

TREŚĆ: Prof. M. Matakiewicz: Górna Wisła, jej obecny stan i znaczenie jako drogi wodnej. — Prof. Dr. Inż. St. Fryze: Szlakiem rozwoju elektrotechniki. (Dokończenie). — Inż. Dr. Wl. Burzyński: Teoretyczne podstawy hipotez wyęźnienia. — Inż. J. Nechay: Formy żelazne do betonowych kostek próbnych. — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. Bibliografia. — Różne sprawy.

Prof. M. Matakiewicz.

Górna Wisła, jej obecny stan i znaczenie jako drogi wodnej.

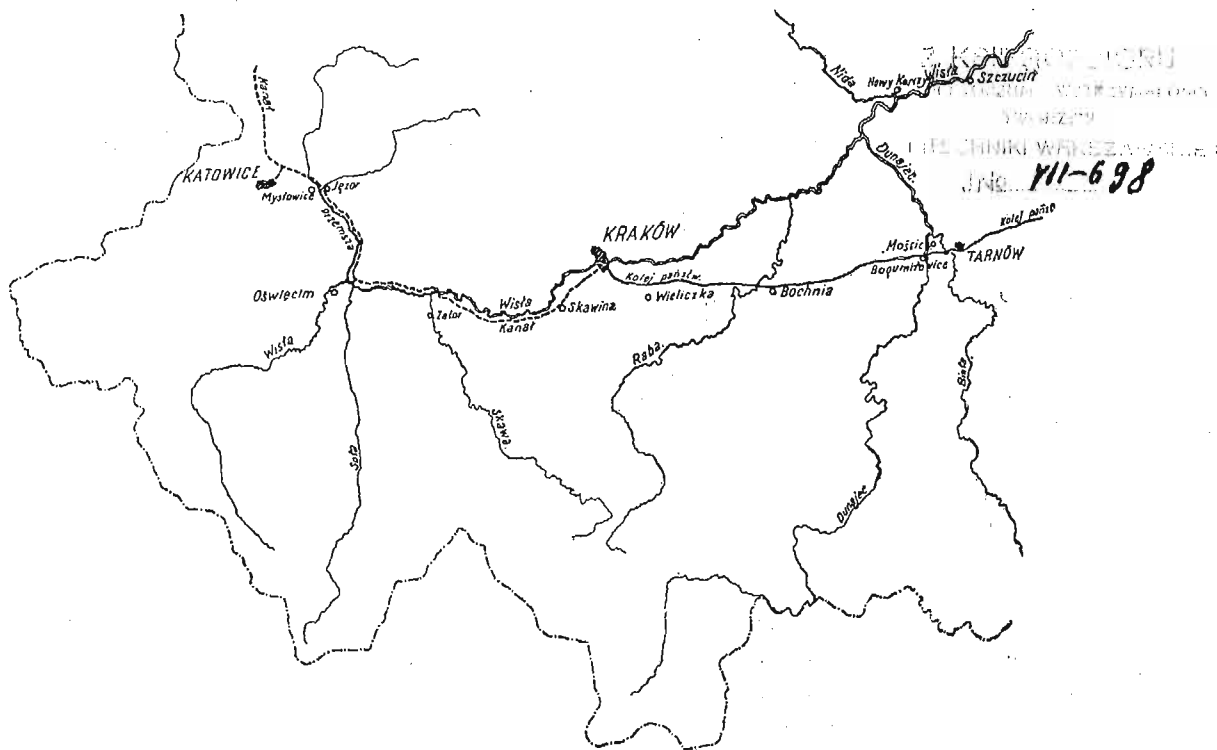
Pod tą nazwą rozumię przestrzeń Wisły od *km 0*, t. j. od ujścia Przemszy, do *km 160,4*, t. j. do Dunajca. W partii tej jest ona jeszcze rzeką całkiem niewielką, o dorzeczu wynoszącym od 3.846,7 do 12.826 *km*², o spadku od 0,46 do 0,28‰, jednak jej położenie i przyrodzone znamiona, nadają jej szczególnie ważne znaczenie, nad czem zastanowimy się obszerniej w dalszym ciągu.

Nie mam tu zamiaru podawać szczegółowej monografii tego odcinka¹⁾ najważniejszej arterji wodnej naszego Państwa, leżącej w całości w jego granicach, lecz pragnę się tylko podzielić wrażeniami, jakie wyniosłem z kilkakrotnych odwiedzin tej przestrzeni w ostatnich latach, a ostatnio z objazdu odbytego w dniach 20, 21 i 22 sierpnia b. r., w którym dzięki uprzejmemu zaproszeniu prezesa Dyrekcji dróg wodnych w Krakowie inż. Wiktora Poźniaka i w jego towarzystwie, oraz w towarzystwie

dolny, żeglowny Dunajec (*km 33—0*), dalszą partję Wisły od ujścia Dunajca (*km 161*) do Szczucina (*km 194*), tudzież dolną przestrzeń Nidy, której regulację rozpoczęto w bieżącym roku.

Mówiąc o górnej Wiśle, niepodobna nie wspomnieć i o odcinkach rzek powyżej wymienionych, nadto trzeba pamiętać i o tem, że szmat kraju objęty temi rzekami przecina linja projektowanego, a częściowo już budowanego kanału żeglugi Zagłębie węglowe-Kraków-ujście Dunajca, przeznaczonego dla ruchu statków ładujących 600—700 ton, jak to wskazuje szkic sytuacyjny (rys. 1).

Regulacja Przemszy i górnej Wisły, oraz dolnego Dunajca, są to prace już dawno rozpoczęte; regulację Przemszy od Jezora-Mysłowic (22 *km*) ukończono już w latach osmdziesiątych zeszłego stulecia, natomiast górną Wisłę rozpoczęto regulować od roku 1884, po wielkiej po-



Rys. 1.

jego współpracowników, inżynierów M. Fächera, S. Vayhingera, A. Bielańskiego, E. Hołubowicza, R. Korytowskiego i W. Byszewskiego, mógłem uczestniczyć. Objazd objął również dolną, żeglowną część Przemszy (*km 23—0*),

¹⁾ Szczegółowe daty można znaleźć w następujących publikacjach: J. Matula: „Opis stosunków hydrotechnicznych Wisły w przestrzeni Kraków-Niepołomice“. Lwów 1901. — M. Matakiewicz: „Drogi wodne w Polsce“. Lwów 1917. — M. Matakiewicz: „Monografia Wisły“, „Regulacja Wisły“. Warszawa 1920.

R. Ingarden: „Rzeki i kanały żeglowne w byłych trzech zaborach“, Kraków 1921.

M. Matakiewicz: „Światowe drogi wodne, a regulacja Wisły“, Lwów 1921.

M. Matakiewicz: „Hydrologiczna miara żeglowności“, Lwów 1928.

wodzi, a podobnie i dolny Dunajec, od mostu drogowego w Zgłobicach w dół. Dotacje jednak były tak skromne, że w okresie lat trzydziestu, aż do wybuchu wielkiej wojny regulacji tych nie ukończono. Dalsza praca spadła na Państwo polskie, które ją prowadzi dalej, lecz również skromnymi środkami, jakkolwiek, jak z dalszego opisu wynika, możnaby tę pracę szybko ukończyć, gdyż stosunkowo niewiele pozostaje do zrobienia, a pod względem ustalenia łożyska i stworzenia należytego szlaku żeglownego, widać tu wielki postęp.

Wspomnieć należy, że w długiej i żmudnej pracy regulacji omawianych przestrzeni rzek, brali udział najwybitniejsi inżynierowie służby wodnej, że wymienię tylko czterech, już nieżyjących, a bardzo zasłużonych: Maciej

Moraczawski, Jan Matula, Roman Ingarden i Ludwik Regiec. Współpracując z nimi w okresie lat 1900—1908, mogłem stwierdzić, że ludzie ci pracowali z całym zapalem nad ujarzmieniem naszych wód; rozpoczęli swą pracę jeszcze w czasie, kiedy zasady regulacji nie były zupełnie ustalone, jednak szli ciągle z postępem, śledząc skrzętnie zdobycze uzyskane na zachodzie. Jeżeli nie danem im było wielu prac ukończyć, to powodem była szczupłość środków, jakimi rozporządzali, gdyż fundusze na regulację trzeba było u rządu zabiorczego formalnie zdobywać. W każdym razie położyli ci ludzie podwaliny pod organizację służby budownictwa wodnego w Polsce.

Przemsza. Z małej tej rzeki (dorzecze przy ujściu 2095,4 km²), o spadku jeszcze stosunkowo, jak dla rzeki żeglownej, dużym, (przeciętnie 0,77‰), zrobiono na dolnym odcinku, tj. od km 22 do km 0, wszystko, co przez regulację da się uzyskać. Regulację pierwotną przeprowadzono na średnią wodę 28,5 m³/sek, przyczem normalne szerokości oznaczono na 26 i 28 m — obecne normalne szerokości zmieniają się w granicach od 21—30 m.

Objazd w dniu 20 sierpnia odbywał się przy następujących stanach wody na wodoskazach Przemszy:

Jęzor — 7 cm, Jeleń — 30 cm, Chełmek + 66 cm.

$$\frac{v_0}{v_{p \max}} = 0,59 + 0,02 T_s + \frac{0,006}{T_s^{0,10}} = 0,616^1),$$

co w tym wypadku zupełnie wystarcza.

Wyniki pomiaru są następujące:

Szerokość profilu $B = 27,4 \text{ m}$
Powierzchnia profilu $P = 22,97 \text{ m}^2$
Średnia głębokość profilu $T_s = 0,84 \text{ m}$
" prędkość " " $v_s = 0,65 \text{ "}$
Objętość przepływu $Q = 14,93 \text{ "}$
Stan wodoskazu w Chełmku $H = +66 \text{ cm}$.

Jak wynika z porównania stanów wody, stan pomiaru był o 11 cm wyższy od średniego z najniższych; redukcja na ten ostatni stan daje następujące wyniki:

$$P' = 20,00 \text{ m}^2$$

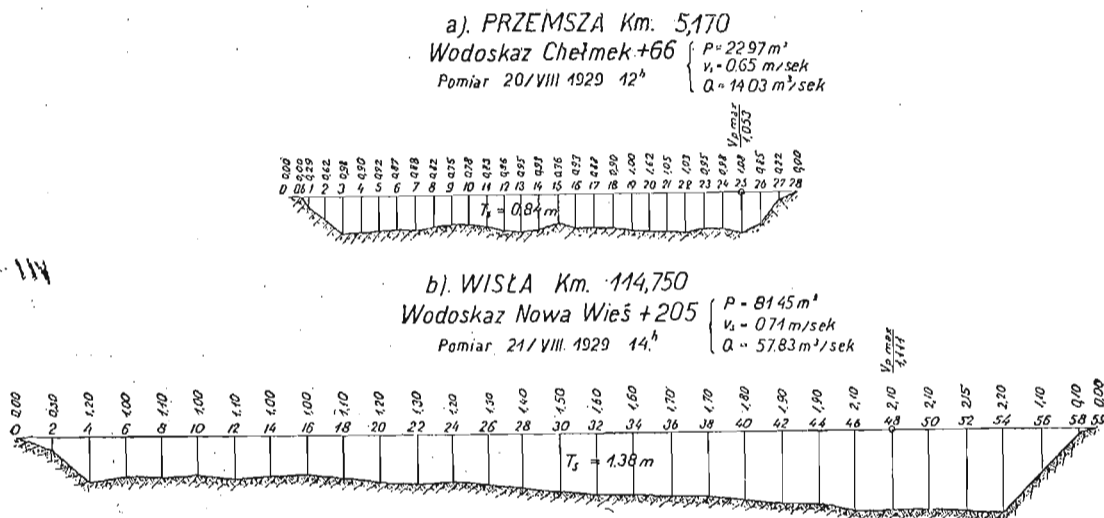
$$T_s' = 0,73 \text{ m}$$

$$v_s' = \left(\frac{T_s'}{T_s}\right)^{0,7} v_s = 0,59 \text{ m}$$

$$Q' = 11,8 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

Zdjęty profil, przedstawiony na rys. 2a, okazuje warunki, jakie mniej więcej na całej przestrzeni dolnej Przemszy spotykano; a średnia jego głębokość, wyno-

9.8 a-114



Rys. 2.

Według spostrzeżeń, czynionych przy wodoskazuie w Chełmku w ostatnim ośmioleciu, najniższe stany wody były następujące:

1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928
+50	+43	+58	+62	+60	+68	+54	+44

Stan średni z najniższych stanów tego okresu wynosił +55, a absolutne minimum (1922) wynosi +43, jest zatem tylko o 12 cm od niego niższe.

Jednak mimo to, jako miarodajny stan dla żeglugi trwałej musi się przyjąć właśnie stan średni z najniższych, a nie jakiś stan wyższy, gdyż badanie czasów trwania stanów wody w tym ośmioletnim okresie poucza, że stany niższe od średniego z najniższych (+55) trwały w trzech latach tego okresu stosunkowo długo, bo w r.:

1921	1922	1928
82 dni	84 dni	89 dni.

Dla kontroli stanów wody i objętości przepływu wykonaliśmy w dniu objazdu pomiar hydrometryczny, którego wynik przedstawia rysunek 2a. Dla pośpiechu użyto przybliżonej metody oznaczenia średniej prędkości, a mianowicie pomierzono tylko prędkość powierzchniową w nurcie i zredukowano ją na średnią prędkość profilu według formuły autora:

sząca po zredukowaniu na stan średni z najniższych 0,73 m, daje wskazówkę co do głębokości szlaku żeglownego.

Głębokości sondowane w nurcie na całej przestrzeni co 100 m, wykazywały minimum głębokości 1 m (czyli po zredukowaniu na stan średni z najniższych 0,89 m) z wyjątkiem przestrzeni, gdzie w dniu występują progi skalne, a mianowicie w pobliżu km 16, pod Dzieńkowicami, gdzie głębokości w nurcie, mierzone co 100 m (niezredukowane) wynosiły w cm:

... 90, 80, 75, 70, 90, 75, 80, 70, 100, 100....,

oraz w pobliżu km 13, gdzie otrzymano głębokości (niezredukowane):

100, 85, 90, 80, 100, 100, 90, 100, 90....

Otóż jakkolwiek można przyjąć, że przy dalszym jeszcze wyrobieniu się łożyska, złagodzeniu progów skalistych, które się pogłębia, można będzie uzyskać przy stanie średnim z najniższych głębokość minimalną w nurcie około ośmdziesięciu kilku cm, to jednak jako głębokość do jazdy musi się wziąć głębokość mniejszą, gdyż pas żeglowny musi posiadać odpowiednie głębokości,

¹⁾ Patrz *Czasopismo Techniczne* 1918, str. 121 i „Podręcznik Inżynierski”, str. 497; cały pomiar trwał około 45 minut.

na większej szerokości, a nadto na progach, zwłaszcza skalistych, pomimo poprawienia ich, zawsze panować będą warunki mniej korzystne, z powodu zwiększonego spadku lokalnego.

Rachując z formuły autora tzn. „hydrologiczną miarę żeglowności”, tj. średnią głębokość normalnego profilu, dla stanu średniego niskiego¹⁾, otrzymuje się dla danych warunków:

$$T_s = \left(\frac{Q}{232 F^{0,3} I^{0,6}} \right)^{1/11} = \left(\frac{11,8}{232 \cdot 2095,4^{0,3} \cdot 0,00077^{0,6}} \right)^{1/11} = 0,702 \text{ m.}$$

Otrzymaliśmy tu wynik prawie zupełnie zgodny z głębokością średnią profilu pomierzonego, zredukowaną na stan średni z najniższych (0,73 m).

Z tych wszystkich spostrzeżeń wynika, że głębokości pasu żeglownego nie należy tu przyjmować wyższej jak 0,70 m, a odtrącając z tego 10 cm na najmniejszą głębokość pod dnem statku (a także na niedobór głębokości na złych progach), otrzymuje się głębokość zanurzenia statków dla trwałej żeglugi 0,60 m.

Przyjmując dalej maksymalne wymiary rzutu poziomego statku: długość 30 m, szerokość 7,5 m, współczynnik wyporu 0,85 m, oraz 15% zanurzenia dla ciężaru własnego, czyli 85% dla ciężaru ładunku, otrzymuje się ładowność statku:

$$L = 0,85 \times 0,85 \times 30 \times 7,5 \times 0,60 = 97,55 \text{ ton} \approx 100 \text{ t o n.}$$

Jakkolwiek w ostatnich latach, tj. już po odzyskaniu niepodległości, rozpoczęto tu przewozić węgiel statkami większymi, a mianowicie przedsiębiorca Sapok wprowadził tu łódź ładującą 200—300 ton, a zarząd kopalń pszczyńskich łódź o ładowności 160 ton, to jednak sądzę, że tak ciężkie łodzie nie nadają się do ruchu stałego i że lepiej spełni to zadanie łódź ciężarowa zbudowana według powyższych zasad.

Przydatność Przemszy do żeglugi podnosi jeszcze fakt, że nie zamrzają one prawie nigdy, dzięki dużej ilości ciepłej wody pompowanej do niej z kopalń. W ciągu bardzo srogiej ubiegłej zimy (1928/9), jakiej nie pamiętają najstarsi ludzie, zamrzła Przemsza tylko między km 0 a 7 i to tylko na przeciąg 24 godzin (z 11 na 12 lutego), przyczem grubość lodu wynosiła tylko 4 cm.

Płynąc, widzi się liczne galary napełnione węglem lub kamieniem; najwięcej ich było przy długiej ładowni, po lewym brzegu, należącej do zarządu kopalń pszczyńskich, odległych od rzeki o 22 km. Węgiel dowozi się naraźnie samochodami ciężarowymi, które jednak zastąpić ma kolejka dowozowa. Widać, że nawet dalej położone kopalnie szukają drogi wodnej. Wspomniana kopalnia załadowała na statki, w samym tylko miesiącu lipcu b. r., 2500 ton.

Przemsza w swej dolnej partji stanowi zatem drogę wodną niewielką, tak pod względem długości, jak i szerokości, oraz głębokości, ale wartościową, dzięki uzyskanej skutkiem regulacji stałej głębokości; wartość jej podnosi ta okoliczność, że płynie przez obszar bogaty w kopalnie węgla i kamieniokomy, przez obszar o dużym znaczeniu przemysłowym. Jest ona niejako górnym przedłużeniem drogi wodnej Wisły, której bieg powyżej połączenia z Przemszą nie posiada warunków drogi wodnej.

Że w tej części Przemszy uzyskano przez regulację tak korzystne wyniki, przypisać należy między innymi przedewszystkiem tej okoliczności, że wielkie wody występują tu w formie bardzo łagodnej, nie osiągając ani zbyt wysokich stanów, ani zbyt dużych objętości przepływu. Według zdania inżynierów tu pracujących, przyjmowana przez niektórych objętość wielkiej wody na 300 m³/sek, jest raczej mytem, jak rzeczywistością.

Wynika stąd, że wielkie wody nie mają tej siły,

¹⁾ M. Matakiewicz: „Hydrologiczna miara żeglowności”, Lwów, Tow. Naukowe 1923, również „Podręcznik inżynierski”, tom I, str. 521. *F* oznacza tu powierzchnię dorzecza w km², inne litery mają znaczenie poprzednie.

aby zniszczyć warunki ustalone dla stanów niskich i średnich. Mimo to łożysko, ujęte tamami równoległymi, nie jest jeszcze pod względem wahań pionowych w spoczynku; następuje tu pogłębienie wsteczne, towarzyszące zawsze systematycznej regulacji, a główną troską inżyniera sprawującego nadzór, jest dostosowanie wysokości budowli do położenia profilów i zapobieżenie, aby one przez zbytne wgłębienie i zwięźnienie nie utraciły warunków równowagi.

Czy będzie tu potrzebne utrwalenie dna na pewnych przestrzeniach? Przyszłość to pokaże — w każdym razie czujne i stałe studjowanie profilu podłużnego, przeprowadzane przez kierownictwo robót, uznać należy jako bardzo wskazane.

Wisła od ujścia Przemszy po Kraków (km 0 — km 75,5, ujście Rudawy). Dorzecze wzrasta w tej przestrzeni od 3846,7 km² do 7589 km², spadek zaś maleje od 0,00046 do 0,000365. Objętość przepływu przy stanie średnim z najniższych wzrasta w tej przestrzeni, według projektu regulacji Wisły, od 19 do 30,0 m³/sek, „miara żeglowności przy tym stanie, obliczona według powyżej podanego wzoru podpisanego, wzrasta od 0,875 m poniżej ujścia Przemszy do 1,019 m powyżej ujścia Rudawy¹⁾).

Jak widzimy, przestrzeń ta ma korzystniejsze warunki od Przemszy pod względem spadku, mniej korzystne zaś pod względem przepływu jednostkowego; w rezultacie jednak warunki żeglowności, scharakteryzowane przez „hydrologiczną miarę żeglowności”, przedstawiają się tu korzystniej. Regulacja jednak tej przestrzeni przedstawiała nieporównanie trudniejsze warunki, jak regulacja Przemszy, co łatwo zrozumieć, jeżeli uprzytomnimy sobie, że Wisła, jakkolwiek po połączeniu z Przemszą, ma charakter łagodny i stosunkowo nieznacznie wielką wodę, zmienia ten charakter, przyjmując zaraz poniżej ujścia Przemszy, (km 1,86), rzekę Sołę, a w km 20,70 rzekę Skawę, obydwie bardzo silne rzeki górskie, a za ich pośrednictwem dużo materiału ruchomego i to grubszego, oraz znaczne objętości wielkich wód. Wszak wiadomo, że panującą falą w czasie wezbrań Wisły, aż po ujście Dunajca, jest fala Soły.

Objazd tej przestrzeni Wisły odbył się również w dniu 20 sierpnia 1929 r. i to przy następujących stanach wody, odczytanych na wodoskazach tej przestrzeni: Pustynia +254 cm, Dwory —29, Smolice +148 cm, Czernichów +130, Tyniec +86, Kraków —247 cm.

Należałoby się zorientować, co te stany oznaczają, względnie, jaki jest stosunek stanu wody panującego w czasie objazdu, do stanu średniego z najniższych?

Otóż ponieważ dno Wisły na tej przestrzeni nie jest jeszcze ustalone, a raczej ciągle jeszcze podlega większym lub mniejszym wahaniom, do wyznaczenia stanu średniego z najniższych nie weźmiemy okresu zbyt długiego, lecz np. okres ośmioletni, t. j. z lat 1921—1928.

Średnie ze stanów najniższych, obserwowanych w tych latach, a podanych w rocznikach Centralnego Biura Hydrograficznego w Warszawie, podaje następujące zestawienie, w którym dla porównania podano także stany absolutnie najniższe²⁾.

	Stan średni z najniższych	Stan absolutnie najniższy
Pustynia	226	218 (1921)
Dwory	—54	—81 (1921)
Smolice	99	76 (1921)
Czernichów	109	84 (1921)
Tyniec	32	18 (1921)
Kraków	—266	—268 (1921 i 1925)

¹⁾ Patrz j. w. „Hydrologiczna miara żeglowności”.

²⁾ Uwaga. Ściśle biorąc, przy oznaczeniu stanu średniego z najniższych nie kierowano się wyłącznie okresem z lat 1921—1928, lecz orjentowano się także specjalnie spostrzeżeniami z lat 1923, 1924 i 1925, które przy wodoskazach o mało zmiennem dnie rzeki podają stan najniższy z tych trzech lat prawie ten sam i o 3 cm wyższy od średniego z najniższych.

Różnice stanów wody, obserwowanych w dniu objazdu, oraz zestawionych tu stanów, przedstawiają się następująco:

	Różnica w <i>cm</i> , w porównaniu	
	ze stanem średnim z najniższych	ze stanem absolutnie najniższym
Pustynia . . .	28	36
Dwory . . .	25	52
Smolice . . .	49	72
Czernichów . . .	21	46
Tyniec . . .	54	68
Kraków . . .	19	21
średnio . . .	33	49

Jak widać, różnice stanu w czasie objazdu i stanu średniego niskiego, oraz absolutnie najniższego (1921), wahają dość znacznie, z powodu zmiany położenia profilów; tu dla ocenienia wyników pomiaru głębokości możemy przyjąć wartość średnią, która wynosi dla stanu średniego z najniższych 33 *cm*, to znaczy, że głębokości zmierzone w nurcie w czasie objazdu musimy o tę wartość zmniejszyć. Że ta wartość odpowiada rzeczywistości, potwierdzają to spostrzeżenia poczynione w drugim dniu objazdu, o czym będzie mowa poniżej.

Wyniki pomiaru głębokości, w czasie objazdu tej przestrzeni¹⁾, przedstawimy sumarycznie, przyczem wyjaśnia się, że głębokości sondowano w nurcie w odległościach co 100 *m*. Dla lepszego poglądu podaje się sumę sond i ich głębokości dla każdego pięciu kilometrów osobno, zaokrąglając przytem głębokości na najbliższą dziesiątkę centymetrów.

<i>km</i>	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30 i wyżej
0—5 . . .	1	10	9	8	6	7	5	4
5—10 . . .	3	2	6	6	8	12	4	9
10—15 . . .	—	2	6	5	11	9	7	10
15—20 . . .	1	2	3	6	7	16	6	9
20—25 . . .	1	1	—	6	11	7	4	20
25—30 . . .	—	—	1	2	6	6	4	31
30—35 . . .	—	—	4	2	6	8	2	28
35—40 . . .	—	—	1	—	5	8	4	32
40—45 . . .	—	—	2	5	9	4	5	25
45—50 . . .	—	—	2	6	2	7	6	27
50—55 . . .	—	1	1	4	2	11	8	23
55—59=60 . . .	—	1	1	3	3	9	5	18
60—65 . . .	1	1	3	6	5	6	5	25
65—70 . . .	—	2	2	2	1	10	9	24
70—75 . . .	—	—	6	5	12	10	8	9
75—78 . . .	—	—	—	—	4	5	6	15
Razem . . .	7	22	47	66	98	135	88	307
Ogółem sond . . .	770							

Zestawienie to podzielono łamaną linią pionową na część lewą i prawą, pozostawiając po stronie lewej nieliczne tylko miejsca płytkie. Jeżeli przypuścimy, że na 5 *km* biegu rzeki wypada około kilkanaście progów, to pewnym jest, że pozostawione po stronie lewej miejsca płytkie, a więc progi, z łatwością mogą być przez działanie kończącej się w tej przestrzeni regulacji poprawione i w miejscach tych uzyskana taka sama głębokość, jak na dobrych progach, posiadających głębokości jak po prawej stronie linii oddzielającej.

¹⁾ Głębokości mierzone w nurcie, zredukowane o 33 *cm*, t. j. dla stanu średniego z najniższych.

Zestawienie to jest nader pouczające; powiada ono, że po ukończeniu regulacji tej przestrzeni, to jest po znormalizowaniu nielicznych już partji o dawniejszej, zbyt dużej jeszcze normalnej szerokości, można będzie uzyskać na przestrzeni od ujścia Skawy (poniżej *km* 20) przy stanie średnim z najniższych głębokość do jazdy 0,90 *m*. Niewątpliwie, przez przeprowadzenie uzupełniającej regulacji między ujściem Skawy a ujściem Przemszy, można będzie i tę partję doprowadzić do stanu odpowiadającego partji dolnej aż po Kraków.

Widzimy również, że wyniki praktyczne, uzyskane na podstawie sondowania, zgadzają się wcale dobrze z obliczoną na wstępie „hydrologiczną miarą żeglowności“ łożyska.

Zapytać się należy, jaką ładowność powinny mieć statki ciężarowe kursujące na tej przestrzeni? Otóż przyjmując długość statku 30 *m*, szerokość 7,7 *m* (zgodnie z wymiarami statku dla Przemszy), zanurzenie 0,80 *m*, współczynnik wyporu 0,85, oraz 15% zanurzenia dla ciężaru własnego, otrzymuje się ładowność:

$$L = 0,85 \times 0,85 \times 30 \times 7,7 \times 0,80 = 130 \text{ ton,}$$

a przy powiększeniu szerokości do 8 *m* = 140 ton.

To byłyby zatem dla tej przestrzeni najodpowiedniejsze typy statków; wszelka przesada z powiększeniem wymiarów, a przedewszystkiem zanurzenia, może sprawie rozwoju ruchu żeglownego na Wiśle raczej zaszkodzić, jak pomóc.

Oceniając rezultat robót regulacyjnych, prowadzonych na tej przestrzeni w długim okresie czasu, stwierdzić trzeba, że zdziałano tu niezmiernie wiele, przekształcając tę małą stosunkowo jeszcze rzekę na drogę wodną wcale poważną.

Zwężenie dawnych normalnych profilów, pochodzących z projektu z r. 1889, a normujących szerokości z 43 *m* przy ujściu Przemszy, a 80 *m* pod Wawelem, na 42 *m* do 63 *m*, zainaugurowane wykonaniem przestrzeni próbnych w latach 1912—1916, okazało się bardzo celowym. Dziś już bardzo niewiele brakuje do ukończenia regulacji tej przestrzeni; — według ocenienia Dyrekcji dróg wodnych w Krakowie, potrzebna na ukończenie kwota wynosi zaledwie 2 miliony zł. Niemniej jednak te końcowe roboty są niezmiernie ważne — one dopiero zdołają znormalizować resztę przestrzeni, poprawią nieliczne już „złe progi“ i w całej pełni zrealizują skutki regulacji.

Przejazd tą przestrzenią połączony jest dla hydrotechnika polskiego z niezmiernym urokiem — znając ogrom pracy i kosztów, jaki trzeba będzie włożyć w dzieło regulacji wód naszych i znając rozległe dzikie ich przestrzenie — widzimy tu prawie gotowe dzieło, tak pięknie wykonane, że pragnęłoby się pokazać je obcym. A do tego wspaniałe ramy krajobrazu polskiego, zakończone prastarym Wawelem!

Poza celowem wykonywaniem regulacji zasadniczej, stwierdzić tu należy bardzo staranną konserwację budowli i wyzyskiwanie materiału. Stare narzuty kamienne dawnej, szerokiej trasy, rozbiera się i buduje z nich nowe tamy regulacyjne; liczne „prądówki“ pracują tu nad oczyszczeniem łożyska ze starych dębów zalegających je. To czyszczenie łożyska odbywa się nieporównanie intensywniej, jak za czasów przedwojennych. Zarząd regulacji posiada tu również własny duży kamieniołom, postępowo eksploatowany. Życzyćby należało, aby Rząd, wobec tego, że dzieło to jest na dokończeniu, przez przydział wydatniejszych dotacyj umożliwił jak najszybsze ukończenie robót.

(Dok. nast.).

Prof. Dr. Inż. Stanisław Fryze.

Szlakiem rozwoju elektrotechniki.

Wykład inauguracyjny, wygłoszony w dniu 1 października 1929 r. na Politechnice Lwowskiej.

(Dokończenie).

Maszyny elektryczne i prostowniki.

Pierwszą maszyną elektryczną skonstruował Pixii w Paryżu w roku 1832, a więc w rok po odkryciu indukcji elektromagnetycznej przez Faradaya. Zarówno ta maszyna, z rotującymi magnesami stalowymi, jak i późniejsza Siemens'a z roku 1857 z nieruchomymi magnesami, zdolne byłyby wydawać jedynie prąd zmienny. Moc pierwszych maszyn była bardzo mała i służyły one głównie do celów laboratoryjnych.

Pierwszą maszyną prądu stałego skonstruował Włoch Dr. Antoni Pacinotti w roku 1860 we Florencji. Maszyna ta nie znalazła jednak zastosowania. Prototyp dzisiejszej dynamomaszyny zbudował niezależnie od Pacinotti'ego Zenobjusz Teofil Gramme w roku 1870 w Paryżu. Zarówno maszyna Pacinotti'ego jak i pierwsze maszyny Gramme'a posiadały magnesy stalowe. Już jednak w 1871 roku wprowadza Gramme elektromagnesy z samowzbudzeniem, na zasadzie odkrytej przez Wernera Siemens'a.

Pierwsze maszyny, używane głównie do celów elektrochemicznych, posiadały zaledwie moc kilku KM i były dwubiegunowe. Pierwszą maszyną wielobiegunową zaprezentowano publicznie na wystawie paryskiej w roku 1881. Uzwojenie bębnowe twornika, w miejsce uzwojenia pierścieniowego Gramme'a podał pierwszy Hefner-Alteneck w roku 1872.

W ciągu dalszych lat, rozwój maszyn prądu stałego szedł głównie w kierunku zwiększenia mocy, polepszenia komutacji i zwiększenia sprawności. Postęp w tym kierunku najlepiej uwydatnią cyfry. Około roku 1881 maszyna o mocy 4 kW i napięciu 110 V przy tysiącu obrotach ważyła około 600 kg i miała sprawności $\eta=0.65$. Dziś taka maszyna waży około 200 kg a jej sprawność dochodzi do 0.80. Jeszcze w roku 1891 podziwiano na wystawie Frankfurckiej dynamo o mocy 500 KM, dziś konstrukcja turbogeneratorów i motorów prądu stałego o mocy kilkunastu tysięcy kW nie sprawia większych trudności. Budowę tak wielkich jednostek prądu stałego umożliwiło wprowadzenie biegunów pomocniczych, uzwojenia kompensacyjnego, oraz rozwinięcie teorii komutacji. Napięcie maszyn prądu stałego nie przekraczało do niedawna kilku tysięcy Voltów. W ostatnim czasie dokonano podziwu godnej budowy maszyny dynamo o napięciu 15.000 V przy 150 kW mocy.

Rozwój maszyn dynamo czyli generatorów prądu stałego, postępujący do niedawna niezmiernie szybko naprzód, doznał kilkanaście lat temu zahamowania i uległ zdystansowaniu przez rozwój generatorów prądu zmiennego. Jakkolwiek maszyny prądu zmiennego były wcześniej znane niż maszyny prądu stałego, to jednak dopiero po wynalezieniu około roku 1883 transformatora i odkryciu przez Ferrarisa magnetycznego pola wirowego (1887) zyskały szersze zastosowanie.

Dziś buduje się przeważnie tylko elektrownie prądu zmiennego. W wielkich takich elektrowniach moc generatorów dochodzi do kilkudziesięciu tysięcy kW. Największy generator prądu zmiennego, zbudowany przed dwoma laty przez firmę Brown-Boveri dla Zakładu Hell Gate w Ameryce rozwija moc 160.000 kW czyli 218.000 KM. Aby zobrazować tę liczbę wystarczy powiedzieć, że jeden taki olbrzym elektryczny byłby w stanie pokryć łączne zapotrzebowanie wszystkich większych miast polskich. Sześć takich generatorów wystarczyłoby na pokrycie mocy elektrycznej całej Polski, wynosi ona bowiem w roku obecnym około jednego miliona kW. Powyższy kolos elektr. zużywa na dobę (przy pełnym obciążeniu) około $2\frac{1}{2}$ mi-

liona kg czyli 250 wagonów węgla! Przy zasilaniu samych żarówek wysokoświecowych dałby ów generator iluminację w postaci 320 milionów świec. Dostarczona przez niego w ciągu doby energia elektryczna, sprzedana po cenie lwowskiej (67 gr. za kWh) dałaby przeszło $2\frac{1}{2}$ miliona złotych!

Największy motor prądu stałego zbudowano na 32400 kW czyli 44000 KM o 105 obrotach dla walcowni.

Prostowniki rtęciowe buduje się dziś do 4000 A przy 800 V. W badaniu są prostowniki na 20000 A i 300 V.

W przemyśle chemicznym pracują maszyny prądu stałego o prądzie dochodzącym do 12000 A przy 500 V napięcia i 250 obrotach. Specjalne transformatory hutnicze wykonuje się dziś do 100000 A przy 240 V.

Tramwaje i koleje elektryczne.

Pierwszą kolej elektryczną przedstawił Werner Siemens w roku 1879 na wystawie przemysłowej w Berlinie. Mizerny to był początek. Mała lokomotywa elektryczna, którą można zmieścić pod stołem, posiadała motor o mocy trzech KM i sile pociągowej przy ruszaniu 200 kg a podczas ruchu 80 kg. Rozwijała ona szybkość do 12 km, ciągnąc 3 wagony o pojemności 18 ludzi.

Dziś po upływie 50 lat amerykańskie lokomotywy elektryczne osiągają mocy 7000 KM, przy ciężarze 580 t.

Początkowo rozwój trakcji elektr. szedł głównie w kierunku budowy tramwajów elektr., przy użyciu — jak zresztą i dzisiaj, prądu stałego. Obecnie rozpoczął się także intensywny rozwój kolei elektr. szczególnie w Ameryce. Obecnie mamy na całym świecie 30.000 km trasy kolei elektr. Stanowi to jednak drobny ułamek długości trasy parowej. (Stany Zjednoczone 0.8, Europa średnio około 3%). Jedynie Szwajcaria wybiła się na pierwszy plan, elektryfikując do roku 1928, 1566 km trasy, czyli 26.2% wszystkich linii kolejowych kraju.

Tramwaje miejskie pracują dziś przeważnie przy napięciu 500 V. Napięcie kolejowych linii elektr. dochodzi do 22.000 V (Ameryka). W Europie środkowej i północnej znormalizowano napięcie na 15.000 V, częstotliwość na 16 $\frac{2}{3}$. W Europie zachodniej, w koloniach angielskich, oraz w Ameryce połud. przeważa zastosowanie prądu stałego o napięciu 600 do 1500 V. We Włoszech używa się do trakcji przeważnie prądu 3-fazowego o napięciu 3300 V.

Użyteczność tramwaju miejskiego w naszym kraju ilustrują następujące dane:

	Warszawa	Lwów	Kraków
Długość torów km	159 $\frac{1}{2}$	58 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{3}{4}$
Przewieziono pasażerów	63,120.000	11,353.312	4,761.785
Przejechano wozokilometr.	3,829.432	689.400	111.744

W Polsce projektuje się obecnie elektryfikację kolejowego węzła warszawskiego.

Elektrownie i linie wysokiego napięcia.

Pierwsza elektrownia powstaje w Nowym Yorku w roku 1880, w rok po ukazaniu się żarówki Edisona. W Europie pierwszą elektrownię otrzymuje Paryż w 1881. Obecnie każde większe miasto zasilane jest prądem, bądźto z elektrycznych zakładów komunalnych bądź też prywatnych. Moc zakładów elektrycznych rośnie z roku na rok, dosięgając dziś olśniewających wielkości. Zakłady elektr. na wodospadach Niagary rozwijają dziś moc około miliona kW. Moc zakładów elektrycznych dystryktu Londyńskiego wynosi około 1,2 miliona kW. Paryż zasilany jest mocą około 600.000 kW, Berlin 700.000 kW. Moc

zakładów elektr. Warszawy dosięga 50.000 kW, Lwów ma elektrownię o mocy 16.000 kW.

Największy zakład w Europie o mocy 600.000 kW budują obecnie Niemcy na rzece Our koło granicy Luxemburskiej. Moc wszystkich zakładów elektrycznych na ziemi szacują obecnie na 80 milionów kW, ich produkcję roczną na 200 miliardów kWh (w tym około 2 $\frac{1}{2}$ miljarda kWh w Polsce). Aby sobie zdać sprawę co te liczby znaczą, trzeba uwzględnić, że jedna kWh jest równoważna pracy potrzebnej do podniesienia 367 ton na wysokość 1 m. Gdyby cała ludność globu ziemskiego, w liczbie okragło 2 miliardów ludzi, zaprzęgała się do olbrzymiego kieratu i pracę swą całkowicie zmieniała na energię elektryczną, musiałaby obracać ten kierat przez dwa miesiące po 10 godzin dziennie, aby wyprodukować 200 miliardów kWh, zużywanych dziś na całej kuli ziemskiej w jednym roku. W obliczeniu tem przyjąłem, że nawet niemowlęta pracowałyby z tą samą mocą $\frac{1}{8}$ kW, jaką zdolny jest rozwinąć dorosły mężczyzna. Przy pracy jedynie mężczyzn w wieku od 18 do 60 lat, w ilości $\frac{1}{8}$ całego zaludnienia ziemi, otrzymalibyśmy obecnie światową produkcję energii elektr. gdybyśmy ich zaprzęgli do owego kieratu na cały rok po 10 godzin dziennie!

Ze wzrostem mocy zakładów elektrycznych rośnie też i napięcie elektrycznych linii przesyłowych. Dziś stosuje się praktycznie napięcia do 380.000 V w liniach napowietrznych o przewodach rurowych, a do 120.000 V w kablach 3-fazowych, izolowanych płynnym olejem (Pirenelli). Laboratoryjnie doprowadzone do napięć około 2 $\frac{1}{2}$ miliona voltów, a przy wyzyskaniu elektryczności atmosferycznej do 8 milionów V, uzyskując wyładowania iskrowe do 18 m, Napięcie tak wysokich potrzebuje obecnie fizyka do badań nad rozpadem atomów. Transformatory osiągają dziś moc 100.000 kW przy napięciach do 220.000 V.

Elektrometalurgia i elektrochemja.

Nie sposób tu, w krótkim odczycie, wyliczyć wszystkie choćby najważniejsze tylko zastosowania energii elektr. Muszę jednakże bodaj zaznaczyć, że cała olbrzymia produkcja światowa aluminium w ilości 212 milionów ton, w roku 1927 pochodzi z pieców elektrycznych, że z jeszcze większej produkcji światowej miedzi, wynoszącej w roku 1927 1494 milionów ton, przeważna część zużywana jest na przewody i podlega elektrolitycznemu rafinowaniu. Przemysł akumulatorowy i kablówy zużywa większą część produkcji ołowiu (światowa produkcja w 1927 1819 milionów ton). Zużycie miedzi i ołowiu przybrało w ostatnich latach tak znacznie, że zachodzi obawa wyczerpania znanych dotąd kopalń w ciągu lat 30, jeżeli nie będą odkryte nowe złoża rudy.

Przemysł elektrometalurgiczny i elektrochemiczny zużywa obecnie na całym świecie około 40 miliardów kWh rocznie przy pomocy około 4 miliony kW.

Ciekawą nowością w przemyśle elektrochemicznym jest zastosowanie elektrolizy związków żelaza do wydzielania żelaza wprost w postaci rur. Fabrykowane w ten sposób rury o długości po 4 m średnicy do 200 cm i grubości do 7 mm znoszą ciśnienia do 60 atm. (Revue de Metallurgie 1923. Str. 434).

Ważne znaczenie szczególnie w rolnictwie ma elektrochemiczna produkcja związków azotowych, wszak 1 t azotu wprowadzona do gleby, zwiększa urodzaj zbóż o 20—25 t, ziemniaków o 100—140 t, buraków cukrowych o 200 t, a buraków pastewnych o 450 t.

Na drodze elektrotermicznej otrzymujemy karbid, karborund, kwarc, szlachetne stale. Elektrochemicznie wydzielamy sól, potas, wapń. Także produkcja tlenu i wodoru odbywa się głównie na drodze elektrochemicznej.

Elektrochemja stworzyła olbrzymi przemysł akumulatorowy. Pierwszy zdalny do użytku akumulator skonstruował Planté w r. 1860. Ulepszenie w postaci płyt

masowych podał Faure w r. 1881. Płyty o dużej powierzchni wprowadziła firma Tudor w r. 1889.

Radjotechnika.

Głos ludzki, który transmitowany jest przez powietrze z prędkością 340 m, spotrzebowałby na przebycie przestrzeni między Europą a Ameryką (6800 km) okragło 5 $\frac{1}{2}$ godzin czasu. Fala elektromagnetyczna wyzwolona z radiostacji, rozprzestrzeniając się z prędkością światła 300 000 km/sek, odbywa tę drogę w ciągu $\frac{1}{44}$ sekundy, czyli przenosi głos 880 000 razy szybciej. Dwóch ludzi jeden w Europie, drugi w Ameryce może obecnie rozmawiać ze sobą z pomocą radiostacji tak, jak przez powietrze w odległości 8 m. Jeżeli dodamy do tego, że telefonja przez Ocean nie da się skutecznie za pośrednictwem kabla, że więc radjotelefonja stanowi obecnie jedyny sposób przesyłania dźwięków do dalekich krajów zamorskich, zrozumiemy, czem jest ten najcudowniejszy z wynalazków elektrotechnicznych.

Radjotechnika jest klasycznym przykładem, jak z dociekań czysto teoretycznych powstaje zastosowanie o niezwykłej doniosłości praktycznej. Postawiona przez Maxwella w roku 1867 teoria rozprzestrzeniania się zaburzeń elektromagnetycznych, była jedynie genialnym płodem mózgu uczonego, obdarzonego nadzwyczajną intuicją i fantazją. Przez dwadzieścia lat stała osamotniona i była oglądana podejrzliwie przez współczesnych, aż zjawił się genialny eksperymentator Hertz i wykazał nietylko słuszność teorii Maxwella, lecz stworzył także podwaliny pod nową gałąź elektrotechniki - radjo.

Pierwszy zdalny do użytku radjotelegraf skonstruował Marconi w roku 1897. Ulepszenia wprowadzało cały szereg wynalazców: Braun (sprzężenie indukcyjne), Wien (iskiernik), Poulsen (generator łukowy), Fessenden i Aleksanderson (generatory wysokiej frekwencji), Le de Forest (lampy katodowe), Meissner (generator lampowy).

Szybkość rozwoju radjotechniki ilustrują następujące daty: w r. 1895 Marconi przeprowadza próby na odległość kilku km, w r. 1897 telegrafuje przez kanał Bristol w Anglii na odległość 14 $\frac{1}{2}$ km, w 1898 r. Marconi odbiera sygnały na odległość 140 km, w 1900 r. pierwsza większa stacja radjotelegraficzna Poldhu łączy się z Nową Fundlandją na odległość około 3000 km. W 1902 r. zostało uzyskane połączenie radjotelegraficzne z Ameryką.

Obecnie możliwe jest przesyłanie sygnałów do miejsc znajdujących się na przeciwnej stronie kuli ziemskiej, czyli do t. zw. antypodów,

Rozwój radjofoniczny rozpoczął się około roku 1908, gdy nauczano się wytwarzać fale niegasnące. Pierwsze dalekosiężne połączenie radjofoniczne osiągnięto w roku 1915 między Paryżem i Waszyngtonem. Naogół radjofonja ma znacznie mniejszy zasięg niż radjotelegrafja.

W ostatnich latach znalazła radjofonja zastosowanie do transmitowania wiadomości „dla wszystkich“, produkcji wokalnych itp. Powstał t. zw. „broadcasting“, czyli amatorski ruch radjotechniczny. Przybliżone cyfry wykazują około 35 milionów radjosłuchaczy w samych Stanach Zjednoczonych P. A., w Europie oceniają ich ilość na 8 milionów. Polska ma obecnie przeszło 200 000 radjosłuchaczy.

Amatorski ruch radjotechniczny nie ograniczył się jedynie do odbioru, przeszedł także do nadawania. Amatorowie wypierani w eterze z powodu „braku miejsca“ na coraz krótsze fale, zdobyli nie jeden sukces. Okazało się, że zasięg radjotransmisji rośnie w miarę zwiększenia częstotliwości drgań elektromagnetycznych, czyli w miarę skracania fali. Umożliwiło to, przy zejściu na fale bardzo krótkie (kilkanaście metrów) ograniczyć moc aparatu nadawczego do zdumiewająco małych wartości.

Europejski rekord osiągnął Francuz (F8FD), dając przy mocy około 0.3 Wata odbiór (r2) w Nowej Zelandji (20 000 km). Polski rekord małą mocą wynosi 4500 km przy

mocy 0.4 Wata z nadawaniem anteną pokojową. Cyfry te muszą zdumiewać, jeżeli zważymy, że zwykła bateria elektrycznej lampy kieszonkowej rozwija moc 3 Watów t. j. 10 razy więcej niż potrzeba do nadania sygnałów do Nowej Zelandji.

Ostatnie trzy lata przynoszą coraz udatniejsze próby rozwiązania problemu widzenia na odległość. Największe sukcesy święcą narazie Amerykanie w laboratorium Towarzystwa Bell-Telephone w Nowym Yorku. Już w r. 1927 produkowano w tem laboratorium pierwsze udatne transmisje telewizyjne na odległość 400 km. Obecnie czynione są dalsze próby, także w innych krajach, szczególnie w Anglii. Telewizja następuje olbrzymie trudności, wymaga transmitowania tysięcy pojedynczych punktów obrazu w ułamkach sekundy, celem uzyskania odbioru obrazu czyniącego złudzenie całości jednocześnie widzianej. Niewątpliwie doczekamy się jeszcze całkowitego rozwiązania i tego problemu. Tak zwana fultografja czyli przesyłanie rysunków na odległość jest starym wynalazkiem przystosowanym jedynie do radja.

Znaczenie i przyszłość elektrotechniki.

Co przyszłość przyniesie w rozwoju elektrotechniki trudno przewidzieć. Niepozorne dla laika doświadczenia Galwaniego z udami żabiemi, stanowiły punkt wyjścia do odkrycia przez Voltę nowego źródła energii elektrycznej i nowego działu nauki, galvanizmu olbrzymiej doniosłości. Wahania igielki galvanometru załączonego w przewod, poddany działaniu ruchomego magnesu, obserwowane przez Faradaya, rozpełtały w dalszym rozwoju, elektromagnetyczne moce, zdolne wykonywać pracę milionów koni mech. i posłuszne na skinienie człowieka, gdy umie je zaprzążyć do pracy, lecz zdolne także zetrzeć na proch nieostrożnego śmiałka, nieświadomego ich tajemnic. Fantazje naukowe genialnego Maxwella, wsparte obserwacjami Hertza nikłych iskierki między końcówkami kabłąka drutu, zapełniły falami elektromagnetycznymi cały obręb kuli ziemskiej tak gęsto, że już dziś brak miejsca w okalającej ją przestrzeni.

W ciągu 138 lat rozwoju elektrotechniki, dwie generacje ludzkie dokonały gigantycznej pracy, usuwającej w cień to wszystko, co przed odkryciem Galwaniego i Volty wykonały wszystkie pokolenia ludzkie w ciągu 24 wieków, t. j. od czasu Thalesa z Miletu, opisującego 600 lat przed N. Ch. pierwsze działania elektryczne, zaobserwowane na potartym bursztynie.

Dzięki elektrotechnice doznają zrealizowania fantastyczne pomysły, które jeszcze kilkadziesiąt lat temu narażałyby autora na grube podejrzenia co do zdrowego stanu jego zmysłów. Uczniacy co jeszcze kilka lat temu grali w pliszki, dziś z pomocą pudeł z drutami, lampkami, kondenzatorami, podsłuchują eter lub ślą pozdrowienia do antypodów. Pierwszy lepszy robociarz lub chłop może dziś mieć dzięki elektrotechnice lepsze i higieniczniejsze oświetlenie niż za pradziada jego mieli monarchowie.

Elektrotechnika nie tylko oświetla drogi i warsztaty pracy ludzkiej, lecz także oświeca głowy, rodzi cześć dla nauki, wznieca zapał do pracy, budzi podziw dla postępu.

Dziki, będący na łasce kaprysów przyrody, prowadzi życie nędzne, a troska o wyżywienie i utrzymanie życia zatruwa mu każdą godzinę. Nauka a z nią postęp techniczny, przemysłowy, rolniczy, ekonomiczny, czyli ogólnie postęp kulturalny, wyzwoliła człowieka z tego marnego stanu, w jakim niewątpliwie pędzili życie nasi odlegli przodkowie na ziemi. Dzięki nauce zniknęło niewolnictwo, żywych niewolników zastąpiły maszyny, nowocześni niewolnicy z metalu. Żyjemy jeszcze wprawdzie w czasach najemnictwa, ale i ta ostatnia upokarzająca człowieka zależność może zniknąć, gdy uda się wreszcie

dobywać energję elektryczną bądźto wprost z energii słońca, bądź też na drodze chemicznej lub termicznej w sposób nierównie doskonalszy niż dzisiaj.

Wystarczy uprzytomnić sobie, że dziś na każde sto wagonów węgla spalanych pod kotłami nowoczesnej elektrowni ledwie 18 wagonów przerobionych zostaje na energję elektr., a reszta ginie bezużytecznie, aby zrozumieć, jak nam jeszcze daleko do doskonałości.

Gdy poznamy lepiej budowę materji, gdy odkryjemy tajemnicę istoty elektryczności, gdy nauczymy się czerpać energję utajoną w atomach, świat zmieni oblicze równie radykalnie, jak go zmienił do dziś od czasu pierwszych odkryć Galwaniego i Volty. Generacje, które tego doczekają, będą świadkami takiego postępu, wobec którego nasz obecny wydawać się będzie igraszką. Postęp ten dokona się tem prędzej, im większą opieką otoczymy tych, którym go zawdzięczamy. Mozołna praca milionów pracowników może tylko zwiększać materialne dobro ludzkości. Postęp zawdzięczać będzie ludzkość zawsze tylko nielicznym jednostkom pracującym twórczo. Wśród tych, co w awangardzie tyczą nowe szlaki, pierwszy hufiec stanowią dziś elektrofizycy i elektrotechnicy. Do nich należy przeszłość, od nich zależy przyszłość.

Zakończenie.

W plejadzie świetnych nazwisk, lśniących na szlakach rozwoju elektrotechniki niby gwiazdy pierwszej wielkości, brak zupełnie nazwisk polskich. Nie można się temu dziwić. Narodziny i pierwsze lata rozwoju elektrotechniki przypadają na tragiczne dla Polski czasy drugiego (1793) i trzeciego (1795) rozbioru. W roku 1791, gdy uczeni na zachodzie entuzjazmowali się odkryciami Galwaniego, u nas ogłoszono Konstytucję 3 maja. Odkrycia Volty, przypadają w Polsce na czasy ucisku narodowego Katarzyny II, czasy powstania Kościuszkowskiego i lata Legjonów. W atmosferze bitew, konfiskat majątków i zsyłek na Sybir trudno było pielegnować, czy rozwijać nową gałąź nauki. Nie lepsze warunki znajduje rozwój elektrotechniki w Polsce i w dalszych latach. Epokowe odkrycie Faradaya w 1831 zastaje nas w ogniu i krwi powstania listopadowego. Czasy odkryć generatorów elektr. przypadają na tragedję roku 1863 i ponure czasy Murawiewa Wieszatela. Ginie kwiat inteligencji polskiej lub zapełnia lochy więzień i tajgi sybirskie. Problem odzyskania wolności Ojczyzny usuwa w cień wszystkie inne myśli Polaka na schyłku XIX wieku. Nic dziwnego przeto, że początek wieku XX zastaje nas cofniętych o sto lat wstecz na polu elektrotechniki. Straszliwy ten dystans nie trwał jednak długo, bo oto na niebie nauki rozbliska wszechświatową sławą nowe nazwisko Marji Skłodowskiej, już polskie — już nasze! Rzucając na szalę nauki to wielkie nazwisko związane z nieśmiertelnem odkryciem radu, polonu i ciał pokrewnych, stanęliśmy jednym skokiem w odległym od nas o lat sto czołowym plutonie garstki wielkich genjuszów, tyczących masom szlaki dalszego postępu w nauce o elektryczności.

Epokowe to zdarzenie, fundujące nową naukę o budowie materji, przypada na czasy, kiedy myśl o Polsce wyrażać się mogła jedynie w napisach na sztandarach „Jeszcze nie zginęła“. Dziś, gdy już 10 lat oddychamy wolnością, gdy w znoonej pracy znaczymy swe istnienie od Gdyni po Poznań poprzez Chorzów i Mościce, gdy już pełną swobody pierśią zawołać możemy „Życie będzie w chwale i blasku Wielka i Nieśmiertelna“, czas otrząsnąć się z oparów krwi, miazmatów niewoli, lirycznych skarg, ponurych rozpamiętywań, czas i nam Polakom rzucić się do pracy twórczej na pożytek i chwałę Ojczyzny!

Teoretyczne podstawy hipotez wyteżenia.

W czerwcu b. r. zaaranżował szwajcarski związek dla badań materiałoznawczych techniki (Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik) dwa ciekawe referaty o wyteżeniu i wyboczeniu. O aktualności obu problemów świadczy chociażby przebieg samej dyskusji; wystarczy dodać, że trwała ona pięć godzin z okładem przy szczelnie zapełnionej dużej sali audytorjum I-o politechniki zurychskiej. Przewodniczył Prof. Dr. Inż. h. c. M. Roß, dyrektor związkowego zakładu dla badań materiałów (Eidgenössische Materialprüfungsanstalt).

Osobiście zainteresował mnie bardziej referat pierwszy „Die theoretischen Grundlagen zu den Versuchen der E. M. P. A. zur Klärung der Frage der Bruchgefahr“, wygłoszony przez współpracownika naukowego wymienionego zakładu Inż. A. Eichinger'a. Z treścią tego referatu zaznajamiamy nas szczegółowo rozdziały I i IV, umieszczone w komunikatach E. M. P. A. Nr. 28 z roku 1928 i Nr. 34 z roku 1929. Całość da się streścić następująco: Wyteżenie krytyczne dużej ilości metali plastycznych dogadza ilościowo hipotezie Huber'a-v. Mises'a-Hencky'ego. Zachowaniu się wszelkich innych materiałów odpowiada wprawdzie nie ściśle, ale stosunkowo najlepiej, hipoteza Mohr'a. Idea, tkwiąca w teorii Huber'a-Hencky'ego, miała dotychczas tylko charakter hipotetyczny; dopiero E. M. P. A. udało się — i to przy zachowaniu przewodniej myśli Mohr'a — przeprowadzić jasny (plausibel), przekonujący i ścisły dowód słuszności tej hipotezy. W rezultacie teoria stałej energii krytycznej odkształcenia postaciowego jest ničem innym jak uogólnieniem teorii obwiedniej.

Nie da się ani przez chwilę zaprzeczyć, że czteroletni, z olbrzymim nakładem pracy i kosztów przeprowadzony, cykl pięknych doświadczeń E. M. P. A. nad wyświetleniem zagadki wyteżenia, ma doniosłe znaczenie. Nie da się jednakże też zaprzeczyć, że stosowana przez E. M. P. A. interpretacja uzyskanych rezultatów pozostawia dużo do życzenia. Idea, tkwiąca w teorii Mohr'a, jest przestarzała i co gorsze błędna; istnieje hipoteza ogólna, która w sposób poprawny ujmuje z dostateczną dokładnością wyniki wszystkich bez wyjątku doświadczeń tak laboratorjum zurychskiego, jak getyngjańskiego, jak i wielu innych zainteresowanych w omawianem zagadnieniu. Podobnie i wysiłki teoretyczne współpracowników naukowych E. M. P. A. poszły po niepoprawnej drodze. Chłuba E. M. P. A., kunsztowne przeniesienie teorii Huber'a-Hencky'ego na teren idei Mohra, podkreślane przez Roß'a i Eichinger'a na prawie każdej stronie wymienionych komunikatów, kryje w sobie szereg błędów treści zasadniczej.

W odpowiedzi na referat Inż. Eichinger'a zabrałem głos w dyskusji i w przeszło godzinnym przemówieniu starałem się uzasadnić moje stanowisko w tej sprawie. W przemówieniu tem trzymałem się przedewszystkiem dyspozycji naznaczonej tytułem referatu mego przedmówcy. W pierwszym tedy rzędzie wyjaśniłem teoretyczną stronę hipotez wyteżenia, na drugim planie stawiając stronę laboratoryjną tego zagadnienia; nawiązując przytem do obecnego stanu rzeczy ograniczyłem się z konieczności do omówienia sprawy wyteżenia lokalnego i statycznego.

Większość argumentów krytycznych znanych w Polsce zagranicą — jak się o tem już wcześniej przy sposobności wygłaszania podobnego referatu w Getyndze przekonałem — nie zna. Hipotezy wyteżenia traktowane są tam — do pewnego stopnia zresztą słusznie — wyłącznie jak hipotezy; wszelkie nowości w tej dziedzinie bywają zatem z miejsca badane laboratoryjnie bez uprzedniego wglądu w elementarne szczególności zewnętrzne. Dzięki temu też co parę lat powstaje potrzeba nowej hipotezy ogólnej, bo stara zawiodła. Przy takim stanie rzeczy tylko rachunek prawdopodobieństwa może, wglądnięwszy w wszelkie istniejące typowe ugrupowania składowych, wyjaśnić wiele jeszcze nowych, a bezużytecznych teorii będziemy oglądali.

Wracając jednak do wspomnianego referatu muszę z zadowoleniem stwierdzić, że spotkał się on z dużym zaciekawieniem; świadczy o tem chociażby prośba prof. Roß'a o przekazanie mu go na piśmie; zapewne odnośny artykuł ukaże się niedługo w druku w języku niemieckim nakładem E. M. P. A. Nim jednakże to się stanie, dobrze będzie zapoznać opinię polskich czytelników z aktualną tą sprawą. Artykuł niniejszy stanowi 25^o/₁₀-owe rozszerzenie wspomnianego przemówienia.

Rzadko które z zagadnień mechaniki stosowanej może się poszczycić tak obszerną historją jak teorie wyteżenia. Poczęło się ono za czasów Galileusza i Leibniza, przeżyło Coulomb'a, Navier'a, de Saint Venant'a, Rankine'a, Clebsch'a, Beltrami'ego, przeszło przez ręce wielu wybitnych nowszych uczonych i w dobie obecnej, dobie konkurencji pewności z ekonomją, stanowi obok zagadnienia wyboczenia najaktualniejszą kwestję naukową tak teorii sprężystości, jak bardzo modnej plastyczności, jak wreszcie wytrzymałości materiałów. Rzadko jednakże też napotyka się tyle różnych zapatrywań i sprzeczności, co właśnie w tej dziedzinie. Z swej kolebki dziecinnej terenu napięciowego; przeniosły się hipotezy wyteżenia na drogę odkształceniową, po niezbyt pochlebnych rezultatach chwyciły się ostatniej deski ratunku terenu energetycznego i w tym stanie dotrwały do dnia dzisiejszego, nie gwarantując swą formą matematyczną żadnego pewnego a ogólnego środka teorii, nie zaspakajając wyraźnie potrzeb i ciekawości praktyki. Nigdy jednak taka rozbieżność zapatrywań nie przyniosła takiej korzyści jak właśnie w tej dziedzinie. Dokładny przegląd dotychczasowego materiału pozwala z łatwością przeprowadzić jego krytykę, odróżnić złe od dobrego, odrzucić pierwsze, wykorzystać drugie — i w konsekwencji prowadzi do hipotezy ogólnej, która ma wszelkie szanse powodzenia. Dla lepszego zrozumienia jej sensu i ewentualnie wartości, podam wpieryw krótkie zestawienie czynników rachunkowych omawianej dziedziny tudzież szkic krytyczny hipotez dotychczasowych.

Wyteżenie pewnego punktu ciała jest stanem fizycznym, związanym ściśle z stanem napięcia względnie — co na jedno wychodzi — odkształcenia tegoż punktu. Wartość wyteżenia określa niezależnie od obioru układu spólrzędnych sześć składowych stanu odkształcenia $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z, \frac{1}{2}\gamma_x, \frac{1}{2}\gamma_y, \frac{1}{2}\gamma_z$ względnie sześć składowych stanu napięcia $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_x, \tau_y, \tau_z$. Objawy wyteżenia, a w szczególności sposób przejścia przez charakterystyczne granice (proporcjonalności, sprężystości, plastyczności, wytrzymałości), szybkość przejścia od jednej do drugiej, zmiany w zachowaniu się w rozmaitych obszarach są zależne od własności indywidualnych ciała. Wyteżenia dwóch punktów, poddanym dwom różnym stanom napięcia lub odkształcenia, są równe gdy ich objawy fizyczne są równe; matematycznym wyrazem tej zgodności objawów jest egzystencja funkcji:

$$f(\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z, \frac{1}{2}\gamma_x, \frac{1}{2}\gamma_y, \frac{1}{2}\gamma_z) = a \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\text{względnie:} \quad g(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_x, \tau_y, \tau_z) = b \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Przypuszczamy, że zmiany ugrupowań składowych krytycznych — tak je będziemy w dalszym ciągu nazywać, — wywołujących to samo wyteżenie, odbywają się w sposób ciągły; tego samego wymagamy od powyższych równań. Podstawową gwarancją tego jest ciągłość badanego medjum; przy nieobecności tejże upadają najprostsze rozważania tak na terenie odkształceń jak i na-prężen.

Podkreślona wyżej niezależność wyteżenia pewnego punktu od obioru układu kierunków odniesienia w tym

punkcie pozwala funkcje f i g uprościć. Mechanika kontinuumów — a więc zarówno ciał sprężystych jak plastycznych, tak ciał stałych jak i cieczy — poucza, że z dużą korzyścią można układ sześciu składowych dowolnych zastąpić trzema składowymi głównymi. Ich wartości $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ względnie $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ wynikają z równania kubicznego:

$$\varepsilon^3 - 3\pi_1 \varepsilon^2 + 3(\pi_1^2 - \frac{1}{3}\pi_2^2)\varepsilon - \pi_3^3 = 0 \quad (3)$$

$$\text{względnie: } \sigma^3 - 3\omega_1 \sigma^2 + 3(\omega_1^2 - \frac{1}{3}\omega_2^2)\sigma - \omega_3^3 = 0 \quad (4)$$

gdzie wyrażenie jednorodne:

$$\left. \begin{aligned} \pi_1 &= \frac{1}{3}(\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z) \\ \pi_2^2 &= \frac{1}{3}[(\varepsilon_y - \varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_y)^2 + \frac{2}{3}(\gamma_x^2 + \gamma_y^2 + \gamma_z^2)] \\ \pi_3^3 &= \varepsilon_x \varepsilon_y \varepsilon_z + \frac{1}{3}\gamma_x \gamma_y \gamma_z - \frac{1}{3}(\varepsilon_x \gamma_x^2 + \varepsilon_y \gamma_y^2 + \varepsilon_z \gamma_z^2) \end{aligned} \right\} (5)$$

względnie:

$$\left. \begin{aligned} \omega_1 &= \frac{1}{3}(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) \\ \omega_2^2 &= \frac{1}{3}[(\sigma_y - \sigma_x)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + (\sigma_z - \sigma_y)^2 + 6(\tau_x^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2)] \\ \omega_3^3 &= \sigma_x \sigma_y \sigma_z + 2\tau_x \tau_y \tau_z - (\sigma_x \tau_x^2 + \sigma_y \tau_y^2 + \sigma_z \tau_z^2) \end{aligned} \right\} (6)$$

są najwidoczniej niezależne od odbioru szóstek składowych; są one wzajemnie od siebie również niezależnymi niezmiennikami stanu odkształcenia względnie napięcia. Ich wartości obliczamy najprościej odrzucając składowe poprzeczne, a podłużne zastępując głównymi.

Znajomość składowych głównych pozwala w prosty sposób określić składowe $\varepsilon, \frac{1}{2}\gamma$ względnie σ, τ kierunku φ, χ, ψ odniesionego do prostokątnego układu współrzędnych $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$ względnie $(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$ za pośrednictwem wzorów:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= \varepsilon_1 \cos^2 \varphi + \varepsilon_2 \cos^2 \chi + \varepsilon_3 \cos^2 \psi \\ (\frac{1}{2}\gamma)^2 &= (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 \cos^2 \chi \cos^2 \psi + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2 \cos^2 \psi \cos^2 \varphi + \\ &+ (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 \cos^2 \varphi \cos^2 \chi \end{aligned} \right\} (7)$$

względnie:

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \sigma_1 \cos^2 \varphi + \sigma_2 \cos^2 \chi + \sigma_3 \cos^2 \psi \\ \tau^2 &= (\sigma_2 - \sigma_3)^2 \cos^2 \chi \cos^2 \psi + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \cos^2 \psi \cos^2 \varphi + \\ &+ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 \cos^2 \varphi \cos^2 \chi \end{aligned} \right\} (8)$$

Do egzystencji tych wzorów wymagany jest tylko jeden jedyny warunek — continuum materji. Na uwagę zasługują orientacje $\varphi = \frac{\pi}{4} = \psi, \chi = \frac{\pi}{2}$, nadto $\varphi = \chi = \psi =$

$= \arccos \frac{1}{\sqrt{3}}$. Otrzymujemy dla nich kolejno:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= \varepsilon_{II} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_3}{2} \\ \frac{1}{2}\gamma &= \frac{1}{2}\gamma_{II} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{2} \end{aligned} \right\} (9)$$

$$\text{względnie: } \left. \begin{aligned} \sigma &= \sigma_{II} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \\ \tau &= \tau_{II} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \end{aligned} \right\} (10)$$

$$\text{ponadto: } \left. \begin{aligned} \varepsilon &= \frac{1}{3}(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) = \pi_1 \\ \frac{1}{2}\gamma &= \frac{1}{3}\sqrt{(\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2} = \pi_2 \end{aligned} \right\} (11)$$

$$\text{względnie: } \left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = \omega_1 \\ \tau &= \frac{1}{3}\sqrt{(\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2} = \omega_2 \end{aligned} \right\} (12)$$

Wzory na $\varepsilon, \frac{1}{2}\gamma$ względnie σ, τ dowolnej orientacji zastąpić można niezwykle piękną a powszechnie znaną konstrukcją wykresną kół odkształceniowych i napięciowych, rozwiniętą przez Mohr'a. Układ trzech kół odkształceniowych jest geometrycznie podobny do układu trzech kół napięciowych i to nie tylko w obszarach sprężystych, ale i plastycznych. Na uwagę zasługują następujące fakty: Obwód sumaryczny trzech kół głównych wynosi — przy założeniu $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ względnie $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ —

$$\text{względnie: } \left. \begin{aligned} U_\varepsilon &= 2\pi(\varepsilon_1 - \varepsilon_3) = 2\pi\gamma_{II} \\ U_\sigma &= 2\pi(\sigma_1 - \sigma_3) = 2\pi\tau_{II} \end{aligned} \right\} (13)$$

Podobnie powierzchnia łączna tychże kół wynosi:

$$\left. \begin{aligned} F_\varepsilon &= \frac{\pi}{4}[(\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2] = \frac{9\pi}{4}\pi_2^2 \\ \text{względnie: } \\ F_\sigma &= \frac{\pi}{4}[(\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 + (\sigma_1 - \sigma_2)^2] = \frac{9\pi}{4}\omega_2^2 \end{aligned} \right\} (14)$$

Przy użyciu składowych głównych określają wyłączenie krytyczne funkcje:

$$f(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3) = a \quad (15)$$

$$\text{względnie: } g(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = b \quad (16)$$

Funkcje f i g tak w formie pierwszej ogólnej jak i w obecnej szczególnej są od siebie zależne; między bowiem składowymi stanu odkształcenia i napięcia istnieją ścisłe związki.

W najnowszych czasach coraz częściej słyszy się o tem, że studjum wyłączenia musi być absolutnie oparte tak o badanie krytycznych wartości odkształceń jak i naprężeń; zapatrywanie to jest bardzo słuszne — ale ze stanowiska doświadczalnego. Hipoteza bowiem dobrze zbudowana spełnia swe zadanie równie dobrze na gruncie odkształceniowym jak i napięciowym. W pierwszym wypadku spełnia funkcja f rolę trzeciego równania, które w połączeniu z przyjętym z góry podwójnym stosunkiem $\varepsilon_1 : \varepsilon_2 : \varepsilon_3$ pozwala obliczyć wartości krytyczne $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$, w drugim spełnia jednoznacznie tę rolę dla stosunku ciągłego $\sigma_1 : \sigma_2 : \sigma_3$ funkcja g . Przy tej sposobności określiliśmy dodatkowo matematyczną rolę hipotez wyłączenia; mają one dla przyjętego stosunku składowych dać możliwość bezbłędnego obliczenia ich wartości granicznych (dopuszczalnych, krytycznych).

Gdyby t. zw. niejednorodność materji dawała się każdorazowo określić w pewien ścisły sposób — to nie przedstawiałaby ona zbytnich trudności w interpretacji wyników doświadczalnych i dodatkowej korekcie teoryj wyłączenia. Jednakże tak nie jest; jesteśmy wobec tego z góry zmuszeni przyjąć, że materiały technicznie ważne są idealnie jednorodne i dla takich tworzymy hipotezy wyłączenia. Tłumaczy to częściowo odchyłki doświadczeń od teorii. Równie ważnym czynnikiem jest brak jednostajności stanu odkształcenia względnie napięcia w próbach doświadczalnych; uzyskanie teje jest zasadniczo niemożliwe. W ten sposób interpretacja wyników laboratoryjnych nastęrcza w teorii olbrzymie trudności; jesteśmy stale zmuszeni mieszać dwa pojęcia — wyłączenie sumaryczne i lokalne. Wszelkie obliczenia teoretyczne opierają się na wyłączeniu jednego punktu (n. p. skrajne włókno belki w przekroju maksymalnego momentu zginającego); wszelkie daty experimentalne wywodzą się od wyłączenia continuum punktów. Jest to druga przyczyna zбочeń teoryj od doświadczenia. Bezspornie najważniejszym jednakże czynnikiem jest isotropowość względnie quasisotropowość (w znaczeniu matematycznie ugruntowanym przez Voigt'a) materiałów. Z olbrzymiej ilości najrozmaitszych typów anizotropowości (określonej wprawdzie ogólnie, ale zato w dość ciasnym obszarze 21 stałymi sprężystości) jesteśmy zmuszeni zrezygnować w studjum wyłączenia. Zakładamy z konieczności, że materiały badane są równokierunkowe; w dużej ilości wypadków nie możemy za to gwarantować, ani odnośnych zбочeń określić w sposób konkretny (ubijanie betonu, walcowanie stali, do pewnego stopnia naprężenia pierwotne, powtórzone obciążenia i t. p.).

Wyrazem równokierunkowości jest w szczególności prostym i silnie co do ważności ograniczonym przypadkiem prawo linjowe Hooke'a:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{x,y,z} &= 2G \left[\varepsilon_{x,y,z} + \frac{\mu e}{1-2\mu} \right] \\ \tau_{x,y,z} &= G \cdot \gamma_{x,y,z} \end{aligned} \right\} (17)$$

względnie:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{x,y,z} &= \frac{1}{E} [(1+\mu) \sigma_{x,y,z} - \mu s] \\ \gamma_{x,y,z} &= \frac{1}{G} \tau_{x,y,z} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

gdzie E , G , μ oznaczają znane powszechnie stałe sprężystości; pozatem jest: $e=3\pi_1$, $s=3\omega_1$. Przy użyciu składowych głównych odpadają składowe poprzeczne — dla podłużnych w miejsce x , y , z należy użyć wskaźników 1, 2, 3.

Łączność między składowymi obu stanów ma charakter pochodny; znaczenie pierwotne w tym kierunku — pozatem z identycznymi ograniczeniami ma energia odkształcenia względnie sprężystości pomyślanej jednostki objętości:

$$\Phi = \Phi_v + \Phi_f \quad (19)$$

w której część pierwsza Φ_v oznacza energję, wywołaną zmianą objętości, część druga Φ_f energję, wywołaną zmianą postaci; wyrażają się one krótko:

$$\Phi_v = \frac{3}{2} \frac{E}{1-2\mu} \pi_1^2 = \frac{3}{2} \frac{1-2\mu}{E} \omega_1^2 \quad (20)$$

$$\Phi_f = 3G\pi_2^2 = \frac{3}{4G} \omega_2^2 \quad (21)$$

Składowe jednego stanu są tu pochodnymi cząstkowymi energii Φ podług składowych stanu drugiego.

Tak wyrażona energja Φ ma charakter przybliżony; stanowią ją mianowicie pierwsze wyrazy ogólnie możliwego rozwinięcia w szereg potęgowy. Opierając się na twierdzeniu Stichelberger'a o budowie funkcji całkowitej wymiernej, niezależnej od obioru układu współrzędnych, możemy z łatwością podać ogólne wyrażenie na energję Φ ; jest niem w ogólności szereg utworzony z wyrazów π_1^2 , π_1^3 , π_2^2 , π_1^4 , $\pi_1^2\pi_2^2$, π_3^3 , π_1^4 , $\pi_1^2\pi_2^2$, $\pi_1\pi_3^3$, π_2^4 , ... i odpowiedniej liczby stałych sprężystości m jako współczynników; podobny szereg da się utworzyć z trójki niezmienników ω_1 , ω_2^2 , ω_3^3 . W rozwinięciu powyższem odpada wyraz wolny i wyraz stopnia pierwszego z powodów ogólnie znanych. Z tytułu jednoznacznej zależności składowych stanu napięcia i odkształcenia odpadają wyrazy π_0^3 , $\pi_1\pi_3^3$, ...; niezmiennik π_3^3 nie odgrywa tedy wybitnej roli w teorii sprężystości.

Scharakteryzowany wyżej rozkład energii Φ na części Φ_v i Φ_f , przeprowadzony po raz pierwszy przez Stokes'a i nieco później przez Helmholtz'a, ma charakter przypadkowy; w ogólności bowiem superpozycja linjowa nie pociąga za sobą superpozycji kwadratowej. Nasuwa się przypuszczenie, że osobliwość ta towarzyszy wogóle ciałom równokierunkowym (umożliwienie przejścia od ciał stałych do cieczy). Zakładając tedy i w rozpatrywanym przypadku możliwość rozkładu energii na dwie charakterystyczne części, konstatujemy, że w ogólnem rozwinięciu odpadają wyrazy mieszane t. j. $\pi_1\pi_2^2$, $\pi_1^2\pi_2^2$, ... Ostatecznie otrzymujemy rezultat (19), przyczem:

$$\Phi_v = m_{2v}\pi_1^2 + m_{3v}\pi_1^3 + m_{4v}\pi_1^4 + \dots \quad (22)$$

$$\Phi_f = m_{2f}\pi_2^2 + m_{4f}\pi_2^4 + \dots \quad (23)$$

Szeregi wypisane są oczywiście zbieżne; ich sumy przedstawiają rzeczywistość energję Φ_v i Φ_f .

Składowe stanu napięcia otrzymujemy różniczkując Φ podług składowych stanu odkształcenia. Za ich pośrednictwem można łatwo — zresztą i w ogólnym przypadku t. j. bez przeprowadzania redukcji wyrazów energii — okazać, że niezmienniki jednego stanu są funkcjami wyłącznie i tylko niezmienników stanu drugiego, że zatem ogólnie

$$\left. \begin{aligned} \text{jest:} & \quad \pi_i = \pi_i(\omega_1, \omega_2, \omega_3) \\ \text{i naodwrot:} & \quad \omega_i = \omega_i(\pi_1, \pi_2, \pi_3) \\ \text{przyczem:} & \quad i = 1, 2, 3. \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

Tem samem ukończyliśmy przegląd środków teoretycznych, służących do tworzenia hipotez wyteżenia. Przypatrzmy się teraz jaką żmudną drogą one wędrowały. Cały wysiłek i dowcip twórców teorii wyteżenia skupiał się w tem, by z sześciu składowych stanu odkształcenia lub napięcia utworzyć jedno wyrażenie matematyczne, któraby doświadczalnie charakteryzowało się stałością lub jakąś możliwie prostą, uchwytą zmiennością. Nasunęła się w tej chwili uwaga, że trzema składowymi operuje się prościej niż sześcioma. Chwycono się tedy tego środka, w rozumowanie wprowadzono składowe główne. Gładkie to uproszczenie sprowadziło nową konieczność; systematyka badań nakazała wprowadzić krępującą nierówność $\varepsilon_1 \geq \varepsilon_2 \geq \varepsilon_3$ względnie $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$. Powszechnie nie zdajemy sobie sprawy z tego, jak wielką wadą hipotez wyteżenia jest ta nierówność. Przypuśćmy bowiem, że w pewnym konkretnym przypadku chodzi o zastosowanie takiej hipotezy. Teoria sprężystości lub wytrzymałości dostarcza nam rozwiązana konkretnego zadania przez podanie sześciu składowych jako funkcji współrzędnych; rolę parametrów spełniają obciążenia zewnętrzne, wymiary badanego elementu; współczynnikami są stałe sprężystości. Trzy składowe główne otrzymujemy z równania kubicznego (3) względnie (4); ponieważ składowe te są ogólnie różne i rzeczywiste, musi rozwiązanie równania nastąpić za pośrednictwem funkcji przestępnych; w rozwiązaniu tego rodzaju ztracają się wogóle wszelkie szczegóły rachunkowe. Wreszcie koroną wszystkiego jest określenie kolejności $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ względnie $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$; określenie to jest wręcz niemożliwe; hipoteza nie nadaje się do ogólnego użytku. Że szczegóły te uchodzą powszechnie uwagi, dzieje się to dzięki temu, że przyzwyczailiśmy się upraszczać dużo zagadnień do formy dwuwymiarowej; tam zaś trudności powyższe odpadają w znacznym stopniu.

W poszukiwaniu za możliwie prostą kombinacją składowych, określającą wyteżenie, chwymano się zrazu środków prymitywnych. W ten sposób hipoteza stałego ciągnięcia σ_1 zignorowała dwa pozostałe naprężenia główne σ_2 i σ_3 , a naodwrot hipoteza stałego wydłużenia ε_1 pominęła dwa odkształcenia główne ε_2 i ε_3 . Zdziwiający! Odmówiono szybko hipotezie naprężeniowej obywatelstwa na korzyść hipotezy odkształceniowej; w wysłownieniu: miarą wyteżenia krytycznego jest ten układ naprężeń, który powoduje największe wydłużenie (18), dopatrywano się ścisłego uzasadnienia fizykalnego. Gdyby hipotezę naprężeniową wygłoszono w ten sposób: miarą wyteżenia krytycznego jest ten układ odkształceń, który wywołuje największe ciągnięcie (17), to zapewne hipoteza ta do dziś dnia, podobnie jak jej rywalka, pokutowałaby w najrozmaitszych podręcznikach i kalendarzach. Tymczasem obie są niesymetryczne i obie są błędne. Nie wiele więcej są warte późniejsze poprawki, ograniczenia od dołu przy pomocy stałego ciśnienia σ_3 względnie stałego skrócenia ε_3 . Hipoteza poprawnie zbudowana powinna się takim samym ugrupowaniem składowych wyrażać na obu terenach; tymczasem równości $\varepsilon_1 = a_1$, $\varepsilon_3 = a_3$ nie odpowiada $\sigma_1 = b_1$ i $\sigma_3 = b_3$ i naodwrot (17), (18). Wszelkie próby dalszego ratunku w tym kierunku zawiodły; wątpliwa wartość Bach'owskiego współczynnika α_0 jest obecnie powszechnie znana.

Operowanie pojedynczymi składowymi nie odniosło pożądanego rezultatu; zaczęto używać prostych zestawień odkształceń względnie naprężeń. Hipoteza stałego naprężenia τ_{II} (10) (Coulomb, Guest) ma bezsprzecznie w rozwoju studjum wyteżenia znaczenie pierwszorzędne; bardzo precyzyjne dopiero doświadczenia wykazały jej — zresztą bardzo dobrą — przybliżoność. Jestto wynikiem jej formy matematycznej; należy zwrócić baczną uwagę na to, że stałości $\tau_{II} = b$ odpowiada stałość $\frac{1}{2}\gamma_{II} = a$ i naodwrot (17), (18). Treść hipotezy tej jest zatem niezależna od obioru jednostek pomiarowych.

Jej drobne błędy wywołane są nieobecnością składowej średniej. Że jednakże błędy te zbyt nie przekroczyły praktycznej granicy — to stało się to tylko dzięki temu, że zakres stosowności tej hipotezy jest bardzo szczupły; odnosi się ona mianowicie tylko do materiałów, których zachowanie się w krytycznym ciągnięciu i ciśnieniu wyraża się równością $k_1 = k_2 = k$.

Gorzej już przedstawia się sprawa z teorią Duguet'a-Mohr'a. Hipoteza ta w ogólnej formie:

$$g(\sigma_{II}, \tau_{II}) = b \quad (25)$$

tworzy wyraźny postęp w rozwoju studjum wyteżenia. Uogólnienie tkwiące w teorii (25) da się do pewnego stopnia nawet dobrze wytłumaczyć; naprężenia bowiem σ_{II} i τ_{II} należą do jednej i tej samej orientacji (10); w układzie rysunkowym wędrują trzy koła napięciowe główne wzdłuż osi σ , zmieniając w sposób ciągły swój sumaryczny obwód (13). Jednakże interpretacja ta upada przy przejściu na teren odkształceń; albowiem — wprawdzie wielkości τ_{II} odpowiada tam $\frac{1}{2}\gamma_{II}$, ale — naprężeniu σ_{II} nie odpowiada ε_{II} , lecz (w przybliżeniu linjowym):

$$\varepsilon_{II} + \frac{\mu e}{1-2\mu} = \frac{\varepsilon_1 + 2\mu\varepsilon_2 + \varepsilon_3}{2(1-2\mu)} \quad (17);$$

podobnie jest i przy odwróceniu postępowania. Hipoteza ta jest zatem niesymetryczna; wyraża się inaczej na terenie naprężeniowym niż na odkształceniowym.

Jeśli zaś chodzi o szczegóły, to tym należy się przypatrzeć z dwóch stron — ze stanowiska Duguet'a i stanowiska Mohr'a. Pierwszy z nich liczył; drugi rysował — obaj prawie równocześnie; tem dziwniejszym się wydaje, że tak szybko o pierwszym zapomniano. Duguet ubiera przesłanki Coulomb'a w formę matematyczną; zakłada, że objawy krytyczne występują wskutek przewyciężenia tarcia (o współczynniku $f = \tan \beta$) i spójności (d), a mianowicie w tej dwuwymiarowej orientacji ξ, η, ζ , dla której lewa strona równania: $\tau + f\sigma = d$ osiągnie maximum; σ i τ określają przytem wzory (8). Nie wiem, czy powszechnie jest wiadomem, że tylko dzięki matematyzmemu zbiegowi okoliczności naprężenie średnie σ_2 odpadło u Duguet'a z rachunku; orientacją krytyczną okazał się bowiem kierunek: $\xi = \frac{\pi}{4} - \frac{\beta}{2}, \eta = \frac{\pi}{2}, \zeta = \frac{\pi}{4} + \frac{\beta}{2}$.

Mohr postępuje odwrotnie i niepoprawnie; przyjmuje z góry bez należytego uzasadnienia niezależność wyteżenia od naprężenia średniego σ_2 , pozbywa się w ten sposób dwóch kół napięciowych, ciąg kół (σ_1, σ_3) otacza obwiednią i w konsekwencji, przy pomocy rozważania — nie wyteżenia — tylko własności rysunkowych koła napięcia, dochodzi do tej samej orientacji krytycznej i rysunku obwiedniej, zamieszczonego (bez tej nazwy) też u Duguet'a. Szczegóły te zostały w literaturze przeoczone; uzasadniony niezaprzeczenie autorytet Mohra zaważył tu więcej aniżeli jego teoria wyteżenia.

Tymczasem teoria ta okazuje się niezdatną do ogólnego użytku z powodów wyżej wyluszczonych (krępująca nierówność) i niepoprawną dzięki wykazanej asymetrii. Doświadczenia też jej nie popierają zupełnie; obwiednie Mohr'a dla różnych ugrupowań składowych nie chcą i nie mogą się pokryć; wpływ naprężenia średniego σ_2 nie da się pominąć. Gdyby jednakże taka jedna jedyna obwiednia istniała to i w tym wypadku nie nadawałaby się ona do charakteryzowania wyteżenia; tak szczegóły doświadczenia bowiem, jak argumenty matematyczne, a do pewnego stopnia i sama hipoteza wymagają i dowodzą, że obwiednia Mohr'a nie obwodzi wszystkich możliwych kół krytycznych; część ich schowana jest wewnątrz obwiedniej nie dotykając tejże.

Szczegół ten w przypadku egzystencji obwiedniej nie dowodzi gruntownie błędności teorii Duguet'a-Mohr'a; wskazuje on tylko na to, że układ (σ, τ) jest nieodpowiedni do wyrażenia treści tej hipotezy. Poprawnym jest dla niej układ (σ_{II}, τ_{II}), w którym wszyst-

kie stany krytyczne znajdują dla siebie miejsce w postaci punktów (σ_{II}, τ_{II}). Subtelności tej też dotychczas nie zauważono; dowodzą tego rysunki, zamieszczone w olbrzymiej ilości w najrozmaitszych publikacjach, a wykonywane ściśle według recepty Mohr'a. Tymczasem jasną jest rzeczą, że prościej jest w układzie (σ_{II}, τ_{II}), umieścić punkt (σ_{II}, τ_{II}), aniżeli w układzie (σ, τ) kreślić koło o współrzędnych środka ($\sigma_{II}, 0$) i promieniu τ_{II} . Jeśli zaś chodzi o kąty — to również nie zauważono prostego związku $\sin \beta = \tan \alpha$ między nachyleniem stycznej $\beta = \arcsin \tan \alpha$ w układzie (σ, τ) i α w układzie (σ_{II}, τ_{II}) (α, β mierzone od ujemnego kierunku osi odciętych). Nieporozumienie całe polega na tem, że powszechnie się przypuszcza, że obwiednia jest istotą hipotezy Mohr'a. Tymczasem tak nie jest; treścią jest założenie egzystencji funkcji (25).

Niema potrzeby dowodzić, że każdą hipotezę można wykreślić zilustrować jednoparametrową gromadą obwiednich; wystarczy n. p. parametr ten c uzależnić od wartości σ_2 w następujący sposób:

$$\sigma_2 = \frac{1+c}{2}\sigma_1 + \frac{1-c}{2}\sigma_3 = \sigma_{II} + c\tau_{II} \quad (26)$$

przyczem c ogranicza nierówność $-1 \leq c \leq +1$; każdemu c odpowiada jedna obwiednia. Widzieć to można wyraźnie w ilustracjach doświadczeń nad materiałami kruchymi, dla których z powodu trudności technicznych stosują laboratorja zazwyczaj dwa skrajne przypadki $c = -1$ i $c = +1$ względnie i rzadziej $c = 0$. Obwiednich tych — jak wspominałem — nie udało się wzajemnie nakryć. Tem samem stwierdziło się ogólną błędność wszystkich hipotez bez naprężenia średniego σ_2 , a w szczególności hipotezy Duguet'a-Mohr'a.

Jedyna w literaturze, zbliżona do poprawności, próba matematycznego uzasadnienia teorii wyteżenia przeprowadzona przez Duguet'a nie udała się; próba ta wykazuje jasno, że nie istnieją teorie wyteżenia; istnieją tylko hipotezy wyteżenia. W dziedzinie tej nie wolno udowadniać, tylko trzeba sprawdzać.

Niepowodzenia, które przedstawiłem, zmusiły z biegiem czasu do nadwyczajnych ostrożności w formułowaniu hipotez. Dowodem tego jest już ogólność hipotezy przed chwilą omawianej. Jeszcze dalej poszedł swojego czasu Hertz. Zaproponował on mianowicie, by każdą trójkę krytycznych składowych przedstawić jako punkt w układzie ($\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$) i wydedukować równanie utworzonej w ten sposób powierzchni, jako poszukiwanej funkcji. Jeśli się uważnie przyjrzymy radzie Hertz'a, to widzimy, że jest w niej dużo sensu — powiedzmy — życiowego, ale niewiele. Hertz nie wiedział co o wyteżeniu myśleć. Propozycję Hertz'a podjął (zdaje się niezależnie od niego) Anglik Haigh i rozwinął ją w odniesieniu do wszystkich znanych mu hipotez; żadnego postępu istotnego na terenie wyteżenia przez to nie uzyskaliśmy.

Tymczasem potrzeby tak teorii jak i praktyki wymagały nadal natarczywie jakiejś prawdopodobnej hipotezy. Natarczywość ta wywoływała czasem rozpaczliwe kroki. Amerykanin Becker położył w ścisłym tego słowa znaczeniu hipotezę $\tau_{II} = b$ na hipotezę $\varepsilon_1 = a_1, \varepsilon_3 = a_3$; cóż z tego kiedy jedna prawie całkowicie schowała się w drugiej? Pomnożył przeto pierwszą przez 1.2 (przypomina się Bach'a 1.3) i uzyskał ostatecznie w układzie (σ_1, σ_3) dla stanów płaskich dziesięciobok, którego kontur dość dobrze dogadzał doświadczeniom. Westergaard pociągnął ten szablon wzdłuż prostej $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ i uzyskał w układzie Hertz'a-Haigh'a graniastosłup łudząco podobny do walca Huber'a-v. Mises'a-Hencky'ego; przekroje ich różnią się raptem o 8%. Użyć jednak takiej hipotezy wprost niepodobna i zapewne nigdy ona do tego nie miała pretensji.

Bardziej wymagającą w tym kierunku jest hipoteza, rozwinięta w dyssertacji doktorskiej (T. H. Stuttgart) przez Sandel'a; jest to klasyczny przykład teorii... fałszy-

wej. Według hipotezy tej bowiem w przypadku $\kappa = \frac{k_c}{k_r} > 3$ (a znamy materiały techniczne, dla których κ osiąga wartość nawet i 20) trzy następujące stany uważać należy za wyteżniowo równe: $\sigma_1 = -\infty$, $\sigma_2 = -\infty$, $\sigma_3 = -\infty$; $\sigma_1 = 0$, $\sigma_2 = -\infty$, $\sigma_3 = -\infty$ (!); $\sigma_1 = +\infty$, $\sigma_2 = -\infty$, $\sigma_3 = -\infty$ (!); wystarcza to w zupełności do oceny wartości tej teorii. Przykład hipotezy Sandel'a jest jednakże bardzo wartościowy. Teoria ta wiąże ze sobą linjowo maksymalne posunięcie $\frac{1}{2}\gamma_{II}$ z odkształceniem objętościowym $e = 3\pi_1$; jest ona zatem symetryczną, bo na terenie napięciowym odpowiadają powyższym wyrażeniem (18) analogicznie zbudowane wielkości τ_{II} i $s = 3\omega_1$. Gdzież należy szukać przyczyny błędności? Odpowiedź jest prosta: Wielkości $\frac{1}{2}\gamma_{II}$ i π_1 nie stoją ze sobą w żadnym kontakcie (9), (11); podobnie τ_{II} i ω_1 (10), (12). Podczas gdy pierwsze są składowymi poprzecznymi orientacji $\varphi = \frac{\pi}{4} = \psi$, $\chi = \frac{\pi}{2}$, drugie wyrażają składowe podłużne orientacji $\varphi = \chi = \psi = \arccos \frac{1}{\sqrt{3}}$, zatem całkiem innej. Jest to — jak widzimy — przypadek odwrotny aniżeli Duguet'a-Mohr'a; tam odnośne wyrażenia pozostawały w ścisłym kontakcie, natomiast przejście z jednego układu jednostek do drugiego prowadziło do wyników niesymetrycznych. Tymczasem hipoteza dobrze zbudowana powinna czynić zadość jednemu i drugiemu warunkowi.

Ze zdziwieniem dowiedziałem się (*E. M. P. A. Diskussionsbericht* Nr. 28), że Sandel z niewyjaśnionych przez niego powodów zarzucił swą dotychczasową teorię i prywatnie donosi o postawieniu nowej, mianowicie stałego odkształcenia „wypadkowego“ (P): $\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_3^2 = a^2$. Hipoteza

ta ma znacznie ciaśniejszy obszar zastosowania, bo tylko dla przypadków $\kappa = 1$; nie prowadzi zatem do tak rażących sprzeczności jak pierwotna. Jednakże jest ona niepoprawną; suma kwadratów składowych głównych niema żadnego bliżej znanego znaczenia. Hipoteza jest niesymetryczna: wyrażeniu $\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_3^2$ odpowiada (przy linjowym przybliżeniu) (18) wyrażenie obszerniejsze mianowicie: $\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \frac{2\mu(1-2\mu)}{1+3\mu-\mu^2} (\sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1 + \sigma_1\sigma_2)$, które redukuje się w kierunku pożądanym tylko dla teoretycznej wartości $\mu = \frac{1}{2}$, możliwej u materiałów $\kappa = 1$ tylko w obszarach plastycznych. Nie można co parę lat tworzyć nowych, zupełnie różnych hipotez, bez narażenia się na podejrzenie, że się poprzednią uznało wobec siebie samego za błędną.

W tem miejscu nie od rzeczy będzie podać pewną uwagę ogólną, którą nasuwa przegląd wszelkich znanych hipotez: Wszystkie teorie, w których formę matematyczną wchodzi stała Poisson'a μ , są mniej lub więcej błędne. Stałe sprężystości bowiem nie mają nic wspólnego z wyteżeniem — albo ściślej — nie wyteżenie zależy od nich, tylko one od wyteżenia. Gdy chodzi nam o wymiary pręta rozciąganego to pytamy nie o stałą E lub μ , lecz o bezpieczne naprężenie $\sigma_1 = k_r$; gdy dymensjonujemy wał skręcany, to pytamy nie o stałą G czy μ , lecz o dopuszczalne wyteżenie, którego miarą jest $\tau_{II} = k_s$. Podobnie musi być i w wypadku ogólnym trójosiowym. Regulowanie faktów doświadczalnych stałą μ mija się zupełnie z celem i jest tylko niefortunne obciążeniem zewnętrznego wyglądu teorii wyteżenia. Jest to szczegół, który — między innymi — przemawia i przeciwko nowej koncepcji Sandel'a.

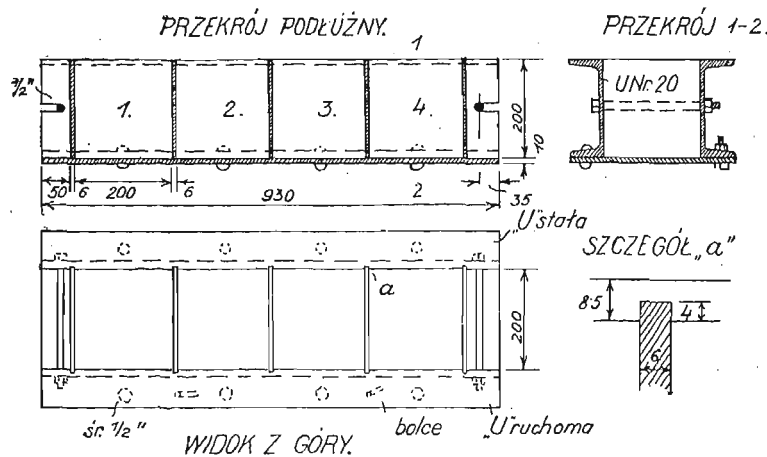
(C. d. n.)

Inż. Jerzy Nechay.

Mech. Stacja Doświadczalna P. L.

Formy żelazne do betonowych kostek próbnych.

Ogłoszone w Nr. 18 *Czasopisma Technicznego* rozporządzenie Min. Robót Publ. o próbach wytrzymałości betonu podaje, że do tego celu należy wykonać na budowie 4 kostki próbne



o krawędzi 20 cm możliwie we formach żelaznych. Ponieważ formy drewniane szybko się niszczą i nie dają dokładnych wymiarów przez paczanie się drzewa pod wpływem wilgoci, uży-

cie form żelaznych jest bardzo wskazane. Niestety dotychczas używane formy te są skomplikowane, a stąd drogie. Warto tedy opublikować opracowany przez Mech. Stację Dośw. typ formy na 4 kostki, która jest łatwą w wykonaniu, a dzięki prostej konstrukcji nie psuje się i jest niedroga. Na płycie podstawowej przytwierdza się dwa dźwigary U Nr. 20 z wycięciami na przegrody z blachy 6 mm. Dwie śruby poziome ustalają położenie ściany ruchomej, która po ich odkręceniu da się bez trudności rozebrać. Ponieważ otwory na śruby w ruchomej ówce są większe od średniej śruby, dokładne położenie tej ówki ustala się na płycie za pomocą dwóch sztyftów. Waga całej formy wynosi około 80 kg, a zatem cena nie powinna przekroczyć 80 zł., co nawet dla średnio wielkiego przedsiębiorstwa nie jest zbyt wiele.

Przy sposobności warto zaznaczyć, że nadesłane do badania kostki, wykonane we formach drewnianych nieheblowanych mają często liczne wady, jak niedokładny wymiar (różnice dochodzą do ± 2 cm), nierównoległe ściany, źle ułożone ziarna w narożach i krawędziach, są na budowie niezgodnie z przepisami przechowywane (n. p. na słońcu, bez polewania wodą) itp. Stąd pochodzą słabe wyniki próby na ściskanie, która nie daje wtedy żadnego obrazu co do wartości betonu na budowie.

Wiadomości z literatury technicznej.

Budownictwo wodne.

— Zburzenie dolnych wrót śluzy pod Kersdorf, kanału Odra-Sprewa. W sierpniu 1928 r., gdy holownik z łodzią ciężarową opuszczał śluzę, jadąc przy otwartych wrotach gór-

nych w górę (śluzę o wymiarach $59 \times 8,45 \times 3$ m), odłupała się kilkumetrowa drzazga z jednego słupa wspornego wrót dolnych, a obydwa skrzydła tych wrót otwarły się nagle z hukiem w stronę dolnej wody. Woda zaczęła nagle wypływać z komory ku dolnej wodzie, oraz napływać z górnej wody do komory. Łódź ciężarowa osiadła jednym końcem na progu górnym, drugim na dnie śluzy, a przy tem przycisnęła tak ho-

lownik do ściany, że obydwa statki nie mogły się ruszyć; załoga statku uratowała się.

Roboty ratownicze rozpoczęły się od wstępnego zamknięcia śluzy przy dolnej głowie, gdyż przy górnej głowie z powodu zatarasowania statkami, nie można było założyć ściany belkowej we wpusty. Założono więc ścianę belkową we wpusty przy głowie dolnej, co jednak przedstawiało wielkie trudności, gdyż z powodu ciśnienia wody trudno było belki spychać w dół. Pozostała nawet między belkami przestrzeń wolna o wysokości 60 cm, którą uszczelniono belkami pionowymi i workami z piaskiem. Musiano prócz tego całą ścianę belkową silnie rozepścić, gdyż belki zakładane nie posiadały odpowiedniej wytrzymałości.

To zamknięcie powstrzymało odpływ wody górnej, która spadła w ciągu kilkunastu godzin od chwili katastrofy o 40 cm, a przez to usunięto niebezpieczeństwo dla stanowiska górnego. Również można było już zacząć wyładowywać towar z łodzi ciężarowej.

Główną jednak dalszą robotą było wykonanie zamknięcia w głowie górnej, co wykonano przez założenie dwu belek żelaznych u góry i u dołu, oraz przez odpowiednie uszczelnienie. Trzeciego dnia po katastrofie robota ta była ukończona i można było wodę w komorze spuścić do wysokości wody dolnej, oraz sprowadzić statki do pozycji pływającej.

Wypadki tego rodzaju są rzadkie, jednak przecież zdarzają się co pewien czas. Dość przypomnieć, że przed kilkunastu laty nastąpiło podobne zburzenie wrót jednej ze śluz kanału Bydgoskiego. W obu wypadkach tłómaczy się katastrofę zgnieciem sosnowego słupa wspornego.

W omawianym wypadku mówi się ponadto o złej jakości drzewa, które wykazuje wielkie słoje drzewa szybko rosnącego, a więc słabszego, dalej przyjmuje się nienormalne (przesunięte) przymknięcie obu słupów wspornych, a nadto uszkodzenie ich przez zbyt gęste przymocowanie dyli opierzenie.

— **Oznaczenie objętości, wagi i gęstości materiałów unoszonych przez rzeki.** Bardzo interesujący artykuł pod tym tytułem zamieszcza *Die Bautechnik* w Nr. 35 i 38 z r. 1929. Podaje on wyniki badań bawarskiego zakładu „Landesstelle für Gewässerkunde“.

Badania nie objęły materiału grubszego, toczonego, czy posuwanego na dnie, lecz materiał unoszony, określony niemiecką nazwą „Schwemmstoff“.

Przedewszystkiem artykuł opisuje specjalny przyrząd, służący do pobierania próbek wody z materiałem z różnej głębokości, dalej sposób traktowania próbek, względnie wydzielenia osadów przez filtrowanie bibułą lub białą materią bawełnianą (woreczki). Próbkę pobierano w każdym z badanych profilów w kilku pionowych, a w każdej pionowej w kilku punktach — badanie dla Lechu wykazało, że ilość procentowa materiału w stosunku do wody zwiększała ku dołowi, jednak ilość tę na powierzchni w nurcie można było przyjąć jako średnią dla całego profilu. Jak w artykule stwierdzono, tak jednak nie jest zawsze.

Badania wykazały, że nie można ustawić jakiegos stałego związku między stanem wody a ilością unoszonego materiału, chcąc zatem oznaczyć ilość tę w dłuższym okresie czasu, trzeba stale mierzyć i to na rzekach górskich, w czasie wezbrań, nawet co dwie godziny. Gałąź krzywej związku ilości materiału ze stanem wody przy wznoszeniu się tegoż, leży poniżej gałęzi przy opadaniu.

Badano dalej grubość ziarna materiału unoszonego, przez przesiewanie, oddzielając ziarna 2 — 1 mm, 1 — 0,5 mm....., 0,12 — 0,1 mm i wreszcie poniżej 0,1 mm, a taksamo jego ciężar właściwy: a) jako luźny szlam (otrzymano ciężar właściwy 0,51 g), b) jako szlam suchy (otrzymano 1,0 g), wreszcie c) jako osad szlamu (otrzymano 1,6 g). Dr. M. M.

Mosty.

— **Wiadukt żelbetowy w łuku** zbudowano w Reading Pa. Opis wiaduktu i jego budowy podaje *Eng. News Rec.* (1928, str. 4). Składa się on z 8 przęseł po 12,5 m i 25 przęseł po 25 m rozpiętości. W każdym przęśle są trzy łąki, odstęp

w świetle między nimi wynosi 4 m. Przy budowie większych przęseł zastosowano krążyny żelazne.

— **Most łukowy między Newcastle a Gateshead** na Tyne jest największym mostem łukowym w Anglii (*Eng. News Rec.* 1928, II, str. 28). Rozpiętość jego wynosi 160 m, a pomost jest wzniesiony o 25,2 m nad najwyższą wodą. Strzałka wynosi 51 m. Łuk jest kratowy.

— **Most spawany w Chicopee Falls Mass.** opisuje *Eng. News Rec.* 1928 II, str. 120. Most jest ukośny ($\alpha=72^\circ$) o rozpiętości 41 m. Gdy most nitowany miał kosztować 19.000 dol., to spawany kosztował tylko 15.000 dol.

— **Most żelazny na Snake w Idaho** opisuje R. Murray w *Eng. News Rec.* (1925, str. 282). Dźwigary główne są wystające przegubowe. Filary żelazne są 30,48 m szerokie, odstęp w świetle między filarami 213,4 m, belka wisząca ma rozpiętości 76,2 m, ramiona wystające 68,57 m. Most jest drogowy, pomost leży w wysokości 153 m ponad średnim stanem wody.

— **Kolejowy most blaszany spawany w Pittsburgu** o rozp. 16,15 m opisuje A. Bissell w *Eng. News Rec.* (1928, str. 322). Belki blaszane składają się z samych płyt bez kątówek z silnymi tężnikami.

— **Projekt norm naprężeń w zeskładach żelbetowych** uchwalony został na zjeździe towarzystwa American Concrete Institute w Filadelfii (*Eng. News Rec.* 1928, str. 408). Zwiększono tam ciągnięcie dopuszczalne w głównym wzmocnieniu belek żelbetowych z 1210 na 1406 kg/cm², w prętach odgiętych i strzemionach zmniejszono do 1125 kg/cm², najw. ścinanie w betonie oznaczono o 0,09 wytrzymałości na ciśnienie.

— **II międzynarodowy kongres mostowy** odbył się we wrześniu 1928 w Wiedniu. W *Zeitsch. d. öster. Ing. u. Arch. Ver.* (1928 str. 411) znajdujemy treściwe sprawozdanie z obrad kongresu. Przytoczę tu tylko z wykładu Spangenberg, że w przyszłości budowa mostów sklepionych o wielkich rozpiętościach będzie głównie zależeć od podwyższenia ciśnienia dopuszczalnego betonu wyborowego. Sądzi on, że przy uwzględnieniu naprężeń drugorzędnych można będzie przy pewności 3¹/₂ dojść do 100 kg/cm².

Gdy Niemcy omawiają tę sprawę naukowo, Francuzi wykonywują tę myśl w praktyce. Inż. Freyssinet z Paryża przedstawił film budowy mostu na zatoce morskiej pod Plougastel, który ma trzy przęsła o rozpiętości po 186 m. Krążyny zestawiono na lądzie i przewieziono na miejsce na statkach. Po wykonaniu sklepienia pierwszego przęsła użyto tych samych krążyn dla przęsła drugiego.

— **Naprężenie dopuszczalne ciśnienia na przekrój ukośny drzewa** omawia W. Osgood w *Eng. News Rec.* (1928 str. 243). Znane są dwa wzory Jacobiego $n = p \text{ wst}^2 \vartheta + q \text{ dost}^2 \vartheta$ i Howe'a

$n = q + (p - q) \left(\frac{\vartheta}{q n} \right)^{3/2}$, gdzie n oznacza dopuszczalne ciśnienie w przekroju ukośnym, p i q w przekrojach równoległym i prostokątnym do włókien. Pierwszy wzór zgadza się z doświadczeniami dla kątów ϑ blisko 0 i 90°, drugi dla kątów ϑ blisko 45°. Autor ustawia na podstawie doświadczeń nowy wzór, w który wchodzi jeszcze stała a , zależnie od gatunku drzewa od $a=0,05$ do 1,55. Wzór ten brzmi:

$$n = \frac{p}{1 + \frac{p - q}{9} \left(a \text{ dost}^2 \vartheta + (1 - a) \text{ dost}^4 \vartheta \right)}$$

Dr. M. Thullie.

Architektura i budownictwo.

— **Doświadczenia parcia wiatru** wykonano w Ameryce na wielkim modelu domku, z których zdaje sprawę E. Dacoley w *Eng. News Rec.* (1928, str. 508). Model był 1,37 m długi, 90 cm szeroki, a 1,11 m wysoki. Doświadczenia robiono ze samym szkieletem domu, dalej z wykończonym domkiem z drzwiami i oknami zamkniętymi, wreszcie z drzwiami i oknami otwartymi. W trzecim wypadku otrzymano największe parcie. Do-

mek ten umieszczono w tunelu 15·24 m długim i wystawiono na prąd powietrza o rozmaitej chyżości. Ostatecznie stwierdzono, że zwykle używany w Ameryce wzór $P=0.0033 V^2$ daje wyniki za wielkie. Z doświadczeń wyprowadzono wzór $P=0.0022 V^2$.
Dr. M. Thullie.

Roboty ziemne, drogi i tunele.

— Ilość dróg międzymiastowych ogłoszoną została w Nr. 70 wydania Międzynarodowej Izby Handlowej w Paryżu wraz z bogatym materiałem statystycznym, odnoszącym się do sprawy ruchu samochodowego oraz świadczeń, jakie na podstawie obowiązującego w rozmaitych krajach ustawodawstwa, ponoszą pojazdy mechaniczne na rzecz dróg.

Poniżej podaje się odnośne daty, które zainteresują nas tem więcej, iż prawdopodobnie w niedługim czasie sprawa pociągania samochodów do świadczeń drogowych i u nas znajdzie się na wokandy sejmowej.

L. porz.	Państwo	Długość dróg międzymiastowych km	Suma wydatków na budowę i utrzymanie dróg w r. 1927 w markach niem.	Suma wpływów z pośrednich i bezpośrednich podatków samochod. w r. 1927 w markach niem.	Ilość pojazdów mehan. z dniem 1/1 1928	Na 1 km dróg wypada ilość samochod.
1	Francja . .	628.000	56.087.000	398.269.000	1.208.847	1·92
2	Niemcy . .	348.700	600.600.000	211.247.000	707.969	2·03
3	Anglia . .	287.588	1.050.000.000	518.612.000	1.617.732	5·62
4	Włochy . .	195.776	172.283.000	102.236.000	233.149	1·19
5	Polska . .	94.471	39.745.000	—	25.544	0·27
6	Rumunia . .	87.448	8.820.000	—	21.716	0·25
7	Hiszpania . .	87.089	158.395.000	—	194.200	2·23
8	Szwecja . .	71.273	53.869.000	37.330.000	144.862	2·03
9	Czechosłow.	58.573	—	—	56.494	0·96
10	Dania . . .	51.580	49.350.000	20.240.000	105.900	2·05
11	Finlandja . .	45.602	—	9.513.000	34.663	0·76
12	Litwa . . .	44.324	2.260.000	332.000	1.812	0·04
13	Belgia . . .	44.288	—	36.771.000	129.544	2·92
14	Norwegia . .	36.412	38.472.000	6.985.000	39.266	1·08
15	Serbia . . .	36.120	15.666.000	—	11.298	0·31
16	Austria . .	32.000	31.500.000	—	52.423	1·64
17	Węgry . . .	27.396	12.600.000	—	17.413	0·64
18	Łotwa . . .	26.280	5.040.000	1.529.000	2.597	0·10
19	Holandja . .	25.470	27.090.000	14.700.000	119.000	4·68
20	Estonia . . .	22.224	—	474.000	2.072	0·09
21	Portugalia . .	17.104	19.589.000	—	24.020	1·40
22	Szwajcaria . .	13.935	36.082.000	51.700.000	85.976	6·15
23	Bułgaria . .	13.920	9.597.000	—	2.105	0·15
24	Grecja . . .	10.240	24.822.000	—	14.860	1·43
25	Luxemburg . .	4.030	8.635.000	—	7.006	1·72
26	Stany Zjedn. Am. Płnc.	4.821.728	4.477.087.000	3.193.570.000	23.386.542	4·85
27	Kanada . . .	678.400	192.167.000	—	957.108	1·41
28	Australia . .	576.000	86.780.000	—	508.204	0·88
29	Indje	337.600	122.791.000	—	109.978	0·33
30	Japonia . . .	117.188	—	—	72.265	0·62
31	Płd. Afryka . .	108.800	26.389.000	—	133.200	1·23
32	Meksyk . . .	100.600	26.515.000	—	64.895	0·65
33	Brazylia . . .	75.096	8.400.000	—	136.800	1·82
34	Chile	39.294	147.000.000	52.080.000	25.482	0·65
35	Argentyna . .	30.504	45.675.000	—	268.047	8·80
36	Turecja . . .	30.365	21.000.000	—	9.800	0·32

— Skrapianie dróg ługiem chlorku magnowego opisuje Dr. inż. Weidlich w Nr. 26 *Der Strassenbau*. Omawia trzy zasadnicze typy zwalczania pyłu drogowego mianowicie: skrapianie wodą, mycie nawierzchni oraz skrapianie środkami wiążącymi pył, dochodząc do wniosku, iż najlepsze rezultaty otrzymał z podanego powyżej środka. Używano ługu w rozcieńczeniu 1:1 do 1:5 przyczem związanie pyłu trwało 10—20 dni. W porównaniu ze skrapianiem wodą, użycie ługu chlorku magnowego było o około 60% tańsze.

— O postępie w budowie dróg z nawierzchnią tłuczniową i żwirową w Stanach Zjed. Am. Płnc. pisze na podstawie studjów przeprowadzonych przez „Bureau of Public Roads“ i „National Reserach Council“ Inż. Dr. J. Mandelker w Nr. 39/40 *Zeitsch. des öst. Ing. u. Arch. Vereins*. Wobec konieczności usprawnienia w Stanach Zjed. jeszcze około 3,200.000 km dróg

dla ruchu drogowego, jeszcze na długi okres czasu zajdzie tam potrzeba zajmowania się drogami z wymienioną nawierzchnią. Przeprowadzone badania wykazały, że z punktu widzenia gospodarczego nawierzchnie te, bez przeprowadzania powierzchniowego zabezpieczenia wystarczają w zupełności przy tych ciągach, które wykazują ruch do 600 pojazdów dziennie. Dróg o tem nasileniu ruchu jest obecnie w Stanach Zjednoczonych około 75%.

Szczegółnej uwagi wymaga odpowiednie uziarnowanie materiału w nawierzchni, przyczem dla pokładu średniego nie powinno się dopuszczać ziarn o średnicy większej jak 36 m/m, dla pokładu wierzchniego do 24 m/m. Sprawa ta, zresztą zkadąd znana, jest rzeczą u nas w Polsce niestety dotychczas mało uznawaną.

Dalsze badania wykazały, że utrwalania powierzchniowe nawierzchni podwyższają wytrzymałość drogi o 100—200% przy zwiększonym wydatku na utrzymanie 10—20%. Z punktu widzenia gospodarczego typy powyższe są zatem bardzo wskazane.

Przy zwalczaniu plagi pyłu drogowego otrzymano skuteczne rezultaty przez użycie oleju i chlorku wapniowego.

— Nawierzchnię betonową systemu „Pohlfig“ opisuje ogólnie inż. A. Jacob w Nr. 29 *Der Strassenbau*. Istotą tego typu jest wykonanie nawierzchni z oddzielnych elementów o rzucie poziomym dowolnym, kwadratowym, prostokątnym lub sześciobocznym, przyczem długość krawędzi pojedynczych tafli wynosi około 400 mm. Jest to zatem pewna odmiana bruku betonowego, układanego bezpośrednio na podłożu ziemnym, jakkolwiek nie ma przeszkody, by nawierzchnię wykonano również jako dwuwarstwową.

Podnosi zalety tego typu tkwiące w tem, że niema przy nim obawy powstawania rys i pęknięć poprzecznych lub podłużnych, dalej łatwość wymiany poszczególnych elementów w razie zniszczenia, a wreszcie i okoliczność, iż umożliwia on układanie nawierzchni betonowej nawet tam, gdzie kanalizacja powstaje dopiero później, gdyż usunięcie odpowiedniej ilości tafli i ponowne ich ułożenie nie przedstawia żadnych trudności.

Integralną częścią tego sposobu jest nadto przewoźna prasa do wyciskania pojedynczych elementów wprost na miejscu budowy, co w wysokim stopniu ma zmniejszać kosztu budowy.

Szwy pomiędzy poszczególnymi elementami, względnie w razie istnienia tramwaju, pomiędzy szynami a brukiem wypełniane są bitumem.

— O nawierzchniach pokrowcowych jako najekonomiczniejszych pisze Dr. inż. Weidlich w Nr. 29 *Der Strassenbau*. Autor porównuje maziowanie powierzchniowe z nawierzchnią pokrowcową i podnosi trudności, jakie ma do pokonania wykonawca, pragnąc należycie wykonać maziowanie powierzchniowe. Nie wystarcza tutaj bowiem tylko teoretyczna wiadomość o właściwościach mazi i materiału kamiennego, ale nadto wchodzi tu w grę najrozmaitsze czynniki, jak wiek i stan mającej być maziowaną nawierzchni, jej porowatość, dalej stan pogody i temperatury w czasie budowy itp. momenty, które tylko przy bardzo wielkim doświadczeniu mogą być jako tako opanowane, przyczem nie można być nigdy pewnym, iż robota jest zupełnie bez zarzutu wykonana. Z tych powodów autor przemawia raczej za wykonywaniem nawierzchni pokrowcowych, przy których nie ma tej zależności od najrozmaitszych, często niedających się przewidzieć warunków.

Opisuje nadto wykonany przez siebie typ. Mianowicie zrywa starą nawierzchnię aż do pokładu dolnego, wykonując następnie wierzchnią warstwę z oczyszczonego starego materiału z dodatkiem nowego na grubość 8 cm, którą silnie wałuje. Po wyschnięciu czysti fugi szczotkami stalowymi lub z piasawy tak głęboko, by pojedyncze kamyki wystąpiły na 1½ cm, usuwając starannie piasek i pył. Na powierzchnię w ten sposób oczyszczoną nanosi beton maziowy w stanie gorącym, sporządzony wedle zasady najmniejszej próżni, przy którym największy wymiar ziarna nie przekracza 25 mm. Grubość warstwy betonu maziowego powinna być taką, by po przewalowaniu wałem 15 t powstawała ostateczna grubość gotowego pokrowca

2—3 cm. Po ukończeniu wałowania otrzymuje nawierzchnia lekkie skropienie gorącym terem oraz przyrzucenie gruzem balzaltowym, który się jeszcze raz przeważowuje.

Jakkolwiek cena wykonanego w ten sposób pokrowca jest wyższą od maziowania powierzchniowego, to jednakże w ostatecznej kalkulacji, przy uwzględnieniu dobroci roboty oraz czasu jej późniejszego trwania, okazuje się tańszą i ekonomiczniejszą.

E. B.

Drugi żelazne.

— **Smarowanie szyn rozjazdów na grzbietach przetokowych.** Na stacji przetokowej Lipsk przeprowadzono w roku ubiegłym doświadczenia z smarowaniem toków zewnętrznych łuków w rozjazdach. Chodziło o stwierdzenie, w jakim stopniu zmniejsza się opór wagonów przy takim smarowaniu.

Stwierdzono, że przy smarowaniu zewnętrznych toków krzywych rozjazdów opór biegu wagonów zmniejsza się przeciętnie o 70%.

Jako najlepsza mieszanka do smarowania okazała się złożona z 1 części grafitu i 5 części oleju mineralnego. (*Die Reichsbahn* 24/1929).

— **Niemieckie wagony towarowe** ustalono w ostatnim roku wedle typów następująco:

Wagony towarowe kryte: dwu lub trzyosiowe o ścianach pełnoszalowanych i nośności 15 ton, o ścianach z łąt o dwu pomostach dla mniejszych zwierząt, wapniarki 15 ton o dachu dwuspadowym.

Wagony otwarte: węglarki dwuosiowe 15 ton, węglarki czteroosiowe 30-tonowe, kłonicowe o dużej objętości 15-tonowe, szynowe dwu- i czteroosiowe 15 ton, szynowe cztero- i więcejosiowe najmniej 35-tonowe, wagony drzewne najmniej 15 ton i wagony robocze 15-tonowe.

Dla przewozu specjalnych towarów są w użyciu wagony szczególnie przystosowane, jak wagony chłodnie, do przewozu samochodów, gęsi, wagony do szybkiego wyładowania o nośności 50 do 60 ton, o głębokim ładunku i nośności 77 do 80 ton.

Wagony Breitsprechera umożliwiają przenoszenie pudła z osi o normalnym rozstawie szyn, na szerokie rosyjskie. (*Die Reichsbahn* 21/1929).

— **Przepisy porządkowe na kolejach użytku publicznego.**

Rozporządzenie Ministra Komunikacji z 24 czerwca 1929 w sprawie porządku na kolejach posuwa o dalszy krok naprzód ujednostajnienie polskiego prawa kolejowego.

Dotychczasowe przepisy porządkowe na kolejach polskich regulowane były przez ustawodawstwa państw zaborczych, a zatem do pewnego stopnia różne w różnych zaborach.

Nowo wprowadzone przepisy weszły w życie z dniem 1 sierpnia r. b.

Przepisy zawierają zakazy chodzenia, jeżdżenia, przepędzania bydła po torach kolejowych, regulują zachowanie się na przejazdach i zakazują przedsięwzięcia jakichkolwiek czynności, mogących szkodzić bezpieczeństwu ruchu i całości kolei. Znachodzą się tu także przepisy porządkowe dla publiczności, regulujące sposób zachowania się w pociągach, na dworcach i stacjach.

Nie stwarza się w nich nowych ograniczeń dla publiczności, a tylko ujmuje w nową formę prawną ogół dotychczas obowiązujących przepisów, znanych zresztą publiczności. (*Dz. Ust. R. P.* Nr. 56, 1929, p. 444).

— **Napawanie drzewa.** Na posiedzeniu „American Wood Preservers Association“ zdawano sprawozdanie z nowego sposobu napawania drzewa kreozotem bez użycia ciśnienia, które miało wydać korzystne rezultaty. Czas impregnacji zależy od gatunku drzewa, wielkości, zawartości wilgoci i wymiarów rdzenia i waha się między 3 a 36 godzinami.

Drzewo wprowadza się najpierw do zbiornika z gorącym kreozotem. Temperatura jego wynosi przy świeżo ciętym drzewie sosnowym 115°, napawanie trwa 15 godzin. Następnie wkłada się drzewo do zimnej kąpieli kreozotowej o 50°, co trwa połowę czasu kąpieli gorącej. Największą pojemność na

płyn impregnacyjny ma posiadać drzewo w pierwszej godzinie zimnej kąpieli. Kreozot ogrzewa się parą o osobnym zbiorniku, który da się także używać jako oziębiacz. (*Eng. News. Rec.* 21/3 1929).

— **Sygnaly na przejazdach w poziomie szyn.** W Minneapolis ustawiono wiele samoczynnych, półsamoczynnych i ręcznych sygnałów na skrzyżowaniach gościńców z kolejami w jednej wysokości.

Najczęściej stosowany jest sygnał Grisonolda, uruchamiany dla dwóch ustawień „stój“ i „wolno“.

Przy zbliżeniu się pociągu do przejazdu jest zwrócona ku drodze osmioboczna tarcza, żółto oświetlona, z napisem „Stój“, gdy przejazd jest wolny obraca się tarcza w osi pionowej o 90°, wskazując wolną jazdę. Mały motor ustawia tarczę w to połączenie, w którym jest przytrzymana zapomocą magnesu, gdy tenże przestanie działać ciężarek sprowadza znowu ustawienie na wzbronioną jazdę. Z obu stron tarczy znajdują się światełka migawkowe, ponad którymi znajduje się napis „przejazd kolejowy“.

Sygnaly kilku przejazdów w poziomie dozoruje się i obsługuje z wspólnej wieżycy.

Na mniej frekwentowanych przejazdach używa się tylko świateł migawkowych i t. zw. „wig-wag“ sygnałów z dzwonkiem, uruchomionych jużto przez pociągi samoczynnie, lub też ręcznie (*Railway Age* 16/3 1949).

— **Praca portów polskich za I półrocze 1929.** W Gdańsku wynosił wywóz w tonach razem 2.877.401, a mianowicie węgla 2.368.617, zboża 39.069, cukru 28.299, drzewa 300.522, cementu 28.427, żelaza 3.190, nafty 18.800, innych ładunków 90.523.

W Gdańsku wwóz w tonach wynosił razem 945.554, w tem rudy 318.344, złomu 292.202, żelaza 2.353, zboża 1.085, ryżu 312, nawozów sztucznych 203.010, innych towarów 128.248.

W Gdyni wywóz w tonach wynosił razem 1.018.640, w tem węgla 998.401, cukru 18.214, innych towarów 2.625.

W Gdyni wwóz wynosił razem 140.326 ton, w tem złomu 28.285, żelaza 465, ryżu 18.230, nawozów sztucznych 87.160, innych towarów 6.186 ton (*Inżynier Kolejowy* 10/1929).

Inż. A. W. Krüger.

RECENZJE I KRYTYKI.

Przemysł budowlany Polski odrodzonej 1919—1929 r.

Wydawnictwo powyższe obejmuje prawodawstwo budowlane i socjalne, następnie zajmuje się omówieniem stanu faktycznego przemysłu budowlanego oraz bardziej szczegółowo przemysłem ceramicznym i asfaltowym. Niestety inne działy przemysłu budowlanego są z niewiadomych powodów zupełnie opuszczone.

Dla interesujących się tą sprawą, ważnym jest zestawienie firm budowlanych pracujących na obszarze Polski.

Mosty żelazne belkowe nap. prof. Dr. J. Melana. Berlin 1928, wydanie Göschena.

Jest to mała książeczka o 106 stronicach, wykład jest więc tylko encyklopedyczny, lecz jak wszystko, co wychodzi z pióra Melana, książeczka godna czytania, zwłaszcza, że odpowiada ona najnowszemu stanowi nauki przy uwzględnieniu najnowszych rozporządzeń niemieckich.

Z jednym małym szczegółem nie mogę się pogodzić. Autor pisze: „Pręty ciśnione należy obliczyć na wyobczenie. Dziur na nity nie trzeba w nich uwzględniać“. Słuszne to jest tylko przy wyznaczeniu momentu bezwładności, lecz powierzchnię przekroju użyteczną stanowi zawsze powierzchnia całkowita po odciążeniu dziur na nity. Nity bowiem zwykle nie wypełniają szczelnie dziur, dziury więc nie mogą przenosić ciśnienia.

— **Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych,** zawierające przepisy o wytrzymałości materiałów i konstrukcyj budowlanych. Dnia 18 czerwca b. r. wydało Ministerstwo Robót Publicznych nowe przepisy budowlane, które różnią się w wielu

punktach od przepisów z r. 1923. Na ogół poprawki są uzasadnione, pozwalam sobie jednak zrobić tu parę uwag co do niektórych przepisów, z którymi nie mogę się zgodzić.

W §11 p. 5 dla dźwigarów złożonych przepisuje rozporządzenie uwzględnianie dla ząbionych i klinowych dwubelkowych, 70% momentu wytrzymałości, gdy w mym podręczniku „Statyki Budowli“ udowadniam, że dla belek ząbionych należy przyjąć mniejsze procenty 64% i 51%.

Rozporządzenie zawiera też przepisy obliczania stropów grzybkowych. Dokładne obliczenie jest bardzo trudne, przepisy amerykańskie, niemieckie i sposoby przybliżonego obliczenia bardzo się różnią. Trzeba więc było w Polsce sposób obliczenia tymczasowo ustalić.

Rozporządzenie dopuszcza dla zeskładów żelbetowych większe naprężenia w betonie i to zależnie od ilości cementu względnie spólczynnika wytrzymałości betonu i to bardzo słusznie, o ile wykonanie betonu będzie odpowiednie.

Pogorszenie przepisów stanowi ustęp § 376, w którym opuszczono wyraz „w całości“. Wskutek czego mogą inżynierowie przepis ten tak rozumieć, że na wkładki odgięte i strzemiona należy przenieść tylko nadmiar siły, której już beton nie może przenieść, co byłoby błędem. Wyraz „w całości“ obecnie opuszczony, czynił przepis jasnym, gdy opuszczenie go może naprowadzić inżynierów na błędną interpretację.

Dr. M. Thullie.

Inż. Dionizy Krzyczkowski: „Budownictwo“. Wykład popularny zasad konstrukcji budowlanych dla budowniczych, majstrów, przedsiębiorców budowlanych i samouków, Lwów 1929. Księgarnia polska, B. Połoniecki (400 rysunków).

Praca profesora Krzyczkowskiego jest to podręcznik praktyczny, przeznaczony dla użytku budowniczych i majstrów, nie może więc zawierać obszernego materiału z zakresu konstrukcji budowlanych, w ilości, potrzebnej dla inżynierów i studentów Politechniki. Ogranicza się zatem książka ta do podania zespołów budowlanych w zakresie, zbliżonym do programu średnich szkół technicznych.

W związku ułożonym tekście zestawil autor najpierw konstrukcyjne materiały budowlane (naturalne i sztuczne), oraz materiały wiążące i uzupełniające. Dalszy ciąg zawiera wykopy ziemne, fundamenty, oraz izolacje budowy przed wilgocią. Następnie opisane są konstrukcje murów i ścian z cegły i kamienia, betonu i żelbetu, oraz z pustaków, nadto konstrukcje drewniane i ścianki działowe.

Po balkonach, wykuszach i gzymsach omawia autor łęki kamienne i ceglane, a następnie konstrukcje ceglanych sklepień, stropy drewniane, żelazne, betonowe i żelbetowe. Dachy zawierają profile, wypośredniczenie połaci, konstrukcje więzarów i roboty pokrywowe. Z kolei opracowane są schody drewniane, kamienne, podsklepienie i żelazne, oraz betonowe, a na koniec kanalizacja i klozety. Urządzenia wewnętrzne budynków obejmują ogrzewanie piecami i centralne, wentylację, kuchnie, pralnie itp., oraz w krótkości opisane instalacje wodne, gazowe i elektryczne.

Pracę swą uzupełnił profesor Krzyczkowski praktycznymi przykładami obliczeń statycznych, oraz tablicami technicznymi.

Do objaśnienia tekstu służą bardzo starannie opracowane rysunki konstr. nadzwyczaj jasne i przejrzyste.

Książka prof. Krzyczkowskiego wypełnia wielką lukę w literaturze technicznej i napewno rozejdzie się ona w krótkim czasie w kołach budowniczych i majstrów, którzy tego rodzaju podręczników, w polskim języku opracowanych, nie posiadają. A gdy jest nadzieja, że pierwszy nakład tej, tak potrzebnej książki rychło zostanie wyczerpany, to napewno nakład następny zawierać będzie jeszcze pewne uzupełnienia nieznanych braków, które nasuwają się przy czytaniu „Budownictwa“. I tak w rozdziale o fundamentach pożądanym byłoby dodanie żelbetowych fundamentów żebrowych i wierconych pali żelbetowych, oraz uzupełnienie izolacji przed wilgocią przez użycie specjalnych cementów (np. Siccofix) do warstwy betonu nie-

przepuszczalnego. Przy konstrukcji ścian można by ogólnikowo omówić wykonanie szkieletów żelbetowych budowli, dziś tak często używanych, zaś przy sklepieniach ceglanych dodać można zasady sklepień żelbetowych i ich szalowania. Konstrukcje dachów będą kompletniejsze przy dodaniu więzby dachowej, jakoteż dachów płaskich i teras, oraz najprostszych więzarów żelaznych i dachów żelbetowych. Schody uzupełnić można przez wyznaczenie linii schodowej. Brakuje jeszcze drobniejsze szczegóły, jakoteż parkany i sztachety, bruki, sztuczne wyprawy ścian itp. Nie ulega także kwestji, że potrzebna jest dla budowniczych znajomość elementów konstrukcji żelaznej, więz słupów, belek, podciągów, pojed. dachów itp., jakoteż stolarstwa budowlanego (drzwi, okna, ścianki) z ogólnikowym omówieniem ślusarstwa, robót malarskich, szklarskich i lakierniczych. Uzupełnienia te można by wprowadzić przy równoczesnym zmniejszeniu działu sklepień ceglanych, gdyż sklepienia te są w czasach dzisiejszych rzadkie w użyciu i ustępują miejsca konstrukcjom bardziej nowoczesnym. Nakoniec zauważyć należy, że staranne rysunki w tekście będą jeszcze bardziej użyteczne, jeśli otrzymają one jak najdokładniejsze oznaczenie wymiarów wszystkich części konstrukcyjnych.

Dr. Cz. Thullie.

BIBLIOGRAFJA.

Książki nadesłane. Min. Reform Rolnych: „Melioracje rolne“. Rozporządzenie Prezydenta Rzeczypospolitej z 16. marca 1928 wraz z przepisami uzupełniającymi i wykonawczymi. Warszawa 1929. Cena 75 gr., z przesyłką pocztową za zaliczeniem pocztowem 1 zł. 50 gr.

Związek Gospodarczy Gazowni i Zakładów Wodociągowych w Polsce: „Sprawozdanie za rok 1928“.

Bohdan Gimbut: „Techniczna ocena i badanie maszyn elektrycznych zapomocą prób i pomiarów“. Katowice 1929.

Inż. Wacław Geritz: „Gospodarka ropna na kopalni“. Lwów 1929.

Dziela i czasopisma nabyte na własność Biblioteki Politechniki Lwowskiej w IV. kwartale 1928 r. (C. d.) 89. Wyższa Szkoła Handlowa w Warszawie. Warszawa 1927. — 90. Borowicz W. Przyczynek do badań odbiorczych turbin parowych. Warszawa 1928. St. 3. — 91. Borowicz W. Dysze i kłasy spiętrzające przy pomiarach ilości pary. Warszawa 1928. — 92. Tokarz W. Deputacja indagacyjna. Kraków 1928. St. 32. — 93. Die deutschen Hochschulen. Ein Führer für ausländische Studierende. Berlin 1928. St. 40. 94. Hartner-Seberich. Der Zündverzug bei flüssigen Brennstoffen. Berlin 1928. St. 23. — 95. 10 lat polityki społecznej Państwa Polskiego 1918—1928. Warszawa 1928. St. 76. (C. d. n.)

RÓŻNE SPRAWY.

Badanie wytrzymałości betonu. Celem unormowania sposobu badania wytrzymałości betonu na ściskanie na kostkach sześciennych o krawędzi 20 cm, opracowała M. S. D. wzór na protokół sporządzenia próbek na budowie, który po 1 sztuce rozesłano do wszystkich firm i urzędów — klientów Stacji. Druk taki można nabyć w Stacji Doświadczalnej Politechniki Lwowskiej po cenie 5 gr. za sztukę. Zawiera on wszystkie pozycje, ważne dla dokładnego określenia budowy i rodzaju betonu. Protokół spisuje się na budowie w 2 egzemplarzach, z których jeden pozostaje jako załącznik dziennika budowy, a drugi wysyła się do Stacji z pismem zamawiającem, gdzie zostaje przechowany wraz z odpisem świadectwa wytrzymałości. Świadectwa te będą odtąd wystawiane również na drukowanych formularzach z dokładnym opisem nadesłanych próbek. Oprócz wytrzymałości na ściskanie będzie tam podana waga kostek i ich ciężar objętościowy, który jest również miarą broci betonu. Koszt badania próbek betonowych ustalono na 5 zł. od jednej kostki i 5 zł. od każdego świadectwa za czynności administracyjne, tak że przy 4 kostkach koszt badania wyniesie 25 zł. Jeżeli nadesłane kostki będą wymagały z powodu nieprzepisanych wymiarów, lub złego wykonania, naprawy w warsztatach Stacji, doliczy się za tę dodatkową robotę odpowiednią kwotę.