawodu inżynierskiego w krótkim czasie praktycznym, ale ma za zadanie wprowadzić go niejako do zawodu, uzmysłwić mu zadania techniki, aby przy rozważaniach teoretycznych miał je przed oczyma. Akademia żąda dalej:

2. Wprowadzenia na początku studjów do zawodu, zapomocą ogólnego wykładu.

3. Poprzedzenia wykształcenia zawodowego wykształceniem matematycznym, a także przyrodniczem.

Nie ulega wątpliwości, że gruntowne przygotowanie matematyczne, oraz przyrodnicze, powinny być podstawą wykształcenia inżynierskiego. Pierwsze i drugie są środkami, bez których o pracy naukowej, względnie o działalności praktycznej stojącej na poziomie naukowym, nie może być mowy. Zresztą tak zawsze było, że wykształcenie matematyczne uważano za podstawę wykształcenia technicznego i wszelkie dążenia w tym kierunku, aby celem uzyskania miejsca na rozszerzenie przedmiotów zawodowych ograniczyć wykształcenie matematyczne, należy uznać jako niewłaściwe. Wprawdzie twierdzą niektórzy, że wielu studentów nabyte wiadomości matematyczne zapomina i czas poświęcony na nie jest stracony, — jednak na to odpowiedzieć można, że szkoły wyższe, a przede wszystkim wyższe studia techniczne nie są dla wszystkich, a dla kogo nabycie podstaw teoretycznych jest zbyt trudne, ten nie nadaje się do szkoły wyższej, lecz raczej od razu powinien przerzucić się do zawodu praktycznego.

Gruntowne studia przyrodnicze, oparte o pracownię doświadczalne i laboratorja, są również jako podstawa do dalszego studjum niezmiernie ważne. Tu musi przyszyły inżynier oswoić się z metodami badań doświadczalnych, nauczyć się poznawać przyrodę drogą samodzielnego badania. Korzyść polega tu nie na rozmiarze przedmiotu wyłożonego i nabytych wiadomości, lecz na poznaniu metod naukowego badania. Dalsze punkty są następujące;

4. Odciążenie studentów w przedmiotach obowiązkowych.

5. Daleko idące wprowadzenie przedmiotów wybieralnych w celu pogłębienia studjum.

6. Wykształcenie pewnych kierunków studjów i działów stojących na ich granicy, przez wprowadzenie przedmiotów wybieralnych.

Gwałtowny rozwój nauk technicznych w ostatnim dwudziestopięciolecu wywołał tak znaczne rozszerzenie programu naukowego, że studenci w czasie przepisany na studia nie mogą podołać swym obowiązkom. To przeciążenie powstało nie tylko przez wprowadzenie nowych przedmiotów, ale przez specjalizację w obrębie dawniej już wykładanych; pewne przedmioty wykładane dawniej przez jednego profesora rozpadły się na szereg przedmiotów specjalnych, wykładanych oddzielnie, połączonych z osobnemi rysunkami, ćwiczeniami i egzaminami.

Ten stan nie jest zdrowy i pomimo wszelkich zalet metody specjalizacji, nie można iść w tym kierunku zbyt daleko. Student nie może się na Politechnice wszystkiego nauczyć, właściwa i gruntowna specjalizacja odbywa się dopiero w praktyce, po skończeniu szkoły i jest na nią wówczas aż nadto czasu. Trzeba więc programy tak skonstruować, aby student pilny, o zdolnościach przeciętnych, mógł bez nadmiernego wysiłku ukończyć w ciągu każdego roku wszystkie przepisane prace i złożyć przepisane egzamina. Wtedy będzie dopiero możliwe wprowadzenie w całym zakresie tak pożądanym w naszych warunkach rygorów przy przejściu z jednego roku na drugi i wtedy dopiero dojdzie się do tego, że wszyscy studenci będą mogli w przepisany czas ukończyć studia z dyplomem. Aby to osiągnąć, trzeba jeszcze dalej rozwinąć system grup i przedmiotów wybieralnych, przyczem jednak nie może ucierpieć ogólne wykształcenie zawodowe. Nadto należy ograniczyć programy projektów fachowych do mniejszych zadań, któreby mogły być w godzinach obowiązkowych opracowane. Gdy jednak trudno zrezygnować z tak

znakomitego środka dydaktycznego, jakim jest opracowanie przez studenta przynajmniej jednego większego projektu, pod kierunkiem i z pomocą profesora i asystentów, należałoby dawać takie projekty w półroczu następującem bezpośrednio po ukończeniu studjów (dziewiątem), w którym student przygotowywałby się równocześnie do egzaminu dyplomowego. Byłoby to coś podobnego jak praca dyplomowa na Politechnice Warszawskiej, jednak w zasadzie charakter jej byłby inny, gdyż nie stanowiłaby pracy egzaminowej, która powinna być samodzielną, lecz byłaby studjum naukowym przeprowadzonym z pomocą i pod kierunkiem oraz kontrolą profesora. Temat tej pracy odpowiadałby specjalności studenta, jednak powinienby obejmować i inne działy pokrewne, w łączności z zasadniczym przedmiotem.

Wreszcie żąda Akademia Berlińska 7) pogłębienia wiadomości z nauk gospodarczych.

Jeżeli uprzytomnimy sobie powyższe postulaty Akademii Berlińskiej i weźmiemy pod uwagę programy obu naszych Politechnik, to musimy skonstatować, że one kroczą już na tej drodze, dążącej do zreformowania i zmodernizowania studjum technicznego. Do osiągnięcia ideału potrzebne są przede wszystkim instytuty doświadczalne i tu Państwo w miarę środków musi przyjść Politechnikom z pomocą.

Jak stwierdzają fakta, studenci opuszczający nasze Politechniki nie są gorzej przygotowani jak absolwenci Politechnik zagranicznych. Tak naprzykład tragicznie zmarły, zasłużony nasz lotnik śp. major inż. Stec pisał przed 3-ma laty z Paryża, gdzie bawił na wyższym kursie lotniczym, do swych kolegów lwowskich, że „nasi technicy nie potrzebują się zagranicą wstydzić swego wykształcenia technicznego“. Chodzi jednak o to, aby tego, co ciężkim mozołem nabyli, nie zatracili w życiu. A w stosunkach takich, jak obecnie u nas, gdzie panuje prawie zupełny zastój budowlany, może to łatwo nastąpić. Podczas gdy zagranicą student kończący studia dostaje się do dobrze zorganizowanych, oddawna pracujących wielkich biur technicznych i przedsiębiorstw budowlanych, u nas o dobrą praktykę nie łatwo. Miejmy jednak nadzieję, że w miarę uporządkowania stosunków wewnętrznych i podniesienia siły finansowej państwa, ruch budowlany wzrośnie, a wtedy nie trudno będzie absolwentom Politechnik znaleźć stosowną i pouczającą praktykę.

Bardzo korzystnym jest z uwagi na wyrobienie zawodowe inżyniera poświęcenie pewnego okresu czasu po ukończeniu studjów na praktykę za granicą. Dziś kraje zachodniej Europy, a więc Niemcy, Francja, Szwajcaria i Anglja, a w pewnych działach również Włochy i Skandynawja przedstawiają dla nas bardzo ciekawe pole do studjów praktycznych, najciekawszym zaś krajem z uwagi na śmiałość i swobodę experymentu, oraz różnorodność budowli i metod stosowanych, przedstawia się Ameryka. Od szeregu lat zamożniejsi Niemcy, Włosi i Francuzi starają się po ukończeniu studjów technicznych w kraju dostać się do praktyki w Ameryce, a przedsiębiorstwa budowlane francuskie, włoskie i niemieckie wysyłają ekspedycje swych inżynierów do Ameryki, aby tam badali praktycznie pewne systemy prac inżynierskich. W naszych warunkach jest tem bardziej wskazane, aby młodzi inżynierowie odbywali podróże zagraniczne, a w razie możności odbywali praktykę zagranicą. Trud i wkład finansowy sowiec się opłaci; niema może zawodu, któryby w takim stopniu wymagał zbadania dążności i postępu u innych narodów, jak zawód inżynierski. Czego nie zdoła się nabyć nieraz drogą móżolnego studjum, to można z łatwością sobie przyswoić

przez podjęcie choćby niedługiej podróży naukowej. Nie można być prawdziwym inżynierem, zasklepiając się w obrębie ciasnych stosunków, zwyczajów i tradycji ograniczonego terytorjum.

Wyłuszczone tu potrzeba odbywania podróży naukowych, jak również szukania praktyki za granicą, dalej wymogi samego studjum technicznego, a mianowicie konieczność korzystania z obcej literatury technicznej, a wreszcie ewentualność uzyskania stanowiska za granicą, wskazują na konieczność, aby nasi inżynierowie znali języki obce. Niestety u nas jest obecnie nauka języków obcych tak zaniedbana, jak może nigdy przedtem, a pod tym względem zdaje się najgorzej jest w Małopolsce. Trudności istnieją i z tego powodu, że brak jest również i nauczycieli języków obcych. Sprawa jest ważna i wymaga rychłej poprawy. Nowe plany dla szkół średnich nie idą niestety w tym kierunku, stawiając zasadę, że uczyć należy tylko jednego języka obcego, oraz rozpoczynając naukę języków obcych stosunkowo późno. Tymczasem naukę tę trzeba zaczynać możliwie jak najwcześniej, gdyż umysł dziecka jest najsposzniejszy do pokonania trudności pamięciowych. Dalej trzeba zaprowadzić przymus, gdyż t. zw. przedmioty nadobowiązkowe nie prowadzą do celu.

Znakomity nasz uczonec Kazimierz Morawski w przedmowie do swego „Zarysu literatury rzymskiej“ wyraża się w ten sposób: „Może książka ta uwydatni niektóre wartości rzymskiej literatury i stanie w szeregu obrońców

przeciwko tym, którzy samowolnie zacieśniają widnokrąg polski, zrywając z klasyczną przeszłością, która tyle zasiłku niesie naszemu piśmiennictwu, tyle zrozumienia i wyrozumienia w przełomy i walki społeczne, tyle mądrości w walki polityczne, a odgradzając nas od narodów zachodnich, które w wielkiej części na kulturze starożytnej budują dotychczas swoją cywilizację“. W zdaniu tem wyrażony jest żal, że zrywa się z klasyczną przeszłością, ale równocześnie zaakcentowana jest konieczność utrzymania łączności z kulturą narodów zachodnich. Otóż tej łączności trzeba we wszystkich naukach, a przede wszystkim w naukach technicznych, a aby ona istniała, musimy również podnieść zaniedbaną u nas naukę nowożytnych języków obcych.

Tak jak na wszystkich innych polach, tak i na polu naszego wyższego szkolnictwa technicznego, jesteśmy w stadium organizacji. Organizację tę trzeba przedsiębrać dopiero po długotrwałych studjach i próbach. Również i z powiększaniem liczby szkół wyższych nie należy się śpieszyć, lecz otwierać nowe zakłady w miarę koniecznej potrzeby, w miarę środków i o ile będą do dyspozycji odpowiednie siły naukowe.

O stanie naszej techniki zadecyduje w przyszłości nie ilość, ale jakość naszych inżynierów!

We Lwowie, w lipcu 1923.

*M. Matakiewicz.*

## Pierwszy polski drapacz chmur.

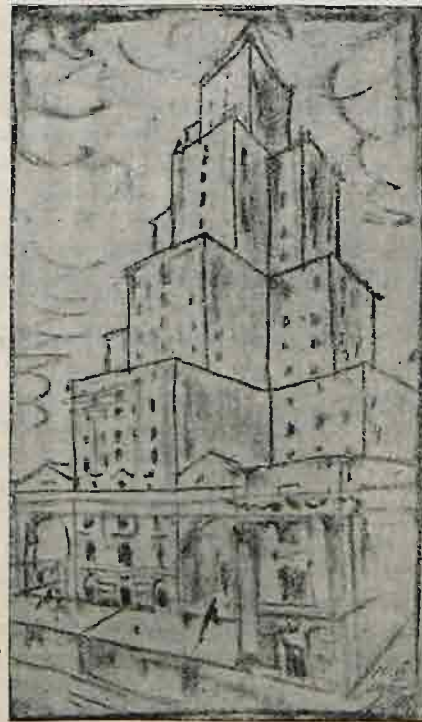
Projektowali:

Architekt Wacław Moszkowski, Konstruktor Dr. Stefan Bryła.

Po stu zgorą latami zbudziła się Stanisławowska Warszawa ponownie jako stolica niepodległej Polski. Piękna ta i zaszczytna lecz odpowiedzialna rola ogniskowania życia wielkiego społecznego mocarstwa zaskoczyła Warszawę szczególnie pod względem budowlanym zupełnie nieprzygotowaną. Twarde ręce zaborców świadomie hamowały naturalny rozwój miasta — co nader wydatnie ujawnia się (w prostym zestawieniu planów) dzisiejszych i wizerunkiem stolicy, kreślonym jeszcze przez Zanongiego lub Tiregaila — to też Warszawa ma przed sobą ogrom systematycznej i długiej pracy, za nim będzie w stanie zaspokoić istotne potrzeby miasta i kraju. Ale życie nie czeka. To co gdzieindziej odbywało się drogą ewolucji, u nas powstać musi w tempie przyspieszonym, aby doraznie stworzyć warunki możliwe do egzystencji. Brak odpowiednio przygotowanych terenów budowlanych zaspokoić należy intensywniejszym wykorzystaniem już egzystujących. Tam gdzie nie można się rozwijać wszcz, trzeba się piąć w górę. Przy braku niezabudowanych parcel w ścieśnionem śródmieściu warszawskim, beznadziejnie zagwożdżonem nietykalnością ruder, ukrytych pod skrzydłami ochrony lokatorów, budowanie domów 3—4 piętrowych byłoby nieopatrznem trwonieniem grosza i czasu publicznego. Intensywniejsze zabudowanie cennych placów City potania kosztu budowy, pozwala lepiej wykorzystać egzystujące urządzenia miejskie jak tramwaje, oświetlenie, kanalizację, bruki i t. p. i zaoszczędza obywatelom czasu na załatwienie różnorodnych spraw bieżących skoncentrowanych w jednej dzielnicy.

Te motywy właśnie zrodziły amerykańskie domy wieżowe czyli t. zw. „drapacze chmur“. Oprócz względów czysto utylitarnych, do powstania owych strzelistych

„świątyni pracy“ w niemałym stopniu przyczyniło się odwieczne dążenie człowieka do budowania ponad zwykłą



Rys. 1.

Widok perspektywiczny.

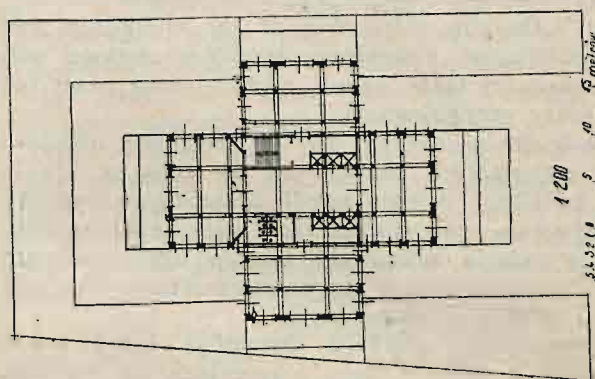
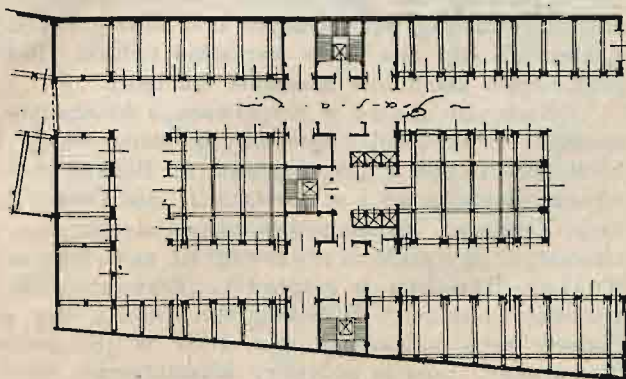


miarę, do tworzenia czegoś, co przerasta zwykłą normę i najkonieczniejsze potrzeby.

Zależnie od epok, to piękne dążenie człowieka dało ludzkości porywające dziwy i arcytwory sztuki w postaci grobowców, różnych przybytków kultu i sztuki, teatry, cyrki, baszty, strzeliste tury, tryumfalne okrzyki na cześć zwycięskiej techniki w gigantycznych linjach mostu brooklińskiego, wieży Eiffla, lub gmachu Woolworth'a. Podobna „świątynia pracy“ już swym zewnętrznym wyglądem stwierdza energję, tężyznę i siłę twórczą narodu, ilustruje tempo pracy i zdolności organizacyjne, budzi zaufanie do spółzycia obywatelskiego i egzystującego ustroju społeczno - państwowego. Te i tym podobne motywy skłó-

Kształt warszawskiego drapacza jest zupełnie odmienny niż pierwowzory amerykańskie, albowiem trzeba było uszanować prawo do światła i powietrza sąsiadów oraz uzgodnić projektowaną budowlę z obowiązującymi przepisami policyjno - budowlanymi, sięgającymi świetnych czasów Leonarda da Vinci.

W celu zastosowania się do przepisu Leonardowskiego, że wysokość domu nie może przekraczać szerokości ulicy, obrano w rzucie dla budynku kształt krzyża, którego ramiona co kilka kondygnacyj skracają się o wymiar konieczny dla zachowania obowiązującego stosunku wysokości budowli do odległości od przeciwległych ścian.



Rys. 2.

Rzut przyziemia i rzut w wysokości 43.50 m (całkowita wysokość około 75.0 m).

niły Polski Bank Przemysłowy we Lwowie do rozwiązania sprawy lokalowej dla swego oddziału warszawskiego oraz instytucji skuzynowanych w formie domu wieżowego. Dyrekcja Banku sformułowała zagadnienie w taki sposób: Na parceli między ulicami Warecką i Św. Krzyską (około 4000 m<sup>2</sup>) rozwinąć w przyziemiu możliwie najdłuższą linię sklepów, na piętrach zaś stworzyć przy najmniejszej kubaturze 1000 pomieszczeń biurowych, dających się dzielić lub łączyć w sposób dowolny.

Rozwiązanie było jedno: w przyziemiu pasaż przeznaczony dla sklepów, a ponad nim dom wieżowy zawierający 20.000 m<sup>2</sup> powierzchni użytecznej biur przy kubaturze 80.000 m<sup>3</sup> na placu niespełna 4000 m<sup>2</sup> liczącym.

Pod względem konstrukcyjnym budynek cały zaprojektowany jest jako budowla o szkieletcie żelbetowym. Słupy najwyższych pięter są żelbetowe z wkładkami podłużnymi, słupy niższych pięter jako słupy uzwojone, przez co uzyskuje się wszędzie, aż do dołu zupełnie niewielkie ich wymiary (poniżej 70 × 70 cm). Stropy wszystkich pięter są również żelbetowe, częściowo zbrojone krzyżowo, częściowo płytowo pomiędzy belkami. Mury spoczywają oczywiście wszędzie na podciągach żelbetowych i dzięki temu mogą być możliwie cienkie. Fundamenty, obliczone na ciśnienie dopuszczalne na grunt 2.5 kg/cm<sup>2</sup>, zaprojektowano wszędzie jako fundamenty częściowo stopowe, częściowo płytowe, tworzące płytę rozpostartą między szeregami słupów.

## Zastosowanie kinematyki do wyrażania i obliczania równowagi zespołów budowlanych.

Napisał

Inż. Dr. Aleksander Pareński.

Praca wielkich myślicieli w dziedzinie nauk technicznych dążyła i dąży zawsze w kierunku zdobycia jak największej oszczędności sił fizycznych i materiału budowlanego w myśl kardynalnej zasady ekonomicznej „tanie a dobrze“. W ten sposób powstają nowe maszyny, układy budowlane a nawet i nowe materiały budowlane, które rozwijają się później równocześnie z ich teorjami, od których oczywiście ten ich rozwój w wysokim stopniu zależy.

Celem przedstawienia jasnego obrazu rozwoju nauki o kinematyce, a w szczególności zastosowania jej do wyrażania równowagi układów budowlanych, nie można tu pominąć krótkiego przedstawienia rozwoju nauki dotyczącej obliczania równowagi zespołów budowlanych oraz wytry-

małości materiałów budowlanych, względnie punktów stykowych tych nauk z omawianym przedmiotem.

Fundament pod wiedzę mechaniki klasycznej położyli pierwsi Galileusz i Newton, a ich następcy Maupertius zastosował pojęcia maximum i minimum pracy do wyrażania równowagi sił, wreszcie Lagrange sformułował to prawo matematycznie. Hooke, Euler i Coulomb rozwinęli prawa statyki oraz nauki o wytrzymałości materiałów, a później Rondelet i Navier zastosowali te nauki do obliczania równowagi zespołów budowlanych.

Wiadomem jest ogólnie, że równowaga układu punktów materialnych połączonych ze sobą w sposób sztywny (ciała sztywne) została wyrażoną na podstawie dwu

znanych warunków mianowicie: 1. suma sił zewnętrznych musi być równą zeru oraz 2. suma ich momentów statycznych względem dowolnie obranego bieguna musi również być równą zeru.

Wykreślić przedstawi się to prawo zapomocą dwóch wieloboków zamkniętych złożonych z wektorów, których boki dla pierwszego warunku przedstawiają siły, a dla drugiego momenty.

Analitycznie otrzymamy to prawo, rzutując oba wieloboki na trzy dowolne osie nierównoległe w przestrzeni, przyczem algebraiczne sumy tych rzutów muszą również być równe zeru.

Niezależnie od takiego wyrażania równowagi sił przedstawił Maxwell w r. 1864 na podstawie rozpraw już tu wymienionych Maupertiusa i Lagrange'a w pracy swej p. t. „On the calculation of the equilibrium and stiffness of frames“ równowagę sposobem chyżości wirtualnej, nazwanej także zasadą najmniejszości pracy lub prawem pracy przygotowanej.

Sposób ten polega na tem, że badanemu układowi punktów materialnych połączonych ze sobą w sposób sztywny nadajemy pewien zespół przesunięć (chyżości), które oczywiście będą nieskończenie małe, ponieważ służą nam do wyrażenia równowagi takiego układu sił, jaki w danem położeniu istnieje, przyczem rozróżniamy zespoły przesunięć zależne od niezależnych.

W rezultacie z wielkości przesunięć i sił otrzymujemy iloczyn z siły i z rzutu przesunięcia na kierunek tej siły, nazwany pracą przygotowaną lub momentem wirtualnym, a suma tych wszystkich prac dla równowagi całego układu badanego musi być równą zeru.

Obrazowo da się to w ten sposób przedstawić: Wyobraźmy sobie zwykły koszyk, jaki używany jest na pieczywo, pleciony ażurowo z drutu w kształcie powierzchni półkuli, którego pręciki są w takim oddaleniu od siebie, aby otwory między pręcikami były mniejsze niżeli normalna buleczka.

Ułożywszy taki koszyk na stole dnem do góry, a następnie położywszy na nim zupełnie swobodnie, rękę, uczujemy pewne drgnienie pod wpływem tego obciążenia (ręki), przyczem węzły wykonają pewien bardzo mały ruch, trwający bardzo krótko aż do powtórnego ustalenia się równowagi. Jeżeli teraz nacisk ręki zwiększymy, podobny proces drgnień i przesunięć się powtórzy, przyczem oczywiście najmniejsze przesunięcia będą miały węzły podparte płytą stołową, t. j. znajdujące się na obwodzie tego koszyka, ponieważ nie posiadają wszechstronnej swobody ruchu. Oczywiście, że drgnienia a zarazem przesunięcia będą tem większe, im luźniejsze są węzły, oraz im większe obciążenie; jeżeli bowiem pręciki te będą w węzłach nitowane t. zn. połączone sztywnie, w takim razie przesunięcia tych węzłów pod wpływem obciążenia będą nieskończenie małe. Na tej podstawie Föppl w roku 1880 opracował swoją teorię układu kratowego (Theorie des Fachwerkes), wychodząc z następującego rozumowania.

Jeżeli w kratownicy statycznie wyznaczonej usuniemy jeden pręt, to nastąpią w tym układzie przesunięcia pomimo, iż siły zewnętrzne zaczepiające o ten układ tworzyły wielobok zamknięty, t. j. były w równowadze. W ten sposób rozburzoną równowagę możemy nadal utrzymać, zastępując wyjęty pręt dwoma siłami zewnętrznymi działającymi w prostej osi pręta, a o kierunku i wielkości sił węzłowych tego pręta. Wielkość tych sił zewnętrznych względnie wielkość siły wewnętrznej wyjętego pręta możemy teraz łatwo obliczyć na podstawie prawa pracy przygotowanej. Jeżeli bowiem po wyjęciu pręta nastąpią względne przesunięcia węzłów (punktów układu), to musi

w myśl wyżej przytoczonej zasady, — dla równowagi całego układu — suma prac przygotowanych być = 0.

W tak ustawionem równaniu otrzymujemy jedną, jedyną niewiadomą, mianowicie siłę wewnętrzną wyjętego pręta, ponieważ w myśl prawa Maxwella można bez trudności określić przesunięcia poszczególnych punktów na podstawie działania sił zewnętrznych.

Po Föpplu i równocześnie z nim zajmował się także tą sprawą Mohr, który w rozprawie p. t. „Przyczynek do teorii kratownic“ („Beitrag zur Theorie des Fachwerkes“) ogłoszonej w „Zivilingenieur“ w r. 1885 wprowadza nowy sposób, nazwany jego nazwiskiem, wyrażenia zasady pracy przygotowanej, do której dodaje znamienne, następującą uwagę:

„To równanie nie określa jedynie wszystkich warunków równowagi zewnętrznych oraz zewnętrznych i wewnętrznych sił, lecz także wszystkie związki (Beziehungen) mające zasadnicze znaczenie dla teorii“.

Następnie Land w rozprawach o kinematyce i kinematyce wykreślnej, ogłoszonych stopniowo w latach 1882, 1887 i 1888 w „Wochenblatt für Baukunde, Schweizerische Bauzeitung“ i w „Zeitschrift des Österr. Ing. u. Arch.-Vereines“, kładzie podwalinę pod zastosowanie nauki kinematyki do wyrażenia równowagi sił, na podstawie której Müller-Breslau w rozprawie „Przyczynek do teorii kratownic płaskich“ („Beitrag zur Theorie des ebenen Fachwerkes“), ogłoszonej w r. 1887 w „Schweizerische Bauzeitung“, rozwija podstawy kinematycznej teorii kratownic płaskich na podstawie prawa bezpośredniego punktu obrotu przy pomocy zasady pracy przygotowanej oraz prawa trzech biegunów, którą szczegółowo omawia w dziele swem „Graphische Statik der Baukonstruktionen“.

Niemal równocześnie w r. 1887 ogłasza Mohr rozprawę, również tyczącą tej zasady wyrażania równowagi, p. t. „O wykresach chyżości i przyspieszeń“ (Über Geschwindigkeitspläne und Beschleunigungspläne) w „Zivilingenieur“.

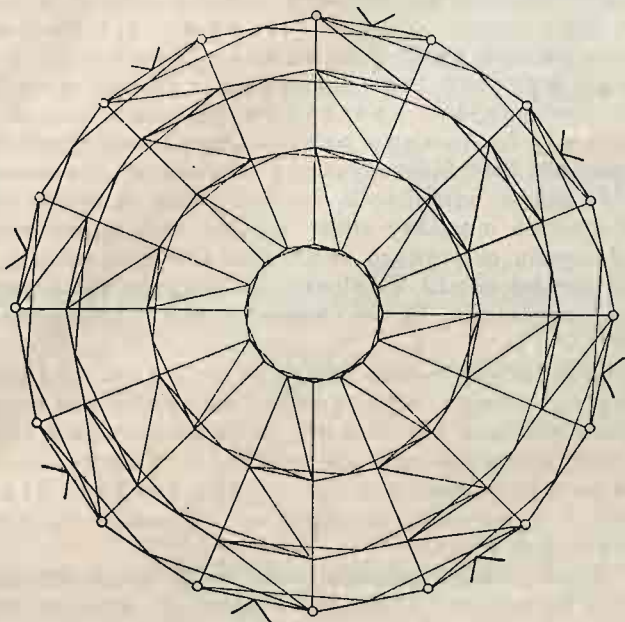
Nie można tu także pominąć milczeniem Schwedlera, który również gorąco interesował się tą sprawą i w r. 1866 ogłosił w „Zeitschrift für Bauwesen“ rozprawę p. t. „Obliczanie dachów kopulastych (kopuły płaszczowe) (Berechnung der Kuppeldächer).

Ponieważ ani Föppl ani też Mohr jasno nie wyrazili zastosowania swych teorii do obliczania równowagi zespołów budowlanych, a uczynił to pierwszy Müller-Breslau, przeto słusznie uważają go za ojca kinematycznej teorii kratownic, nie ujmując tem jednak zasług jego poprzednikom, a szczególnie Landowi, który już w roku 1882 zajmował się zasadniczymi pojęciami kinematyki w zastosowaniu do wyrażania równowagi, które do dzisiejszego dnia odgrywają rolę drogowskazów w dziedzinie omawianej.

Opierając się na doświadczeniach i dorobku naukowym swych poprzedników, przystąpił zmarły w b. r. profesor Politechniki Wiedeńskiej Tschetsche w r. 1901 do utworzenia nowego układu kopuły płaszczowej, która miałaby wszelkie dodatnie zalety dotychczasowych układów, była jednakowoż od nich lżejsza, przyczem zasady obliczania tego układu ukończył dopiero w r. 1905.

Jego zasadniczy układ składa się z parzystej ilości żeber leżących w pł. pionowych, których krawędzią jest pionowa oś kopuły, oraz z dowolnej ilości pierścieni poziomych oddzielających poszczególne piętra, których jest o jedność mniej niżeli pierścieni. W każdym piętrze umieszcza nad sobą leżące przekątnie, jednakowoż tylko w polach, które bezpośrednio ze sobą nie sąsiadują (rys. 1). W ten sposób otrzymuje układ, w którym każdy pierścień pod względem statycznym przedstawia osobno dla siebie

przegubowo zamknięty układ tarczowy, podparty na obwodzie polami z przekątnymi. Pierścień dolny podparty zakotwieniem, któremu odpowiadają pola z przekątnymi, a końce żeber spoczywają na wolnych łożyskach poziomych.



Rys. 1.

Przy porównaniu tego układu z układem Schwedlera zachodzi pozornie pewne podobieństwo, przyczem obliczenia wykazały, że obciążenie jednostajne całkowite wywoła w układzie Tschetschego takie same naprężenia w prętach, jak w układzie Schwedlera. Jednakowoż działanie sił zmiennych (wiatr, jednostronny śnieg i t. p.) wywołuje w układzie Tschetschego naprężenia w prętach o wiele mniejsze, przeto układ ten zezwala na wybór mniejszych przekroji prętów, co również powoduje zmniejszenie się ciężaru własnego kopuły, a w dalszym ciągu też zmniejszenie naprężeń wywołanych tym ciężarem. — Pod względem statycznym dochodzi do wyznaczalności w sposób zwykły. W podanym przykładzie (rys. 1) mamy 16 żeber i 3 piętra czyli:

1. węzłów przestrzennych — 4 na 1 żebro = 64 z 192 statycznymi warunkami,
2. węzłów płaskich — 8 na 1 pierścień = 32 z 64 statycznymi warunkami,
3. węzłów liniowych 8, odpowiadających zakotwieniom z 8 statycznymi warunkami,

przeto otrzymuje  $192 + 64 + 8 = 264$  warunków równowagi, jak również 240 niewiadomych sił wewnętrznych prętów więcej 16 niewiadomych oddziaływań pionowych na łożyskach wraz z 8-ma oddziaływaniami stycznymi do obwodu, razem więc  $240 + 24 = 264$ .

Wobec powyższego zrównania warunków z ilością niewiadomych zdawałoby się, że wszystko jest w największym porządku, tymczasem autor nie zadowolił się tym pobieżnym sposobem, twierdząc, że wystarczyłoby takie załatwienie sprawy dla utworów płaskich, zaś dla układów przestrzennych obrał drogę obliczenia odporów zewnętrznych i wewnętrznych za pomocą kinetycznych warunków prętów i łożysk oraz prawa pracy przygotowanej. I to jest najważniejszym momentem zasady obliczania kopuł jego układu.

Przyjmuje więc dowolny, statycznie wyznaczalny układ przestrzenny, będący — pod działaniem dowolnych sił zewnętrznych — w równowadze, przyczem oczywiście

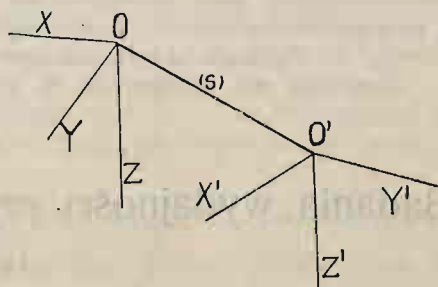
cały układ sił wraz z odporami tworzy podwójny wielobok zamknięty, czyli ich suma, jakoteż suma ich momentów ze względu na dowolnie obrany biegun jest  $= 0$ .

Pod działaniem tych sił powstają w prętach tego układu oddziaływania czyli siły wewnętrzne (wywołujące oczywiście pewne naprężenia), które powodują odkształcenia w granicach elastyczności. Odkształcenia te nie uwzględnia się rachunkowo w układach statycznie wyznaczalnych, ponieważ będą one tak minimalne, że w obliczeniach możemy śmiało przyjąć ich nieistnienie, czyli popelniając świadomie pewien nieznaczny błąd, przyjmujemy połączenia prętów układu jako sztywne, a wówczas przesunięcia węzłów pod działaniem sił zewnętrznych będą  $= 0$ .

W wyniku tak samo przedstawi się sprawa przy zastosowaniu prawa pracy przygotowanej do obliczenia sił wewnętrznych prętów układu, mianowicie dla równowagi układu, — pomimo nieskończenie małego ruchu nadanego poszczególnym punktom układu — suma prac przygotowanych musi być również  $= 0$ . Jak już poprzednio zaznaczono, równowaga układu pozostaje niezmienną, jeżeli wyjęty pręt zastąpimy odpowiednimi siłami węzłowymi, które przechodzą do grupy sił zewnętrznych, sam jednak układ dotychczas sztywny zamienia się w układ chwiejny (łańcuchowy) kinematyczny.

Jeżeli teraz przez zmianę długości osi wyjętego pręta nadamy nieskończenie mały ruch całemu układowi, wówczas poszczególne punkty układu (węzły) wykonają odpowiednie drogi, które wyznaczamy zapomocą t. zw. kinematycznych warunków pręta.

Taki warunek w zasadzie nie jest niczem innym, jak analitycznym wyrazem niezmienności wymiaru długości osi pręta przy kinematycznym przesunięciu całego układu.



Rys. 2.

Rachunkowo przedstawia się to następująco:

Jeżeli przyjmiemy siłę wewnętrzną  $S$  dowolnego pręta  $OO'$  (rys. 2) układu przestrzennego dodatnią (t. j. ciągnięcie) oraz rzucimy jej odpowiadające odpory (siły węzłowe) jakoteż przesunięcia punktów końcowych  $O$  i  $O'$  na trzy osie prostopadłe w punktach  $O$  i  $O'$  t. j.  $X, Y, Z$  i  $X', Y', Z'$  ( $XY$  i  $X'Y'$  określa pł. poziomą a  $Z$  i  $Z'$  jest do niej prostopadłą), to przy długości pręta  $s$  i rzutach tej długości na obrane osie  $a, b, c$  i  $a', b', c'$ , odpowiednie siły składowe dadzą się wyrazić następującymi wzorami:

$$\text{dla węzła } O \left\{ \begin{array}{l} \text{na oś } X \dots S_x = -\frac{a}{s} \cdot S \\ \text{na oś } Y \dots S_y = +\frac{b}{s} \cdot S \\ \text{na oś } Z \dots S_z = +\frac{c}{s} \cdot S \end{array} \right.$$

$$\text{dla wężła } O' \left\{ \begin{array}{l} \text{na oś } X' \dots S_x' = + \frac{a'}{s} \cdot S \\ \text{na oś } Y' \dots S_y' = - \frac{b'}{s} \cdot S \\ \text{na oś } Z' \dots S_z' = - \frac{c'}{s} \cdot S \end{array} \right.$$

Jeżeli nazwiemy dalej rzuty przesunięć węzłów  $O$  i  $O'$  na obrane osie przez  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  i  $\Delta x'$ ,  $\Delta y'$  i  $\Delta z'$ , przyjmując ich kierunki jako dodatnie, to na podstawie prawa pracy przygotowanej możemy napisać

$$\frac{S}{s} \cdot (-a \cdot \Delta x + b \Delta y + c \Delta z) + \frac{S}{s} \cdot (a' \Delta x' - b' \Delta y' - c' \Delta z') = 0$$

czyli

$$(a \Delta x - a' \Delta x') - (b \Delta y - b' \Delta y') - (c \Delta z - c' \Delta z') = 0$$

oczywiście pod warunkiem, że długość osi pręta pozostaje niezmienną.

Ogólnie równanie pracy przygotowanej przedstawi się wzorem:

$$S \cdot \Delta s = \Sigma X \Delta x + \Sigma Y \Delta y + \Sigma Z \Delta z = 0 \dots 1)$$

przyczem  $X$ ,  $Y$  i  $Z$  oznaczają odnośne rzuty siły  $S$  a  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  i  $\Delta z$  rzuty przesunięcia  $\Delta s$  wreszcie znak  $\Sigma$  sumę bezwzględną.

Ponieważ rzuty przesunięcia  $\Delta s$  są funkcjami tegoż przesunięcia przeto

$$\delta x = \frac{\Delta x}{\Delta s}, \quad \delta y = \frac{\Delta y}{\Delta s} \quad \text{a} \quad \delta z = \frac{\Delta z}{\Delta s}$$

przyczem  $\delta x$ ,  $\delta y$  i  $\delta z$  przedstawiają jednostki przebytej drogi, które podstawione w równaniu 1) zamienia go na równanie określające jednoznacznie siłę wewnętrzną  $S$  pręta badanego, mianowicie:

$$\Sigma X \cdot \delta x + \Sigma Y \cdot \delta y + \Sigma Z \cdot \delta z = -S$$

Są to wzory ogólne, przy szczegółowych przypadkach należy wprowadzić odpowiednie modyfikacje zależnie od położenia pręta do obranego układu osi, oraz zależnie od działania odnośnych sił. Oczywiście w przeważnej

części przypadków można wyznaczyć działanie całego układu na badany pręt.

Z powyższego rozumowania można ustawić łatwo dający się udowodnić wniosek, że te węzły układu, obciążone siłami zewnętrznymi, które w danym (badanym) przecie nie wywołują żadnej siły wewnętrznej, nie wykonują żadnego ruchu po wyjęciu tego badanego pręta względnie pozostają w spoczynku pomimo przesunięcia się badanego pręta. Tem prawem ogranicza się znacznie ilość kinematycznych warunków równowagi układu. Dalsze ograniczenia tej ilości dane są istotą węzłów opartych o punkty stałe, których ruch ograniczony jest do ruchu obrotowego około tego stałego punktu.

Również ustalił Tschetsche przy rozwiązywaniu swego zagadnienia bardzo ważne prawo o następującej treści:

Dla statycznie wyznaczalnego układu przestrzennego występują warunki kinematyczne stałe w tej ilości, jaka potrzebną jest do jednoznacznego określenia wszystkich składowych przesunięć — jako funkcji wielkości i kierunku drogi — odpowiedniego (badanego) pręta.

Z powyższego przedstawienia zastosowania kinematyki do wyrażania i obliczania równowagi ustrojów budowlanych w ramach podanych powyżej (niestety bardzo szczupłych) wynika, że sposób obliczania odporów drogą kinematyki w kratownicach płaskich został zapoczątkowany przez Föppla i Mohra a przez Müllera-Breslaua świetnie rozwiązany i rozwinięty, zaś wyznaczenie sił wewnętrznych w prętach kratownicy przestrzennej za pomocą prawa pracy przygotowanej opracowane zostało przez Mohra, wreszcie wyznaczenie sił wewnętrznych w prętach kratownicy przestrzennej zapomocą kinematycznych warunków prętów i łożysk przy użyciu prawa pracy przygotowanej przypada w udziale Tschetschemu, który też pierwszy zasady te zastosował w praktyce przy obliczaniu kopuł nazwanych jego imieniem.

## Badania wydajności przemyskiego terenu wodociągowego w Prąkowcach.

Napisał

Dr. Romuald Rostowski, członek Państw. Instytutu Geologicznego.

Jak wiadomo, nie posiadamy dotychczas w zakresie hydrauliki wód podziemnych ani jednolitych metod, ani ustalonych wzorów do oznaczenia wydajności choćby tylko pojedynczej studni, tem mniej sposobów, pozwalających na ocenę wydajności pewnego terenu wodociągowego, zaczem i miary, któraby umożliwiała porównywanie jednego terenu z drugim pod względem wartości eksploatacyjnej.

Lukę tę — jak mniemam — wypełnią choćby częściowo wyniki badań, jakie w latach 1912/13 oraz w roku 1918/19 przeprowadziłem w dyluwialnej dolinie Sanu pod Prąkowcami przy budowie studzien wodociągu miejskiego, które poniżej krótko opisuję, nawiązując do dawnych mych rozprawek z tego zakresu, przed laty zwyż 16-tu w Czapismie Technicznym publikowanych.

Przemyski teren wodociągowy w Prąkowcach, tworzący obecnie terasę sanową, jest starem korytem dylu-

wialnem — wypełnionem piaskiem i żwirem i materiałem pólnocnym, z soczewkami ciemnego ilu plastycznego — o przekroju parabolicznym, szerokości do 800 m, sięgającym pod dno Sanu na 8 m, wyścielonem w spągu łożami dyluwialnymi (jak rys. 1). Studnie, w ilości sztuk 8-miu, są betonowe, dwumetrowej średnicy do 15 m głębokie, ustawione równolegle do Sanu, z rozstawem po 140 m między studnią 2—3—4—5 i z rozstawem po 90 m między 5—6—6a i 7. Studnia 8 jest przesunięta od ostatniej skośnie na 230 m w głąb terenu, pod stację pompową.

Każdą studnię po jej wykonaniu czyszczono z piasku przez możliwie forsowne sponpowanie aż do kosza ssawnego, nad dnem studni montowanego, a przy tej sposobności obserwowano depresję w czasie i mierzono ilość pompowanej wody, pojemnością wózka kolebkowego, do przewozu ziemi używanego, przy zsynchronizowanych zegarkach obserwatora depresji i mierzącego ilość pompowanej wody. Nawet przy większych ilościach pompo-

wanej wody można było przez wywrót wózka pełnego i powrotne podstawianie tegoż pod strugę spływającej wody — na hasło i sekundę — uzyskać jeden pomiar na minutę. Po spompowaniu studni obserwowano wznios wody w czasie, a na podstawie tego kreślono krzywą depresji i krzywą wzniosu wody (jak dołączona tablica dla studni 3).

Krzywą wzniosu wody obserwowałem w wszystkich 8-miu studniach, krzywą depresyjną łącznie z poprzednią,

Przyjmując za początek liczenia czasu chwilę zaprzestania pompowania, czyli kładąc  $t_1=0$  i pisząc zamiast  $t_2$ , zmienną  $t$ , a zamiast  $H-h_2 \dots H$ , oraz zamiast  $H-h_1 \dots h$ , otrzymujemy:

$$t = \frac{\pi r}{4k} 2 \cdot 302 \log \frac{H}{h}, \text{ a kładąc } \frac{\pi r}{4k} 2 \cdot 302 = 60 C$$

$$(1) \dots \dots \dots t = C \log \frac{H}{h} \dots \dots \dots (t \text{ w minutach})$$



Rys. 1.

tylko w studniach 2, 3, 4 i 7, bo nie miałem początkowo wyrobionej metody badania, a konieczność terminowego uruchomienia wodociągu, niepozwoiliła badań powtórzyć. Z krzywych tych liczyłem współczynnik przepuszczalności i cechę wydajności dla każdej studni w sposób, jak to kreślę poniżej.

#### Oznaczanie przepuszczalności z krzywej wzniosu.

Wiadomo<sup>1)</sup>, że depresja w studni głębokiej, o opnie nieprzepuszczalnej — o ile skutkiem bagrowania niezmiennono zbyt właściwości otaczającego terenu — da się przedstawić wzorem:

$$H-h_r = \frac{Q}{4kr}$$

gdzie  $H-h_r$  jest depresją w studni,  $Q$  ilością pompowanej wody,  $k$  współczynnikiem przepuszczalności, a  $r$  promieniem studni. Przy raptownym wstrzymaniu krótkotrwałego pompowania, całą ilość wody naporowej chwytają tylko studnia, zatem w czasie  $dt$  ilość:

$$Q dt = \pi r^2 h,$$

skąd po wstawieniu wartości  $Q$  z równania poprzedniego otrzymujemy:

$$dt = \frac{\pi r}{4k} \frac{dh_r}{H-h_r} \dots \dots \dots (\text{Forchheimer})$$

Z ostatniego równania otrzymujemy po scałkowaniu i pod założeniem, że czasowi  $t_1$  odpowiada depresja  $H-h_2$ , a czasowi  $t_2 \dots H-h_1$ , przy czym  $H-h_2 > H-h_1$ , jak to się dzieje przy wznoszeniu się zwierciadła wody:

$$\int_{t_1}^{t_2} dt = \frac{\pi r}{4k} \int_{H-h_2}^{H-h_1} \frac{dh}{H-h_r}$$

$$\text{czyli } t_2 - t_1 = \frac{\pi r}{4k} \log_e \frac{H-h_2}{H-h_1},$$

$$\text{względnie } k = \frac{\pi r}{4(t_2 - t_1)} \log_e \frac{H-h_2}{H-h_1}.$$

<sup>1)</sup> Forchheimer. Hydraulik. 1914 str. 439, wzór 279 a).

<sup>2)</sup> Podany przez Forchheimera (Hydraulik, równanie 283) tenże wzór w postaci:

$$k = \frac{\pi r}{4(t_2 - t_1)} \log \text{nat} \frac{H-h_1}{H-h_2} \text{ przy czym } H-h_2 > H-h_1$$

t. j. wzór podobny temu, jaki eksperymentalnie, znalazł Slichter dla głębokich studni t. zw. kalifornijskich<sup>1)</sup>. Albo, dla studni prątkowieckich, gdzie promień studni  $r = 1.00 \text{ m}$

$$k = \frac{0.031333}{C} \sim \frac{0.03}{C}.$$

W wzorze 1. jest  $t$ , liczone w minutach, czasem odpowiadającym depresji  $h$ , liczonej od nieobniżonego zwierciadła wody,  $C$  stałą z obserwacji obliczyć się dającą

$$\text{przez wyrównanie spostrzeżeń } \left( C_s = \frac{\sum \left( t \log \frac{H}{h} \right)}{\sum \left( \log \frac{H}{h} \right)^2} \right), \text{ a } H$$

miarą depresji tuż przed wstrzymaniem pompowania, liczoną w metrach od nieobniżonego zwierciadła wody, jak  $h$ .

Równanie 1. wypowiada prostoliniowy związek między  $t$  a  $\log \frac{H}{h}$ , tak długo jednak, dopóki — jak to z założenia wynika, całą ilość napływającej wody gromadzi się li tylko w studni, nie poza nią, w lejku depresyjnym.

To prawo wzniosu wody sprawdzono pokolei w wszystkich studniach, a jako przykład niech posłuży następująca tabelka, zawierająca wyniki obserwacji z studni 3, jako uzupełnienie wykresu na tablicy graficznej.

(ob. odnośny rysunek) jest nieprzydatny, bo  $\log \text{nat} \frac{H-h_1}{H-h_2}$  musi być wartością ujemną zatem i  $k$  ujemne. Błąd powstał skutkiem przemieszczenia granic całkowania, tj. przyjęcia, że czasowi  $t_1$  odpowiada depresja  $H-h_1$  (mniejsza) a czasowi  $t_2 \dots$  depresja  $H-h_2$  (większa), co oczywiście przy wypełnianiu się studni jest odwrotnie.

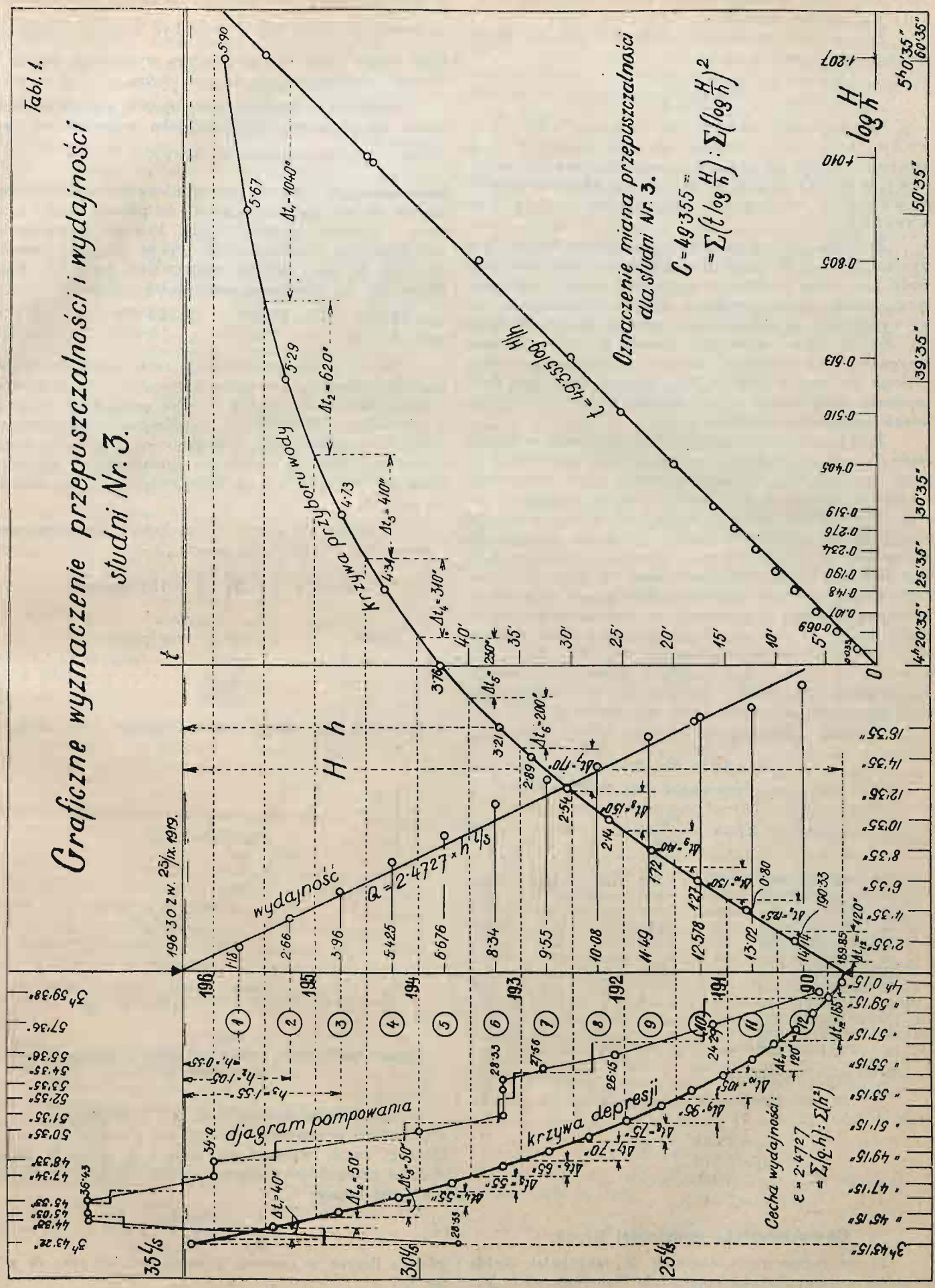
<sup>1)</sup> Slichter (Field measurements of the rate of movement of underground waters. Water Supply and Irrigation Paper No 140. Washington 1905), podaje (strona 91)  $\dots t = \frac{17.254}{c} \log \frac{h}{H}$  (z błędem drukarskim, na stronie 93 i dalszych sprostowanym na  $\log \frac{H}{h}$ ) bez rachunkowego wyvodu.



Dr. Rostowski. Badanie wydajności terenu w Prątkowcach.

Tabl. 1.

Graficzne wyznaczenie przepuszczalności i wydajności studni Nr. 3.



ilość pompowana w ciągu małego czasu pompowania  $\Delta t$ , a  $\Delta \tau$  jest czasem wzniosu.

Z ostatniego po dodaniu obu stronnie jedności, otrzymujemy bardzo prosty wzór:

$$W = \frac{P \cdot \Delta t}{\Delta t + \Delta \tau} \dots \dots \dots (2)$$

Wydażność studni w pewnej warstwie wody jest równa ilości pompowanej w jednostce czasu przez czas spompowania warstwy, a podzielonej przez sumę czasów spompowania i wtórnego wypełnienia się tej warstwy.

Z ostatniego równania w postaci  $P \Delta t = W(\Delta t + \Delta \tau)$  wynika, że  $P = 2W$ , jeżeli  $\Delta t = \Delta \tau$ , t. zn. ilość czerpanej wody jest równą dwukrotnej wydażności studni, jeśli czasy spompowania pewnej warstwy wody i wyczekiwania na jej wypełnienie są sobie równe; oraz że dla  $P = W$  musi być  $\Delta \tau = 0$ . Zerem może być jednak  $\Delta \tau$  tylko w tym przypadku, jeśli styczna do krzywej depresyjnej przebiega poziomo (na rys. 2 krzywa  $D_1O$ ), innemi słowy jeśli ilość czerpanej wody równa się wydażności studni — co ostatecznie potwierdza zgodność wzoru.

Jeśli zatem powierzchnię między narysowaną w funkcji czasu krzywą depresyjną i krzywą wzniosu podzielimy na paski poziome (np. 10-centymetrowe), łatwo odczytamy z rysunku wszystkie  $\Delta t$  i  $\Delta \tau$  (ob. tablicę graficzną), poczem obliczamy z wzoru 2) wydażność każdej warstwy, odczytując z zsynchronizowanego djagramu pompowego przynależne  $P$  (pompa nie musi pracować równomiernie!). Tak obliczone wydażności zaczepiamy w połowie wysokości każdej warstwy (paska) i odczytujemy teże odpowiadającą depresję  $h$ , mierzoną od nieobniżonego zwierciadła wody. W ten sposób otrzymujemy dwa szeregi, odpowiadających sobie spostrzeżeń:  $W_1, W_2, W_3 \dots W_n$  oraz  $h_1, h_2, h_3 \dots h_n$ , mających sprawdzić równanie  $W = Q = e \cdot h \dots (e = \text{const.})$ , które łatwo wyrównać i obliczyć odpowiadającą studni cechę wydażności  $e$ .

Poniższe obliczenie  $C_3$  uzupełnia tablicę graficzną.

Studnia Nr. 3.

Obliczenie  $e_3$  z pompowania dnia 23/IX. 1919.

L. p.	$\Delta t''$	$P \dots ls$	$P \Delta t$	$\Delta \tau''$	$\Delta t + \Delta \tau$	$\frac{P \Delta t}{\Delta t + \Delta \tau} ls$	$h^m$	$W \cdot h$	$h^2$
1	40	31.85	1274	1040	1080	1.180	0.55	0.6490	0.3025
2	50	35.76	1788	620	670	2.668	1.05	2.8014	1.1025
3	50	36.43	1822	410	460	3.960	1.55	6.1380	2.4025
4	55	36.00	1980	310	365	5.425	2.05	11.1212	4.2025
5	55	34.60	1903	230	285	6.676	2.55	17.0238	6.5025
6	65	34.00	2210	200	265	8.340	3.05	25.4370	9.3025
7	70	32.75	2293	170	240	9.555	3.55	33.9203	12.6025
8	75	30.25	2269	150	225	10.084	4.05	40.8402	16.4025
9	95	28.43	2701	140	235	11.490	4.55	52.2795	20.7025
10	105	28.16	2956	130	235	12.578	5.05	63.5189	25.5025
11	120	26.60	3192	125	245	13.020	5.55	72.2610	30.8025
12	165	24.45	4034	120	285	14.140	6.05	85.5470	36.6025
$e = \Sigma(W/h) : \Sigma(h)^2 = 2.4727 ls.$							$\Sigma = 411.5373$	166.4800	

W ten sam sposób liczone wydażności dla pozostałych studzien (2, 4 i 7) wykazały:

- $e_2 = 2.638 \dots l \text{ sek}$
- $e_3 = 2.473 \dots \dots \dots "$
- $e_4 = 5.740 \dots \dots \dots "$
- $e_7 = 2.142 \dots \dots \dots "$

Charakterystyka wydażności terenu.

Proste rozumowanie dowodzi, że jakkolwiek każda z osobna z dwu wartości poprzednio liczonych ( $e$  i  $k$ ) jest

w każdym miejscu terenu, więc i dla każdej studni zmienna, to jednak stosunek ich  $\frac{e}{k}$  musi być stały w obrębie całego terenu i jest charakterystyką wydażności tegoż, tj. wartości eksploatacyjnej danego terenu.

Zachowując dotychczasowy sposób liczenia zapomocą miana nie przepuszczalności ( $C$ ) jako wygodniejszy napiszemy:

$$Ce = \text{const} = A, \text{ lub } e = A \cdot \frac{1}{C}$$

przedstawiający związek prostej, niuwikłanej odwrotności między dwoma zmiennymi  $e$  i  $C$ , co prawda rzadki w naturze i prawach przyrodzonych, którego wyobrażeniem jest hiperbola. Niemniej widać, już na pierwszy rzut oka (rys. 3.), że taki związek rzeczywiście zachodzi. Mamy mianowicie na podstawie poprzednich obliczeń:

$$C_2 = 44.074 \quad C_3 = 49.355 \quad C_4 = 24.540 \quad C_7 = 62.076$$

$$e_2 = 2.6382 \quad e_3 = 2.4727 \quad e_4 = 5.7297 \quad e_7 = 2.1421$$

Że  $e$  i  $C$  nie przedstawiają tutaj matematycznie dokładnego iloczynu, jest łatwo zrozumiałe. Oto ilość wody z studni dobywanej, zatem i cecha wydażności zależy od 3 czynników: od wielkości współczynnika przepuszczalności, od średnicy studni, oraz grubości złoża wodosytnego. Średnice studzien są wprawdzie jednakowe, ale miąższość złoża jest zmienna, a mianowicie zmniejsza się od zachodu na wschód.

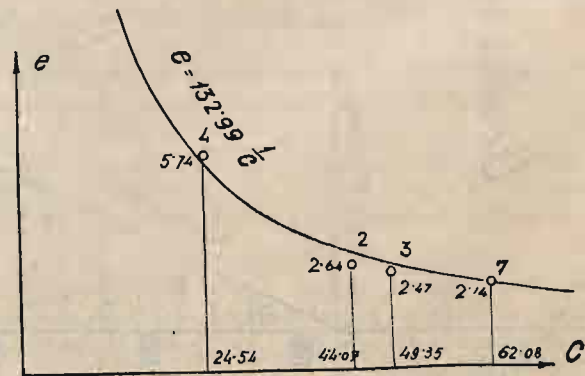
Uciekając się przeto do rachunku wyrównawczego i pisząc jak zwykle, otrzymamy:

$$A = \Sigma \left( e \cdot \frac{1}{C} \right) : \Sigma \left( \frac{1}{C} \right)^2 = 132.99 \approx 133,$$

Zatem:  $e = 133 \cdot \frac{1}{C}$  względnie

$$q = 133 \cdot \frac{h}{C} \dots \dots \dots (3)$$

z ważnością dla całego terenu i danego typu studzien.



Rys. 3. Związek między cechą wydażności studni a mianem nieprzepuszczalności  $C$ .

Przeliczając wartość  $C$  na  $k$  i pamiętając o tem, że dla studzien przemysłowych ( $r=1$ ) jest  $k=0.03 : C$ , oraz że z uwagi na  $k$ , wyrazić się mające w metrach, należy stałą  $A$  przez 1000 podzielić (gdyż  $e$  liczono w litrach-sek.), napiszemy:

$$(4) \dots \dots \dots \frac{e}{K} = \frac{0.13299}{0.03} = 4.433 \dots \text{ (Przemysł)}$$

gdzie  $e$  liczono w metrach sześciennych na sek.,  $k$  w  $m \text{ sek}^{-1}$ .



Spróbujmy z kolei utworzyć takie charakterystyki wydajności dla innych terenów, na podstawie dostępnych, opublikowanych dat, ograniczając się do przedgórze Karpat.

In garden<sup>1)</sup> badając w latach 1895—1897 teren bielański przy pomocy próbnej studni betonowej, dwumetrowej średnicy, obliczył cechę wydajności

$$\dots e = 0.004376 \text{ m}^3 \text{ sek.}$$

Przy sposobności późniejszych badań terenu bielańskiego<sup>2)</sup> obliczono współczynnik przepuszczalności dla tegoż  $k = 0.000850$ , stąd charakterystyka terenu

$$0.004376 : 0.000850 = 5.15.$$

Matakiewicz, przeprowadzając w roku 1907/8 badania próbne na terenie Świerczkowa, znalazł na podstawie pompowania z studni rurowej o koszu 600 m/m średnicy, przy depresji 1.88 m i objętości pompowanej wody 5.6 l sek. średni współczynnik przepuszczalności 0.000750, zatem cechę wydajności  $\dots e = 0.003 \text{ l sek.}$  Na podstawie tego obliczona charakterystyka terenu wynosi:

$$0.003 : 0.000750 = 4.$$

Tenże, badając teren wodonośny nad Stryjem w pobliżu tego miasta, znalazł z długotrwałego pompowania z studni rurowej średnicy 600 m/m, przy depresji  $h = 0.42 \text{ m}$  i objętości pompowanej wody 25 l sek. współczynnik przepuszczalności  $k = 0.005600$ , skąd obliczona charakterystyka wynosi:  $(0.025 : 0.42) : 0.0056 = 10.62$ .

Zestawiając powyższe dane podług ich wielkości i przyjmując najniższą charakterystykę (Tarnów = 4) równą jedności, względnie najwyższą równą 100, okazuje się, że wartość eksploatacyjna tych terenów podgórskich tak się przedstawia:

Teren wodociągowy:	charakterystyka:	wartość:	w %
Tarnów (Świerczków)	4	1	37.3
Przemysł (Pralkowce)	4.433	1.108	41.34
Kraków (Bielany)	5.15	1.29	48.05
Stryj (nad Stryjem)	10.62	2.68	100

Zestawienie uwidacznia olbrzymią różnicę wartości złóż dyluwialnych w dolinach Dunajca, Sanu i Górnej Wisły a złoża aluwialnego rzeki Stryja.

### Wydajności studzien zszeregowanych, próby ustawionych wzorów.

Cel poniżej opisanych dwóch pompowań próbnych, jak i kilku innych eksperymentalnych, był dwojaki: miał wykazać przydatność ustawionych wzorów i podać praktyczny sposób liczenia wydajności studzien zszeregowanych, wzajemnie na siebie oddziałujących, które to zagadnienie już przed laty próbowałem rozwiązać teoretycznie.

1. Dnia 20. X. 1919 — trzy miesiące po uruchomieniu wodociągu — włączono w lewar studnie Nr. 2, 3, 4, 5 i 8.

W tym układzie można uważać studnię 8 za odosobnioną, gdyż odległość między studnią Nr. 5 a 8-mą wynosi w prostej zwyż 400 m, a studnie 2 do 5 za zszeregowane, o wątpliwym oddziaływaniu z uwagi na 140-metrowy rozstaw.

<sup>1)</sup> In garden. Sprawozdanie techniczne z wyniku robót wodociągowych dokonanych w latach 1895—1897, str. 12—17.

<sup>2)</sup> Sprawozdanie zarządu wodociągowego z poszukiwań wody głębszej w latach 1906—1909.

W sześć godzin od rozpoczęcia pompowania, maszyną możliwie dokładnie uregulowaną, po sprawdzeniu, że zwierciadła wody w studniach nie zmieniają się w ciągu nastąpić mającego, mniej więcej jednogodzinnego pomiaru, pomierzono następujące depresje:

$$h_2 = 2.72 \text{ m}, \quad h_3 = 2.63 \text{ m}, \quad h_4 = 2.53 \text{ m}, \quad h_5 = 2.51 \text{ m}, \\ h_8 = 2.49 \text{ m}.$$

Ilość wody pompowanej, wynosiła przed i w czasie pomiaru średnio 44.68 ls, kontrolowana ilością obrotów na liczydło, z odchyłkami  $\pm 1$  obrót na 15 minut. (Dokładna regulacja maszyny jest wogóle możliwa dopiero przy ilości obrotów odpowiadających mniej więcej 50 lsek i stąd konieczność, włączania w lewar odpowiedniej ilości studzien).

Ponieważ ilość wody czerpanej z studzien musi być w stanie równowagi równą ilości wody pompowanej, przeto musi być:

$$q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = Q - q_8.$$

Posługując się wzorem 3) i pisząc zamiast charakterystyki  $A \dots A'$ , bo  $A$  liczone było dla studzien odosobnionych, otrzymamy z powyższego:

$$A' \left( \frac{h_2}{C_2} + \frac{h_3}{C_3} + \frac{h_4}{C_4} + \frac{h_5}{C_5} \right) = Q - A \frac{h_8}{C_8}$$

Podstawiając za  $h_2 \dots h_8$  wartości obserwowane, za  $C_2 \dots C_8$  wartości poprzednio podane, za  $A$  wartość 133, otrzymujemy:

$$A' (0.0617 + 0.0533 + 0.1031 + 0.0961) = 44.68 - 133.0.02924 \\ 0.3142 A' = 40.793 \\ A' = 129.82.$$

$$\text{Ponieważ } \frac{A'}{A} = \frac{129.82}{133}, \text{ jest } A' = 0.98 A,$$

co oznacza, że wielkość oddziaływania studzien zszeregowanych, o rozstawie 140 m, wyrażona w procentach studni odosobnionej wynosi zaledwie 2%, jak było do przewidzenia. Ilość wody, jakiej dostarcza każda poszczególna studnia w lewar włączona, otrzymuje się przez rozwiązanie nawiasu, mnożąc 129.82 przez 0.0617 i t. d.

2. Dnia 21. X. włączono w lewar inną grupę studzien, a mianowicie: Nr. 2, 5, 6, 6' i 7, wyłączając studnie Nr. 3, 4 i 8.

W tym układzie należy uważać studnię Nr. 2, odległą od najbliższej (Nr. 5) o 450 m, jako odosobnioną; studnie Nr. 5, 6, 6' i 7 o rozstawie po 90 m, jako zszeregowane, nawzajem na siebie oddziałujące.

Przy zachowaniu tego samego toku pomiarów, jak poprzednio, pomierzono:  $h_2 = 2.87$ ,  $h_5 = 2.57$ ,  $h_6 = 2.62$ ,  $h'_6 = 2.74$  i  $h_7 = 2.75 \text{ m}$ , przy ilości tłoczzonej wody  $Q = 44.68$ .

Pisząc jak poprzednio, otrzymujemy:

$$A' \left( \frac{2.57}{26.12} + \frac{2.62}{35.85} + \frac{2.74}{34.23} + \frac{2.75}{62.08} \right) = 44.68 - 133 \frac{2.87}{44.07} \\ 0.2957 A' = 32.02 \\ A' = 106.7 \\ \text{lub } A' = 0.8 A,$$

co określa wielkość oddziaływania studzien o 90-metrowym rozstawie na 20%.

W lutym 1919 i w sierpniu 1923.

# Znaczenie dróg wodnych dla żeglugi i handlu wodnego.

## I. Historyczny przegląd.

Historja poucza nas, że żegluga morska i handel zamorski stanowią największą dźwignię dla gospodarczego rozwoju i politycznego znaczenia narodów. Widzimy bowiem, że Hiszpanja i Portugalja doszły do największej politycznej potęgi, kiedy ich handel morski wskutek wynalezienia drogi morskiej do Indji Wschodnich i wskutek odkrycia Ameryki doszedł do wysokiego rozkwitu.

Z chwilą, kiedy handel morski przechodzi w ręce Anglików i Holendrów, traci Hiszpanja i Portugalja swe polityczne stanowisko w świecie, natomiast wzrasta równocześnie z handlem polityczne znaczenie Anglii i Holandji. Londynu i Amsterdam stają się ośrodkiem handlu zamorskiego i jednocześnie u siebie składy towarów, przeznaczonych do wymiany między Europą z jednej strony, a Ameryką, Afryką, Lewantą, Indjami i Dalekim Wschodem z drugiej strony. Wymienione dwa miasta potrafiły zatrzymać swe uprzywilejowane stanowisko handlowe przez całe 18-te i połowę 19-go stulecia.

Zmiana w stosunkach handlowych została wywołana nowymi wędrówkami ludów z Europy najpierw do Ameryki północnej i południowej następnie do Afryki i Indji Wschodnich. W ślad bowiem za temi wędrówkami szła wymiana towarów, która przyczynia się do powstawania towarzystw żeglownych w rozmaitych europejskich miastach, jak Hamburg, Brema, Rotterdam, Antwerpja, Le Havre, Liverpool i t. p. Handel tych miast osiąga wkrótce wyższość nad Amsterdamem i odbiera Londynowi jego dotychczasowe monopolowe stanowisko, a równocześnie wzrasta dobrobyt i polityczne znaczenie Niemiec, Belgji i Francji.

Ten krótki przegląd historyczny poucza nas o zależności politycznego znaczenia państw i narodów od ich handlu morskiego.

## 2. Wpływ położenia i urządzenia portu na rozwój jego handlu.

Jeżeli teraz będziemy śledzili wpływ tego rozszerzającego się w 19-tym wieku po całym świecie handlu na rozwój żeglugi morskiej w poszczególnych portach, to widzimy, że rozmieszczenie portów wzdłuż wybrzeży Europy, aczkolwiek nie jest bez znaczenia, nie rozstrzyga o rozwoju tych portów, gdyż taryfy dla przewozu towarów między portami angielskimi i północno-europejskimi z jednej strony, a portami amerykańskimi, afrykańskimi i indyjskimi z drugiej strony są równie wysokie, chociaż okręt musi do jednych podróżować o jeden lub dwa dni dłużej, niż do drugich, np. Londyn, Hamburg, Rotterdam i Antwerpja, a następnie Szczecin, Gdańsk, Królewiec i Kłajpeda mogą mieć jednakże taryfy dla przewozu do Ameryki, Afryki i Azji.

Rozstrzygające znaczenie dla rozwoju żeglugi w pewnym porcie posiada zatem nie jego położenie na wybrzeżu, lecz ruch towarów masowych, względnie zdolność portu przyciągania tych towarów ku sobie. Zdolność tę uzyskuje port przez dogodną i tanie komunikacje, łączące port z miejscowościami położonymi wewnątrz kraju i produkującymi lub konsumującymi wielkie ilości towarów masowych, jako też przez dobre urządzenia przeładownicze w porcie. Wprawdzie produkcja i konsumpcja samego miejsca portowego może stanowić już podstawę dla handlu zagranicznego, nie może ona jednak iść w porównanie z podstawą tego handlu, opierającą się na rozległym oko-

licznym kraju z wielką produkcją i konsumpcją przemysłową.

Towary wywożone i przywożone przez pewien port, a pochodzące względnie przeznaczone dla samego portu lub jego okolicy, tworzącej z nim jedną polityczną i gospodarczą całość, stanowią najpewniejszą podstawę dla rozwoju żeglugi swojskiej w tymże porcie, gdyż rozporządzalność temi towarami leży w ręku czynników krajowych. Ta rozporządzalność towarami pochodzącymi z własnego kraju umożliwia towarzystwom żeglugowym krajowym walkę konkurencyjną z towarzystwami obcymi pomimo wielkiej przewagi tych ostatnich.

Z tych powodów handel w drugiej połowie 19-tego stulecia wychodzący z portów stałego lądu europejskiego przechodził obok Anglii mimo jej dotychczasowego monopolu handlowego, opierającego się na olbrzymiej przewadze floty handlowej i na kolonjach rozrzuconych po całej kuli ziemskiej. Handel ten pójdzie i w przyszłości mimo Anglii i będzie od niej tem niezależniejszy, im bardziej rozwijać się będzie przemysł w Europie środkowej i wschodniej, im więcej towarów będzie przechodzić przez poszczególne porty i im więcej wzrośnie żegluga swojska w tych portach.

Któremu z portów położonych na północnym brzegu lądu europejskiego przypadnie w przyszłości stanowisko największego rynku światowego, to zależy od tego, który z nich potrafi przyciągnąć ku sobie największą część towarów z przyległych do niego części Europy. Jak to już poprzednio wspomniano, pomiędzy towarami najważniejszą rolę w handlu morskim odgrywają towary masowe, gdyż one mogą przyczynić się najprędzej do utworzenia regularnej linii żeglugi. Między towarami masowymi zaś pierwsze miejsce zajmuje węgiel, poczem przychodzą rudy wszelkiego rodzaju, cement, żelazo i wyroby żelazne. Wprawdzie towary masowe z powodu swych niskich taryf nie mogą zapewnić zysku towarzystwom przewozowym, przyczyniają się jednak do powstania i rozwoju regularnych i częstych linii przewozowych, które dopiero wywołują rozwój ruchu osobowego i przewozu towarów paczkowych, a przewóz tych ostatnio wymienionych towarów daje dopiero zyski przedsiębiorstwu. Z ruchu osobowego największe znaczenie dla towarzystw żeglownych ma ruch emigracyjny. Im regularniejsze i częstsze są zaprowadzone linie żeglugowe, tem więcej przyciągają one ruch osobowy i towarów paczkowych, nawet z okolic, które miałyby do rozporządzenia inne porty z tańszą, ale ze względu na regularność nie tak dogodną rutą. Bez towarów masowych rozwój żeglugi byłby niemożliwy.

Naprzykład nie do pomyślenia byłby tak olbrzymi rozwój żeglugi angielskiej, gdyby Anglja nie zaopatrywała znacznej części świata w węgiel — ten najważniejszy artykuł masowy, wynoszący przed wojną co do wagi  $\frac{4}{5}$  całego eksportu angielskiego. Okrety wywożące węgiel a obok niego cement, żelazo, szyny, lokomotywy, wagony i inny materiał kolejowy przeznaczony do budowy kolei w kolonjach przywoziły z powrotem różne surowce i towary kolonialne i w ten sposób miały zapewniony przewóz towarów w obydwie strony. Również Antwerpja zawdzięcza swój wielki rozwój handlowy w ostatnich latach przed wojną wywozowi węgla i żelaza z okręgu przemysłowego belgijskiego i westfalskiego.

Ważnym środkiem dla przyciągania ruchu okolicznego do portu stanowi również własny handel miast portowych, prowadzony przez jego firmy przywozowe i wy-

wozowe, które posiadając doświadczenie w stosunkach politycznych, gospodarczych, słowych i kredytowych krajów zamorskich, w położeniu rynku światowego i w smaku i wymaganiach poszczególnych krajów, najlepiej ten handel mogą poprowadzić. W ostatnich dziesięcioleciach przed wojną zaczęto jednak rugować pośrednictwo firm portowych przez to, że krajowi producenci i konsumenci nawiązywali stosunki handlowe wprost z zagranicznymi interesantami lub przeprowadzali transakcje handlowe za pośrednictwem firm krajowych osiadłych wewnątrz kraju. Przez to odbiera się firmom portowym możliwość rozporządzania się przewozem towarów w porcie.

Widzimy zatem, że ani położenie współzawodniczących portów na wybrzeżu, ani firmy portowe nie odgrywają dzisiaj większej roli w handlu odnośnego portu. Natomiast życie poucza, że najważniejszym warunkiem przyciągania towarów z kraju przyległego do portu stanowią obok dobrych urządzeń portowych komunikacje, łączące port ze środowiskami produkcyjnymi i konsumcyjnymi położonymi wewnątrz kraju. Najkorzystniejsza pod względem technicznym i gospodarczym komunikacja i możliwość szybkiego i taniego przeładunku w porcie rozstrzyga przy przewozie towaru o wyborze portu, a zatem i o jego rozwoju i stanowisku między rynkami świata.

### 3. Zależność rozwoju portu od wewnętrznych dróg wodnych.

Pomiędzy komunikacjami, łączącymi port ze środowiskami produkcji i konsumpcji wewnątrz kraju, wchodzi pod uwagę koleje i drogi wodne. Mimo olbrzymiego rozwoju kolei w ostatnich dziesięcioleciach stoją drogi wodne jako komunikacja, łącząca port z wnętrzem kraju, na pierwszym miejscu, gdyż ze względu na wielką pojemność przyrządów przewozowych, ułatwiającą przeładunek maszynowy, i ze względu na niskie taryfy tworzą one właściwą komunikację dla przewozu towarów masowych.

Że przeładunek towarów masowych z okrętów oceanicznych do łodzi 600 do 1.000 tonnowych lub naodwrot jest wygodniejszy i dlatego tańszy jak do wagonów 10 lub 20 tonnowych, to jest zupełnie zrozumiałe i nie potrzebuje żadnego uzasadnienia. Zauważa się tylko, że wyładunek zboża z okrętów morskich do wagonów kolejowych za pomocą elewatorów pneumatycznych (ssących), przeładowujących 150 tonn w godzinie, jest niemożliwy z powodu małej pojemności wagonów.

Uzasadnienie wyższości dróg wodnych nad kolejami pod względem kosztów przewozu znajdziemy we właściwościach technicznych obydwóch środków komunikacyjnych. Łodzie, opierające się swą całą podstawą równomiernie na wodzie, a nie na dwóch lub trzech osiach jak wagony, mają własny czyli martwy ciężar liczony na 1 tonnę ładunku dwa razy mniejszy niż wagony. Kiedy bowiem wagon 20-tonnowy waży około 10 tonn, czyli połowę ładunku, to łódź 600-tonnowa waży 150 ton, czyli  $\frac{1}{4}$  ładunku. Ten większy ciężar, jakoteż większe trudności w wykonaniu wagonu są powodem, że koszt łodzi 600-tonnowej wynosił przed wojną licząc na 1 tonnę ładunku 70 mk., podczas gdy wagon towarowy kosztował średnio około 280 mk., czyli 4 razy więcej. Również koszt obsługi, administracji i konserwacji kanału i łodzi, poruszającej się po spokojnej wodzie, liczone na tonnę ładunku są znacznie mniejsze niż koszt obsługi, administracji i konserwacji toru kolejowego i wagonów.

Następnie opór napotykaną przy przewozie pewnego ładunku po stojącej wodzie jest 4 do 7 razy mniejszy niż opór napotykaną na poziomym torze kolejowym przy

przewozie równie ciężkiego wagonu z taką samą szybkością. Wskutek tego pociąg ciężarowy z ładunkiem 300 do 500 tonn potrzebuje przy średnich spadkach lokomotywy o sile 500 do 600HP, podczas gdy holownik o sile około 100 HP. może poruszać po kanale z szybkością 4 km na godzinę 2 łodzie z ładunkiem 1.200 tonn.

Przytoczone właściwości techniczne dróg wodnych i kolei wyjaśniają nam dostatecznie, że własne koszty przewozu na drogach wodnych przy regularnym ruchu i pełnych ładunkach muszą być znacznie niższe niż własne koszty kolei.

Dokładne obliczenie własnych kosztów przewozu na istniejących środkach komunikacyjnych w ogólności, a na kolejach w szczególności napotyka na wielkie trudności, gdyż jest prawie niemożliwe prowadzić na kolei księgi rachunkowe tak, aby móc oddzielić własne koszty przewozu dla pewnego towaru, na przykład węgla, od kosztów przewozu innych towarów przewożonych tą samą koleją według taryf niższych lub wyższych, jakoteż od kosztów ruchu osobowego. Łatwiej jest przeprowadzić to obliczenie dla kosztów przewozu na drogach wodnych, gdzie w regule niema ruchu osobowego i gdzie różnorodność towarów przewożonych jest znacznie mniejsza. Można jednak te koszty podać w przybliżeniu z dokładnością wystarczającą dla porównania ich ze sobą. Według autorów niemieckich wynosiły przed wojną własne koszty przewozu na kolejach pruskich przeszło 2 fenigi za tonnę i kilometr, a na kanałach żeglugi 1 fenig za tonnę i kilometr, czyli o 100% mniej.

Jeżeli teraz uwzględnimy, że ruch na kanale nie jest w regule monopolem rządu, ale jest prowadzony przez towarzystwa żeglugowe lub właściciele poszczególnych łodzi, w których interesie leży wyzyskanie jak najlepiej i jak najdłużej czasu przeznaczanego do żeglugi i którzy nie mają powodu prowadzić strajku, to staje się jasne, że w tych warunkach różnica między rzeczywistymi kosztami przewozu na drogach wodnych i na kolejach musi być jeszcze większa od przytoczonej powyżej różnicy własnych kosztów przewozu.

Wywody te dają się uzasadnić przykładami wziętymi ze stosunków niemieckich. Na przykład normalna taryfa dla węgla i rudy na kolejach pruskich wynosiła przed wojną przy przewozie na najwięcej używane odległości do 350 km 2·2 fen/*tkm*, do czego dochodziła jeszcze należytość manipulacyjna w wysokości 70 fen. od tonny. Przy przewozie na odległości ponad 350 km dopłacało się 1·4 feniga od *tkm*. Normalna taryfa dla wyrobów żelaznych wynosiła 4·5 fen/*tkm*, do czego dochodziła należytość manipulacyjna 60 do 120 fen. od tonny.

Natomiast taryfa na kanale Ren-Hanover wynosiła wraz z opłatą kanałową 1 fenig, a bez opłaty kanałowej 0·6 feniga za tonnę i kilometr. Na Łabie i Odrze wynosiła taryfa przy przewozie łodziami pełno naładowanymi 0·6 do 0·9 fen/*tkm*. Na Renie od Ruhrort w górę kosztował przewóz statkami 1.000 tonnowymi 0·35 do 0·5 fen. *tkm* a od Ruhrort w dół przy przewozie statkami 2.000 tonnowymi 0·25 fen/*tkm*.

Z tego widzimy, że koszty przewozu węgla na kanale Ren-Hanover były 2·5 do 4 razy a Renie 5 do 9 razy mniejsze jak koszty przewozu koleją. Dla wyrobów żelaznych różnica ta będzie jeszcze znaczniejsza.

Taryfa przewozowa na statkach, kursujących po morzu Bałtyckim i Niemieckim, wynosiła przed wojną dla towarów masowych średnio 0·2 fen/*tkm*, była zatem 11 razy niższa niż normalna taryfa niemiecka dla węgla. Przewóz statkami oceanicznymi jest jeszcze znacznie tańszy.

Stąd też pochodzi, że ruda przewożona z Krzywego Rogu w południowej Rosji morzem i drogą wodną do Westfalji, była znacznie tańsza, niż ruda przywożona stamtąd koleją na Górny Śląsk, chociaż odległość morzem do Westfalji jest około 5 razy większa niż koleją na Śląsk.

Zachodzą wypadki, że rząd przyznaje dla pewnych towarów i miejscowości wyjątkowe niskie taryfy, dochodzące do wysokości taryf na drogach wodnych, wynoszących średnio 1 fen/*tkm*. Ponieważ jednak te taryfy są mniejsze od własnych kosztów kolei, więc straty stąd powstałe muszą być pokrywane dochodami, uzyskanymi z przewozu towarów po wyższych taryfach albo podatkami, o ile dochody kolei czerpane z innych przewozów do pokrycia tych strat nie wystarczają. W ten sposób część kosztów przewozu towarów, przeznaczonych dla poszczególnych osób lub przedsiębiorstw, musi być pokrywana kosztem ogółu, co nie może być uważane za zdrowy objaw gospodarczy.

Opisane stosunki taryfowe na kolejach i drogach wodnych, łącznie z wygodniejszym i tańszym przeładunkiem towarów masowych z okrętów morskich do dużych łodzi jak do małych wagonów kolejowych, sprawiły, że towary masowe, przechodzące przez pewien port, idą w regule nie koleją, ale drogą wodną, jeżeli takowa jest do rozporządzenia. Na uzasadnienie tego twierdzenia można przytoczyć przywóz i wywóz miast niemieckich, położonych nad żeglownymi rzekami lub kanałami. Naprzykład z towarów, wywiezionych w roku 1908 przez Hamburg w ilości 6 milionów tonn, przybyło do Hamburga drogą wodną 2 miliony tonn, a kolejami tylko 1·5 milionów tonn. Reszta wywiezionych towarów w ilości 2·5 miliona tonn przypada na własną produkcję Hamburga i najbliższej okolicy i na ruch tranzytowy morski. Przywóz przez Hamburg wynosił w roku 1908 w całości 14 milionów tonn, w czem było  $4\frac{3}{4}$  miliona tonn węgla angielskiego. Z przywozu tego przypada na węgiel, przeznaczony do zaopatrzenia okrętów w opał, 4 miliony tonn na towary przeznaczone do Hamburga, a 7·5 miliona tonn na towary dla wnętrza kraju. Z tych ostatnich przewieziono 5·5 miliona tonn łodziami, a tylko 2 miliony tonn koleją. Nadmienić jeszcze należy, że najważniejszymi portami przeładowczymi towarów eksportowanych i importowanych przez Hamburg był Magdeburg oddalony o 300 *km* i Ujście nad Łabą oddalone o 600 *km* od Hamburga. Natomiast Zagłębie węglowe westfalskie oddalone od Hamburga wzdłuż kolei o 360 *km*, a od Bremy 250 *km* wywozi towary masowe drogą wodną przez Rotterdam.

Również Berlin otrzymał w 1908 roku większą część swego zapotrzebowania w ilości około 10 milionów tonn drogami wodnymi, przyczem towary górnicze i płody rolnicze przychodzą ze Śląska Odrą i kanałem Odra-Szprewa lub ze Saksonji i z Czech Łabą i kanałem Plauen, materiały budowlane jak drzewo i kamień przychodzą kanałem Berlin-Szczecin, a węgiel angielski, zboże zagraniczne i towary kolonialne przybywają z Hamburga Łabą i Hawelą.

Podobny obraz przedstawia wywóz i przywóz miast położonych nad Renem, posiadającym pod względem żeglugi o wiele większe znaczenie niż Łaba, co wynika już z tego, że wywóz Renem na granicy niemiecko-holenderskiej wynosił w roku 1908 7·5 miliona tonn, a przywóz 14 milionów tonn, zatem więcej niż cały eksport i import Hamburga. W przywozie na Renie odgrywa największą rolę ruda, dowożona ze Szwecji, Hiszpanji, Algieru i Ameryki Północnej, potem drzewo kopalniane, zboże i petroleum.

Dla dalszego uwydatnienia znaczenia dróg wodnych dla przewozu towarów masowych i podniesienia rozwoju handlu, przemysłu i rolnictwa mogą posłużyć następujące dwie miarodajne opinie.

Rząd francuski celem uzdrowienia życia gospodarczego po wojnie 1870/1 opracował w 1874 roku program rozbudowy sieci komunikacyjnej a zwłaszcza sieci dróg wodnych i przedłożył go parlamentowi z następującym umotywowaniem: „Jeżeli przez wybudowanie kanałów umożliwi się powstanie nowych fabryk i ułatwi się eksploatację kamieniołomów, kopalni i lasów, czyli podniesie się społeczne bogactwo, to państwo będzie pierwsze, które z tego bogactwa odniesie korzyści, a korzyści te mogą być tak znaczne, że państwo może zrzec się poboru opłat kanałowych. W tej pozornej hojności kryje się nie tylko rzeczywiste zrozumienie interesów kraju, którego bogactwo w pierwszej linii winno być podniesione, ale nawet głęboka sprawiedliwość w rozdziale ciężarów, gdyż podatki pobierane od majątku powstałego wskutek budowy kanału mogą wpływać nawet na zmniejszenie ciężarów tych, którzy z dróg wodnych nie korzystają“.

Komitet utworzony przez Rząd Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej dla poprawy żeglowności rzeki św. Wawrzyńca w tym celu, aby okręty o zanurzeniu 7 do 9 *m*, pływające po jeziorach północno-amerykańskich mogły dochodzić aż do morza, wypowiada w swem sprawozdaniu, uzasadniającem koszta tej budowy, wynoszące około 270 milionów dolarów, między innymi następujące zdanie; „Wprawdzie jest rzeczą możliwą rozbudować amerykańską sieć kolejową tak, aby ona spełniła całkowicie wymogi ruchu. Jednakże trzeba by w tym celu poczynić olbrzymie wkłady, przyczem wymienia się kwotę 2 miliardów dolarów. Zysk osiągnięty przez budowę kolei byłby jednak znacznie mniejszy, niż zysk osiągnięty przez umożliwienie okrętom morskim dojazdu do wnętrza Ameryki“.

Odnosnie do ostatniej opinii nadmienić należy, że budowa linii kolejowej dwutorowej wraz z zakupnem taboru dla przewozu rocznie 6 milionów tonn jest droższa niż budowa kanału i zakupno taboru kanałowego dla przewozu tej samej ilości towaru. Pochodzi to stąd, że tabor kolejowy licząc na tonnę ładunku jest 4 razy droższy niż tabor kanałowy.

Przytoczone poprzednio uzasadnienie, poparte przykładami z życia, wskazuje jasno, że drogi wodne mają dla przewozu towarów masowych, zwłaszcza dla ich dowozu do portów morskich, bez porównania większe znaczenie niż koleje. Z tego też powodu żegluga w portach, leżących przy ujściu dróg wodnych do morza, rozwija się daleko lepiej, aniżeli w portach, połączonych z wnętrzem kraju jedynie kolejami. Przykładem tego są z jednej strony Gdańsk, Szczecin, Hamburg, Rotterdam, Antwerpja, Le Havre, a z drugiej strony Libawa, Kołobrzeg, Lubeka, Boulogne i setki innych małych portów morskich, posiadających połączenie kolejowe, ale nie położonych nad wewnętrznymi drogami wodnymi.

Nadmienić jeszcze należy, że naszym naturalnym portem morskim może być Gdańsk tylko wtenczas, jeżeli Rząd Polski będzie miał stanowczy wpływ na kierownictwo sprawami żeglugi w porcie i będzie mógł nie pozwolić na to, aby władze gdańskie uniemożliwiały lub utrudniały rozwój polskiego handlu zamorskiego. Gdyby wpływ ten miał być zależny od porozumienia z władzami gdańskimi lub od czynników obcych, jak obecnie, to należałoby dążyć do wybudowania portu morskiego na własnym terytorjum koło Tczewa, co ze względów technicznych, ekonomicznych i prawnych w myśl paragrafu

104 Traktatu Wersalskiego jest możliwe. Port w Gdyni nie nadaje się na port końcowy dla wewnętrznych dróg wodnych w Polsce, gdyż jest oddzielony od Wisły zatoką Gdańską dostępną dla łodzi rzecznych jedynie w wypadkach wyjątkowych przy zupełnej ciszy morskiej.

#### 4. Wniosek.

Z przedstawionego materiału wypływa wniosek, że bez drogi wodnej niema taniego dowozu towarów masowych do portów, bez towarów masowych niema żeglugi morskiej, a bez żeglugi morskiej niema rozkwitu handlu, przemysłu i rolnictwa i wogóle życia gospodarczego. Widzimy więc, jak ściśle zależne są od siebie poszczególne kółka mechanizmu gospodarczego. Mechanizm ten nie może dobrze funkcjonować, jeżeli jedna z jego części niedomaga lub jej niema zupełnie. Taką niezbędną częścią dla mechanizmu gospodarczego są dobre drogi wodne.

Najważniejszą drogą wodną w Polsce jest bezspornie droga, łącząca Zagłębie Węglowe Śląsko-Dąbrowskie z Gdańskiem, przechodząca przez obwód przemysłowy łódzki i dochodząca swemi odnogami do naszych najważniejszych środowisk konsumpcyjnych jak Warszawa i Poznań. Ona to może spełnić w najdoskonalszy sposób zadanie taniego przewozu rudy z Gdańska do Zagłębia Węglowego, a węgla i żelaza z Zagłębia do Gdańska i innych miejsc konsumpcyjnych.

Jeżeli zatem życzymy sobie rozwoju przemysłu i handlu w Polsce, to musimy przystąpić jaknajszybciej

do budowy kanału Śląsk-Toruń z odgałęzieniem do Warszawy i do Poznania. Zdania, że najpierw należy budować koleje, a budowę kanału odłożyć na dalszą przyszłość świadczą o braku zrozumienia istoty dróg wodnych w szczególności i zagadnienia komunikacyjnego w ogólności. Tego zadania komunikacyjnego, jakie mają spełnić drogi wodne, nie spełnią koleje z powodu wysokich własnych kosztów przewozu. Koleje nie są w stanie dowieźć dla przemysłu metalurgicznego rudy Szwedzkiej lub Krzywoskiej po tak niskich taryfach, aby wytopione z tej rudy żelazo mogło konkurować na południu z żelazem czeskim, a na północy z żelazem angielskim. Koleje nie są również w stanie dowieźć do Gdańska węgla po tak niskich cenach, aby on mógł konkurować przynajmniej w Gdańsku i na Bałtyku z węglem angielskim. Bez węgla zaś i żelaza nie można stworzyć poważnej żeglugi nawet, gdybyśmy mieli własne okręty.

Dlatego mówiąc o budowie kolei i kanałów nie powinno się zwalczać żadnego z tych dwóch najważniejszych środków komunikacyjnych, lecz winno się mieć na oku tę komunikację, która odpowiada najlepiej ogólnemu dobru narodu, a wtedy stworzymy dobrą sieć komunikacyjną, która przyczyni się do rozkwitu naszego gospodarstwa i do podniesienia ogólnego dobrobytu.

Warszawa, w kwietniu 1923 r.

Inż. Józef Skalka.

## Teoretyczne uzasadnienie korzyści stosowania poprzeczek przy mostach belkowych.

Z papierów \*) ś. p. prof. Dr. Karola Skibińskiego.

### Wstęp.

Wobec ciężkich obciążeń, jakie ustanawiają tymczasowe przepisy dla konstrukcyj mostowych, szczególnie mniejszych mostów drewnianych, wypada materiał drzewny wyzyskać do dopuszczalnych granic. W tym celu trzeba sobie zdać sprawę, jak się rozkłada obciążenie na poszczególne belki.

Jeżeli połowę szerokości mostu urabia się oddzielnie, to jest jasne, że belki środkowe połowy mostu będą więcej nateżone niż sąsiednie. Jeżeli dylina spoczywa wprost na belkach, to rozkład obciążenia jest zupełnie niejasny; to tylko jest pewne, że środkowe belki są wtedy znacznie przeciążone. Przy pomocy zwirowanym będą stosunki cośkolwiek korzystniejsze. Na razie bierzemy pod uwagę tylko pomost dylowany.

Należy zatem pod dylinę zastosować poprzeczki, co przyczyni się nie tylko do bardziej równomiernego obciążenia na belki, ale daje także możliwość wyznaczenia, choć w przybliżeniu stosunku, w jakim rozkład obciążenia na poszczególne belki się uskutecznia.

Rozpatrzmy naprzód przypadek, gdy trzy belki są ułożone pod połową mostu, a na nich ułożone poprzeczki w takim odstępie, żeby materiał dyliny był należycie wyzyskany.

\*) Drobną tę pracę publikujemy za zezwoleniem córki autora, p. Zofji Tarnawskiej, wedle odpisu, przechowanego w aktach Wydziału drogowego Okr. Dyr. R. P. we Lwowie (IV — 5688 ex 1921); oryginał jej bowiem zaginął.

Do identycznych wyników doszedł Inż. Dr. Aleksander Pareński w pracy: „Zur Berechnung der einfachen und zusammengesetzten Brückenbalken“, ogłoszonej w Zt. d. öst. Ing. u. Arch.-Ver. 1923, str. 76.

### Ciężar skupiony.

Ponieważ poprzeczka wraz z środkową belką się ugina (rys. 1), to część  $\alpha$  z obciążenia ciężarem skupionym, np. równym jednostce, przeniesie się na poprzeczkę, a część  $\beta$  przyjmie belka, tak że  $\alpha + \beta = 1$ .

Z środkową belką ugną się także skrajne belki, więc ugięcie poprzeczki równa się różnicy między ugięciem belki środkowej i belek skrajnych.

Niech oznacza  $m$  teoretyczne światło poprzeczki, a  $l$  także światło belki, zaś  $J_p$  i  $J_b$  niech oznaczają momenty bezwładności przekroju poprzeczki i każdej belki, to

ugięcie poprzeczki  $\delta_p = \frac{\alpha m^3}{48 \varepsilon J_p}$ , ugięcie środkowej belki

$$\delta_b = \frac{\beta l^3}{48 \varepsilon J_b}.$$

Z obciążenia  $\alpha$  poprzeczki przenosi się na skrajne

belki po  $\frac{\alpha}{2}$ , więc ich ugięcie  $\delta_b' = \frac{\frac{\alpha}{2} l^3}{48 \varepsilon J_b}$ , zatem różnica ugięć środkowej belki i skrajnych belek:

$$\delta_b - \delta_b' = \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) l^3}{48 \varepsilon J_b} \text{ równa się ugięciu } \delta_p, \text{ zatem}$$

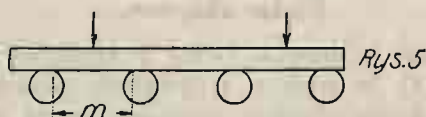
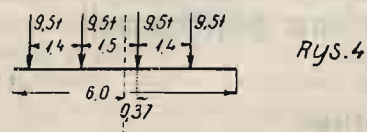
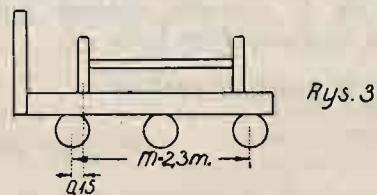
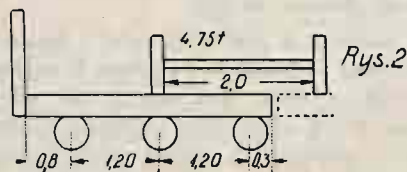
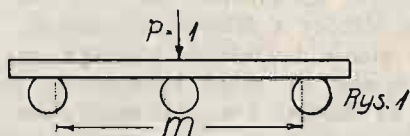
$$\text{równanie: } \frac{\alpha m^3}{J_p} = \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) l^3}{J_b}.$$

Jeżeli w tem równaniu podstawimy się  $\beta = 1 - \alpha$ , zaś

literą  $\varphi$  oznaczy się stosunek  $\varphi = \frac{J_b m^3}{J_p l^3} = \frac{\alpha}{\delta_b}$  to się otrzyma

$$1) \dots \alpha = \frac{2}{3+2\varphi}, \text{ zaś } \beta = \frac{1+2\varphi}{3+2\varphi}.$$

Temi wzorami jest rozkład obciążenia na belki ustalony.



W zastosowaniu do konstrukcji mostowej musimy uwzględnić ciężar własny i szereg wozów.

Dla mostów I. klasy wprowadzimy najcięższe obciążenia typu 2. przepisów mostowych, dla którego można dojść z dopuszczalnym natężeniem do 140 kg/cm<sup>2</sup>. Ugięcie poprzeczki i belki pod wpływem ciężaru własnego i ruchomego wprowadzimy jak następuje:

### Ciężar jednostajnie rozłożony.

Poprzeczka. Dla ciężaru własnego  $G_p$  równomiernie rozłożonego, wyznacza się ugięcie wzorem  $\delta = \frac{5}{384} \frac{G_p m^3}{\epsilon J_p}$ , zaś moment w środku wynosi  $\frac{1}{8} G_p m$ . Poprzeczka, wystająca poza belki podpierające, przedstawia się jako belka ukośnie utwierdzona, a więc w stanie pośrednim między wolnym podparciem a poziomym utwierdzeniem, dla którego moment wynosi  $\frac{1}{12} G_p m$ . Wprowadzimy średnią wartość momentów  $\frac{1}{10} G_p m$ , przekształci się wzór na ugięcie poprzeczki pod wpływem własnego ciężaru na  $\delta = \frac{5}{480} \frac{G_p m^3}{\epsilon J_p}$ .

Podobnie dla działania ciężaru skupionego  $P$  wprowadzimy zamiast momentu  $\frac{1}{4} Pm$ , moment  $\frac{1}{8} Pm$ , wtedy

wzór na ugięcie  $\delta = \frac{Pm^3}{48 \epsilon J_p}$  otrzyma postać  $\delta = \frac{Pm^3}{60 \epsilon J_p}$ .

Zatem ugięcie całkowite:

$$2) \delta_p = \frac{\alpha m^3}{\epsilon J_p} \left[ \frac{5}{480} G_p + \frac{1}{60} P \right] = \frac{\alpha m^3}{480 \epsilon J_p} [5 G_p + 8 P].$$

Belka. Jako na końcach wolnopodpartej zastosujemy dla całkowitego ciężaru własnego  $G_b$  spoczywającego na belce  $\delta = \frac{5}{384} \frac{G_b l^3}{J_b \epsilon}$ .

Dla szeregu ciężarów skupionych byłoby dokładne obliczenie ugięcia bardzo żmudne. Jednakże podług rachowanych przykładów jest różnica od ugięcia tego, gdy sumę ciężarów  $\Sigma P$  jednostajnie się rozłoży, tak mała, że można pozostawić współczynnik  $\frac{5}{384}$  dla obciążenia jednostajnie rozłożonego. Zatem całkowite ugięcie:

$$3) \delta_b = \frac{\beta l^3}{\epsilon J_b} \left[ \frac{5}{384} G_b + \frac{5}{384} \Sigma P \right] = \frac{5 l^3 \beta}{384 \epsilon J_b} [G_b + \Sigma P].$$

Współczynnik  $\varphi$  obliczy się jak poprzednio  $\varphi = \frac{\delta_p : \alpha}{\delta_b : \beta}$ , a następnie z wzorem 1) powyżej podanym, obliczy się stosunek rozkładu obciążenia na poprzeczkę i na środkową belkę

$$\alpha = \frac{2}{3+2\varphi}, \quad \beta = \frac{1+2\varphi}{3+2\varphi}.$$

Przykład.

Podług przepisów dla mostów I. klasy należałoby rozwiązać dwa skrajne przypadki obciążenia wozem typu 2. Pierwszy (rys. 2), gdy ciężar 38 t jedną stroną wozu posuwa się środkiem poprzecznic. Ponieważ rozstaw kół jednej osi wynosi 2,0 m, więc drugie koło wypada już na drugą połowę mostu.

Drugi skrajny przypadek rys. 3 (na tym rysunku zamiast 0,15 ma być 0,05) nastąpiłby, gdyby dwa koła wozu były ułożone symetrycznie. Ten układ jest zanadto korzystny, gdyż wywołuje bardzo małe ugięcie poprzeczki.

Więc chociaż pierwszy układ rzadko się zdarzy, przyjmujemy go za podstawę do obliczeń, jako najmniejkorzystniejszy.

Most I. klasy, obciążenie koła  $P=4,75 t$ . Teoretyczne światło 6,0 m, 3 belki o odstępnie 1,20 m, światło poprzeczki 2,3 m, odstęp poprzeczek 0,9 m, średnica poprzeczek 0,28 m, średnica belek ofisowych 0,45 m. Ciężar własny leżący na poprzeczce  $G_p=0,383 t$ , ciężar skupiony  $P=4,75 t$ , zatem:

$$\delta_p = \frac{2,3^3 \cdot \alpha}{480 \cdot \epsilon \cdot 0,000296} [1,915 + 38,0] = \frac{3418 \cdot \alpha}{\epsilon}.$$

Ciężar własny przypadający na jedną belkę  $G_b = 2,070 t$ , a gdy na belce umieszczają się cztery ciężary po 4,75 t, to  $\Sigma P = 19,0 t$ , zatem:

$$\delta_b = \frac{(6,0)^3 \cdot 5 \cdot \beta}{384 \cdot \epsilon \cdot 0,001948} [2,070 + 19,0] = \frac{30421 \cdot \beta}{\epsilon}.$$

Ilość  $\varphi$  równa się  $\frac{\delta_p}{\alpha} : \frac{\delta_b}{\beta} = 0,112$ , a podług wz. 1)

$\alpha = 0,6203$ ,  $\beta = 0,3797$ . Zatem na środkową belkę przenosi się więcej niż trzecia część obciążenia o 14%. Ten procent należy jeszcze zmniejszyć, ponieważ obciążenie poprzeczki przez dylinę po części na sąsiednie poprzeczki się przeniesie. Można zatem przyjąć zwiększenie obciążenia o 10%. Jeżeli zatem całkowity moment sił zewnętrznych, przypadający na trzy belki, podzielimy przez trzy, to dla obliczenia wymiarów belki należy tę trzecią część zwiększyć o 10%.

W zastosowaniu do naszego przykładu wynosi całkowity ciężar własny 5,927 t, a moment  $M_p = \frac{1}{8} 5 \cdot 927 \cdot 6 \cdot 0 = 4 \cdot 445 \text{ tm}$ .

Dla najniekorzystniejszego ustawienia ciężarów (rys. 4) jest trzeci ciężar od środka belki o 0,37 m oddalony. Dla takiego ustawienia ciężarów  $M_p = 30 \cdot 34 \text{ tm}$ , czyli całkowity moment wynosi 34,785, a trzecia część 11,59 tm. Zwiększony o 10%, wynosi 12,75 tm; a gdy moment oporu równa się  $0 \cdot 009204 \text{ m}^3$ , to natężenie równe  $138 \text{ kg/cm}^2$ , czyli nie osiąga dla 2. typu obciążenia dozwolonej granicy  $140 \text{ kg/cm}^2$ . Przy wprowadzeniu owego zwiększenia o 10% mamy pewność, żeśmy za korzystnie nie rachowali, a zarazem łatwą orientację, jakie światło mostu wypadnie dla obranego przekroju belki, przy możliwym wyzyskaniu materiału. Jest tylko do wypełnienia warunek, żeby ilość  $\varphi$  nie przekroczyła powyżej obliczonej wartości 0,112. Ponieważ we wzorach dla  $\delta_p$  i  $\delta_b$  przedstawia ciężar własny tylko małą ilość wobec obciążenia ruchomego, to możemy go opuścić, a wtedy ten warunek przedstawi się w przybliżeniu jako:  $\varphi = 1 \cdot 28 \frac{m^3 J_b P}{l^3 J_p \Sigma P} = 0 \cdot 112$ .

Średnica poprzeczki powinna wzrastać z wzrostem średnicy belki.

Powyższe rozpatrywanie odnosiło się do przypadku, gdy pod połową szerokości mostu są trzy belki ułożone. Jeżeli się ułoży cztery belki (rys. 5), to ciężary wypadną mniej więcej w środku między pierwszą a drugą i między trzecią a czwartą belką.

W tym przypadku może wypaść ugięcie poprzeczki trochę większe, niż je wyznacza wzór 2. Za to jest tu wolna długość  $m$  mniejsza, co różnice wyrówna. Można więc i tu zastosować regułę zwiększenia momentu o 10% ponad średnią przypadającą na jedną belkę, tem bardziej, że drobne różnice w ilości  $\varphi$  tylko mało wpływają na wartość  $\beta$ .

Dla pięciu belek pod połową szerokości mostu rozpatrywanie teoretyczne znacznie się komplikuje. Jednakże stosowanie pięciu belek jest nieekonomiczne. Wtedy powinno się stosować albo dwie belki złożone, albo dwie belki podwójne, o ile średnice belek na to pozwolą.

Lwów, w kwietniu 1921 r.

## Piśmiennictwo mechaniczne „Czasopisma Technicznego“ z okazji czterdziestoletniego tegoż istnienia.

Zestawił

Dr. R. Witkiewicz.

Gdy się dowiaduje o czymś jubileuszu, to pragnie się usłyszeć coś niecoś z przeszłości jubilata. Przeszłość ma dla nas zawsze wielki urok. Zna się ją naprawdę zbyt mało, szczególnie tę najbliższą przeszłość — chyba, że się ją samemu przeżywało, ale wtedy życiorys jubilata odświeża własne przeżycia i tem chętniej się go czyta.

Pisać życiorys czasopisma, którego rozwój był najściślej związany z rozwojem jednego z najpotężniejszych społecznie towarzystw fachowych w Małopolsce, to zadanie, które właściwie przekracza siły jednostki i ramy artykułu. Trzebaby bowiem wymienić setki nazwisk ludzi gorąco oddanych Towarzystwu Politechnicznemu i pracujących, mimo wysokich stanowisk lub obowiązków urzędowych, przez dziesiątki lat, jak początkujący, „zasługujący się“ członek. Trzebaby koniecznie odtworzyć całą olbrzymią pracę wewnętrzną i zewnętrzną Towarzystwa i nietylko zestawić artykuły, odczyty, konkursy, uchwały, petycje, memorjały, ale z tych dat statystycznych wysnuć i ustalić historję wpływu tej pracy na rozwój rodzimej kultury technicznej, jej stosunku do społeczeństwa i t. d.<sup>1)</sup> Poprzestaną więc na krótkim zestawieniu piśmiennictwa z dziedziny mechaniki, jakie zdołałem zebrać, wertując niedawno stare i nowe roczniki Czasopisma Technicznego i Dźwigni, z której to pierwsze powstało. Suchość zestawienia zostanie może nieco ożywioną przez okresowe szkicowanie ogólnego tła rozwoju<sup>2)</sup>.

Nr. 1. „Dźwigni“, organu świeżo wówczas powstałego Towarzystwa Ukończonych Techników we Lwowie, ukazał się w sierpniu 1877 r.<sup>3)</sup>, wydany na papierze

<sup>1)</sup> Ciekawszych czytelników odsyłam też do „Pamiętnika“, wydanego w roku 1902 z okazji 25-letniego jubileuszu Towarzystwa Politechnicznego.

<sup>2)</sup> Jeżeli przeoczyłem jakiś ważniejszy szczegół i lub mylnie go opisałem, proszę o wyrozumiałość, szczególnie starszych autorów.

<sup>3)</sup> Czasopismo Techniczne powstało w r. 1888, jako wspólny organ towarzystw technicznych we Lwowie i w Kra-

Czerłańskim z drukarni J. Pillera. Od r. 1881 natomiast po dziś dzień składa się Czasopismo w Pierwszej Związkowej Drukarni.

Komitet redakcyjny tworzyli: „Karol Setti c. k. nadinżynier, Paweł Stwiertnia inżynier-elew kolei Karola Ludwika, Julian Zacharjewicz i Dr. Władysław Zajączkowski profesorowie c. k. Akademji technicznej. Odpowiedzialny redaktor: Ludwik Radwański, autoryzowany inżynier cywilny“.

Ze wzruszeniem odczytałem „Do czytelników“: „Zarząd zawiązanego niedawno Towarzystwa ukończonych techników we Lwowie, chcąc zadość uczynić objawiającemu się zewsząd i uzasadnionemu życzeniu swych członków, założenia czasopisma technicznego, jako organu Towarzystwa, postanowił na razie utworzyć piśmisko skromnych rozmiarów, któreby członkom o działalności Towarzystwa mógł powiadamiać, a umieszczaniem w tymże artykułów i wiadomości z dziedziny nauk technicznych i omawianiem społecznych stosunków techników, jakoteż spraw wogóle ich dotyczących, przyczynić się chociażby w małej tylko części do rozbudzenia zamięlowania w rodzinnej literaturze technicznej, a nadto do podźwignięcia i wielce pożądanego skonsolidowania stanu technicznego, od którego działalności polepszenie ekonomicznych i społecznych stosunków w zubożałym kraju naszym w znacznej części zawisło“.

Wśród członków znajdujemy dużo mechaników, ale ich praca musiała na razie skromnie ustępywać wobec tematów budowlanych i kolejowych, jak: „O budowie gmachu c. k. Szkoły Politechnicznej“, (który to „tytuł i znaczenie“ Akademja techniczna dopiero wówczas dekret-

kuje, nominalnie przez zmianę nagłówka „Dźwigni“, co jednak nie było symbolem jakiegoś nowego kierunku. Faktycznie ukazuje się drukiem ta duchowa spójnia inżynierów w Małopolsce wschodniej nieprzerwanie od roku 1877. Jubileusz Czasopisma Technicznego jest więc czterdziestoletni „z odkładem“.

tem cesarskim otrzymała), jak „Projekt budowy gmachu na Sejm“, „Program projektowanych w północno-wschodniej Galicji sieci kolei żelaznych“, jak sprawozdań z krajowej wystawy rolniczo-przemysłowej, na której kolej Karola Ludwika wystawiła pulsometr Halla, jeden z trzech, znajdujących się wówczas w Austrii. (Notatka o nim była też jedynym w tym roku artykułem mechaniczno-fachowym). Równocześnie opracowywano statut Towarzystwa, memorjały do Sejmu o głos wirylny dla rektora, o polepszenie stanowiska i bytu techników, o zmianę języka urzędowego w galicyjskich zarządach kolejowych, dalej korespondowano z inż. Kucharzewskim w Warszawie w sprawie zwołania I. ogólnego zjazdu techników polskich, z Wiedniem w sprawie I-go kongresu inżynierów austriackich, przyczem niepodporządkowano się jako „Zweigverein“ wiedeńskiemu Związki inżynierów. Rozpoczęto też zaraz z miejsca pracę nad terminologią techniczną i wydawano przez szereg lat najpierw dodatek słownikowy do „Dźwigni“, a później kompletne słowniki fachowe. Z pracą tą, wymagającą dużo gorliwości i staranności, a chociaż nie zawsze przez ogół skutecznie popieraną, jednak obfitującą w piękne rezultaty, złączone jest przedewszystkiem nazwisko B. Darowskiego.

Jak na pierwszy rok — ogrom pracy organizacyjnej! To też słusznie prezes Towarzystwa R. br. Gostkowski, zagajając Walne zebranie członków w r. 1878 (wtedy już Towarzystwa Politechnicznego), pięknie przedstawił, jak to „we Francji ustawy stały się przyczyną rozwoju wiedzy technicznej, w Anglii technik zdobył sobie stanowisko własną siłą i własną pracą, a Niemcy teorii zawdzięczają potęgę swą na polu technicznym — wreszcie i z manifestowali światu, że wśród nas nietylko waleczność i sztuki piękne, lecz także i wiedza techniczna kwitnąć może“.

W latach 1878—1880 znajdujemy artykułów mechanicznych nie dużo: „Młoty parowe“ — E. Uderskiego rozprawę, napisaną z powodu ubiegania się autora o katedrę technologii mechanicznej, „O znaczeniu maszyn dla ludzkiego społeczeństwa“ (propaganda małych silnic) — K. Stadtmüllera i „O sygnałach interkomunikacyjnych przy pociągach kolejowych“ — L. Wierzbickiego. Ale miłym jest ustęp o Budowie maszyn w sprawozdaniu komisji dla oceny rysunków uczniów lwowskiej Politechniki: „Widzimy po największej części prace samodzielne. Przyjęty tutaj sposób przedstawienia szczegółów konstrukcyjnych za bardzo właściwy uważać musimy, gdyż uczniowie nie tracą czasu na bezpożyteczne kopjowanie i malowanie, lecz zajmują się studjum przedmiotu, opierając rysunek na rachunku. Najwięcej pracowali słuchacze nad szczegółowym poznaniem rozmaitych konstrukcji maszyn parowych. Zbyt obszernie traktowano niektóre konstrukcje, które żadnego zastosowania u nas znaleźć nie mogą, np. żuraw okrętowy itd. Nie widzieliśmy przeprowadzonego projektu młyna parowego, papierni itp. zadań, które bodaj w sposób encyklopedyczny słuchaczów o takich budowach pouczyć winne. Nadto zbyt pobieżnie opracowano dział motorów wodnych. Oprócz tych kilku usterek nie mamy nic do zarzucenia i cieszy nas niewymownie, że najmłodsza szkoła fachowa naszej Politechniki śmiało rywalizować może z pierwszorzędnymi zakładami tego rodzaju zagranicą“.

Architekci i inżynierowie drogowi mieli już wtedy zorganizowane b. czynne swoje sekcje, ale na zebraniach tygodniowych (przebiegający udział członków wówczas 65—80 osób) nie jest z mechaniką tak źle. Są wykłady (1877—1882) B. Darowskiego o wyrobieniu szyn, w Lotaryngji, H. Machalskiego o telefonie własnego pomysłu, o zastosowaniu ich

w kolejnictwie, L. Bartelmusa o hamulcach kolejowych, a przedewszystkiem prelekcje R. br. Gostkowskiego. Trzeba go wprost podziwiać, gdyż łączył w sobie dar wymowy z łatwością popularyzacji najróżnorodniejszych zagadnień, chociaż wtedy jeszcze przeważnie mówił i pisał „tylko“ o kolejnictwie i elektryczności, więc o zasadach fizykalnych oświetlenia elektrycznego, o przeobrażeniu pracy mechanicznej na prąd elektryczny, o związku między siłą przewozową lokomotywy a działaniem pary, o lokomotywach dla służby stacyjnej itp.

Od roku 1881 Dźwignia, miesięcznik, grubiej. Omawiany jest już stale Przegląd czasopism, w którym referują: P. Stwiertnia — Kolejnictwo, M. Moraczewski — Roboty wodne, G. Bizanc — Kanalizację, Br. Pawlewski — Technologję chemiczną, A. Pragłowski (a później M. Thullie) — Budowę mostów i tunelów, a świeży członek Komitetu redakcyjnego profesor J. Franke — Mechanikę, zaś asystent T. Fiedler — Technologję mechaniczną. J. Franke referuje (w tych latach) o kotłach, o regulacji maszyn parowych, o turbinach wodnych, o wiatrakach itd., T. Fiedler o stanie młynarstwa w Galicji, o uprawie lnu, o wyrobach oczkowych itd., ale najobszerniej i najchętniej o... paleniu bezpłomiennem. W tym czasie znajdujemy już więcej artykułów mechanicznych: (—) Statystyka maszyn i kotłów parowych, M. Gargas — o przyczynach pęknięcia obręczy przy kołach kolejowych, O. Stwiertnia o doróże parowej systemu Bollégo, R. Müldner o ogrzewaniu kotłów parowych zapomocą oleju skalnego, J. Franke o zależności tarcia od chyżości, H. Machalski o zbiornikach elektryczności Faure'go. Wszystkie te artykuły, przeważnie rozwlekłe pisane, ciągnęły się przez 4—6 zeszytów. Dopiero później zaczęto się streszczać i umieszczać dłuższe odcinki w zeszytach pojedynczych. W tym czasie H. Machalski demonstrował próby z ulepszonego telefonem swego pomysłu między Brodami i Lwowem, a Fr. Rychnowski pracował nad oświetleniem elektrycznym Sejmu. Trzeba uzupełnić jeszcze — jako tło — że równocześnie poruszono w Czasopiśmie tematy: O zakupnie zakładu gazowego, o kanalizacji i zaopatrzenia we wodę miasta Lwowa, o budowie kolei transwersalnej, o badaniu górnego Dniestru i jego dopływów, dalej, że żyło się wrażeniami zbratania się na I. zjeździe techników polskich w Krakowie a z drugiej strony walczone z Wiedniem o obsadę stanowisk technicznych w kraju przez Polaków a specjalnie z Zarządami kolejowemi o język, o prawa, o odpowiednie traktowanie pracowników itd.

W roku 1883 doszło wreszcie do porozumienia między Krakowem i Lwowem: „Towarzystwa techniczne krajowe, mając na oku wytyczony i statutami uświęcony cel zespolenia i zjednoczenia sił umysłowych, pracujących we wszystkich gałęziach zawodu technicznego, a kierując się myślą przewodnią, wijącą się przez obrady i uchwały pierwszego Zjazdu techników polskich jak wstęga czerwona, z godłem jeden za wszystkich, wszyscy za jednego, postanowiły złączyć wychodzącą we Lwowie „Dźwignię“ z wychodzącą w Krakowie „Czasopiśmie technicznym“ w wspólny organ Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie i Krakowskiego Towarzystwa technicznego, noszący nazwę „Czasopismo Techniczne“. — Wspólny Komitet redakcyjny tworzyli wówczas: Mieczysław Dąbrowski inż.-as. budown. miejskiego (Kraków), Jan Franke prof. Szkoły Politechn. (Lwów), Józef Janowski inż. Wydz. kraj. (Lwów), Józef Janowski architekt cyw. (Lwów), Walery Kołodziejki inż. (Kraków), Napoleon Kováts starszy inż. kolei Lw.-Czern. (Lwów), Henryk Lindquist prof. Akad. przem. (Kraków), Maciej Moraczewski c. k. radca budown. (Lwów), Tomasz Pry-



liński architekt (Kraków), Emil Serkowski b. starszy inż. rząd. (Kraków), Karol Skibiński docent Szkoły Polit. (Lwów), Paweł Stwiertnia inż.-elew kolei Kar.-Ludw. (Lwów). Redaktorem odpowiedzialnym był w latach 1882—1883 — Karol Skibiński, w latach 1884—1888 — Maksymilian Thullie.

Wróćmy do działu mechanicznego Czasopisma. W tych latach referują: Wł. Żaak o maszynach i pompach wystawy paryskiej, H. Machalski o wystawie elektrycznej w Monachium, H. Walter o wierceniu kanadyjskim, ale rekord bierze niezgłoszony R. br. Gostkowski, który pisze o kolejnictwie, o orbitach komet, o elektryczności, wydaje też podręcznik: „Zasady elektrotechniki“ — a przyszedł elektrotechnik R. Dzieślewski opisuje na razie skromnie wrażenia z wycieczki naukowej technologicznej politechników lwowskich do Królestwa. Gdy Gostkowski odszedł do Wiednia, choć i stamtąd nadsyłał artykuły np. o własnej teorii hamowania wozów kolejowych, punkt ciężkości artykułów spada najpierw na T. Fiedlera, a potem (chronologicznie) na J. Frankego. Pierwszy pisze o zakładaniu kursów dla inżynierów fabrycznych przy Szkołach politechnicznych, o znaczeniu narzędzi w rozwoju drobnego przemysłu, natomiast J. Franke, prezes Towarzystwa w r. 1888, pisze oraz mówi o maszynach do wytwarzania zimna, o maszynach gazowych, o nowych indykatorach, o rozprowadzaniu siły zapomocą powietrza, o organizacji szkół politechnicznych w Anglii, o stacji dla próbowania materiałów — i wydaje w tym czasie „Poradnik dla obsługi i nadzoru kotłów parowych“. Wypływają i nowe nazwiska, więc: A. Sękowski o oporach tarcia przyrządów rozdzielania przestrzeni w maszynach (oryginalna krótka rozprawa naukowa), N. Kováts o smarowaniu wozów kolejowych olejem skalnym, E. Petion o wiertnictwie (szereg artykułów), Br. Rożański o glinie i jego aljażach, J. Szczepaniak o tramwaju parowym we Lwowie, J. Markowski o ogrzewaniu wozów kolejowych parą, wreszcie rozprawy czterech elektrotechników t. j. Fr. Rychnowskiego o urządzeniu odgromników, Fr. Dobrzyńskiego o oddziaływaniu zbroi w dynamomaszynach, J. Ziobrowskiego o obliczaniu i konstrukcji dynamomaszyn (referuje też nowy dział w Przeglądzie literatury t. j. „Elektrotechnikę“) i H. Machalski, który ma często coś ciekawego do napisania o telegrafii lub telefonii. Prawie wszystkie referaty były przedtem wygłoszone na tygodniowych zebraniach. Do nieogłoszonych drukiem należą: A. Wexa o ogrzewaniu wozów kolejowych, J. Bykowskiego o formach pieców w bessemerniach, Aug. Sołtyńskiego o ogrzewaniu i przewietrzaniu, o węglu prasowanym i L. Bartelmusa o pulsometrach.

W tym czasie — cytuję to znowu jako tło — wydano broszurę zawierającą zasady techniczne dla budowy domów włościańskich, pracowano w komisji dla lwowskich wodociągów i kanalizacji, wysłano memorjały w sprawie odbudowy spalonego Stryja i Liska, opracowywano petycje w sprawie urządzenia Stacji doświadczalnej mechaniczno-technologicznej, w sprawie zmiany niekorzystnego statutu krajowej komisji przemysłowej, memorjał w sprawie reformy szkół, (wprowadzenia francuskiego i angielskiego języka w szkołach realnych), o nadanie statutu organizacyjnego dla Szkoły Politechnicznej w drodze ustawodawczej, o uwzględnienie krajowych przedsiębiorców przy rozdawnictwie robót — a przede wszystkim pracowano nad umocnieniem stanowiska technika, który był ciągle jeszcze uważany za czynnik podrzędny. (Prawo biernego i czynnego wyboru do Sejmu z tytułu osobistej kwalifikacji przyznano technikom z II. egzaminem państwowym dopiero w r. 1890). Głównym powodem tego

były stosunki ekonomiczne, dużo hierarchji urzędowych, mało wolnych stanów. Galicja, licząca wówczas 6 milionów mieszkańców, zdołała zatrudnić zaledwie kilkunastu inżynierów cywilnych i kilkunastu budowniczych, zamiast setki wolnych techników. — Natomiast II. Zjazd techników polskich, który ze względów politycznych nie mógł się odbyć w Warszawie, tylko we Lwowie, przeszedł bez większego echa w Czasopiśmie.

Redaktorem odpowiedzialnym w r. 1889 zostaje Prof. Dr. Placyd Dziwiński i prowadzi Czasopismo do r. 1894, a potem Prof. Br. Pawlewski do r. 1900. Zaczyna ono być redagowane praktyczniej, bez ujemy dla naukowej jego wartości. Wypowiedzenie umowy (r. 1890) przez Krakowskie Towarzystwo Techniczne nie zaszkodziło Czasopismu, które już 2 lata przedtem zaczęło wychodzić dwa razy na miesiąc. Dziesięciolecie to — to okres rozwoju przemysłu w Galicji. Zapoczątkowała je zorganizowana przez Towarzystwo Politechniczne wystawa budowlana na Politechnice w r. 1892. Udała się ona doskonale a dochód był zawiązkiem funduszu budowy własnego domu. Potem na r. 1894 przypada Powszechna Wystawa krajowa. W tym czasie odbył się III. Zjazd Techników Polskich ze świetnym wykładem St. Szczepanowskiego o znaczeniu przemysłu wielkiego w Galicji. Przypomnijmy dalej budowę szeregu kolei lokalnych, linii Stanisławów-Woronienka, powstawanie fabryk cukru, spółek meljoracyjnych, silny ruch budowlany, specjalnie we Lwowie budowę teatru miejskiego i budowę głównego dworca.

A w Czasopiśmie? Odpada wprawdzie Przegląd czasopism i zastępują go dorywcze, choć żywo zesławiane, Rozmaitości, ale czytelnicy-mechanicy nie mogli się skarżyć na brak tematów. Więc przez szereg lat (do 1901 r.) — podane możliwie chronologicznie — poruszają różne tematy: W. Wolski z dziedziny wiertnictwa (działanie nożyce przy kanadyjskim wierceniu, nowy sposób łyżkowania na linje, nowe systemy wiertnicze, udar wodny), Fr. Dobrzyński z dziedziny elektrotechniki (koleje elektryczne, prądy zmienne, telegrafowanie bez drutu, transmisja elektryczności na wystawie we Frankfurcie), T. Fiedler pisze o potrzebie reorganizacji studjów na Wydziale budowy maszyn, o V-tym międzynarodowym kongresie dla ustalenia jednolitych metod badania materiałów budowlanych i konstrukcyjnych w Zurychu, o laboratorium maszynowym w Charlottenburgu, T. Maryniak o obliczaniu maszyn compound, o fundamentach maszyn, o obliczaniu oporu okrętów, J. Franke o wystawach przemysłowych w Berlinie i w Budapeszcie, A. Teodorowicz o przemyśle gazowym (acetylen, oświetlenie miast prowincjonalnych), J. Biernacki o akumulatorach i instalacjach hydroelektrycznych. Poza tem szereg luźnych referatów: R. Obrębowicza (z Warszawy) — Z dziedziny ogrzewania i przewietrzania, Br. Pawlewskiego — Małe silnice naftowe na wystawie rolniczej w Paryżu (1895), Z. Rodakowskiego — Stawidła machin parowych, Ropociąg z Borysławia do Dziedzic, K. Ajdukiewicz — Postęp w budowie maszyn rolniczych, A. Nawratila — Zabezpieczenie niebezpiecznych urządzeń w rolnictwie, J. Tymoftiewicz — Pośpieszne łyżkowanie na żórawiu polskim, A. Ostrzeniewskiego — Użycie przyprawy i odpływów morskich jako siły, E. Hauswalda — Systemy kolei miejskich, Fr. Michałowskiego — Koleje wiszące, Wł. Folkierskiego — Stanowisko Mechaników w dziedzinie wiedzy ludzkiej, Fr. Meissnera — Wyrób kół wagonowych z masy papierowej, A. Kamienobrodzkiego i K. Olearskiego — Centralne stacje elektryczne, M. Dziewońskiego — Dawniejsze i nowsze zapatrywania w budowie lokomotyw, E. Raucha — Warsztaty kolejowe,

dalej częste luźne wskazania z praktyki warstatowej, podpisywane J. P., wreszcie badania Mianowskiego nad własnym motorem wodnym i J. Bartla nad tarciami suwaków. A R. br. Gostkowski, jak zawsze uniwersalny, pisze i wyklada o mechanice lotu, o świetle przyszłości, jak szybko można jeździć kolejami, o pomiarze długości na ziemi i w przestworzu, o przesyłce mowy bez pomocy drutów przewodowych, itd.

Wtedy też t. j. od r. 1891 zaczyna W. Przetocki umieszczać co roku swoje starannie opracowane sprawozdania statystyczne o górnictwie i hutnictwie w Galicji za ubiegły rok i czyni to bez przerwy prawie przez 25 lat!

Z nieogłoszonych druków wykładów należy wymienić: St. Dzbańskiego o desinfektorach kolejowych, o nowym motorze dla celów wiertniczych, J. Tuszyńskiego o metodach nauczania technologii mechanicznej na Politechnikach, M. Gargasa o nowym przyrządzie wiertniczym, T. Fiedlera o metodzie refreracyjnej badania własności metali, St. Świeżawskiego o przemyśle złotniczym, M. Hubera o przyrządach do mierzenia chyżości pociągów.

Dla mechaników powiał w tem dziesięcioleciu twórczy duch ówczesnej Europy. Nic dziwnego też, że Zarząd Towarzystwa Politechnicznego, uważając Czasopismo za najskuteczniejszą broń, podwyższył w r. 1896 opłaty członków o 50%. Istniała wtedy tendencja nie zwracania się do żadnych instytucyj państwowych o zasiłek — chciano zachować pełną niezawisłość.

W okresie zmiany stulecia rozpoczął się żywszy ruch odczytowy po oddziałach na prowincji, odzwierciedlający się i w Czasopiśmie, a zasilany mocno przez mechaników miejscowych, więc w Przemyślu przez J. Goldsteina i J. Kirschnera, w Stanisławowie przez A. Adelmanna i F. Blautha, w Stryju przez J. Witkiewicza, K. Kisellę i W. Dutkę.

Pierwsze dziesięciolecie obecnego wieku, a raczej okres do wybuchu wojny światowej, to okres ciągłego stałego rozwoju działu mechanicznego w Czasopiśmie. Redaktorami dziesięciolecia byli prof. Tadeusz Fiedler (1901), Stanisław Świeżawski (1902—1906), wówczas c. k. menniczy, i prof. Wiktor Syniewski (1907—1910).

Na pierwszym miejscu w sprawozdaniu z tego okresu 10 lat trzeba wymienić elektrotechników, bo byli najbardziej „piśmienni“ szczególnie w latach 1902, 1903, 1907. Więc: M. Altenberg pracuje przeważnie w dziale elektrotechniki, opisując zagraniczne centrale i krajowe projekty (np. przeniesienia siły elektrycznej do Lwowa z odległości 100 km, centrali elektrycznej w Zakopanem), dr. Roszkowski referuje o odkryciach Rychnowskiego, dr. Z. Stanecki o własnych akumulatorach, K. Drewnowski o przyszości elektrycznego oświetlenia, o kondensatorach Mościckiego, o przetwornicach jedno i dwutwornikowych, J. Studniarski o zapotrzebowaniu energii instrumentów mierniczych dla prądów przemiennych, G. Sokolnicki o zastosowaniu elektryczności w drobnym przemyśle, St. Żmigrodzki o hamulcach elektrycznych i elektromagnetycznych, a A. Rothert daje rzut oka na historję maszyn elektrycznych.

Z maszynowych artykułów trzeba przypomnąć: J. Franke o motorach spirytusowych, T. Fiedler o regeneracji ciepła w maszynach parowych, o badaniu materiałów budowlanych i konstrukcyjnych, Wł. Szaynok o pomiarze dzielności kotłów i maszyn parowych w gorzelniach, A. Nawratil o generatorach gazowych, dr. St. Anczyca o motorach poruszanych gazem wodnym, Z. Ciechanowski o pompach szybkobieżnych, W. Chrzanowski o lokomobilii parowej, o spalaniu w motorach i turbinach gazowych, M. Lutosławski o postępkach w budowie motorów Diesla, L. Eberman

o wyborze i budowie kotłów parowych, o stawidłach suwakowych a przede wszystkim o konstrukcji maszyn dla pary wysoko przegrzanej, Z. Sochacki o rozwoju motorów ciepłikowych w ostatnich latach, dalej E. Hauswald i Z. Sochacki o turbinach parowych, B. Stefanowski o indykatorach lusterkowych i torsyjnych, J. Weiss o kolejce linowej do przewożenia drzewa, Br. Biegeleisen szereg artykułów o ogrzewaniu i wentylacji, Z. Rodakowski i Br. Biegeleisen o ekonomji silników przemysłowych.

W dziale mechaniczno-kolejowym piszą: A. Müller o opalaniu lokomotyw mazutem (co wprowadzono następnie na kolejach galicyjskich), o urządzeniu do przemiany kół u wozów kolejowych, co w kilka lat później poruszył L. Rospendowski, dalej H. Motylewski i A. Krüger (niestrudzony sprawozdawca przez szereg lat literatury inżyniersko-kolejowej, a często i maszynowo-kolejowej), o wozach motorowych, E. Łyssy o oporach ruchu i granicach prędkości jazdy, J. Kirschner o hamulcu Hardy'ego, Rebczyński o sprzęgle samoczynnym i E. Rauch o zórawiu przewozowym, o elektrowni kolejowej we Lwowie.

W dziale technologicznym pisze K. Bily o nowszych materiałach stosowanych w budownictwie maszynowym, o konstrukcji zamków bezpieczeństwa, J. Tyrowicz o maszynach używanych w kuźniach, E. Herzberg o mechanizmach nowoczesnych maszyn narzędziowych, A. Humnicki o teorji samoprąsownicy obrączkowej, Szczepanik o przyrządach tkackich własnego pomysłu, K. Rosinkiewicz o maszynach zecerskich. O maszynach rolniczych piszą: dr. Pawlik, dr. Pragłowski i T. Gołogurski.

W dziale ogólnym znajdujemy E. Hauswalda o organizacji i zarządzie przedsiębiorstw przemysłowych, A. Rotherta o nowszych systemach płacy robotniczej, o wykonywaniu rysunków warstatach we fabrykach maszyn, dr. St. Anczyca o rozwoju przemysłu w Ameryce, dalej J. Starkla o szkolnictwie przemysłowym, a G. Sokolnickiego, W. Chrzanowskiego, B. Stefanowskiego i E. Hauswalda o szkolnictwie na Politechnikach, specjalnie o praktycznym wyszkoleniu inżynierów budowy maszyn.

Dział górniczy referują w częstych sprawozdaniach z Literatury L. Syroczyński i F. Piestrak, rzadziej L. Szefer i A. Łukaszewski, — a o południowo-rosyjskim przemyśle górniczo-hutniczym pisze Z. Bielski.

Wreszcie sprawozdanie z literatury mechanicznej, obejmujące całokształt mechaniki, podaje stale dr. St. Anczyca, w czem mu od czasu do czasu pomagają w swoich specjalnościach M. Altenberg, B. Biegeleisen i K. Drewnowski.

Nie starałem się obciąć tutaj sprawozdania, bo był to okres intensywnego rozwoju piśmiennictwa mechanicznego w „Czasopiśmie“, w porównaniu z którym dzisiejszy okres jest zaprawdę bardzo ubogi. A szersze życie techniczne wówczas? Mamy je w pamięci, nawet i młodzi. Przypomnę tylko krótko amerykański wprost rozwój Borysławia, zapoczątkowanie budownictwa wodnego w związku z utworzonym wydziałem hydrotechnicznym na Politechnice, oraz kamienie graniczne tego okresu t. j. w roku 1902 wystawę jubileuszową Towarzystwa Politechnicznego połączoną z interesującą wystawą wynalazców polskich i V. Zjazd techników polskich we Lwowie w r. 1910.

Z kolei trzeba opisać ośmioletni okres „Czasopisma“ pod redakcją prof. dr. Stanisława Anczyca. Składają się nań 4 lata „tłuste“, w czasie których dział mechaniczny najpełniej się rozwinął, dorównując swym poziomem zagranicy, i 4 lata „chude“, wojenne, których przetrwanie wymagało dużo przemyślności a przede wszystkim poczucia ważności posterunku.

Więc w przedwojennym okresie (1911—1914) referują: o elektrotechnice: K. Drewnowski (Postępy oświetlenia, konstrukcji, zjazdy międzynarodowe, o pracach prof. Mościckiego, o nowej lampie górniczej dr. Stanecznego, o kursach zawodowych dla dozorców urządzeń elektrycznych), T. Gajczak (znaczenie elektrowni okręgowych, o niebezpieczeństwie elektryczności), J. Makarewicz (telefon automatyczny), G. Sokolnicki (elektrownia w Nowym Sączu), L. Czajkowski (Porównanie kosztów energii elektrycznej i gazu) — dalej z działu maszynowego L. Eberman (motory Diesla dla popędu okrętów), W. Szaynok (zapotrzebowanie pracy w traczach, bezpłomienne paleniska), J. Blauth (Generatory dla torfu), Z. Ciechanowski (Turbina Tesli), R. Witkiewicz (Nowe motory dwutaktowe), B. Stefanowski i R. Witkiewicz (Pompa Humphreya), — o lokomotywach: T. Blauth (Rury fałiste Maciejowskiego, Lokomotywy eksportowe), dr. Langrod (Znaczenie wielkości powierzchni ogrzewalnej kotła), — o przyrządach i aparatach: Konopka (Nowe typy wodowskazów samokreślonych), B. Stefanowski (Pomiar temperatury w urządzeniach technicznych), W. Szaynok (Nowy przyrząd dla nadzoru ruchu motorów), — dalej szereg starannych sprawozdań: więc: dr. Anczyc (Z wystawy wynalazców polskich), Z. Sochacki (Miejska elektrownia we Wiedniu), E. Hauswald (O zakładach przemysłowych w Sierszy), T. Blauth (Z wystawy lotniczej), Br. Biegeleisen (Z wystawy higienicznej w Dreźnie), R. Witkiewicz (Z wystawy motorów we Lwowie), — z działu ogólnego: J. Suchowiak (Kartele i rozwój fabrycznego przemysłu maszynowego w Austrii i Galicji); dalej artykuły rozszerzające widnokrąg pracy mechanika: dr. Anczyc (Konstruktor czy inżynier ruchu), dr. Biegeleisen (Nowe zasady organizacji technicznej w Ameryce), W. Chrzanowski (Stanowisko inżyniera w przemyśle fabrycznym), E. Hauswald (Inżynier w ruchu społecznym); wreszcie o szkolnictwie J. Dalbor (Kurs zawodowy dla monterów instalacji gazowniczych), E. Hauswald (Kurs naukowy dla inżynierów mechaników na Politechnice, kształcenie techników zagranicą, II-egzamin państwowy na wydziale budowy maszyn) i B. Stefanowski (Projekt laboratorium maszynowego).

Powyższe zestawienie przypomina żywo, jak wówczas pogłębiano wiedzę i rozszerzano zakres pracy mechanika. Jeżeli się uwzględni, że w czasie wojny rozwój wielu dziedzin techniki był wstrzymany, to wiele z wymienionych ostatnio tematów nie przestało być aktualnymi i dzisiaj, chociaż po 10 latach! Mimowoli nasuwa się tutaj uwaga, że inżynierowie często, nie oglądając się na pracę innych, zaczynają ją na nowo, wykonując w ten sposób niepotrzebnie podwójną pracę, a nierządno i błędząc. Zapoznanie się z literaturą ubiegłą to niewielki trud, który się zawsze opłaca.

Po wybuchu wojny: Wydano w latach 1914/5 kilka zeszytów „dozwolonych wojenną cenzurą (rosyjską)“, zdołano w r. 1916 powrócić do miesięcznika, wydano nawet 16 zeszytów w roku 1917 — ale zbyt wielkie rzeczy działy się obok a pesymizm wskutek straty wielu czynnych członków, starszych i młodych, musiał się odbić na „Czasopiśmie“. Nie znajdujemy w niem większego artykułu z techniki wojennej, z akcji stosowania nowych półśrodków w technice (z których niejedne dzięki swej dobroci utrzymały się i po wojnie), w sprawie protez dla inwalidów wojennych i t. p. W Niemczech poświęcono wtedy pewną uwagę na przetrwanie drobnych zagadnień technicznych i ich ewentualną korekturę. Zakresem swoim należałyby tu E. Hauswalda drobne prace o oblizeniu wałów korbowych, lin drucianych, W. Aulich

o ewolucji form konstrukcyjnych w budowie turbin wodnych jako skutków wzajemnych wpływów teorii i praktyki, i większy artykuł dr. J. Krausego o badaniu pługów motorowych. Poza tem M. Altenberg i T. Gajczak piszą dalej w sprawie elektryfikacji Galicji, K. Drewnowski w sprawie słownictwa elektrotechnicznego. „Z wojny“ jedyny T. Blauth referuje o odbudowie kolejowych stacji wodnych w okręgu Lwowskiej Dyrekcji kolejowej.

I to wszystko, co w czasie wojny napisano z mechaniki w „Czasopiśmie“. Może referatów znalazłoby się więcej, bo w Towarzystwie Politechnicznym mechanicy często głos zabierali (np. Wł. Rubczyński o kulowych łożyskach, Lutze-Birk o pasach papierowych, W. Chrzanowski o wyborze silnika), ale brak funduszy, cena papieru i robocizny, niepozwalają na częstsze wydawanie czasopisma.

Za polskich czasów t. j. od 1919 r. był redaktorem prof. dr. Maksymilian Matakiewicz, od którego w 1921 prof. Artur Kühnel to ciche a żmudne kierownictwo przejął. Zeszyty „Czasopisma“ ukazują się wprawdzie dwa razy na miesiąc, ale w latach 1919—1922 znajdujemy niewiele artykułów mechanicznych: dwa konstrukcyjne L. Ebermana o maszynach pomocniczych na statkach motorowych i A. Langroda o obecnym stanie teorii i budowy parowozów, kilka teoretycznych K. Miłkowskiego z kinematyki układu korbowego i osiągalnej prędkości podnoszenia w parowych maszynach wyciągowych, M. Brozki o nowej teorii ruchu cieczy rzeczywistej, dalej ogólny W. Suchowiaka o wpływie wojny światowej na rozwój techniki, wreszcie kilka referatów o aktualnych dla kraju zagadnieniach: więc T. Fiedlera o sztucznym oziębianiu w Polsce, K. Gawrona o nadzorze nad kotłami parowymi w Polsce, T. Malarskiego o radiotelegrafii i T. Ebermana, R. Witkiewicza oraz D. Kryczkowskiego o akcji cieplnej.

Na usprawiedliwienie trzeba zaznaczyć, że był to okres szeregu bardzo pilnych w tem stadium tworzenia Rzeczypospolitej, różnych ankiet, zebrań, komisji i t. d. w sprawie programów odbudowy, programów kolejowych, walutowych, ekonomicznych i t. p., a przedewszystkiem techniczno-organizacyjnych Rządu, którego zmieniający się zbyt często kierownicy reprezentowali za reguły każdorazowo odmienne zapatrywania. Ale ten okres mija. W miarę stabilizacji zagadnień powinien nastąpić powrót do świetnych dla literatury mechanicznej czasów przedwojennych. Obecny poziom inżynierskiej literatury wyprzedził nas pod tym względem.

Kończę sprawozdanie. Gdy się tak przewertuje ubiegłe roczniki „Czasopisma“ i w ten sposób szybko przebiegnie historję długich dziesiątków lat, w czasie których początkowe „machiny“ przeobraziły się w najrozmaitsze motory, maszyny, urządzenia, to tworzy się w mózgu zaiste barwny kalejdoskop (zmiennych w czasie) poglądów, zamierzeń, trosk, nowych idei, lat to tętniących energią, to bladych lub zgoła ciernistych — i nabiera się dopiero wtedy pewnego wyobrażenia o historii rozwoju „mechaniki“ w Małopolsce. Co do pojedynczych artykułów, to chociaż tytuły są zestawione tylko epokami, zresztą dosyć sucho, to pozwolą one niejednemu czytelnikowi popatrzyć głębiej w zawile koleje życia technicznego, które podobnie jak tematy rozszerzały etapami horyzont. Wiele z nich streszczało tylko doskonale pracę zagranicą, wiele świadczyło godnie o samodzielnym rozwoju i udoskonaleniu polskiej techniki, wiele spopularyzowało się tak, że zdziwilibyśmy się, gdybyśmy znali początkowy niepokój autorów, czy rzecz okaże się dobrą, niektóre znowu tematy, choć bardzo fascynujące, upadały jako techniczne fikcje. Niejeden artykuł stał się zawiązkiem

obszerniejszej książki lub nawet podręcznika. Niejeden też odczyt w Towarzystwie Politechnicznym był uważany swego czasu za pewnego rodzaju habilitację nowego docenta Politechniki, lub był epizodem starań o jakieś stanowisko.

Zmieniają się powoli i nazwiska autorów, choć jeżeli czyjeś nazwisko milknie, to nie dowodzi jeszcze, że dany osobnik przestał pracować po literacku — gdyż często całkowicie pochłaniało go wydawnictwo drukiem większej rzeczy, lub przenosił się do innej dziedziny kraju, lub zmieniał kierunek pracy.

I o jednej grupie pracowników trzeba jeszcze wspomnieć: to administratorowie „Czasopisma“, ci, co stale potrafili związać finansowe końce, choć w ostatnich latach

często pracowali w trudnych warunkach. Pierwszym był w roku 1896 W. Syniewski, potem krótko t. j. po roku St. Świeżawski i E. Grzębski, dłużej M. Kuczyński i St. Downarowicz, a za polskich czasów A. Rożański, R. Januszkiewicz, St. Szybalski, obecnie St. Kozłowski.

Dumni jesteście z ciągłości „Czasopisma Technicznego“, które niby żywa tkanina pracy techniczno-literackiej, choć rozmaicie tkana, posuwa się niezmiennie w czasie. Skoro się jubileusz tej pracy obchodzi, to tym, których nazwiska znajdują się na jej odcinku ubiegłym, prawie pięćdziesięcioletnim, tym Współjubilatom „Czasopisma“ — Cześć! a Czcigodnej Redakcji na przyszłość — Szczęść Boże!

## Zakłady fabryczne Warszawskiej Spółki Akcyjnej Budowy Parowozów.

### A) Część budowlana.

Podał: Prof. Dr. Stefan Bryła.

Miejsce, na którym wznoszą się obecnie zakłady warszawskiej Spółki Akcyjnej Budowy Parowozów, składa się z trzech odrębnych, stykających się z sobą placów.

Pierwszy z nich zakupiony w r. 1920 przedstawia pas o długości 303 m i powierzchni 18.310 m<sup>2</sup>. Na nim mieści się obecnie główna część budynków fabrycznych. Drugi, dotyczący do poprzedniego, zakupiony w r. 1921 posiada kształt prawie kwadratowy, o pow. 4.425 m<sup>2</sup>. W końcu w r. 1922 nabyła Spółka trzeci plac o 1.300 m<sup>2</sup>.

Na pierwszym z tych placów, zakupionym od firmy Borman i Szwede, mieścił się poprzednio jednopiętrowy budynek administracyjny, oraz dwa budynki fabryczne, żelazkowe, murowane, kryte żelaznym dachem, ułożone równolegle do siebie, i wreszcie z tyłu jeden budynek drewniany, który w r. 1921 uległ rozbiórce.

Projekt zabudowania placu pierwszego objął przykręcie tegoż nieomal w zupełności. Pomiędzy wspomnianymi budynkami fabrycznymi przerzucono halę (pierwszy okres budowy r. 1920), którą następnie przedłużono do ul. Karolkowej, umieszczając obok niej obustronnie cztery hale krótsze (drugi okres budowy r. 1921), oraz kotłownię, silosy na węgiel i magazyny, które pomieszczono na placu południowym. Wreszcie trzeci okres budowy (1922) objął wykonanie dwóch galerij (na linjach B i E), wszystkich fundamentów maszynowych i wykończenie budowli placu południowego. Wszystkie roboty budowlane wykończono w ciągu lata 1922 r. Ogólny układ wymienionych budowli uwidocznił się na rysunku sytuacyjnym, zaś szczegóły w rzucie poziomym i w przekrojach na załączonej tablicy.

Rozmieszczenie wszystkich budynków tuż przy sobie, bez żadnych podwórz i odstępów, spowodowane kształtem nabytych terenów, daje tę wielką korzyść, że zmniejsza drogę przewozu materiałów i wyrobów, a przede wszystkim umożliwia doskonały przegląd i dozór całości. Osiągnięcie tego celu było też wytyczną projektu. Odpowiednio do tego w głównym komplecie budynków mieszczą się:

1. Hala montażowa, posiadająca rozpiętość 17.65 m i składająca się z dwu części: Pierwszą, umieszczoną pomiędzy starymi budynkami fabrycznymi, wykonano w ten sposób, że na każdy drugi filar okienny nasadzono słupy żelbetowe, wzmacniając odpowiednio filar i rozszerzając fundament. Wkładki żelazne, umieszczone po stronie wewnętrznej, ułożono w rowku wybitym w mu-

rze, po stronie zewnętrznej wyprowadzono filar wedle linii wynikającej z obliczenia, całość zaś połączono ze sobą przy pomocy strzemion przeprowadzonych przez mur i obetonowano. Kilka słupów, trafiających na mury poprzeczne, osadzono bezpośrednio na nich i zakotwiono przy pomocy oddzielnych wkładek. Na słupach spoczywa dach żelazny łukowy, wykonany ze ścięgnem; dach ten dał oszczędność 43% w stosunku do poprzednio projektowanego i zazwyczaj używanego w takich razach więzara angielskiego, chociaż trzeba było skonstruować go z ceowników, które jedynie podówczas można było nabyć w Warszawie. Ściągno, podwieszane na trzech prętach, wykonano również z ceowników. Dach dźwiga latarnię, skonstruowaną tak, aby ciśnienie na łuk było o ile możliwości jednostajnie rozłożone.

Pod względem rozłożenia i konstrukcji łożysk dach odbiegł również od typowych zespołów tego rodzaju. Ponieważ słupy żelbetowe znajdują się w odstępach co 9.18 m, przeto więzary dachowe, umieszczone w odstępach 4.59 m, trzeba było oprzeć na jakiejś konstrukcji pośredniej, na którą nadawało się żelazo, gdyż wówczas (w r. 1920) można było nabyć je w wojskowych składach. Odpowiednio do tego umieszczono między sąsiednimi filarami żelbetowymi żelazne dźwigary w kształcie trójkąta, opierające się dołem o filary, zaś górą tworzące podstawę pod łożysko ruchome więzaru dachowego. Oczywiście wynikała z tego konieczność uzasadnienia naprzemian łożyska stałego (na filarze) i ruchomego (na trójkątach żelaznych), zaś filary żelbetowe trzeba było ustawić nie naprzeciw siebie, ale naprzemian. Otrzymało przeto układ — w przeciwieństwie do normalnego rozmieszczenia więzarów — w którym naprzemian prawe, wzgl. lewe łożysko jest ruchome. Trójkąty wykonano z materiału, jaki był do dyspozycji — częściowo z korytek. Żelazne podpory tego typu kalkulowały się (podówczas) znacznie taniej, niż odpowiednia konstrukcja ściany betonowej. Dla osiągnięcia osiowości podparcia więzarów na łożyskach ruchomych zastosowano płyty łożyskowe, składające się z trzech znitowanych blach, coraz węższych ku górze, względnie odpowiednio obrobione żelazo prostokątne.

Pomiędzy słupami żelbetowymi, na zewnątrz żelaznych trójkątów, umieszczono na całej szerokości i wysokości okna, przez co hala uzyskuje bardzo jasne oświetlenie.

Pod trzy żorawie, a to dwa o udźwigu  $2 \times 40$  tonn i jeden o udźwigu 25 tonn, posuwające się wzdłuż hali montażowej, ułożono tor na silnych belkach żelbetowych, podpartych w całej długości murem, ograniczającym stare budynki, dzięki czemu wymiary belek wypadły stosunkowo nieznaczne. Wspomniane wyżej poszerzenie fundamentów, zostało głównie spowodowane podparciem przez filary silnie obciążonego toru żorawioowego.

Od czoła zamknięto halę montażową ścianą, wykonaną na żelbetowym szkielecie z wypełnieniem cegłą i szkłem. Na belkach zawieszona jest brama podnoszona w górę. Kształt górny fasady, łukowy dostosowano do zarysu więźarów. Niektóre wspomniane szczegóły konstrukcyjne odnaleźć można na załączonej tablicy.

2. Budynki istniejące, mieszczące się w sąsiedztwie budynku administracyjnego, uległy także przeróbkom w tym pierwszym okresie budowy i tak: rozszerzono i częściowo nadbudowano budynek administracyjny, wzniesiono dwupiętrową jadalnię, zaś nad dawnym magazynem ułożono na słupach w wysokości  $4.35$  m nad podłogą strop żelbetowy, umieszczając na nim kreslarnię, oświetloną światłem górnym, oraz ogniotrwały schowek żelbetowy na archiwum i przeznaczając dół na szatnię dla części robotników (na 500 osób). Obok umieszczono cały szereg mniejszych ubikacji, na laboratorium, drukarnię i wyświetlanie rysunków.

Przy murze, odgradzającym fabrykę od ulicy Kolejowej, zbudowano żelbetowe zbiorniki na węgiel, które później przerobiono częściowo na garaże. Całą tę partję robót wykonano w r. 1920 — i stworzono w ten sposób możliwość prawie natychmiastowego podjęcia ruchu celem naprawy parowozów.

3. Całość z a b u d o w a ń f a b r y c z n y c h, w części placu poza starymi budynkami, otrzymała charakter jednolity, odrębny od części poprzednio omówionej. Konstrukcja żelbetowa pięciu hal tu pomieszczonych składa się tu ze słupów umieszczonych w odstępach  $12.32$  m od siebie. Wymiar ten określony był z góry przez długość podciągów konstrukcji dachowej, kupionej w całości na Węgrzech.

Na słupach żelbetowych wspierają się w wys.  $7.00$  m żelbetowe tory żorawioowe, zaś w wys.  $10.50$  m konstrukcje dachowe, podparte słupami żelbetowymi. Nadto dodatkowe dwa rzędy słupów dźwigają galerje żelbetowe. Na poprzek wszystkich pięciu hal przechodzi tor kolejowy, ponad którym dach żelazny został silnie podniesiony w górę celem uzyskania należytej wentylacji całości, oraz architektonicznego uwydatnienia tak powstałej nawy poprzecznej.

Jak to widać na załączonej tablicy, znajduje się na tej części placu pięć hal. Hala pierwsza (*AB*), druga (*BC*) i piąta (*EF*) mają rozpiętość po  $12.0$  m, hala trzecia (*CD*) rozpiętość  $16.0$  m, zaś hala czwarta (*DE*), stanowiąca przedłużenie wymienionej pod 1) hali montażowej, rozpiętość  $17.65$  m. Obok hali piątej (*EF*) biegnie boczna przybudówka, której szerokość zmienia się odpowiednio do kształtu posesji od  $2.10$  do  $2.30$  m. Wzdłuż hali pierwszej ciągnie się długi dziedziniec nie przykryty dachem, przeznaczony na skład blach i rur.

Belki żorawioowe stanowią w połączeniu ze słupami wielosprzęsłową belkę ramową. Odpowiednio do tego otrzymały słupy kształt zwężony ku dołowi, gdzie kończą się przegubem betonowym na fundamencie w poziomie  $0.05$ . Przegub ten wykonany jest jako przegub niezupełny w ten sposób, że szerokość podparcia słupa, który ma szerokość  $60$  cm, wynosi tylko  $20$  cm. Wszystkie wkładki główne słupa odgięte są w przegubie poziomo a nadto mieści się tu potrójny ruszt z wkładek  $8$  mm. Słup łączy

się z fundamentem przy pomocy dwu specjalnie wstawionych ukośnych wkładek o śred.  $22$  mm.

Fundowanie słupów nie przedstawiało na ogół trudności. Rozszerzona odpowiednio podstawa, wykonana z betonu, o grubości  $1.20 - 2.00$  m, oparta na suchej, zbitej piaszczystej glinie, zapewniała należyte podparcie słupów.

Wyjątek stanowiło kilka końcowych słupów linii *A* i *B*, gdzie nieoczekiwanie natrafiono na poważną trudność w fundowaniu.

Geologiczny układ terenu fabrycznego wykazuje pod pokładem suchej gliny, około  $3$  m grubym, o podstawie pofalowanej, bardzo grubą lawę drobnego piasku, przesyconego wodą.

Przy kopaniu fundamentów okazało się, iż kiedyś wybrano tu glinę, a pozostałe doły zasypano śmieciami i rumowiskiem. Pogłębiane fundamenty wkroczyły w lawę piaskową z silnym dopływem wody. Celem uzyskania należytego podparcia silnie obciążonych słupów zaszła potrzeba rozszerzenia podstawy i ustawienia filarów na płycie żelaznobetonowej, wspierającej się na pilotach drewnianych  $6$  m długich, wbitych kafarem elektrycznym. Obok trudności wykonania i znacznych kosztów stanowiła ta niespodzianka dotkliwie opóźnienie w wykończeniu tych dwu hal.

Wymiary słupów są większe, niżby to wynikało z obliczenia, albowiem w myśl założenia trzeba się było liczyć z możliwością późniejszego pomieszczenia dalszych żorawi i innych urządzeń mechanicznych, których położenia przeważnie nie można było z góry ustalić.

Belki żorawioowe mają wszystkie wysokość  $1.45$  m w środku, zaś  $1.75$  m na podporach, aczkolwiek żorawie, po nich poruszające się, są w hali *AB* i *CD* 25 tonnowe, zaś w hali *BC* 15 tonnowe. Różnica leży w ilości wkładek żelaznych. Wogóle mają one na oko wymiary dość znaczne; albowiem chwila, w której były wykonane, zmuszała do wielkiej oszczędności stosunkowo bardzo drogiego żelaza kosztem względnie bardzo taniego betonu. Wymagał tego również po części sposób wykonania, a mianowicie trzeba było dla późniejszego utwierdzenia torów żorawioowych wykonać w belkach w odstępach co  $0.50 - 1.0$  m otwory o głęb.  $18$  cm i wymiarze  $6 - 8$  cm.

Szerokość belek środkowych wynosi  $60$  cm; dla przeciwdziałania ewentualnym siłom poziomym są one z sobą połączone wszędzie przy pomocy poprzeczek; w rzędach następnych przy pomocy płyty poziomej o grubości  $20$  cm. Zewnętrzne ściany wykonano z cegły między słupami ceglanymi o wymiarach  $76 \times 76$  cm.

W miejscach, gdzie grunt wytrzymały znajduje się głębiej, wspiera się ściana na sklepieniach przerzuconych między filarkami poniżej poziomu terenu. W ścianie tej znajdują się trzy bramy, dwie o wymiarach pozwalających na przejazd taboru kolejowego, jedna o wys.  $3.00$  m a szerokości  $12.0$  m dla poprzecznego transportu długich blach. Ograniczenie tych bram wykonano jako belki ramowe, podtrzymujące ścianę i dach. Pomiędzy rozporą tej ramy a belką żorawioową jest odstęp  $10$  cm dla przeprowadzenia podnoszonej bramy.

Słupy rzędu *B* dźwigają w wys.  $3.50$  m galerję o szerokości  $4.00$  m, wykonaną z żelbetu, opartą na dwu belkach o wys.  $75$  cm. Galerja ta nie została wykonana jednak równocześnie ze słupami, ale w rok później (1922), co jest rzeczą wogóle nie praktykowaną z uwagi na trudność należytego wykonania. Podczas betonowania słupów (1921) umieszczono tylko w betonie odpowiednie wkładki żelazne, a przed betonowaniem galerji zdziobano słup na głębokość około  $10$  cm i zalano cementem. Zauważyć należy, że galerja ta, obciążona znacznie, niż

to przyjęto w obliczeniu, nie wykazała żadnych pęknięć, co najlepiej świadczy o dobroci wykonania. Przy filarze  $B_2$  prowadzą na galerję żelazno-betonowe schody kręcone, które wykonano również dopiero w r. 1922 i to jako schody częściowo wspornikowe.

W hali montażowej, w której poruszają się żorawie o udźwiga 80 tonn i 25 tonn, wykonano pomiędzy obustronnie słupami głównymi słupy pośrednie, dźwigające wyłącznie belki żorawiove. Uzyskano w ten sposób znacznie mniejsze wymiary belek żorawiowych ( $80 \times 60$ ) oraz umożliwiono w przyszłości umocowanie na słupach żorawie obrotowych. Słupy pośrednie posiadają u podstawy podobnie skonstruowany półprzegub.

Słupy główne i pośrednie rzędu  $E$  dźwigają, nadto galerję żelbetową, mieszczącą się w całości w hali  $EF$  i opartą z drugiej strony szeregiem słupów  $E_1$  ustawionych w odstępach co  $12.32 m$  tj. naprzeciw słupów głównych. Belki  $E_1$ , potrzynujące galerję, służą zarazem jako belki podtorowe żorawia 5 tonn., posuwającego się wzdłuż hali  $EF$ .

Hala montażowa posiada trzy tory podłużne, połączone między sobą jednym torem łączącym z dwoma rozjazdami i dwoma torami poprzecznymi, jednym w środku, drugim w pobliżu końca hali; na skrzyżowaniach z torem środkowym znajdują się dwie obrotnice. Nad torem poprzecznym przerzucono belkę żorawiową na całą rozpiętość  $12.32 m$  pomiędzy słupami głównymi z opuszczeniem słupów drugorzędnych, otrzymując w tem miejscu belkę o wysokości  $1.80 m$ .

Galerję  $EE'$  wykonano w r. 1922, zaś słupy  $E_1$  już w r. 1921. Przy wykonaniu galerji przedsięwzięto te same środki ostrożności co przy galerji  $B$ .

Konstrukcja galerji  $EE'$  składa się z belek głównych opartych na słupach  $E$  i  $e$  wzgl. na słupach  $E'$ , na których spoczywają belki poprzeczne w odstępach około  $2.00 m$  i płyty o grub.  $20 cm$ . W przeszle 0—1, gdzie trzeba było utrzymać wysokość w świetle, odpowiadającą skrajni toru, wykonano galerję jako płytę w grub.  $25 cm$ . W środku długości galerji pozostawiono otwór na schody (żelazne). Wobec zamierzonego wówczas i w r. 1923 rzeczywście uskutecznionego rozszerzenia fabryki, wykonano między słupami rzędu 1 i  $x$  celem zabezpieczenia skrajni przedłużonego toru poprzecznego zamiast belki poziomej  $E$  łuk o strzałce  $0.60 m$ . Podobny łuk wykonano również w przeszle, zawierającym przegub dylatacyjny.

Położenie słupów  $F$  określone było rozpiętością ( $12.0 m$ ) więzarów, przykrywających ostatnią halę; pozostały pas gruntu o szerokości  $2.00 m$  wyzyskano dołem na rozszerzenie hali, zaś górą na boczne hali oświetlenia. Krawędź górna belki  $F$ , dźwigająca drugi tor żorawia 5 tonnowego hali  $EF$ , leży w wys.  $6.00 m$ . Belka  $F$ , dźwigająca drugi tor żorawiovy, daszek oraz ścianę i więzary dachu) posiada wskutek tego anormalną wysokość  $1.80 m$  wykonano ją zatem z betonu stosunkowo bardzo chudego i użyto bardzo małej ilości żelaza na uzbrojenie.

Dla umożliwienia odkształceń z powodu zmian ciepłoty posiadają wszystkie hale szczelinę dylatacyjną w belkach żorawiowych i w galerji, wykonaną wogóle jako przesuwowy przegub dylatacyjny w sąsiedztwie toru poprzecznego. Wystająca część belki, wysunięta dołem, tworzy podstawę dla belki zawieszzonej. Obie części uzbrojono silnie przy pomocy odpowiednio wygiętych wkładek głównych, dodatkowych żelaznych strzemion i rusztów z wkładem  $8 mm$ .

Bardzo ostra zima po upalnym lecie, przed którą nie zdążono wykończyć przykrycia dachem hal tylnych, wskutek czego belki żorawiove były narażone bezpośrednio

na silne zmiany temperatury, wykazała, że wszystkie przeguby działają skutecznie i że wykonane są w wystarczającej ilości.

W tylnej części hal, która wskutek ukośnie przebiegającej ulicy Karolkowej ukształtowała się nieregularnie, umieszczono warsztaty ślusarskie i elektrotechniczne, budując w tym celu dwie kondygnacje żelbetowe, wsparte na słupach. Stropy obu kondygnacji obliczone są na obciążenie  $2000 kg/m^2$ . Konstrukcja ich też jest charakterystyczna z uwagi na zmiany, jakich w okresie budowy, stosunkowo krótkim, doznawały konstrukcje żelbetowe. Dolna kondygnacja została mianowicie wykonana dla założeń nieomal przedwojennych, tj. nieomal dla przedwojennego stosunku ceny żelaza do ceny betonu. Pola pomiędzy słupami, zamknięte podciągami podzielone są żebrami drugorzędnymi, leżącymi co  $1.65$ , zaś płyta ma grubość  $12 cm$ . W czasie wykonywania tej części budowy wzrósł bardzo koszt robocizny i żelaza, podczas gdy koszt cementu wzrastał wolniej. Opłaciło się przeto w kondygnacji górnej opuścić żebra drugorzędne i pomiędzy podciągami łączącymi słupy w obu kierunkach przerzucić tylko płyty krzyżowe, uzbrojone,  $27 cm$  grube. Konstrukcje podobne przeszły potem jeszcze jedną metaformozę, która uwidoczniła się w budowie magazynów (patrz niżej). Kondygnacje żelbetowe mieszczą się wogóle w poziomach  $+3.50$  i  $+7.00$ , tylko w przedłużeniu hali montażowej, gdzie chodziło o zachowanie skrajni, wprowadzono poziomy  $+5.30$  i  $+8.20$ . Dla komunikacji pomiędzy piętrami służą schody, jedne w hali  $AB$  wzgl.  $BC$ , drugie w hali  $EF$ ; a nadto dźwig towarowy.

Konstrukcja dachowa hal głównych składa się z dwu części, odrębnych co do konstrukcji i pochodzenia.

Hala montażowa przykryta jest b. lekkimi więzarami łukowymi, podobnie jak część jej przednia. Ponieważ jednak nie można było tu uzyskać oświetlenia bocznego, gdyż wszystkie dachy znajdują się w tej samej wysokości, latarnia otrzymała w tej części rozszerzenie i wynosi  $11.0 m$ . Więzary, wykonane z ceowników, połączonych obustronnie kratą, podparte są podciągami żelaznymi względnie więzarami sąsiednich hal.

Hale pozostałe przykryte są konstrukcją żelazną, zakupioną w całości od firmy Markus Lajos w Budapeszcie w r. 1920/21 za bardzo niską cenę; dzięki temu opłaciła się konstrukcja dość ciężka w porównaniu z lekką konstrukcją więzarów łukowych, pomimo pewnych koniecznych przeróbek. Konstrukcja ta składa się z więzarów, opartych na podciągach żelaznych. Dla dylatacji znajdują się we wszystkich podciągach po jednej stronie podłużne dziury na nity; takie same dziury w żebrach, łączących podciągi z więzarami, umożliwiają rozszerzenie się konstrukcji w kierunku poprzecznym.

4. Pomiedzy starym budynkiem (byłą tokarnią) a halą  $EF$  wznosi się trzypiętrowy budynek administracji warsztatowej o rzucie poziomym prostokątnym. Mury zewnętrzne wykonano z cegły, stropy żelbetowe oparto na słupach żelbetowych. Najniższa kondygnacja otrzymuje światło górne przez świetlnię ukośną, założoną jednostajnie na całej długości budynku; wyższe piętra mają bardzo znaczną ilość okien, tak że wszystkie ubikacje są bardzo jasne. Dach jest również żelbetowy, płaski, kryty papą, oparty na murach i słupach. Schody żelbetowe, obsługujące budynek, służą zarazem do wejścia na galerję  $EE'$  od strony wschodniej. Wykonano je jako schody płytowe, co w danym momencie budowy było ekonomiczniejsze od schodów policzkowych (płyta oparta na belce policzkowej), jakie poprzednio zastosowano w warsztatach uczniowskich. Również stropy i dach budynku

administracyjnego wykonano z wielkimi odstępami podciągów i tem samem wielkimi i stosunkowo grubemi płytami. Wykonanie tej części budowli było utrudnione, gdyż przez cały czas dolne ubikacje były w użyciu.

5. Stolarsnia i resorownia mieczą się w zakładku pomiędzy halami *AB* i *CD* a starą kotłarnią. Cała ta część ujęta jest murami ceglanymi, zaś nad większą częścią rzutu wznosi się w poziomie 5·10 m strop żelbetowy, oparty na murach i dwu słupach. Strop ten wykonano jako strop grzybkowy bezżebrowy i jedynie pod zewnętrzną krawędzią znajduje się podciąg, podtrzymujący mur ceglany oddzielający od stolarni szczelnie część dolną (resorownię), w której wytwarzają się niezdrowe gazy. Całość przykryta jest dachem żelaznym z więzarów o rozpiętości 16·00 m (te same co w hali *CD*). Do stolarni prowadzą schody żelbetowe, umieszczone na zewnątrz tej części budynku w hali *AB*.

Ze stolarnią, zajmującą pierwsze piętro budynku, połączony jest ogniotrwały skład modeli o pow. 77·61 m<sup>2</sup>; strop betonowy gładki, oparty jest na podciągu żelaznym kratowym, który po oczyszczeniu obetonowano i połączono wraz ze słupami i podciągami górnym (podtrzymującym dach) w belkę bezprzekątniową o trzech polach. Dach wykonano z płyt żelbetowych przerzuconych między obetonowanymi dźwigarami I Nr. 14. Okna dachowe przykryto szkłem drutowem.

Część resorowni, oddzielona murami ceglanymi, obejmuje instalację urządzeń dla spajania metalu zapomocą świetlnego łuku elektrycznego, zaś część starej kotłarni, przytykająca do hali *CD*, zawiera urządzenie elektryczne do przetwarzania prądu o wysokiem napięciu na prąd roboczy, obsługujący maszyny.

Na drugim placu, zwanym placem południowym, mieszczą się kuźnia, kotłownia wraz ze zbiornikami na węgiel, magazyny oraz szatnia i jadalnia dla robotników.

6. Kuźnia, wykonana w r. 1921, składa się ze słupów żelbetowych o wymiarach 40/50 cm, połączonych ze sobą u góry belkami żelbetowymi. Na słupach tych wspiera się konstrukcja żelazna dachowa o rozpiętości 22·95 m, zakupiona również od wymienionej wyżej firmy budapeszteńskiej; okna umieszczono ponad belką podłużną, łączącą słupy ze sobą. Po obu stronach kuźni ciągną się dwie hale o szerokości 5 m przykryte dachem drewnianym, przeznaczone na pomieszczenie pieców.

Na szczególną uwagę ze stanowiska budowlanego zasługuje sposób fundowania ciężkich młotów, odmienny od sposobów, dotychczas stosowanych, polegający na tem, że całość urządzenia, a więc fundament pod kowadłem i przyczółki, dźwigające młot wraz z instalacją, spoczywają na wspólnej, silnej płycie żelaznobetonowej. Celem uzyskania odpowiedniej masy fundamentu i zmniejszenia ciśnienia na grunt, nadano płytom fundamentowym imponujące wymiary (pod młotem 4-tonnowym 8·0 × 8·5 m), oraz grubość 1·80 m. Silne żelaznobetonowe żebra, ułożone na krzyż na podstawie płyty, zapewniają utrzymanie pionu, zaś uzbrojenie płyty stanowią dwie podwójne warstwy szyn kolejowych silnego typu, jedna w pobliżu dolnej, a druga w pobliżu górnej krawędzi płyty. Obie te warstwy szyn połączono silnemi strzemionami ukośnemi z prętów żelaznych o średnicy 22—25 mm.

Fundament kowadła, wykonany z żelbetu, stanowi wraz z płytą, jedną całość; przyczółki, dźwigające młot, wykonane z doborowej cegły na zaprawie cementowej, ustawiono na płycie na elastycznej warstwie 8 cm grubej, wykonanej z wójłoku, nasyczonego miękką smołą. Znaczące wymiary płyt fundamentowych i pokaźna głębokość dna fundamentu (około 7 m pod terenem) nastęrczały poważne

trudności wykonania wobec tego, że grunt stanowił piasek, przesycony wodą. Utrwalenie ścian wykopu fundamentowego uskuteczniiono przy pomocy ścianek szczelnych, zaś wodę pompowały silne pompy, uruchomione mechanicznie. Młoty te, obecnie już uruchomione, pracują bez zarzutu i nie wykazują żadnego osiadania pionowego, ani wychyłki osi z pionu, a wstrząśnienia są bardzo nieznaczne, nie przynoszące żadnej szkody otaczającym murom.

7. Budynek magazynowy składa się z dwu traktów równoległych, pomiędzy którymi przechodzi odgałęzienie toru dojazdowego. Trakty te w wyższych piętrach połączone są na końcach ze sobą i tworzą ciąg zamknięty dokoła powstałego w ten sposób podłużnego podwórka, które pozostawiono w tym celu, aby żóraw, poruszający się na torach, umieszczonych w wysokości dachu, mógł obsługiwać wszystkie piętra.

Długość traktu wschodniego wynosi 29·80 m, trakt zachodni jest nieco dłuższy (31·00 m), dochodzi bowiem do starego budynku. Szerokość obu jest niemal równa i wynosi w sumie 19·30 m; wewnętrzna ściana traktu wschodniego cofa się od południa ukośnie odpowiednio do krzywizny toru.

W trakcie wschodnim mieszczą się wyłącznie magazyny; pod częścią środkową wykonana jest ogniotrwała piwnica na materiały łatwopalne. Poziom parteru jest w części środkowej wzniesionej 1·10 m nad górną krawędź szyn torowych, aby łatwo było przeładować materiały z wozów kolejowych; część skrajną, gdzie jest zachowany poziom 0·00, przeznaczono na wydawanie materiałów; tu też znajdują się schody do piwnicy i schodki na poziom 1·10 m. Wreszcie część trzecia przedzielona jest stropem w wysokości 2·50 m: u dołu mieści się tu skład koks, a w ubikacji górnej pomieszczenie biurowe (dla uzyskania dołem przejazdu).

Wyższe piętra magazynu obliczone są na ciężar 2000 kg na 1 m<sup>2</sup>, przyczem uwzględniono możliwość miejscowego zwiększenia obciążenia. W części środkowej budynku mieszczą się też schody żelbetowe obsługujące wszystkie części magazynu, winda o nośności 15 t, obsługująca piętra wyższe i osobna (dla zabezpieczenia ogniotrwałości piwnicy) winda o nośności 1·5 t prowadząca do piwnicy.

Trakt zachodni posiada o jedno piętro więcej mianowicie w poziomie +2·70 m mieści się również strop, gdyż najniższe kondygnacje, przeznaczone na szatnie, nie wymagają większej wysokości. Do szatni prowadzą schody od strony północnej i osobno od strony południowej. Na trzecim piętrze, odpowiadającym drugiemu piętru traktu wschodniego (poziom +9·10), mieści się jadalnia, do której prowadzą schody osobne (na razie w tym celu przedłużono klatkę schodową starego dwupiętrowego budynku, który obecnie przeznaczony został na trzeci budynek administracyjny). Czwarte piętro przeznaczone na magazyn łączy się z trzecim piętrzem traktu wschodniego w jedną całość magazynu.

Wszystkie stropy lekkie (pod jadalnią i szatnią) wykonano jako płytę ciągłą, opartą na podciągach łączących z sobą słupy; natomiast stropy ciężkie posiadają w połowie szerokości pół pomiędzy słupami belki, oparte na podciągach głównych (podłużnych); zaznaczyła się tu przy projektowaniu trzecia faza konstruowania żelbetowego, gdy w stosunku do drugiej (p. str. 268) cement podrożał stosunkowo więcej niż żelazo.

Cały budynek przykryty jest dachem żelbetowym, spadającym ku wnętrzu w dziedziniec. Wzdłuż otworu ciągną się tory pod żóraw, który obsługuje wszystkie

piętra magazynu przy pomocy bram i małych wystających podestów.

Okna posiada magazyn od wewnątrz oraz od strony południowej i północnej. Jadalnia posiada znacznie większą (podwójną) ilość okien.

8. Kotłownia i składy na węgiel mieszczą się obok kuźni.

Kotłownia ograniczona jest z trzech stron grubymi (0.93 m) murami, z czwartej żelbetowym silosem (składem) na węgiel, zaś od góry przykryta wiązarami żelaznymi o rozpiętości 16.00 m. Mieszczą się w niej dwa kotły syst. Babcock-Wilcox o łącznej pow. grzewalnej 560 m<sup>2</sup>.

Składy na węgiel mieszczą się na południe od kuźni. Sam silos oparty jest na dziesięciu słupach żelbetowych. Cztery z nich opierają się o zbiornik wody; następne ograniczają dołem piwnice.

Zbiornik wody o powierzchni 5.55 × 4.20 m dzieli się na zbiornik wody ciepłej i wody zimnej, które są oddzielone od siebie podwójną ścianką żelbetową z pustymi przestrzeniami w środku dla lepszej izolacji. Zbiornik sam posiada również przegrody żelbetowe dla utrzymania wody w ruchu. Wszystkie przegrody wykonane zostały dla uproszczenia roboty po wykończeniu ścian zbiornika a dla należytego ich związania pozostawiono w ścianach haki żelazne, w które włączono następnie wkładki żelazne przegród.

W pomieszczeniu obok zbiornika (aż do słupów) stoi elewator. Dla łatwiejszego wprowadzenia doń węgla wykonano żelbetowy lejek z krawędzią zewnętrzną w poziomie 1.10 m tj. w wysokości platformy wagonowej. W części ostatniej wreszcie mieści się stacja pomp z zejściem po schodach żelaznych. Strop ponad temi ubikacjami w wysokości 3.20 m dźwiga ciężar wózka 4-tonnowego, który posuwa się na szynach położonych częściowo na belkach żelbetowych, częściowo na żelaznych (w części, która nie mogła zostać stale przykryta, z uwagi na umieszczenie ślimacznicy).

Wszystkie te pomieszczenia zamknięte są od strony zewnętrznej murem oporowym, wykonanym częściowo jako poziome sklepienie ceglane, zaś częściowo jako mur betonowy z wkładkami żelaznymi.

Ponad stropem mieści się silos o pojemności łącznej 160 tonn węgla; którego otwory dolne znajdują się w poziomie 8 m, zaś krawędź górna w poziomie 16.00 m. Silos przykryty jest od góry płytą żelbetową. Ściany boczne i dolne wykonano jako płytę pomiędzy słupami i belkami, której grubość zmienia się od 15 do 25 cm. Na silos prowadzą żelbetowe schodki, wykonane częściowo jako schodki żebrowe (z jedną belką w środku), częściowo jako schodki utwierdzone w ścianie bocznej silosu. Na poziom +3.2 prowadzić też będą zewnętrzne schody żelbetowe.

9. Tory fabryczne połączone są z dworcem towarowym zapomocą dwóch bocznic, uwidoczonych na rysunku. Ruch materiałów i wyrobów przedstawiony jest w następnej części (maszynowej), tu więc wspomniemy jeszcze o budowie torów fabrycznych.

Z uwagi na pożądaną trwałość układu torów i ograniczenie potrzeby naprawek zastosowano typ nawierzchni

podłużnej\* dwudzielnej. Szyny spoczywają na podłużnych ławach żelazno-betonowych o przekroju  $2\frac{5}{16}$  cm, i związane są z nimi zapomocą łapek i śrub. Łożysko szyny wyrobiono z zaprawy cementowej. Wymianę szyny w razie potrzeby można skutecznie łatwo bez potrzeby zrywania bruku.

10. Podłoga hal otrzymała utrwalenie częściowo zapomocą klocek drewnianych, a częściowo brukiem z cegieł, układanych rębem, na fundamencie betonowym.

11. Celem pożądanego zwiększenia produkcji i oddzielenia fabrykacji nowych parowozów od działu napraw zbudowano w roku 1923 szóstą halę o imponujących wymiarach, uwidocznioną na rysunku. Hala ta, usytuowana na placu, wydzierżawionym od Elektrowni miejskiej, przytyka do EF i połączona jest z fabryką zapomocą przedłużonego środkowego toru poprzecznego i obrotnicy, umieszczonej w środku hali. Ściany tej hali wykonane są z cegły; dach jest żelazny o rozpiętości 22.95 m. Oświetlenie hali stanowią okna boczne i okna dachowe. Dwa tory podłużne, normalne — i wąskie, umożliwiają dowóz ciężarów do miejsca roboty.

12. Do wymienionego w ustępie 3. dziedzińca, przeznaczanego na skład blach i rur, przytyka magazyn żelazny, zbudowany w roku 1923. Magazyn ten otrzymał ściany murowane, z cegły i przykrycie dachem żelaznym z pokryciem blachą falistą. Oświetlenie magazynu stanowi obszerna latarnia dachowa.

13. Po szkicowym przedstawieniu wykonanych dotychczas budowli fabrycznych wspomnieć jeszcze należy o budowlach, przeznaczonych dla urzędników i robotników fabrycznych.

W roku 1921 podjęto, a w r. 1922 ukończono budowę wielkiego gmachu przy ul. Grójeckiej, przeznaczanego na mieszkania dla urzędników. Dom ten, trzypiętrowy, wykonany starannie, otrzymał wyposażenie, zapewniające mieszkańcom nie tylko wygodę, ale nawet pewien komfort. Instalacja wodociągów, kanalizacja, oświetlenie elektryczne, łazienki i ogrzewanie centralne stanowią wyposażenie wszystkich mieszkań.

Obecnie znajduje się w budowie drugi, cztero-piętrowy dom mieszkalny dla urzędników na gruncie, przytykającym do domu istniejącego. Wykończenie tego domu i oddanie do użytku nastąpi z końcem bieżącego roku.

Przy ul. Szczęśliwickiej zakupiła Spółka obszerne tereny, przeznaczone na budowę domów robotniczych i obecnie znajduje się tam w budowie jeden obszerny dom jedno-piętrowy, jako zaczątek projektowanej kolonii robotniczej.

14. Do czynności budowlanych Spółki w roku 1923 należy przebudowa wymienionego w punkcie 2. budynku administracyjnego ze znacznym powiększeniem lokali biurowych, oraz budowa budynku klubowego dla urzędników obok istniejącego budynku, obejmującego jadalnię urzędniczą i sklep kooperatywy. Zachowując sobie na później opis tych nowych budowli, już podjętych i innych zamierzonych, zaznaczyć należy, iż sytuacja tychże uwidoczniła się na załączonej tablicy.

Przy projektowaniu tych budowli uwzględniono w szerokiej mierze wymagania architektoniczne całości.

## B) Część mechaniczna.

Podał inż. Józef Weber.

Ogólne rozplanowanie budynków i rozmieszczenie w nich różnych wydziałów warsztatowych jest dostosowa-

wane do biegu robót. Fabryka jest połączona ze stacją Warszawa Główna towarowa 2 bocznicami kolejowymi



I. i II. Przez bocznicę I. przybývają wagony z materiałami, które albo są zładowane do magazynu lub też są podawane do odpowiednich hal i żórawiami składane wprost do odpowiedniej grupy obrabiarek. Rozkład główniejszych obrabiarek i grup jest dostosowany do kolejności operacji, przyczem przewiduje się, że części w postępowaniu ich obróbki dążą do montowni: t. np. ostojnice postępują z ramowni do montowni jednym z 2 torów wewnętrznych, idących w poprzek wszystkich hal; po tych torach również podawane kotły, zestawy kołowe itd.

Do komunikacji wewnątrz oddziałów służy tor wąski ułożony, jak wskazano na rysunku. Fabryka została wyposażona w maszyny najnowsze typu, przyczem wyposażenie ogólnie jest bardzo bogate, tak że wydajność niektórych maszyn specjalnych znacznie przekracza projektowaną na najbliższy czas produkcję, co ułatwi w przyszłości zwiększenie. Typ maszyn jako ważnych i bardzo kosztownych czynników produkcji został ustalony po szczegółowym rozważaniu ich celowości, wydajności i zastosowania. Zastosowany od dłuższego już czasu premjowy system płacy według Emersona usprawiedliwił pokładane w nim nadzieje i wpłynął dodatnio na wydajność pracy, tak pod względem ilości jak również pod względem jakości, gdyż według zastosowanej do możliwie najdalszych granic specjalizacji, źle wykonana robota zostaje naprawiona przez tego samego robotnika.

Na robotnika jako na bardzo ważny czynnik wytwórczości zwrócono bacznią uwagę; każdy robotnik jest wykorzystany do takiej czynności, która najbardziej odpowiada jego uzdolnieniu i upodobaniu.

Całkowitą organizację pracy starano się oprzeć na zasadach naukowych w celu możliwego obniżenia kosztów produkcji.

Zanim przejdziemy do szczegółowego opisu oddziałów wytwórczych, zauważymy, że na razie fabryka korzysta z prądu miejskiego. Własna centrala elektryczna z turbogeneratorem jest obecnie w opracowaniu. Wodę fabryka otrzymuje ze studni własnej i ma oprócz tego zapasowe połączenie z wodociągiem miejskim. Ogrzewanie fabryki ma centralne, połączone z wentylacją w ten sposób, że świeże powietrze wentylator włącza przez ogrzewane parą radjatory.

Ogólna fabryka zatrudnia na razie 1800 robotników i około 300 urzędników, nie licząc robotników budowlanych.

#### Ramownia.

Pierwsza od wjazdu bocznicę I do fabryki jest hala A—B, w której mieszczą się maszyny do obróbki blach dla ostojnic (ram) parowozowych i tendrowych. Całkowitą powierzchnię hali obsługuje jeden żóraw mostowy o sile nośnej 22 tonn (wykonany jak i wszystkie inne żórawie w halach przez firmę Simmering we Wiedniu).

Wyposażenie ramowni jest następujące:

1. Przebijarka firmy „Vulcan“ do obcinania zgrubego blach, wytłacza z blachy o grubości do 45 mm za jednym naciśnięciem owal 50×35 mm, z automatycznym posuwem, napędzana własnym motorem 12·5 kh.

2. Nożyce (firmy Froriep-Rheydt) o długości noży 3640 mm do obcinania krawędzi ostojnicowych z własnym motorem 11 KW.

3. Walce (firmy Froriep) z 7 walcami (3 u góry i 4 u dołu) o średnicy walców 350 do prostowania blach ostojnicowych po ich obróbce zgrubego. Motor własny 11 KW.

4. Frezarka podwójna do frezowania kształtów 8

blach ostojnic jednocześnie; z 2 motorami własnymi każdy po 10 KW.

5. Dłutownica (firmy Froriep) do obróbki poprzecznie ostojnicowych z wylotem 700 mm, uniwersalna, z posuwem automatycznym; z własnym motorem 12·5 KW.

6. Wiertarka podwójna pionowa do wiercenia dziur w blachach ostojnic, jednocześnie w kilku; z 2 własnymi motorami po 5·2 KW.

7. Wiertarka słupowa, pionowa, do mniejszych blach poprzecznie ostojnicowych z własnym motorem 4 KW.

Z powyższego wyliczenia maszyn wynika, że ustalenie tychże odpowiada kolejności operacji z blachą ostojnicy.

#### Kuźnia.

Wyposażenie kuźni stanowią:

1. Jeden piec opalany ropą 2.000×1.000 mm (firma Boye).

2. 3 piece ropowe 700×700 mm.

3. 2 piece ropowe 600×1.000 mm.

4. 1 młot parowy (firma Eulenberg Moenting) podwójnego działania. Waga baby 4.000 kg.

5. Młot parowy podwójnego działania (f. Z. Banning) waga części spadającej 500 kg.

6. 1 młot parowy pojedynczego działania, waga 6.000 kg.

7. 1 młot podw. działania (f. Banning) 1 tona.

8. 1 młot parowy podw. działania waga 230 kg.

9. 1 młot parowy podw. działania (f. Vulcan) waga 250 kg.

10. 1 prasa parowo-hydrauliczna (firmy Eulenberg Moenting) o sile 500 tonn.

11. Maszyna kowalska pozioma z własnym motorem elektrycznym do żelaza okrągłego do 85 mm i kwadrato-wego 75×75 mm.

12. 1 piła tarczowa do rżnięcia żelaza ze stalową tarczą raszpławą do zdzierania, napędzana motorem własnym, 7·5 KW.

Do odprowadzenia dymu od wszystkich ognisk i pieców służy ekshaustor. Kanały dymowe są przeprowadzone dołem, niżej poziomu podłogi.

Do zasilania młotów parą służy dwa kotły z powierzchnią ogrzewalną po 280 m<sup>2</sup>, każdy o ciśnieniu pary 12 atm. Z rusztem ruchomym i automatycznym podawaniem węgla z wagonów do specjalnych zbiorników wstawionych ponad wysokością rusztu tak, że węgiel własnym ciężarem zsuwa się na ruszt. Zaś popioł i szlaka są również automatycznie ładowane na wagony. Kotły posiadają specjalne zbiorniki do wody, żelbetowe.

Para odlotowa od młotów jest użytkowana na razie do ogrzewania części fabryki, w przyszłości będzie służyła do napędu turbiny parowej dwuciśnieniowej. Kuźnia ogrzewania specjalnego nie posiada. Światło ma boczne i górne.

#### Kotłarnia.

Kotłarnia zajmuje dwie hale pomiędzy słupami BC i D. Wyposażenie kotłarni stanowią:

1. W hali B i C są dwa dźwigi mostowe, jeden 15 tonn i jeden dźwig 5 tonn.

2. 1 piec ropowy do nagrzewania blach

3.000×3.000 mm

z własnym kominem.

3. 1 nożyce uniwersalne f. Froriep z własnym motorem elektrycznym do cięcia blach do 25 mm grubości, kątowników do 160×160×17 wraz z przebijarką do dziur 25 mm średnicy w blasze żelaznej grubości 22 mm. Nożyce mają dla własnej obsługi 2 żórawie słupowe po 3 tonn każdy.

4. 1 frezarka do równania krawędzi ścian kotłowych z własnym motorem, 2·4 KW.

5. 1 wiertarka 4<sup>o</sup> wrzecionowa pionowa do ścian sitowyzh, z motorem własnym 15 KW.

6. 3 wiertarki słupowe z własnymi motorami do wiercenia dziur w palenisku.

7. 1 heblarka do krawędzi blach kotłowych f. Bor-man, Szwede i Ska, skok noży pracujących w obie strony 4 m, z motorem własnym 8·5 KW.

8. Walce do prostowania blach do szer. 2.500 mm z własnym motorem 8·50 KW.

9. 3 niciarki o wylocie 3.500 do nitowania walczków a także dolnych szwów palenisk.

10. 4-słupowe wiertarki na wózkach o napędzie elektrycznym,

11. 1 prasa hydrauliczna do wyginania blach na płaszcze.

12. 1 wiertarka firmy Froriep stała, słupowa 3 wrzecionowa do jednoczesnego wiercenia otworów z trzech stron w palenisku,

13. W hali CD są trzy żórawie mostowe 25 t, 10 t i 4 t; oprócz tego w hali CD są przy słupach D 5, D 6, D 7 żórawie słupowe ręczne o wylocie 3 m i wysokości 4 m,

14. 4 grzejniki elektryczne do nitów,

15. 2 kanały o wymiarze 450 × 1200 × 6000 wylózone cementem dla dokonywania nad nimi prób wodnych kotłów,

16. 3 palniki przenośne opalane ropą naftową do podgrzewania blach.

Do kotłarni należy również rurkownia, która posiada dwa piece koksowe korzystające z powietrza od kompresora do nagrzewania końców płomieniówek i płomienic a także posiada 1 młot sprzężony szybkobieżny z napędem elektrycznym do obróbki końców rurek.

Do kotłarni jest również przydzielone spawanie autogenem (po 4 pilniki na 2 zmiany) i 2 aparaty do spawania za pomocą elektryczności, pracujące również na 2 zmiany.

Zespórki i ścięgi sufitowe kotłarnia otrzymuje z oddziału mechanicznego, do którego są przydzielone odpowiednie obrabiarki. Kotłarnia wykonuje naprawę starych i budowę nowych kotłów, a także popielników, kominów jak również wykonuje budowę nowych kadzi tendrowych.

Wszystkie ściany kotłowe, nie wyłączając czołowej, drzwicowej, sitowej itd. są wykonywane całkowicie w kotłarni. Kotłarnia posiada narzędzia pneumatyczne i elektryczne.

Oddział kołowy:

Oddział kołowy dokonuje kompletnych napraw zestawów kołowych, wymiany części a także buduje nowe zestawy parowozowe i tendrowe. Wyposażenie stanowi:

1. 1 prasa hydrauliczna (f. Vulcan) do nasadzenia kół na osie,

2. 1 obtaczarka (f. Froriep) do sprawdzania czopów korbowych i ich osadzenia względem siebie, motor wł. 5·2 KW.,

3. 1 kołowka kopiowa do obtaczania obręczy kół parowozowych o średnicy do 2400 mm, która pracuje nożem zwykłym i szablonowym z wł. motorem 24 KW. Przesuwanie koła ruchomego odbywa się za pomocą motoru specjalnego, 4·5 KW.; wydajność zestawów w ciągu 8 godzin,

4. 1 kołowka (kopiowa) do obtaczania obręczy kół tendrowych z wł. motorem 22 KW., wydajność zestawów w ciągu 8 godzin.

Oddział mechaniczny.

Oddział mechaniczny mieści się w hali EF, na galeriach B i F. Hala EF i galeria F obsługiwane żórawiem mostowym 5t. Wyposażenie oddziału mechanicznego stanowią:

1. 62 tokarnie różnej wielkości,
2. 6 wytaczarek różnej wielkości,
3. 3 gwinciarki,
4. 24 gryzarek (frezarek) różnych,
5. 18 strugarek (heblarek) różnych,
6. 10 dłutownic różnych,
7. 18 szlifierek różnych,
8. 36 wiertarek,
9. 10 karuzelek,
10. 20 szepingów,
11. 16 rewolwerówek różnych.

Z powyższej liczby zasługują na wyróżnienie następujące obrabiarki specjalne:

1. karuzelka z dwoma suportami do obtaczania obręczy o średnicy stołu 2600 mm z własnym motorem 20·5 KW. (f. Schiess),

2. 2 tokarnie tarczowe do obręczy i kół o średnicach tarczy 2:00 mm i 2000 mm,

3. 1 frezarka podwójna (kopjowa) do równoczesnego obrabiania 2 łbów korbowodów i wiązarów z dwoma motorami po 5 KW. każdy,

4. heblarka do cylindrów z dwoma suportami górnymi i 2 bocznymi (f. Froriep). Wielkość stołu 4000 × 1600; z własnym motorem 22·2 KW.,

5. wytaczarka podwójna do równoczesnego za jednym umocowaniem wytaczania cylindra i skrzynki suwakowej. Motor do wytaczania cylindrów 8 KW., do wytaczania suwaków 5·2 KW.,

6. wiertarka słupowa do wiercenia dziur w cylindrze dla śrub cylindrowych (f. Raboma) motor własny 3 KW.,

7. frezarka do obróbki dolnej wieńców paleniska,

8. frezarka do narzyniania gwintu na śrubach cylindrowych,

9. szlifierka promieniowa do kulis stawidłowych,

10. tokarnia o wysokości kłów 500 mm i rozstawności 5 m,

11. rewolwerówka (f. Böringen) do toczenia przedmiotów z wałka do 90 mm średnicy,

12. tokarka specjalna do obcinania za jednym ustawieniem kawałków u tarczy tłokowej, trzonów stożka na trzonie i do szlifowania trzonów za pomocą dwóch szlifierek elektrycznych,

13. szlifierka planetarna do otworów,

14. automat (f. Herbert) dla toczenia zespórek z wałka. Na kompletne wykonanie jednej zespórki zużywa czasu 1 minuta 15 sekund.

Wszystkie obrabiarki są nowe, najnowszych typów; wśród tokarek znajdują się tokarki ze skrzynką Nortou'a dla zmiany szybkości. Mniejsze obrabiarki są uruchomione od transmisji, zaś większe mają motory własne. Na każdą robotę wydaje specjalne biuro kartę obiegową wraz z wykazaniem kolejności operacji obrabiarki i na każdą operację wydaje kartę premjową.

Robota w kuźni a także każda część po skończonej operacji w oddziale mechanicznym jest odbierana i cechowana w specjalnym magazynie przez kontrolora, zależnego bezpośrednio od Dyrektora Ruchu.

Gotowe wyroby są kwitowane przez oddział zamawiający, a karte premjowe, podpisane przez odpowiedniego majstra i kontrolora, idą do biura obrachunkowego.

### Narzędziarnia.

Narzędziarnia jest wydzielona w specjalny oddział, którego obowiązkiem jest wykonywanie narzędzi i sprowadzanie tychże z poza fabryki, przechowywanie narzędzi i wydawanie ich robotnikom wszystkich oddziałów na książki i na marki. Na książki wydawane jest narzędzie, które stale jest robotnikowi potrzebne, zaś na marki takie, które jest potrzebne dorywczo, czasowo. Co sobota narzędzia, pobrane na marki, muszą być dla skontrolowania zwrócone do narzędziarni. Każde narzędzie, a także żarówki elektryczne, są cechowane stemplem fabrycznym. Bez stempla lub z uszkodzonym stemplem narzędziarnia nie przyjmuje.

Narzędziarnia ma dwa magazyny pośrodku fabryki, z których wydaje narzędzia na marki.

Do kierownika narzędziarni należy także konserwacja wszystkich maszyn fabrycznych.

Wyposażenie narzędziarni stanowią:

1. 27 tokarek różnej wielkości (w tem są 2 zataczarki do obróbki gryzów i gwintowników).
2. 12 frezarek różnych,
3. 10 szlifierek różnych (w tem 1-a do płaszczyn z uchwytem magnetycznym).

Dla osiągnięcia możliwie największej wydajności obrabiarek noże są wykonywane ze stali szybko tnącej najwyższego gatunku.

Wymaganie M. K. Ż., aby próba wodna kotła odbywała się na 5 atm. bez ustawienia nakrętek na ściegach sufitowych, zmusiło fabrykę zwrócić szczególną uwagę na precyzyjne wykonanie gwintowników, gdyż gwintowniki zwykle się do tej roboty nie nadawały.

Po kilku próbach ustalony został własny sposób wykonania gwintowników i obecnie już uczynienie zadość żądaniu M. K. Ż. nie stanowi dla fabryki żadnej trudności.

### Montownia.

Obecnie fabryka wykonuje naprawy parowozów starych i buduje nowe. Względem starych parowozów montownia ma za zadanie przyjąć je od kolei, rozebrać, określić naprawę, sporządzić opis naprawy, i po dokonanej naprawie części zmontować parowóz i oddać go kolei.

Fabryka wykonuje wyłącznie tylko duże naprawy, które trwają przeciętnie około 3 miesięcy. Ogółem fabryka liczy 50 stanowisk parowozowych. Montownia zajmuje halę *DE* i halę *EF*. Przez całą długość hali *DE* wnoszącą 256 m idą trzy równoległe tory, z których

2 boczne są zajęte przez parowozy lub ich ostojnice, zaś tor środkowy jest wolny, umożliwia przenoszenie i ustawienie ostojnic lub całych parowozów w dowolnym miejscu hali.

Przy takim rozplanowaniu montownia wymaga najmniej powierzchni na każde stanowisko.

Po rozbiorce parowozu przez specjalną drużynę, kocioł przenosi się do kotłarni, ostojnice i wszystkie części na specjalne stanowisko do oczyszczenia, zaś koła są wytaczane na plac kołowy.

Wyposażenie montowni stanowią:

1. 3 żorawie mostowe, z których 2 są po 40 tonn, trzeci 25 tonn,
2. 2 przyrządy do roztaczania na miejscu cylindrów i tulejek suwakowych motorami elektrycznymi, ustawionymi na nóżkach,
3. 1 maszynka do narzyniania gwintów na rurach,
4. 1 frezarka przenośna do gładzi suwakowych z własnym motorem na nóżkach,
5. ręczne szlifiereki elektryczne do czyszczenia powierzchni,
6. wiertarki pneumatyczne i elektryczne,
7. prasę do wtlaczania i wytłaczania tulejek suwakowych,
8. 2 palniki przenośne opalane ropą naftową do nagrzewania blach przed prostowaniem ich na miejscu,
9. 2 piece stałe opalane ropą naftową do nawęglania części parowozowych.

Po rozebraniu i oczyszczeniu odsyła się poszczególne części do naprawy według przeznaczenia. Rurki armaturowe są składane kompletami według parowozów.

Dla lepszego skontrolowania roboty, została wprowadzona drużyna montownicza, która odbiera gotową robotę od drużyn naprawczych i montuje parowóz.

Montownia dokonuje także napraw i budowy nowych tendrów.

### Magazyn.

Magazyn ma kilka oddziałów w różnych miejscach fabryki, główny zaś magazyn mieści się w budynku specjalnym 3-piętrowym.

Magazyn posiada nomenklaturę wszystkich materiałów, podzielonych na grupy, pozycje i subpozycje.

### Odlewnia.

Odlewnia brązu nie jest jeszcze całkowicie uruchomiona.

## Wiadomości z literatury technicznej.

— **Rozporządzenie mostowe Ministerstwa Kolei Żelaznych.** Dnia 10. marca 1923 wydało Ministerstwo Kolei Żelaznych rozporządzenie mostowe pierwsze polskie, bo normy przepisane postanowieniem z r. 1919 uważać należy za tymczasowe. Rozporządzenie to wydało Ministerstwo w piątym roku Rzeczypospolitej Polskiej, zdaje się więc po głębokim namyśle, lecz nie uważając za stosowne zwoływać w tym celu ankiety, jak to zawsze robi Ministerstwo Robót Publicznych.

Obciążenia nakazuje przyjmować Ministerstwo bardzo wielkie, bo dla normy parowóz pięcioosiowy po 25 t os, widocznie pod wpływem rozporządzenia niemieckiego z r. 1922. Dla podłużnic, poprzecznic i belek do  $l = 5 m$  ciężary osi powiększają się aż do 30 t (!).

Wobec tego, że obecnie parowozy polskie nie mają osi cięższych niż 20 t, budowanie mostów dla tak wielkich ciężarów osi wydaje mi się niepotrzebnym zwiększa-

niem kosztów budowy, co przy wielu miliardowym deficycie Ministerstwa Kolei nie jest stosownem. Zwiększenie ciężarów ponad 25 m wydaje mi się też niepotrzebnem przy zastosowaniu współczynnika dynamicznego. Dla małych mostków i jezdnii nie tylko zwiększamy ciężar osi, ale i zastosowujemy jeszcze większy współczynnik dynamiczny. Rozumie się, że zbudowanie silniejszych belek zwiększa pewność, ale czy takie zwiększenie pewności jezdni w stosunku do pewności belek głównych jest koniecznem i pożytecznem, o tem pozwalam sobie wątpić. Normy *B* i *C* różnią się tylko tem, że dla jezdni i dźwigarów małych mostu w normie *C* nie powiększa się nacisku poszczególnych osi parowozu. Czemu to uzasadnić? Czy może chyżością pociągów? Ależ największe momenty dają zwykle parowozy pociągów ciężarowych, więc poruszających się z niewielką chyżością. Zamiast wyznaczyć od razu, która norma obciążenia znajduje zastosowanie przy kolejach głównych o ruchu wielkim, przy kolejach głównych zwykłych, kolejach drugorzędnych i miejscowych rozporzą-

dzenie mówi, że w każdym poszczególnym wypadku Ministerstwo wskaże, która z czterech norm ma być przyjęta przy obliczaniu mostów. Więc w razie koniecznej potrzeby budowy mostu tymczasowego inżynier projektujący ma się wprzód odnosić do Ministerstwa, nim zacznie obliczać most? Czy nie za dużo biurokracji?

Dlaczego dla mostów drewnianych ma być stosowaną norma *D* o lżejszych parowozach, niż w normie *C*? Czy w takim razie wykluczy się na tym szlaku cięższe parowozy od ruchu?

Parowozy ustawia się albo jeden za drugim albo zwrócone do siebie kominami, chociaż podczas ruchu takie zestawienie parowozów jest z zasady wykluczone i może się zdarzyć chyba w razie wysłania parowozu ratunkowego, a więc zupełnie wyjątkowo.

Siłę hamowania przyjmuje rozporządzenie  $\frac{1}{10}$  obciążenia pionowego. W rzeczywistości może ona być większą i dochodzi do  $\frac{1}{7}$ .

Przy obliczaniu stateczności przeseł mostowych przyjmuje rozporządzenie oprócz dwu zwykłych wypadków: most nieobciążony  $250 \text{ kg/m}^2$ , most obciążony wozami próżnymi  $150 \text{ kg/m}^2$  jeszcze trzeci, most obciążony pociągami z wagonów ciężarowych niezupełnie naładowanych o wadze  $2 \cdot 2 \text{ t/m}$  przy sile wiatru  $250 \text{ kg/m}^2$ . Jest to nowość podrażająca odnośnie mosty, niezupełnie uzasadniona. Sądzę bowiem, że przy wicherze o pręciu  $150 \text{ kg/m}^2$  już należy ruch zastanowić, gdyż jakkolwiek wóz próżny w pociągu mógłby się wywrócić.

Ruch pociągów przy pręciu  $250 \text{ kg/m}^2$  jest nie do pomyslenia, dlatego więc niepotrzebnie obostrzać warunki budowy?

Spółczynniki tarcia w łożyskach metalowych poduszek (?! rusycyzm) podporowych przyjmuje rozporządzenie na tarcie przy ślizganiu 0.2, na tarcie przy toczeniu się na wałkach 0.03. Pierwszy współczynnik zależnym jest od utrzymania mostu, drugi także od średnicy wałka. Rozporządzenie tego nie uwzględnia.

Postęp pewien stanowi zastosowanie przy wyznaczeniu naprężeń dopuszczalnych współczynnika dynamicznego na wzór Francji, Ameryki i Niemiec. Niepotrzebnym może się jednak wydać osobny wzór dla ustrojów, w których jednakowa dla całego ustroju zmiana temperatury wywołuje natężenia. Ogólnym wzorem możnaby objąć i ten wypadek. A zresztą określenie powyższe nie jest zupełnie jasnym. Wiadomo, że we wszystkich zeskładach statycznie niewyznaczalnych zmiana ciepłoty wywołuje naprężenie, a więc nie tylko w łukach ale i w belkach ciągłych, a nawet w belkach w dwu punktach podpartych o kracie wielobocznej. Czy i dla tych belek należy używać wzoru *B*?

Przy zastrzałach i słupach o przekroju złożonym z kilku części, wymaga rozporządzenie tylko, aby pewność przeciw wyboczeniu w każdej części z osobna między łącznikami była co najmniej równa pewności na wyboczenie całego przęsła na całkowitej długości. Jest to stanowczo za małe wymaganie. Należałoby tu zastosować albo wzór Saligera lub Lossiera\*). Słupy obliczone wedle rozporządzenia mogą okazać się słabe.

Wreszcie poleca rozporządzenie, o ile możliwości powiększać stosunek wysokości dźwigarów głównych i belek jezdni do ich rozpiętości do  $\frac{1}{5}$ . Stosunek ten jest zdaniem moim stanowczo za wielki i nigdzie nie używany. Jedynie Waddel poleca przyjmować  $\frac{1}{5}$  dla mostów do  $25 \text{ m}$ ,  $\frac{1}{6}$  dla  $l = 55 \text{ m}$ ,  $\frac{1}{7}$  dla  $l = 91 \text{ m}$ .

Widzimy więc, że niejedyn punkt rozporządzenia Min. Kolei Żelaznych wymagałby jeszcze omówienia i poprawienia, co tem bardziej byłoby wskazane, że rozporządzenie to, stosowane w całej Polsce, pociągnąć może za sobą nadmierny koszt budowy mostów, niezupełnie uzasadniony.

Dr. M. Thullie.

## Różne.

— **Z ustawą o tytule inżyniera w Polsce** zaznajamiania czytelników *Zi. d. ö. Ing. u. Arch. V.* (1923 str. 168) kol. Awner Badian, podnosząc jej dodatnie strony w porównaniu z rozporządzeniem austriackim. Wspomina o niej też „*Die Bautechnik*“ (1923) kończąc złośliwie: „Es soll man sagen: Ex oriente lux?“.

— **Opis kamieniołomów belgijskich**, niektórych, pod względem geologicznym i sposobów eksploatacji podaje, z rys. i fotogr., *Ann. d. Travaux publ. d. Bel.* 1923, str. 437.

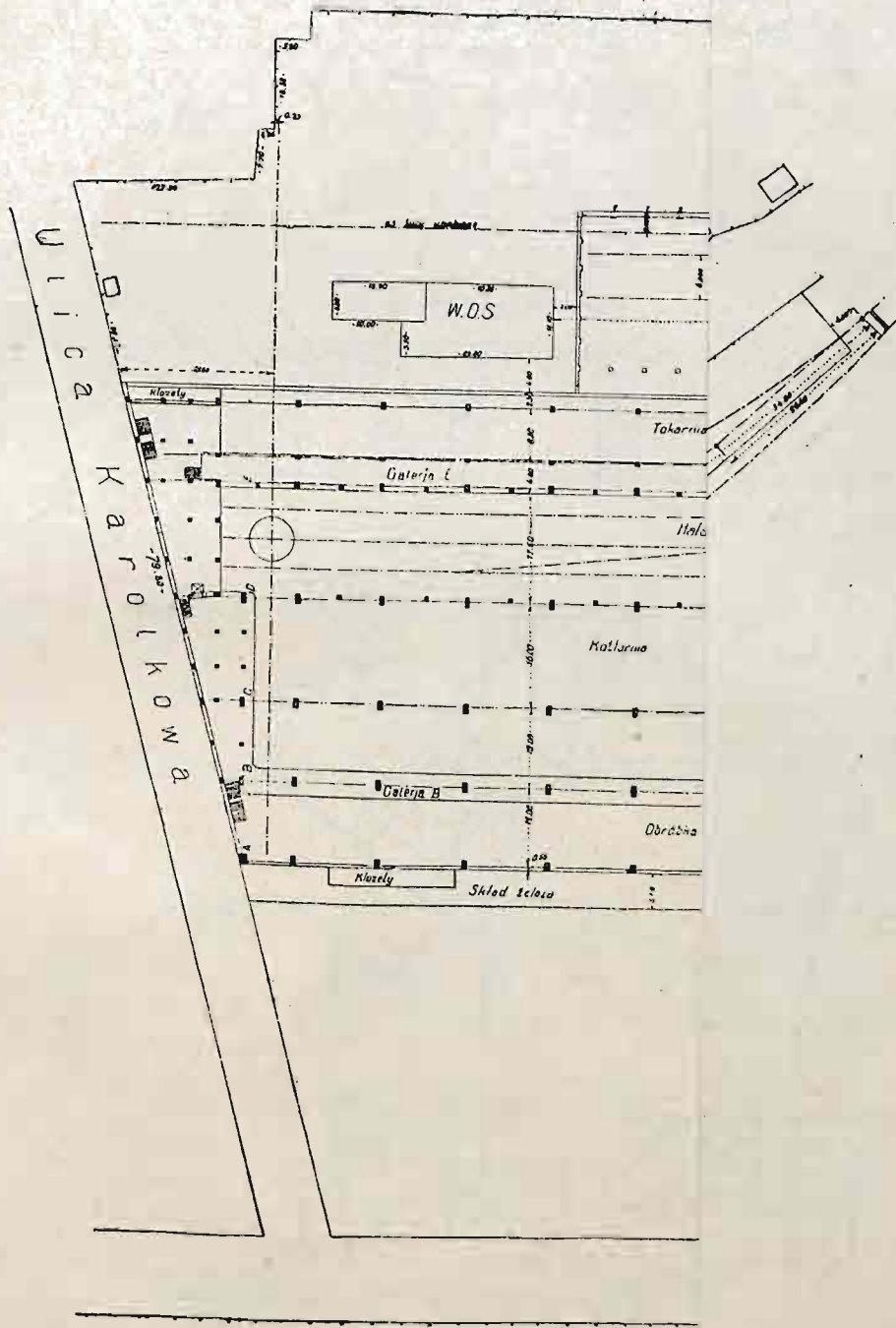
— **Samochodów na świecie** było z końcem roku 1922 ogółem 14,743.468: w Ameryce 13,078.279, w Europie 1,302.153, w Oceanji 147.189, w Azji 144.479 i w Afryce 71.368. W St. Zj. A. P. było 12,364.377 czyli 83.8% ogólnej liczby; w Stanie Nowojorskim 1 samochód przypadał na 8 mieszkańców. W St. Zj. wyprodukowano w tym roku 2,379.091 samochodów, o 295.815 więcej niż w roku 1921.

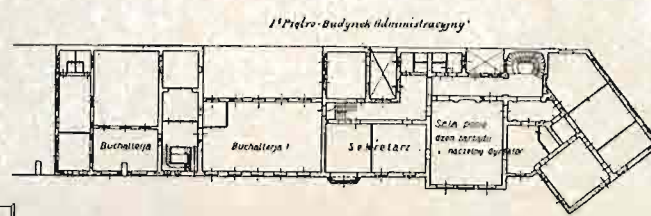
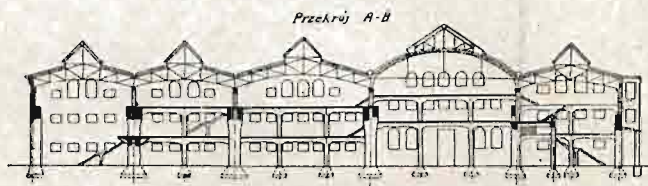
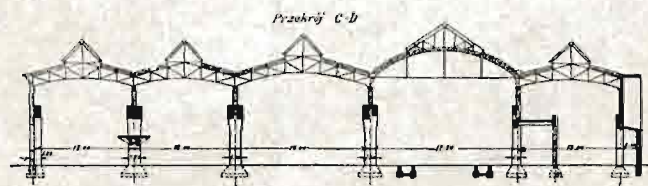
W Europie rozdzielają się samochody na różne państwa następująco: Anglja 554.443; Francja 290.303; Niemcy 126.092; Włochy 65.000; Hiszpanja 47.500; Belgja 45.388; Szwecja 29.478; Szwajcarja 21.000; Danja 20.100; Norwegja 13.340; Austrja 11.100; Holandia 10.750; pozostałe kraje 67.659 (w tem Polska około 5.000, *Bull. d. C. d. R.* 1923, str. 690).

Ar. Kühnel.

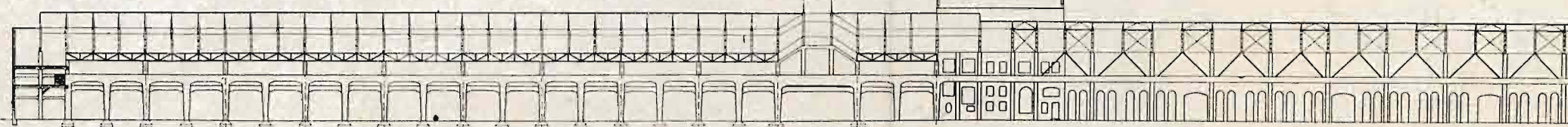
\*) Por. autora „Podręcznik Statyki Budowlanej“ IV. wyd. str. 314.

**TREŚĆ:** Słowo wstępne. — St. Anczyz: Teorje zgniotu. — Inż. Dr. Z. Fuchs: Przyczynek do wyznaczenia naprężeń ścinających w prętach zginanych. — Prof. E. Hauswald: Akord czasowy i systemy premjowe. — M. T. Huber: Kwestja najtańszej belki żelbetowej. — Inż. A. W. Krüger: Największe mosty sklepione w Polsce. — A. Kühnel: Fale w kamiennym bruku mozaikowym. — M. Matakiewicz: Przyszłość naszej techniki. — W. Moszkowski i Dr. St. Bryła: Pierwszy polski drapacz chmur. — Dr. A. Pareński: Zastosowanie kinematyki do wyrażania i obliczania równowagi zespołów budowlanych. — Dr. R. Rosłoński: Badania wydajności przemyskiego terenu wodociągowego w Prąkowcach. — Inż. J. Skałka: Znaczenie dróg wodnych dla żeglugi i handlu wodnego. — Prof. Dr. K. Skibiński: Teoretyczne uzasadnienie korzyści stosowania poprzeczek przy mostach belkowych. — Dr. R. Witkiewicz: Piśmiennictwo mechaniczne „Czasopisma Technicznego“ z okazji czterdziestoletniego tegoż istnienia. — Prof. Dr. St. Bryła i inż. J. Weber: Zakłady fabryczne Warszawskiej Spółki Akcyjnej Budowy Parowozów. — Wiadomości z literatury technicznej.





Przekrój wzdłuż Hali Montażowej



Parter Budynek administracyjny

