

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XVI.

1 stycznia 1934 r.

Zeszyt 1.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

Dr. S. Dunikowski. Dokładność pomiaru wartości maksymalnej napięcia zmiennego zapomocą układu jednoprostownikowego. — Inż. A. Hirszhorn. Podstawy statystyczne taryfy blokowej. — Z dziedziny elektryfikacji. — S. E. P. Przepisy oceny i badania transformatorów. — Związek Elektrowni Polskich. — Szkolnictwo. — Przemysł i Handel. Ekspansja japońskiego przemysłu żarówkowego. — Różne.

## DOKŁADNOŚĆ POMIARU WARTOŚCI MAKSYMALNEJ NAPIĘCIA ZMIENNEGO ZAPOMOCA UKŁADU JEDNOPROSTOWNIKOWEGO \*).

Dr. inż. Samuel Dunikowski.

### WSTĘP.

Bezpośrednimi miernikami maksymalnej wartości napięcia są układy dielektryczne, w których dla pewnej określonej wartości maksymalnej napięcia występuje destrukcja dielektryka, łatwa do zaobserwowania. Rozróżniamy tu w pierwszym rzędzie normalne iskierniki pomiarowe<sup>1)</sup>, woltomierze ulotowe (t. zw. po niemiecku Coronavoltmeter<sup>2)</sup>, i wreszcie wycechowane lampy świetlące<sup>3)</sup>. Miernikami dowolnej wartości napięcia są tu jedynie normalne iskierniki o zmiennym odstępnie elektrod. Zakres ich stosowności ogranicza się jednak do napięć wysokich, rzędu co najmniej kilowoltów. Iskierniki ulotowe i lampy świetlące są miernikami, zapomocą których można wyznaczyć jedynie pewną określoną wartość maksymalną napięcia, których jednak nie da się stosować bezpośrednio do pomiaru napięcia dowolnego. Układ dzielnika napięciowego o zmiennej przekładni z lampą świetlącą nadaje się do pomiaru napięcia o dowolnej wartości maksymalnej, jednak dokładność pomiarów pozostawia tu wiele do życzenia<sup>4)</sup>.

Najdokładniejszą metodą pomiaru wartości maksymalnej napięcia jest metoda prostownikowo-kompensacyjna, której zasada polega na skompensowaniu napięciem stałym maksymalnej wartości napięcia zmiennego, przepuszczonego

przez prostownik<sup>5)</sup>. Rozpowszechnionym wykonaniem technicznym tej metody jest tu t. zw. po angielsku „slide back method”<sup>6)</sup>, przy której wyzyskuje się jako układ zerowy i prostownik trójelektrodową lampę katodową z galwanometrem prądu stałego, włączonym do obwodu anodowego.

Wszystkie wyżej wzmiankowane metody posiadają poważną wadę praktyczną, ponieważ nie są metodami odchyłowymi i nie dają przez to bezpośrednio wskazania wartości maksymalnej napięcia mierzonego.

Z metod odchyłowych pomiaru wartości maksymalnej napięcia rozróżniamy dwie metody podstawowe: dwuprostownikową (current rectification method), czyli t. zw. układ Haefely'ego<sup>7)</sup>, oraz jednoprostownikową (voltage rectification method), której układ został opracowany przez Sharp'a<sup>8)</sup>.

Metoda dwuprostownikowa odznacza się dużą dokładnością, jednak tylko pod tym warunkiem, że częstotliwość mierzonego napięcia jest stała i dokładnie wyznaczona, oraz że krzywa napięcia nie posiada więcej, niż tylko jedno maksimum i minimum na jeden okres (t. zn., że krzywa nie posiada siodeł).

Metoda jednoprostownikowa daje wskazania niezależne od częstotliwości mierzonego napięcia. Obojętna jest w tym wypadku liczba minimów lub maksimumów krzywej w jednym okresie. Dokładność metody jednoprostownikowej zależy natomiast w pewnej mierze od zawartości harmonicznych w napięciu mierzone.

Niejednokrotnie spotyka się przekonanie, że układ jednoprostownikowy, zastosowany do pomiaru wartości maksymalnej napięcia, daje rezultaty mało dokładne. W układzie

\*) Na prośbę Redakcji Autor pominął w poniższej pracy wyprowadzenia matematyczne wzorów. W sprawie tych wyprowadzeń osoby zainteresowane zwrócić się mogą bezpośrednio do Autora. Redakcja.

<sup>1)</sup> K. Drewnowski i J. Skowroński. Pomiar wysokiego napięcia iskiernikiem. Przegląd Elektrotechniczny. 1927.

L. J. Jakubowski. Podstawy fizyczne zastosowania iskierników do pomiaru wysokiego napięcia. Przegląd Elektrotechniczny. 1931. (Tamże literatura zagraniczna).

L. J. Jakubowski. Nowe poglądy w dziedzinie pomiaru napięcia wysokiego iskiernikiem kulowym. Przegląd Elektrotechniczny. 1932. (Tamże literatura zagraniczna).

<sup>2)</sup> Whitehead & M. W. Pullen. Proc. A. I. E. E. vol. 35, p. 795. 1916.

W. O. Schumann. Handbuch der Experimental Physik. Band 10. Leipzig. 1930. (Tamże dalsza literatura).

<sup>3)</sup> A. Palm. Z. f. techn. Phys. s. 233. 1923; Z. f. Hochfrequenztechnik. Band 26. s. 13.

<sup>4)</sup> A. Palm. Ueber Hochspannungsmessgeräte und ihre Anwendung. E. T. Z. 1926. s. 873 und 904.

<sup>5)</sup> Crewford. E. T. Z. 1917. s. 588.

<sup>6)</sup> E. B. Moulin. Radio frequency measurements. London 1931. p. 146.

<sup>7)</sup> L. J. Jakubowski. Pomiar wysokiego napięcia w laboratorjach przemysłowych metodą prostownikową. Przegląd Elektrotechniczny. 1933. (Tamże dalsza literatura zagraniczna).

<sup>8)</sup> Sharp and Doyle. Trans. of the A. I. E. E. 1916, vol. 35, p. 99.

Davis, Bowdler and Standving. The measurement of high voltages with special reference to the measurement of peak voltages. J. I. E. E. 1930. p. 1222.

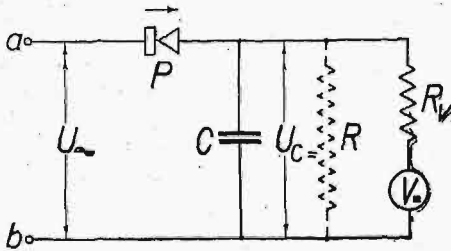
tym stosuje się zazwyczaj jako przyrząd odczytowy woltomierz elektrostacyjny, który ze względu na jego małą dokładność i niedogodność w użyciu tem bardziej zniechęca do używania tego układu do celów pomiarowych.

Poniżej przeprowadzono analizę teoretyczną układu jednoprostownikowego, z której wynika, że przy odpowiednim dobraniu elementów układu i przy pewnych zastrzeżeniach co do charakteru badanego napięcia układ ten daje wyniki zupełnie zadowalające, stawiające go często-kroć w zastosowaniach praktycznych na pierwszym miejscu przed układem dwuprostownikowym.

### I. Część teoretyczna.

#### 1. Zasada metody.

Schemat podany na rys. 1-ym przedstawia zasadniczy układ metody. Napięcie badane  $u$  przyłożone jest do zacisków  $a$  i  $b$ . Napięcie to ładuje za pośrednictwem prostownika  $P$  kondensator  $C$ . W wypadku idealnego prostownika i wielkiej pojemności kondensatora  $C$  napięcie na tym ostatnim  $U_C$  jest równe napięciu maksymalnemu mierzonymu  $U_M$ . Napięcie  $U_C$  jest mierzone wielkooporowym woltomierzem prądu stałego  $V$  o oporności  $R_p$ . Całkowitą oporność zastępczą układu, składającego się z równolegle załączonych kondensatora  $C$  i woltomierza  $V$ , określa się dla prądu stałego jako  $R$ .



Rys. 1.

Na rezultat pomiaru wpływają następujące czynniki:

1. Kondensator  $C$  posiada pewną pojemność skończoną i rozładowując się przez opór o oporności  $R$ , powoduje tętnienie napięcia  $U_C$ .

2. Prostownik  $P$  posiada pewną zmienność oporności, co powoduje obniżenie się napięcia  $U_C$  w stosunku do wartości maksymalnej napięcia badanego  $U_M$ .

3. Prostownik  $P$  może posiadać pewną SEM —  $U_{QP}$ , powodującą podwyższenie napięcia  $U_C$  w stosunku do  $U_M$ .

Powyższe czynniki powodują, że średnia wartość napięcia  $U_C$ , wykazywana przez woltomierz  $V$ , różni się od badanej wartości maksymalnej napięcia  $U_M$ . Różnicę tę oznaczymy literą  $d$ , zaś jej wartość względną, odniesioną do  $U_M$  literą  $D$ . Będzie zatem:

$$d = U_M - U_C, \text{ oraz } D = \frac{U_M - U_C}{U_M}$$

W dalszym ciągu rozpatrzmy wpływ tych czynników na wartość  $d$ , względnie  $D$ .

#### 2. Wpływ tętnienia napięcia $U_C$ .

Napięcie na kondensatorze o pojemności  $C$ , rozładowującym się przez opór o oporności  $R$ , zmienia się w myśl zależności:

$$u_C = U_{CM} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

gdzie  $U_{CM}$  jest napięciem początkowym, istniejącym na kondensatorze w momencie  $t = 0$ .

Czas rozładowywania się kondensatora jest mniejszy od jednego okresu  $T$ . Największy zatem spadek napięcia  $\delta u_C$  będzie:

$$\delta u_C < U_{CM} \cdot \left[ 1 - e^{-\frac{T}{R \cdot C}} \right] < U_{CM} \cdot \frac{T}{R \cdot C}$$

Spadek napięcia względny, odniesiony do napięcia początkowego, będzie:

$$\Delta u_C = \frac{\delta u_C}{U_{CM}} < \frac{T}{R \cdot C} \quad (1)$$

Napięcie średnie  $U_C$  będzie więc różniło się od napięcia maksymalnego  $U_{CM}$  o wielkość mniejszą od  $0,5 \delta u_C$ , lub odpowiednio dla wartości względnej  $0,5 \Delta u_C$ .

Przy praktycznym wykonaniu układu dla częstotliwości powyżej 40 okr./sec. wartość wyrażenia  $R \cdot C$  jest rzędu kilkudziesięciu (np.:  $C = 10 \mu F$ ,  $R = 4 M\Omega$ ) zatem różnica napięć  $U_C$  i  $U_{CM}$  jest rzędu setnych procentu.

Z praktycznego punktu widzenia tego rodzaju tętnienie  $U_C$  jest bez znaczenia i może być to napięcie uważane z nader wielkim przybliżeniem jako napięcie stałe, niezmiennie w czasie. Robiąc to założenie, musimy tem niemniej w każdym konkretnym wypadku sprawdzić, czy wartość  $\Delta u_C$  nie przekracza dopuszczalnej w danym układzie granicy i czy tem samem wnioski oparte na tem uproszczeniu zachowują swą ważność.

W dalszych rozważaniach teoretycznych przyjmujemy napięcie  $U_C$  jako napięcie stałe.

#### 3. Wpływ oporności prostownika.

Jako prostownika używa się w danej metodzie wyłącznie prostowników katodowych. Równanie takiego prostownika, pozbawionego SEM przedstawia się jak następuje:

$$i_p = p [u_p]^{3/2} | i_p \geq 0$$

przyczem  $i_p$  jest to wartość chwilowa prądu przepływającego przez prostownik,  $u_p$  odpowiednia wartość chwilowa napięcia na prostowniku, zaś  $p$  jest to współczynnik charakterystyczny dla danego prostownika.

Zakładamy napięcie badane  $u$  czysto sinusoidalne. Będzie zatem:

$$u = U_M \cdot \cos \omega t$$

Z rys. 1 wynika, że:

$$u_p = u - U_C = U_M \cdot \cos \omega t - U_C$$

Prąd prostownika będzie

$$i_p = p \cdot [U_M \cdot \cos \omega t - U_C]^{3/2} | i_p \geq 0 \quad (2)$$

Ładunek przepływający w ciągu jednego okresu przez prostownik wyraził się jako:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} i_p \cdot dt = \frac{p}{\omega} \int_{\omega t_1}^{\omega t_2} [U_M \cdot \cos \omega t - U_C]^{3/2} \cdot d \omega t$$

Dla rozwiązania powyższej całki rozwijamy  $\cos \omega t$  na szereg.

Zakładamy zgodnie z dalszymi wynikami eksperymentalnymi, że  $\omega t$  w zakresie pracy prostownika jest niewielkie i że tem samem w zakresie całkowania można pominąć w rozwinięciu  $\cos \omega t$  trzeci wyraz i dalsze. Otrzymamy zatem:

$$Q = \frac{p}{\omega} \int_{\omega t_1}^{\omega t_2} \left[ U_M - U_C - U_M \frac{\omega^2 t^2}{2} \right]^{3/2} \cdot dx \quad (3)$$

Rozwiązując powyższą całkę i wyznaczając granice całkowania z równania (2), otrzymamy ostatecznie:

$$Q = \frac{3\sqrt{2}}{8} \cdot \frac{\pi \cdot p}{\omega} \cdot U_M \cdot \sqrt{U_M} \left[ \frac{U_M - U_C}{U_{MC}} \right]^2$$

W stanie ustalonym pracy układu ładunek przepływający przez prostownik w ciągu jednego okresu musi przepłynąć również przez opór  $R$ . Ładunek zaś przepływający przez opór będzie:

$$Q = \frac{2\pi}{\omega} \cdot \frac{U_C}{R}$$

Porównując dwa ostatnie równania i wyznaczając z nich wyrażenie  $D_1 = \frac{U_M - U_C}{U_M}$ , otrzymamy

$$D_1 = 1,94 \cdot \sqrt{\frac{1}{p \cdot R \cdot \sqrt{U_M}}} \dots \dots \dots (4)$$

Wyliczona ostatnio różnica  $D_1$  jest wyprowadzona dla napięcia badanego czysto sinusoidalnego. Załóżmy teraz napięcie o dowolnej krzywej symetrycznej. Jako równanie napięcia badanego otrzymamy:

$$u = U_1 [\cos \omega t + k_3 \cdot \cos (3\omega t + \varphi_3) + k_5 \cdot \cos (5\omega t + \varphi_5) + \dots]$$

gdzie współczynniki  $k$  wyrażają stosunek amplitudy harmonicznych do amplitudy krzywej zasadniczej  $U_1$ . Dla napięcia odkształconego, o określonej zawartości wyższych harmonicznych, można otrzymać najrozmaitszy kształt krzywej w zależności od przesunięć fazowych poszczególnych harmonicznych w stosunku do krzywej zasadniczej. Rozpatrzmy dwa wypadki: 1) gdy wierzchołek krzywej jest najbardziej zaokrąglony i 2) gdy wierzchołek ten jest najbardziej płaski.

Wypadek pierwszy zajdzie wówczas, gdy wyrazimy napięcie badane o określonej zawartości harmonicznych w sposób następujący:

$$u = U_1 [\cos \omega t + k_3 \cdot \cos 3\omega t + k_5 \cdot \cos 5\omega t + \dots]$$

Obliczmy ładunek przepływający przez prostownik w ciągu jednego okresu w powyższym przypadku. Podobnie jak poprzednio przyjmijmy, że w zakresie pracy prostownika można rozwinąć kosinusy krzywej podstawowej i harmonicznych na szereg i że popęni się praktycznie mały uchyb, jeśli w tem rozwinięciu uwzględnimy się jedynie dwa pierwsze wyrazy.

Będzie zatem:

$$u = U_1 \cdot [1 + k_3 + k_5 + \dots] - U_1 [1 + 9 \cdot k_3 + 25 \cdot k_5 + \dots] \cdot \frac{\omega^2 t^2}{2}$$

Oznaczając:

$$U_{M'} = U_1 [1 + k_3 + k_5 + \dots]$$

oraz

$$\omega' = \omega \cdot \sqrt{\frac{1 + 9k_3 + 25k_5 + \dots}{1 + k_3 + k_5 + \dots}}$$

otrzymamy:

$$u = U_{M'} \cdot \left[ 1 - \frac{\omega'^2 t^2}{2} \right] \text{ i } a = \frac{p}{\omega'} \int_0^{\omega' t_2} \left[ U_{M'} - U_C - U_{M'} \frac{x^2}{2} \right]^{3/2} A x$$

Równanie powyższe posiada kształt matematycznie podobny do równania (3). Będzie zatem analogicznie:

$$Q = \frac{3\sqrt{2}}{8} \cdot \frac{\pi \cdot p}{\omega'} \cdot U_{M'} \cdot \sqrt{U_{M'}} \cdot \left[ \frac{U_{M'} - U_C}{U_{M'}} \right]^2$$

W powyższej zależności  $U_{M'}$  jest wartością maksymalną napięcia badanego i możemy zatem utożsamić  $U_{M'}$  z  $U_M$ . Podstawiając jednocześnie wartość odpowiednią dla  $\omega'$ , otrzymamy:

$$Q = \frac{3\sqrt{2}}{8} \cdot \frac{\pi \cdot p}{\omega} \cdot U_M \cdot \sqrt{U_M} \left[ \frac{U_M - U_C}{U_M} \right]^2 \cdot \sqrt{\frac{1 + k_3 + k_5 + \dots}{1 + 9k_3 + 25k_5 + \dots}}$$

Postępując dalej analogicznie, jak w wypadku napięć badanych sinusoidalnych, otrzymamy przez porównanie ładunku przepływającego przez prostownik i opór  $R$ :

$$D_1' = 1,94 \cdot \sqrt{\frac{1}{p \cdot R \cdot \sqrt{U_M}}} \cdot \sqrt{\frac{1 + 9k_3 + 25k_5 + \dots}{1 + k_3 + k_5 + \dots}} \quad (5)$$

Powyżej wyliczona różnica  $D_1'$  odpowiada napięciu badanemu o określonej zawartości harmonicznych (określone współczynniki  $k_3, k_5, \dots$ ), w wypadku gdy harmoniczne mają takie przesunięcia fazowe, że wierzchołek krzywej wypadkowej napięcia badanego jest jaknajbardziej zaokrąglony.

Z kolei przechodzimy do wypadku drugiego, gdy krzywa posiada wierzchołek najbardziej płaski. Ponieważ wylizczanie tu odpowiednich przesunięć fazowych harmonicznych jest skomplikowane, przeto zastąpimy ten przypadek wypadkiem krańcowym takim, w którym krzywa napięcia jest prostokątna.

Odpowiednie równanie napięcia badanego będzie:

$$u = +U_M \text{ dla } t \text{ w granicach od } 0 \text{ do } 0,5 \cdot T$$

$$\text{ i } u = -U_M \text{ dla } t \text{ w granicach od } 0,5 \cdot T \text{ do } T$$

Z powyższych zależności wynika, że prąd prostownika musi być dwa razy większy od prądu, przepływającego przez opór  $R$ .

A zatem:

$$i_p = p \cdot [U_M - U_C]^{3/2} = 2 \cdot \frac{U_C}{R}$$

Z powyższego wynika, po zastąpieniu z prawej strony równania  $U_C$  przez  $U_M$  (analogicznie jak w wypadku napięć sinusoidalnych):

$$D_1'' = 1,59 \sqrt{\frac{1}{p^2 \cdot R^2 \cdot U_M}} \dots \dots \dots (6)$$

Rozważmy jeszcze jeden przypadek szczególny, gdy napięcie badane posiada tylko trzecią harmoniczną. Jest to najczęściej spotykany w praktyce prądów silnych wypadek, gdyż po większej części harmoniczne wyższych rzędów są praktycznie pomijalne. Dla tego rodzaju krzywej napięcia badanego otrzymamy najbardziej płaski wierzchołek wówczas, gdy współczynnik  $k_3$  trzeciej harmonicznej będzie równy 1:9 i gdy przesunięcie fazowe tej harmonicznej będzie odpowiadało następującej zależności dla napięcia badanego:

$$u = U_1 \left[ \cos \omega t - \frac{1}{9} \cos 3\omega t \right]$$

Rozwijając na szeregi kosinusy powyższego równania, otrzymamy:

$$u = U_1 \cdot \left[ 1 - \frac{\omega^2 t^2}{2!} + \frac{\omega^4 t^4}{4!} - \frac{\omega^6 t^6}{6!} + \dots - \frac{1}{9} + \frac{\omega^2 t^2}{2!} - 9 \frac{\omega^4 t^4}{4!} + 81 \frac{\omega^6 t^6}{6!} - \dots \right]$$

Pomijając w tem rozwinięciu wyrazy, zawierające  $\omega \cdot t$  w potęgach 6-jej i wyższych, otrzymamy:

$$u = U_1 \left[ \frac{8}{9} - \frac{8}{24} \omega^2 t^2 \right] = U_M \left[ 1 - \frac{3}{8} \omega^2 t^2 \right]$$

Odpowiednio otrzymamy wyrażenie na prąd prostownika:

$$i_p = p \cdot \left[ U_M - U_C - \frac{3}{8} U_M \omega^2 t^2 \right]^{3/2} \text{ i } i_p \geq 0 \dots (7)$$

Ładunek, przepływający przez prostownik w ciągu okresu, będzie:

$$\frac{p}{\omega} \int_0^{\omega t_2} [U_M - U_C - 3/8 U_M x^2]^{3/2} dx$$

Dla rozwiązania tej całki rozwijamy na szereg wyrażenie w potęgach 3/2.

Granice całkowania znajdujemy, przyrównując w równaniu (7) prąd prostownika  $i_p$  do zera.

Otrzymamy ostatecznie:

$$Q = \frac{4,0,747}{\sqrt[4]{6}} \cdot \frac{p}{\omega} U_m^{3/2} \cdot D_1''' \quad (8)$$

Przyrównując ten ładunek do ładunku, przepływającego przez opór  $R$ , otrzymamy podobnie jak w wypadkach poprzednich:

$$D_1''' = 1,97 \sqrt[7]{\frac{1}{p^4 \cdot R^4 \cdot U_M^2}} \quad (8)$$

Wyliczone powyżej wartości dla  $D_1'$ ,  $D_1''$  oraz  $D_1'''$  są to wartości graniczne, pomiędzy którymi zawarte są względne różnice wartości maksymalnej napięcia badanego i napięcia na kondensatorze. Dla krzywych o dowolnej zawartości harmonicznych i dowolnych przesunięciach fazowych tych harmonicznych górną granicą jest wielkość  $D_1'$ , dolną zaś wielkość  $D_1''$ . W wypadku szczególnym, gdy mamy do czynienia jedynie z trzecią harmoniczną, dolną granicą omawianej różnicy jest wielkość  $D_1'''$ . Wszystkie te wyliczenia są przeprowadzone w założeniu uczynionym na wstępie tego rozdziału, na zasadzie którego nie uwzględniamy w prostowniku żadnej SEM.

#### 4. Wpływ SEM prostownika.

Prostownik rzeczywisty posiada zawsze pewną SEM po uwzględnieniu której równanie prostownika przedstawi się jak następuje:

$$i_p = p \cdot [U_{PO} + u_p]$$

gdzie  $U_{PO}$  jest SEM prostownika.

Jeśli w równaniu dla ładunku przepływającego przez prostownik w ciągu jednego okresu zastąpimy występującą tam wielkość  $U_C$  przez wyrażenie  $[U'_C - U_{PO}]$ , to wówczas otrzymamy:

$$Q = p \int_{t_1}^{t_2} [u - U_C + U_{PO}]^{3/2} dt = p \int_{t_1}^{t_2} [u - U'_C]^{3/2} dt.$$

Równanie ostatnie nie różni się matematycznie od równania, otrzymanego w wypadku pominięcia SEM prostownika. Rezultat końcowy będzie zatem taki sam, jak poprzednio, z tem zastrzeżeniem, że w miejsce  $U_C$  należy wstawić obecnie wartość  $U'_C$ . Otrzymamy więc, uwzględniając SEM prostownika:

$$\left. \begin{aligned} D &= 1,94 \sqrt[4]{\frac{1}{p \cdot R \cdot \sqrt{U_M}}} - \frac{U_{PO}}{U_M} = D_1 + D_2 \quad \dots a \\ D' &= 1,94 \sqrt[4]{\frac{1}{p \cdot R \cdot \sqrt{U_M}}} \cdot \sqrt[4]{\frac{1+9k_3+25k_5+\dots}{1+k_3+k_5+\dots}} - \frac{U_{PO}}{U_M} = D_1' + D_2 \quad \dots b \\ D'' &= 1,59 \sqrt[3]{\frac{1}{p^2 \cdot R^2 \cdot U_M}} - \frac{U_{PO}}{U_M} = D_1'' + D_2 \quad \dots c \\ D''' &= 1,97 \sqrt[7]{\frac{1}{p^4 \cdot R^4 \cdot U_M^2}} - \frac{U_{PO}}{U_M} = D_1''' + D_2 \quad \dots d \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Uwzględniając SEM prostownika, otrzymujemy dodatkową różnicę względną  $D_2$  pomiędzy wartością maksymalną napięcia mierzonego a napięciem, panującym na kondensatorze. Różnica ta nie zależy od krzywej napięcia badanego. Jej wartość bezwzględna jest stała i równa  $U_{PO}$ , zaś wartość względną wyrazi się:

$$D_2 = -\frac{U_{PO}}{U_M} \quad (10)$$

Reasumując ostatecznie otrzymane analitycznie rezultaty, możemy wyliczyć granice w jakich jest zawarta różnica względna wartości maksymalnej napięcia mierzonego i napięcia panującego na kondensatorze, wykazywanego przez woltomierz. Wyliczenia te są ważne dla napięć badanych o dowolnej krzywej okresowej i symetrycznej, pod następującymi jednak warunkami:

1. Tętnienie napięcia na kondensatorze jest pomijalne.
2. W zakresie pracy prostownika w rozwinięciu na szeregi kosinusów, odpowiadających krzywej podstawowej oraz harmonicznym, można pominąć dalsze wyrazy.
3. Wartość maksymalna napięcia badanego niewiele się różni od napięcia występującego na kondensatorze.

## II. Badanie doświadczalne układu pomiarowego.

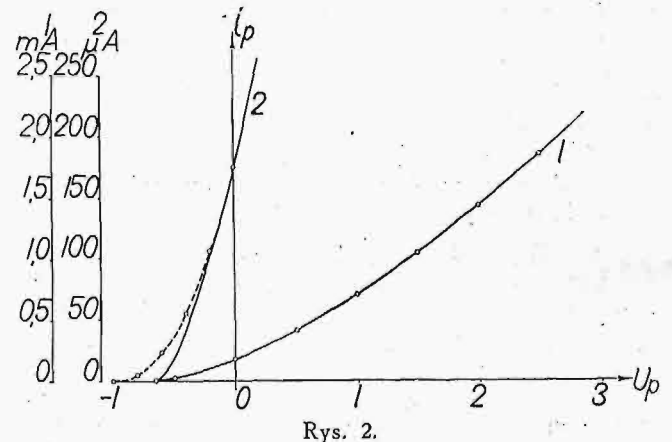
### 1. Wykonanie techniczne układu.

Prostownik — lampa trójelektrodowa „Philips” typ E 415, o żarzeniu pośrednim prądem zmiennym, siatka i anoda zwarte. Równanie prądu takiego prostownika:

$$i_p = p \cdot [U_{PO} + u_p]^{3/2}$$

przy czym  $p = 0,33 \text{ mA/V}^{3/2}$ ;  $U_{PO} = 0,65 \text{ V}$ . Maksymalne napięcie dopuszczalne na prostowniku około 500 V.

Wykres na rys. 2 przedstawia charakterystykę rzeczywistą prostownika — krzywa przerywana i punkty otoczone



Rys. 2.

kółkami, oraz charakterystykę wyliczoną podług podanego równania prostownika — krzywa ciągła. Zgodność tych charakterystyk jest bardzo duża.

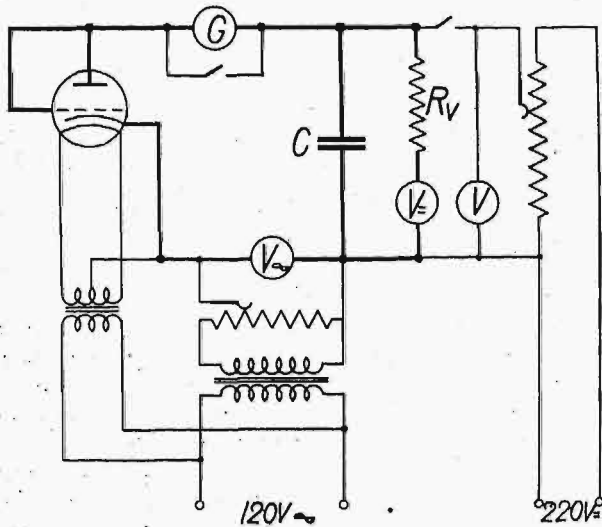
Kondensator — trzy kondensatory „Philips” po  $3 \mu\text{F}$  na napięcie robocze 250 V. Oporność upływowa tych kondensatorów przy napięciu stałym 200 V wynosiła około  $60 \text{ M}\Omega$ . Wypadkowa pojemność kondensatorów  $C = 9 \mu\text{F}$ .

Woltomierz — galwanometr wskazówkowy „Siemens i Halske” o pełnym wychyleniu przy prądzie  $200 \times 0,26 \mu\text{A}$ . Galwanometr ten połączono szeregowo z oporami stałymi (hochkonstante Widerstände) „Siemens i Halske” o oporności około  $3,85 \text{ M}\Omega$ . W układzie takim wychylenie galwanometru o jedną działkę odpowiadało jednemu woltowi napięcia na kondensatorze. Oporność całego układu woltomierza wynosiła  $R_v = 3,85 \text{ M}\Omega$ .

### 2. Kontrola wskazań układu pomiarowego.

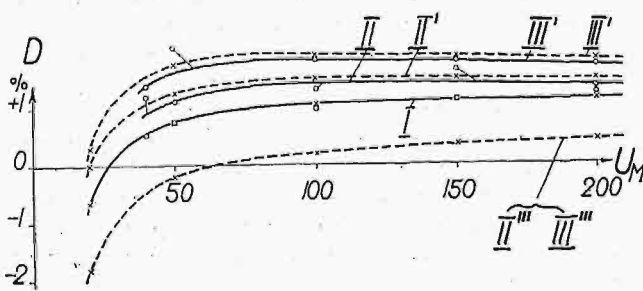
Dla skontrolowania wskazań układu pomiarowego, jak również dla sprawdzenia wyprowadzonych teoretycznie w poprzedniej części zależności, zastosowano metodę kompensacyjną. Schemat całkowitego układu podaje rys. 3. Kompensację napięciem stałym przeprowadza się aż do takiego stanu, gdy prąd przepływający przez prostownik osiąga faktycznie wartość zero.

Rys. 4 podaje na wykresie zależności  $D$ , zmierzone dla różnych rodzajów krzywych napięć badanych. Krzywa I odpowiada napięciom sinusoidalnym. Podano tu punkty, wyliczone teoretycznie, oznaczone krzyżykami i punkty zmierzone doświadczalnie, oznaczone kółeczkami. Zgodność rezul-



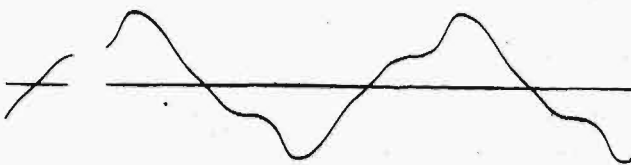
Rys. 3.

atów teoretycznych i doświadczalnych jest tu duża. Krzywa II odpowiada napięciu odkształconemu o krzywej, której współczynnik amplitudy wynosi 1,7. Krzywa ta jest podana na oscylogramie rys. 5. Krzywa III odpowiada napięciu jeszcze silniej odkształconemu o współczynniku amplitudy 2,0. Krzywa tego napięcia podana na oscylogramie rys. 6.



Rys. 4.

Jeśli przyjąć w pierwszym przybliżeniu, że krzywe odkształcone posiadają jedynie trzecią harmoniczną, to wówczas można stwierdzić, że wierzchołki tych krzywych będą mniej ostre od wierzchołków krzywych rozpatrywanych przy wyliczeniu w poprzedniej części różnicy  $D'$ , zaś bardziej ostre od wierzchołków przyjętych przy obliczaniu  $D'''$ . Z po-



Rys. 5.

wyższego względu otrzymane doświadczalnie wartości  $D$  powinny być zawarte pomiędzy  $D'''$  i  $D'$ .

Obliczenie  $D'''$  nie nastęca trudności, natomiast dla obliczenia  $D'$  potrzebna jest znajomość współczynnika  $k_3$ . Współczynnik ten wyznaczamy, znając współczynnik amplitudy

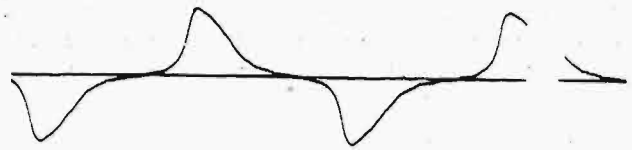
badanego napięcia. Otrzymamy w wypadku tylko trzeciej harmonicznej i przesunięcia fazowego tej harmonicznej, odpowiadającego wartości  $D'$ :

$$a = \frac{1 + k_3}{\sqrt{\frac{1 + k_3^2}{2}}}$$

gdzie  $a$  oznacza współczynnik amplitudy. Z powyższego znajdujemy:

$$k_3 = \frac{1}{a^2 - 2} [2 - a \sqrt{4 - a^2}]$$

Opierając się na podanym wyżej rozumowaniu, wyliczono dla zmierzonej krzywej II i III krzywe II' i III', odpowiadające wartościom  $D'$  i krzywe II''' i III''' odpowiadające wartościom  $D'''$  (krzywe przerywane na rys. 4). Jak widać z wykresu, krzywe, zmierzone doświadczalnie (krzywe ciągłe na rys. 4), przebiegają wewnątrz obszaru ograniczonego krzywymi wyliczonymi. Potwierdza to w pewnym stopniu słuszność założeń teoretycznych.



Rys. 6.

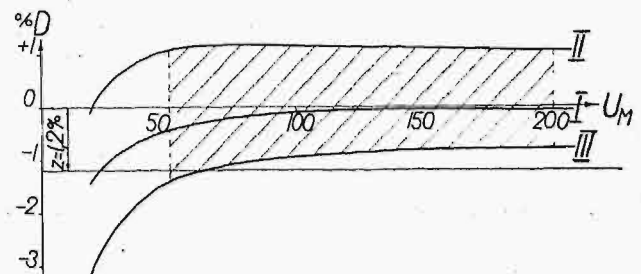
### 3. Regulacja układu pomiarowego.

Zakładamy, że opisany układ pomiarowy ma służyć do pomiaru wartości maksymalnej napięć o odkształceniach najczęściej spotykanych w technice prądów silnych. Z powyższego względu wypada się najpoważniej liczyć z odkształceniami, spowodowanymi trzecią harmoniczną napięcia.

Powróćmy do przypadku szczególnego, gdy w badanym napięciu występuje jedynie trzecia harmoniczna. Ze wzoru ( $D_0$ , d) znajdujemy dolną graniczną wartość różnicy  $D'''$ . Górną wartość graniczną tej różnicy podaje wzór ( $D_1$  b). We wzorze tym występuje współczynnik  $k_3$  nieznaną „a priori”. Weźmy wypadek najniekorzystniejszy, gdy ten współczynnik osiąga wartość nieskończenie wielką. Otrzymamy wówczas górną granicę różnicy  $D$  dla dowolnego napięcia badanego, zawierającego tylko trzecią harmoniczną. Oznaczmy tę różnicę graniczną przez  $D_1'''$ . Otrzymamy:

$$D_1''' = 3,36 \sqrt{\frac{1}{p \cdot R \cdot \sqrt{U_M}}} \dots (11)$$

Na wykresie z rys. 7 podano krzywe graniczne, wyznaczające obszar zmienności różnicy  $D$  w wypadku, gdy napięcie badane posiada dowolną trzecią harmoniczną. Krzywa I



Rys. 7.

odpowiada różnicy  $D$  dla napięć sinusoidalnych, krzywa II wyliczonej wartości granicznej  $D'''$ , zaś krzywa III wyliczonej różnicy  $D''$ . W obszarze pomiędzy krzywymi II i III znajdzie się większość różnic względnych wartości maksymalnej napięcia badanego i napięcia na kondensatorze, od-

powiadających odkształconym napięciom, spotykanym w technice prądów silnych (nie posiadających, praktycznie odgrywających rolę, harmonicznych rzędu wyższego jak trzeci).

Jeśli teraz wprowadzimy korekcję wskazania woltomierza o  $z = 1,2\%$  „in plus”, to wówczas zerowa oś rzędnych na rys. 7 przesunie się o  $1,2\%$  do góry i tem samem w odniesieniu do tej nowej osi, czyli w odniesieniu do wskazań skorygowanego woltomierza, zmniejszą się różnice względne  $D$ . W zakresie od 50 do 200 V, będzie można przyjąć wskazanie skorygowanego woltomierza jako odpowiadające bezpośrednio wartości maksymalnej napięcia mierzonego. Odchylenia, które jednak będą w rzeczywistości istniały pomiędzy wskazaniem woltomierza a wartością maksymalną napięcia badanego, włączymy do uchybów układu pomiarowego.

#### 4. Dokładność i uchyby układu pomiarowego.

Przeprowadzono poprawki wskazań woltomierza, przez zmniejszenie o  $1,2\%$  oporności oporów, szeregowo załączonych z galwanometrem. Przyjmujemy wskazania woltomierza za odpowiadające wartości maksymalnej napięcia badanego. Otrzymujemy następujące zestawienie uchybów pomiaru ze względu na samą istotę układu pomiarowego:

Wartość maksymalna napięcia mierzonego	20	50	100	150	200	V	
Napięcie sinusoidalne	-1,88	-0,45	-0,13	-0,07	-0,07	%	
Napięcie sinusoidalne plus $3 - \alpha$	Górna gran.	0,00	+1,05	+1,13	+1,07	+1,07	%
	Dołna gran.	-3,34	-1,41	-0,96	-0,83	-0,79	%
Harmoniczna							
Napięcie o krzywej prostokątnej	-3,64	-2,0	-1,5	-1,3	-1,25	%	

Jak wynika z powyższego zestawienia w zakresie od 50 do 200 V wartości maksymalnej napięcia mierzonego uchyb dla napięć zbliżonych do sinusoidalnych jest rzędu  $0,5\%$ , dla napięć zaś odkształconych w sposób najczęściej spotykany, rzędu  $1,0\%$ . Uchyby te liczone są z dużą rezerwą i w konkretnych przypadkach leżą zazwyczaj poniżej podanych granic.

W wypadku napięcia odkształconego bardzo znacznie, przy obecności wysokich harmonicznych, dolną granicą uchybu jest uchyb podany dla napięcia o krzywej prostokątnej, zaś górna granica może być wyliczona ze wzorów na  $D'_1 + D_2$  (9, b).

Należy tu jeszcze raz wyraźnie podkreślić, że dokładność pomiaru zależy jedynie od samego wierzchołka krzywej napięcia mierzonego i to tylko od tej części wierzchołka, w zakresie której przepływa prąd przez prostownik.

Do uchybów rozpatrzonych powyżej dochodzi jeszcze uchyb samego galwanometru. Uchyb ten, po wielokrotnym przewzorcowywaniu galwanometru zastosowanego w układzie,

można przyjąć jako równy w swej granicznej wartości  $+ 0,5\%$ .

Reasumując powyższe rozważania, wynika, że opisanym układem można zmierzyć wartość maksymalną napięć zbliżonych do sinusoidalnych z dokładnością większą od  $1\%$ , zaś napięć normalnie odkształconych, spotykanych w praktyce z dokładnością około  $1,5\%$ .

#### 5. Porównanie z układem dwuprostownikowym.

Układ dwuprostownikowy można stosować bez przeprowadzania przeliczeń jedynie dla pomiaru wartości maksymalnej napięcia o jednej ściśle określonej częstotliwości. Poza to, jak już zaznaczono, krzywa napięcia nie może posiadać więcej jak tylko jedno maksimum i minimum w ciągu jednego okresu. Odkształcenia krzywej napięcia mierzonego, które nie kolidują z poprzednim warunkiem, nie wpływają na obniżenie dokładności pomiaru.

Układ jednoprostownikowy pozwala mierzyć napięcia o dowolnej częstotliwości (większej od pewnej minimalnej). Posiadanie przez krzywą napięcia wielokrotnego maksimum czy też minimum jest tu bez znaczenia. Natomiast silne odkształcenia krzywej obniżają dokładność pomiaru.

Dokładność pomiaru napięcia, zbliżonego do sinusoidalnego, jest większa w wypadku układu jednoprostownikowego, gdyż nie występuje tu znaczny uchyb, spowodowany w układzie dwuprostownikowym uchybem częstotliwości.

Układ dwuprostownikowy nadaje się dla bezpośredniego pomiaru napięć raczej wysokich (pomijalne wówczas spadki napięcia na prostownikach i galwanometrze), podczas gdy układ jednoprostownikowy jest odpowiedniejszy do pomiaru napięć niższych (maksymalna wartość napięcia mierzonego ograniczona dopuszczalnym napięciem maksymalnym występującym na prostowniku).

Pod względem konstrukcyjnym układ jednoprostownikowy jest prostszy od układu dwuprostownikowego.

Zestawiając powyższe rozważania, dochodzimy do wniosku, że w zakresie napięć niskich (rzędu 20 do 200 V) do bezpośredniego pomiaru wartości maksymalnej napięć najczęściej spotykanych w technice prądów silnych (nie posiadających krzywych o bardzo ostrych wierzchołkach) nadaje się szczególnie dobrze, jako metoda odchyłowa, układ opisany powyżej. Dla napięć wysokich układ ten może być z powodzeniem stosowany w wypadku użycia odpowiedniego dzielnika napięcia.

Prace doświadczalne, związane z powyższym tematem, zostały wykonane w Zakładzie Wysokich Napięć i Miernictwa Elektrotechnicznego Politechniki Warszawskiej. Kierownikowi powyższego zakładu, Panu Profesorowi K. Drewnowskiemu za cenne wskazówki i liczne ułatwienia w wykonaniu powyższej pracy pozwalam sobie gorąco podziękować.

Warszawa. Listopad. 1933.

## PODSTAWY STATYSTYCZNE TARYFY BLOKOWEJ

Inż. Aleksander Hirschhorn.

(Odczyt, wygłoszony w Oddziale Warszawskim S.E.P.).

Metody statystyczne, które tak wielką rolę odgrywają w biologii, botanice, antropologii i naukach pokrewnych, odniedawna dopiero zaczęto stosować w technice z wynikami bardzo zachęcającymi. W archiwach zakładów przemysłowych, hut i elektrowni piętrzyły się stosy danych liczbowych, których nie umiano wykorzystać, ani od-

powiednio zużytkować. Stan ten, jak wskazuje bieżąca literatura techniczna, zmienia się ostatnio na lepsze<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> E. Kohlweiler. Statistik im Dienste der Technik. Berlin 1931.

Becker, Plaut, Runge. Anwendungen der mathematischen Statistik auf Probleme der Massenfabrikation.

W związku z projektowaniem taryfy blokowej widać, jak inżynierowie, kierownicy elektrowni borykają się z trudnościami, które dawno zostały już pokonane przez uczonych statystyków. Miło jest stwierdzić, że ścisłe metody matematyczne, przez nich opracowane, jednako dobrze nadają się do badania prawa dziedziczności, koniunktury gospodarczej, jak i współzależności pomiędzy zużyciem kWh a liczbą pokoi w gospodarstwach domowych.

**Klasyfikacja odbiorców.**

Postaram się przedstawić, jak można w prosty a zarazem wystarczająco ścisły sposób ustalić taryfę blokową dla gospodarstw domowych, zróżnicowaną według ilości zamieszkiwanych pokoi i mającą na celu zachęcenie ludności do stosowania przyrządów grzejnych.

Dla przykładu biorę pod uwagę 1 000 odbiorców, posiadających mieszkania czteroizbowe w jednym z miast polskich. Należy ich sklasyfikować zależnie od rocznego zużycia kWh, przyjmując pewną, zasadniczo dowolną, skalę np. na równe klasy co 10 kWh: 0—10, 10—20, 20—30 i t. d. Wszyscy odbiorcy, których zużycie przypada na ten sam przedział klasowy, np. 20—30 kWh, należą do tej samej klasy, a ich ilość nazywamy liczebnością<sup>2)</sup> danej klasy. Odbiorców, których zużycie wyraża się liczbami, odpowiadającymi punktom granicznym między klasami, zaliczamy po połowie do obu klas; jeżeli jest to jeden odbiorca, dopisuje się po 1/2 do liczby, charakteryzującej gęstość w klasach sąsiadujących. Suma gęstości (liczebności) odpowiada ogólnej liczbie odbiorców. W ten sposób otrzymujemy *tablicę rozmieszczenia* (szereg rozdzielczy) odbiorców co 10 kWh<sup>3)</sup>.

Określić klasę można albo przy pomocy dwóch liczb, t. j. granic klasy (20—30), albo też jednej liczby w punkcie środkowym przedziału klasowego (25). Ten sposób jest znacznie prostszy. Na załączonej tabeli (tab. I) liczba np 15, a obok w drugiej rubryce 9, oznacza, że 9 odbiorców ma zużycie roczne, zawarte w granicach pomiędzy 10—20 kWh.

Traktujemy ich odtąd z pewnym przybliżeniem tak, jakby każdy z nich miał jednakowe zużycie 15 kWh, co doskonale można uwydatnić na wykresie (rys. 1). Na osi odciętych odmierzymy podział na klasy i na każdym przedziale klasowym budujemy prostokąt o wysokości, odpowiadającej w pewnej skali liczebności odbiorców tej klasy. W ten sposób otrzymaliśmy charakterystyczny obraz schodkowy (histogram).

Możemy również w inny sposób przedstawić wykreślić tabelę rozmieszczeń (rys. 2): ze środka każdej klasy wystawiamy prostopadłą o długości, odpowiadającej liczeb-

<sup>1)</sup> H. Kunze. Groszzahlforschung und Elektrizitätswirtschaft. E. T. Z. 1932, S. 652.

R. Gibrat. Amenagement hydroélectrique des cours d'eau: Statistique mathématique et calcul des probabilités. Revue Generale de l'Electricité XXXII, str. 493, 525.

R. Rüdénberg. Die Beurteilung elektrischer Maschinen und Apparate durch Toleranzen auf Grund statistischer Methoden. Zft. für angewandte Mathematik und Mechanik. 1929, S. 318.

<sup>2)</sup> Nieustaloną dotąd polską terminologią statystyczną stosuję w pracy niniejszej dosyć swobodnie, starając się być przede wszystkim jasnym i zrozumiałym dla techników.

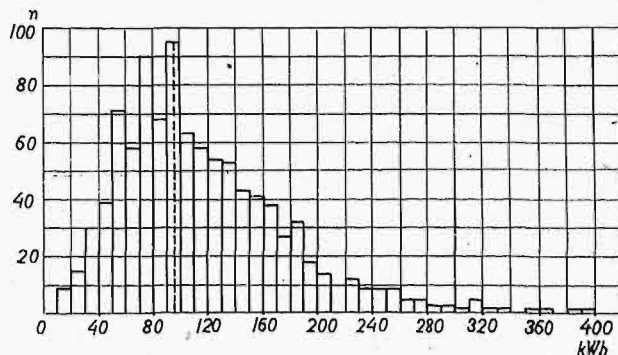
<sup>3)</sup> Powyżej 400 kWh dla zaoszczędzenia miejsca wystarczy wypisywać klasy o liczebności różnej od zera, zachowując jednak ciągle tę samą wielkość przedziału klasowego.

Tab. I.

Tabl. rozmieszczeń dla 1 000 mieszkań 4 pokojowych					
pierwotna		zredukowane			
a		b		c	
kWh	n	kWh	n	kWh	n
5	0				
15	9	20	24	10	9
25	15				
35	30	40	69	30	45
45	39				
55	71	60	129	50	110
65	58				
75	90	80	158	70	148
85	68				
95	95	100	158	90	163
105	63				
115	58	120	112	110	121
125	54				
135	53	140	96	130	107
145	43				
155	41	160	79	150	85
165	38				
175	27	180	59	170	65
185	32				
195	18	200	32	190	50
205	14				
215	10	220	22	210	24
225	12				
235	9	240	18	230	21
245	9				
255	9	260	14	250	18
265	5				
275	5	280	8	270	10
285	3				
295	3	300	5	290	6
305	2				
315	5	320	7	310	7
325	2				
335	2	340	2	330	4
345	0				
355	2	360	4	350	2
365	2				
375	0	380	2	370	2
385	2				
395	2	400	2	390	4
	1 000		1 000		1 000

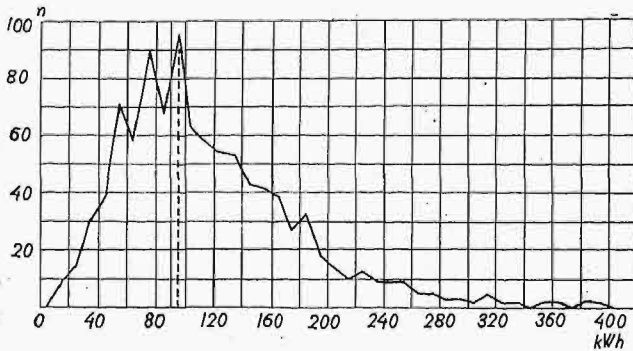
Pierwotna i zredukowane tablice rozmieszczeń dla 1000 mieszkań czteropokojowych.

ności odbiorców, i łącząc ich końce otrzymujemy nieforemny wielobok liczebności, którego powierzchnia, ograniczona prostymi łamanymi, jest równa powierzchni histogramu i określa całkowitą ilość odbiorców danej grupy. (Każdy odbiorca jest wyobrażony prostokątem o podstawie 10 kWh i wysokości 1 w skali odbiorców).



Rys. 1.

Wykres schodkowy (histogram) do pierwotnej tablicy rozmieszczeń.

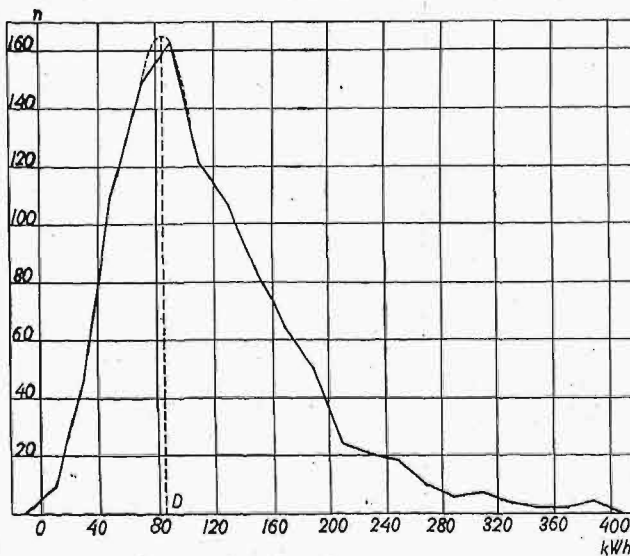


Rys. 2.

Wielobok liczebności do pierwotnej tablicy rozmieszczeń.

#### Zredukowane tablice rozmieszczeń.

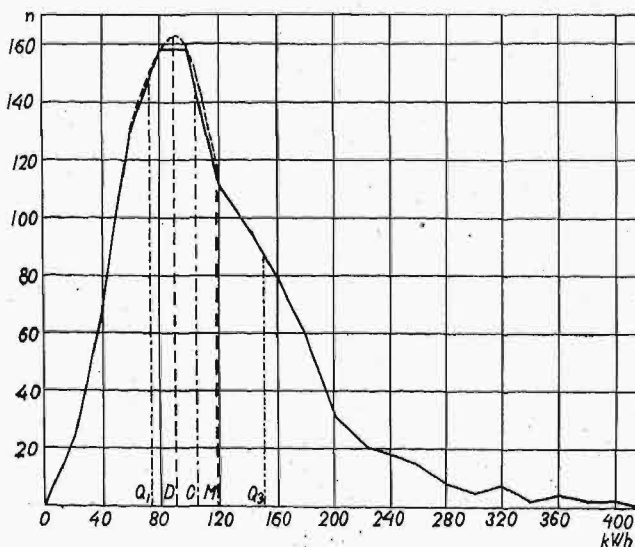
Rozpatrując czy to wykres, czy też odpowiadającą mu tablicę rozmieszczeń, spostrzegamy, że liczebność odbiorców stopniowo wzrasta aż do pewnego maksimum, a na-



Rys. 3.

Zredukowany wielobok liczebności (sposób I).

stępnie znacznie wolniej maleje, ale czystość tego przebiegu psują w środkowej części rysunku trzy lokalne maksyma gęstości. Ponieważ idzie nam o obraz ogólny, spróbujemy pozbyć się tych nierównomierności, obierając skalę



Rys. 4.

Zredukowany wielobok liczebności (sposób II).

dwa razy większą, przez łączenie klas po dwie razem. W ten sposób powstaje zredukowana tabela rozmieszczeń z klasami 0—20, 20—40, 40—60 i t. d. Środki klas przypadają na 10, 30, 50 kWh i t. d. (Tab. Ic).

Możemy to również zrobić inaczej, a mianowicie łącząc klasę 15 z klasą 25 i t. d., a klasę 5 dopełniając zerami. W tym wypadku dostaniemy tabelę rozmieszczeń, w której środki klas będą odpowiadały liczbom 0, 20, 40, i t. d. (Tab. Ib). Ogólnie można  $n$  sposobami zredukować po  $n$  klas. Łączyć np. razem po trzy klasy możemy trzema sposobami.

Który z nich będzie najlepszy? Z dalszych rozważań wyniknie, że zależy nam na tym, żeby otrzymać obraz zbiorowości możliwie symetryczny. Przedstawiając wykreślnie obie otrzymane tabele (rys. 3 i 4), widzimy, że druga z nich ma kształt foremniejszy i dlatego wybieramy ją jako podstawę dla dalszych naszych rozważań.

#### Krzywa liczebności.

Zwiększając ilość odbiorców, a z drugiej strony zmniejszając wielkość przedziału klasowego, dochodzimy do tego, że punkty łączone prostymi łamanymi wypadają bardzo blisko siebie, a w granicy zleją się w jedną krzywą ciągłą, tak zwaną *idealną* krzywą liczebności. Jest to krzywa asymetryczna o znacznej rozciągłości w kierunku wzrastających kWh, zasadniczo odmienna dla każdej grupy odbiorców. Wielobok liczebności, otrzymany w naszym przykładzie, jest — jak widać — jeszcze bardzo daleki od pojęcia krzywej<sup>4)</sup> (rys. 4).

Jako kryterjum porównawcze dla różnych idealnych krzywych liczebności wprowadzamy wyrażone matematycznie pojęcie krzywej *normalnej* (krzywa błędów, krzywa Gaussa, rys. 5). Równanie jej, odniesione do osi rzędnych, przechodzącej przez oś symetrii krzywej, jest:

$$y = y_{\max} \cdot e^{-\frac{x^2}{2m^2}}$$

Krzywa ta o formie zdecydowanie symetrycznej posiada jedno wyraźne maksimum, dwa punkty przegięcia, odległe od siebie o  $2m$ , i szybko opada na obie strony w granicach na  $x$  od 0 do  $\pm 3m$ ; następnie biegnie asymptotycznie do osi  $x$ .

Na rysunku 6-ym obok krzywej normalnej, podany jest wielobok liczebności z rys. 4-go. Doskonale uwydatnia się nieforemność i asymetria rozkładu rzeczywistego w porównaniu z normalnym. Krzywą normalną jest tak dobrana, że ma tę samą średnią arytmetyczną, to samo pole i sumę kwadratów odchyleń od średniej arytmetycznej, co wielobok liczebności.

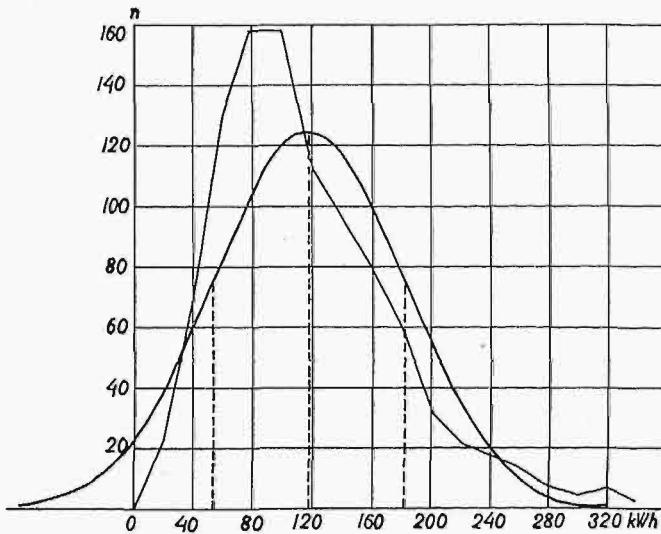
#### Rozkład normalny i asymetryczny.

Rozkład normalny, który jest podstawą teorii prawdopodobieństwa i teorii błędów, zdarza się niekiedy, z większym lub mniejszym przybliżeniem, w kolektywach statystycznych. W naszym jednak przypadku mamy wyraźną lewą asymetrię, która leży w naturze samego kolektywu, opartego o podział według ilości pokoi. Zdajemy sobie sprawę, że nie licząc korytarzy, ubikacji i t. p. popełniamy pewien błąd, który rozkładając się na liczbę pokoi, powinien zmniejszać się z wzrostem ich liczby. Do pewnego stopnia daje się to dostrzec, jako mniejsza asymetria

<sup>4)</sup> Stosowane powszechnie przy konstrukcji taryf „zaokrąglanie” wieloboku liczebności jest z punktu widzenia statystycznego zupełnie niewłaściwe. Np. P. E. 1932 str. 654 rys. 3; dowolnie „zaokrąglony” histogram służy jako podstawa do dalszych, ścisłych (?) wyliczeń.



krzywych liczebności dla dużych mieszkań w porównaniu z małymi. Grupując odbiorców według mocy zainstalowanej, czy szczytowego obciążenia, otrzymalibyśmy mniejszy stopień asymetrii.



Rys. 5.  
Normalna krzywa liczebności.

Należy zwrócić uwagę, że również niefortunna klasyfikacja może zniekształcić skądinąd foremną krzywą. Ponieważ spotykamy się tu stale z wyraźną asymetrią lewą, kombinujemy tak redukcję klas, aby, maksimum krzywej było przesunięte możliwie na prawo.

#### Idealny wymiar bloku taryfowego.

Mając teraz dokładny obraz zbiorowości odbiorców i zdając sobie sprawę z ich upodobań w sensie zużycia prądu, przystępujemy do właściwego celu naszej pracy, t. j. do znalezienia liczby, która, charakteryzując ściśle rozpatrywany kolektyw, nadawałaby się jako norma, określająca blok taryfowy.

O ile mamy do czynienia z rozkładem normalnym, nie potrzebujemy jej szukać, bo sami odbiorcy nam ją wskazują, grupując się wokół niej jaknajgęściej. Jest to liczba kWh najbardziej faworyzowana, najbardziej modna (stąd jej nazwa wartość modalna) w danej grupie, bo przy niej krzywa liczebności osiąga maksimum (rys. 5).

Ze względu na absolutną symetrię krzywej liczba ta jest zarazem średnią arytmetyczną zużyć poszczególnych odbiorców.

Mało tego: pola ograniczone krzywą po obu stronach tej wartości są równe, a więc liczba ta uwzględnia również postulat gdyński, t. j. o ile zostanie użyta jako blok, to 50% odbiorców od razu go przekroczy.

Każda ze wspomnianych własności wystarczałaby, aby zwrócić na nią naszą uwagę, tem lepiej więc, że łączy je ona wszystkie razem i wskazuje zalety, jakie winien posiadać wymiar ścisłego, sprawiedliwego i atrakcyjnego bloku taryfowego. Niestety, krzywe, które rzeczywiście wyobrażają zbiorowość odbiorców, nie są symetryczne i posiadają kilka wartości, które je lepiej lub gorzej charakteryzują i pomiędzy którymi musimy przeprowadzić rozsądny wybór.

#### Wartości średnie rozkładu asymetrycznego.

1) *Średnia arytmetyczna.* Najpopularniejszą wartością średnią jest naturalnie średnia arytmetyczna. Mając  $N$

odbiorców, zużywających po  $X$  kWh, otrzymujemy ją, dodając poszczególne zużycia i dzieląc sumę przez liczbę odbiorców:

$$M = \frac{1}{N} \sum (X)$$

Średnia arytmetyczna ma wiele wygodnych własności matematycznych, którym zawdzięcza powszechne jej stosowanie, np.: suma odchyłeń od średniej arytmetycznej równa się zero; suma kwadratów odchyłeń jest dla średniej arytmetycznej najmniejsza i t. d. Mówiąc o zaletach średniej arytmetycznej, należy podkreślić pewną własność, której ona nie posiada, a która jest jej często niesłusznie przypisywana. Mówi się powszechnie, że średnia arytmetyczna jest wartością najprawdopodobniejszą zużycia. Jest to prawdziwe tylko dla rozkładów symetrycznych.

Prawdopodobieństwo, że jeden z spośród  $N$  odbiorców ma zużycie  $X$ , równa się  $1/N$ ; o ile zaś  $X$  powtarza się  $n$  razy, to prawdopodobieństwo wyniesie  $n/N$ . Innymi słowy — dla danego kolektywu największe prawdopodobieństwo ma to zużycie, które się najwięcej razy powtarza, co jest zresztą samo przez się oczywiste. W rozkładach niesymetrycznych najprawdopodobniejszą wartością jest więc wartość modalna, gdyż przy niej krzywa liczebności osiąga maksimum.

2) *Wartość środkowa (mediana).* Medianą nazywamy tę wartość zużycia, która dzieli wszystkich odbiorców na połowę, tak, że 50% odbiorców ma zużycie mniejsze, a 50% większe, niż wartość środkowa. O ile chcemy określić wartość środkową z tablicy rozmieszczeń (Tab. I), dodajemy pokolei liczebności klasowe, aż do połowy ilości odbiorców. W ten sposób znalazłszy przedział klasowy, w którym wartość środkowa jest zawarta, obliczamy ją przez interpolację.

Wartość środkowa nie posiada takich zalet algebraicznych jak średnia arytmetyczna, daje się jednak łatwo obliczyć i jest mało czuła na wyjątkowo odbiegające od przeciętnych wartości zużycia. Poza to ma specjalnie ważną dla naszych celów propagandową wartość atrakcyjną; mianowicie zastosowana jako norma dla bloku taryfowego, zostaje natychmiast przekroczona przez 50% odbiorców.

3) *Wartość modalna.* Wartość modalna zużycia jest najbardziej wyczuwalna ze wszystkich średnich. Jest to liczba kWh, którą pobiera największa ilość odbiorców; jest to najprawdopodobniejsza wartość zużycia. Mamy prawo się spodziewać, że każdy nowy odbiorca z dużym prawdopodobieństwem tyle właśnie kWh rocznie będzie pobierał.

O ile jednak wartość ta jest bardzo zrozumiałą, o tyle trudno jest ją wyliczyć. Maksimum bowiem liczebności występuje dopiero razem z podziałem na klasy i to nie od razu. W pierwotnej tablicy rozmieszczeń (rys. 1a) rozróżniamy trzy wyraźne maksyma, z których dwa większe odpowiadają dwu wartościom zużycia pomiędzy 75—80 kWh i 90—95 kWh. Po zredukowaniu mamy już tylko jedno maksimum, które dla obu sposobów redukcji leży w granicach 80—90 kWh (Tab. I b i c).

Można przyjąć, że krzywa liczebności w okolicach maksimum ma przebieg w przybliżeniu paraboliczny, i przeprowadzając w wypadku krzywej zaostrej parabolę drugiego stopnia przez trzy punkty, odpowiadające największym liczebnościom (rys. 3), a w wypadku krzywej tępo zakończonej (rys. 4) parabolę trzeciego stopnia przez cztery punkty najwyższe, otrzymamy wogóle różne wartości na maksimum. Mianowicie dla naszego przykładu 85,3 i 89,2 kWh.

Widzimy, że wartość modalna dla danej zbiorowości jest nieokreślona i zależna od sposobu klasyfikacji. Trud-

ność obliczenia i wieloznaczność są właśnie przykreimi właściwościami, które przeciwstawiają się jej oczywistym zaletom, jak wysokie prawdopodobieństwo i wielka zrozumiałość.

Dla dalszych rozważań przyjmiemy, że wartość modalna wynosi 89,2 kWh, gdyż w tym wypadku mamy do czynienia z wielobokiem liczebności bardziej symetrycznym (maksimum więcej na prawo).

4) *Porównanie wartości średnich.* Oznaczając wartości średnie: średnią arytmetyczną przez  $M$  (medium), środkową przez  $C$  (centrum), i modalną, najgęstsza przez  $D$  (densitas), spostrzegamy, że w rozkładach lewo-asymetrycznych, jakie spotykamy w rozpatrywanym zagadnieniu (rys. 4), zawsze:

$$D < C < M$$

W naszym przykładzie:  $D = 89,2$  kWh;  $C = 104$  kWh,  $M = 118$  kWh.

Stosunek wzajemny tych wielkości dla rozkładów, niewiele różniących się od normalnego, jest w przybliżeniu:

$$M - C \approx \frac{1}{2}(M - D)$$

Musimy się teraz zdecydować, którą z tych trzech średnich obrać za normę, ograniczającą blok taryfowy. Najlepiej nadawałaby się do tego wartość modalna, gdyż koło niej grupuje się najwięcej odbiorców, niestety jednak nieokreśloność i w pewnym stopniu skomplikowane wyliczenie nie pozwalają na jej stosowanie.

Pozostały więc do wyboru wartość środkowa i wartość średnia arytmetyczna, równie łatwe do obrachowania. Ze względu jednak na to, że wartość środkowa zwykle nie wytrzymuje kalkulacji ekonomicznej (jako za niska), za normy poszczególnych bloków najlepiej jest obrać średnie arytmetyczne zużycie.

#### Miara rozbieżności i asymetrii rozkładu.

Krzywe liczebności dla różnych kategorii mieszkań, mają niekiedy ostry zdecydowany charakter, niekiedy zaś są płaskie, rozciągnięte na wielkiej przestrzeni kWh. Aby sobie zdać sprawę w sposób ściśły z tej cechy rozkładów, którą nazwę rozbieżnością (rozproszenie, dyspersja), rozpatrzmy odchylenie poszczególnych odbiorców od średniej arytmetycznej. Pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów odchyleń, podzielonej przez liczbę odbiorców, czyli tak zwane *odchylenie średnie*, jest właśnie miarą rozbieżności rozkładu.

Odchylenie zużycia poszczególnego odbiorcy od średniej wynosi

$$d = X - M.$$

Średnie odchylenie, o ile w danej klasie jest  $n$  odbiorców o zużyciu  $X$  wynosi

$$m = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (n d^2)}.$$

Stosunek odchylenia średniego do średniej arytmetycznej jest względną miarą rozbieżności:

$$m/M\%$$

Dla naszego przykładu

$$m = 63,9 \text{ kWh}; \quad \frac{m}{M} \% = \frac{63,9}{118} 100 = 54\%;$$

Średnie odchylenie bezwzględne wzrasta wraz z liczbą pokoiów w mieszkaniu (długie, płaskie krzywe).

*Skośność*, czyli miara asymetrii rozkładu, wyraża się stosunkiem:

$$A = \frac{M - D}{m};$$

$$\text{w naszym przykładzie: } A = \frac{118 - 89,2}{63,9} = 0,45.$$

Skośność krzywych liczebności maleje ze wzrostem liczby pokoiów. Na rys. 4-ym zaznaczone są t. zw. quartile;  $Q_1$  jest to wartość zużycia, poniżej której leży 1/4 odbiorców,  $Q_3$  jest zużyciem powyżej którego leży 1/4 odbiorców.  $Q_1$  i  $Q_3$  oblicza się w ten sam sposób, jak wartość środkową. Wyrażenie  $Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$ ,

zwane *odchyleniem ćwiartkowym*, stanowi dobrą miarę rozbieżności, łatwiejszą do wyrachowania, niż odchylenie średnie. Dla naszego przykładu:

$$Q_1 = 73 \text{ kWh}; \quad c = 104 \text{ kWh}; \quad Q_3 = 151,5 \text{ kWh}$$

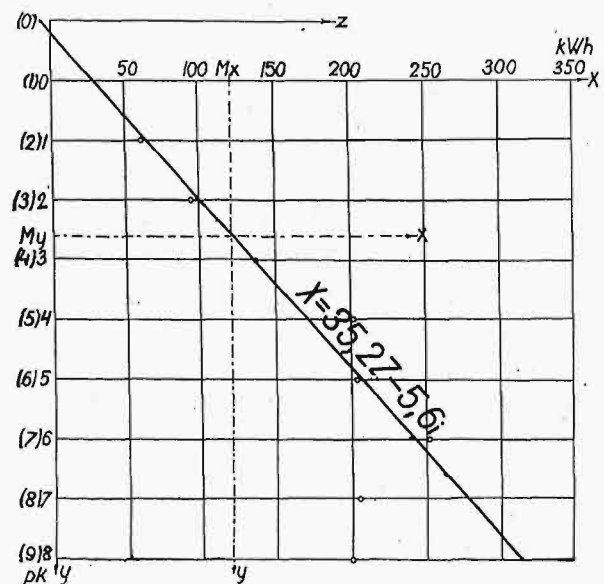
$$Q = \frac{151,5 - 73}{2} = 39,2 \text{ kWh}.$$

#### Stateczność średniej arytmetycznej.

Do średniej arytmetycznej zużycia mamy różny stopień zaufania, — zależnie od ilości odbiorców, którą ona reprezentuje. Średnia wyprowadzona z dużej liczby odbiorców jest mało czuła na dodanie jeszcze kilku odbiorców, nawet o zużyciach znacznie odbiegających od przeciętnego; ulega ona małym wahaniom; jest pewniejsza, stateczniejsza, niż średnia, wyliczona z kilkunastu mieszkań, jak to ma miejsce zwykle w mieszkaniach wielopokojowych. Waga bowiem średniej jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z liczby odbiorców. Stateczność średniej arytmetycznej mierzymy przy pomocy jej średniego odchylenia od wartości prawdziwej, gdzie przez wartość prawdziwą rozumiemy średnią arytmetyczną, wyprowadzoną z bardzo wielkiej liczby elementów. Matematycznie wyraża się ten *średni uchyb średniej* (analogja z średnim uchybem pomiaru) przez:

$$\frac{m}{\sqrt{N}}$$

gdzie  $m$  jest średnim odchyleniem, określonym powyżej, a  $N$  liczbą odbiorców w danej kategorii mieszkań.



Rys. 6.

Średnie arytmetyczne i proste charakterystyczne dla Gdyni.

Dla przykładu podane są średnie odchylenia odbiorców od średniej arytmetycznej i średnie uchyby średniej od jej wartości prawdziwej dla Gdyni<sup>5)</sup> w % średniej arytmetycznej zużycia, dla różnej wielkości mieszkań:

<sup>5)</sup> Dane, dotyczące Gdyni z okolicami, obliczone zostały na mocy siatki korelacyjnej, opublikowanej w P. E. 1932 str. 357; przyczem obie siatki traktowałem łącznie.

Ilość pokoiów	1	2	3	4	5	6	7	8
$m/M$ ‰	90	77	68	56,5	52	50	53,5	66
$\frac{m}{M \sqrt{N}}$ ‰	4,4	2,7	3,2	3,7	5,8	7,2	11,4	16,5

Średni uchyb średniej dla mieszkań wieloizbowych jest więc ogromny, sięgający aż kilkunastu procentów (w miernictwie średnie uchyby pomiaru wyrażają się w częściach procentu). Naturalnie średnie arytmetyczne, takim błędem obarczone, są liczbami zupełnie przypadkowymi i nie możemy ich wyzyskać dla celów taryfowych. Np. na wykresie (rys. 6) podane są średnie zużycia dla Gdyni i oko-

lic. Jak widzimy, nie są one ze sobą bynajmniej skoordynowane, a w mieszkaniach wielopokojowych przeczą nawet przesłankom logicznym, na których opiera się taryfa, mianowicie, że zużycie rośnie wraz z wielkością mieszkania. Mieszkania osmiopokojowe w Gdyni zużywają średnio mniej światła, niż mieszkania sześciopokojowe. Tłumaczy się to tem, że mieszkań tej wielkości jest w Gdyni bardzo mało i przypadkowo są one słabo oświetlone. Średnia dla mieszkań dwupokojowych jest sześć razy pewniejsza, niż dla osmiopokojowych. Jaką więc liczbę należy przyjąć za normę dla bloku w mieszkaniach dużych? Na to pytanie metoda analityczna, którą powyżej wyłożyłem, nie daje odpowiedzi. Ażeby dojść jednak do jakichś wyników, potraktujemy *spółzależność* pomiędzy zużyciem a ilością pokoiów w gospodarstwach domowych w sposób syntetyczny.

(Dok. n.)

## Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

### Elektryfikacja węzła kolejowego warszawskiego.

W listopadzie bawiła w Warszawie reprezentacja koncernów angielskich „English Electric Company Ltd.” i „Metropolitan Vickers Electrical Export Company Ltd.”, które swego czasu zawarły umowę z P.K.P. na elektryfikację węzła kolejowego warszawskiego. W skład reprezentacji wchodził pp.: Inż. C. H. Nelson, prezes Zarządu i gł. dyrektor Engl. Electr. Co., Inż. C. S. Richards, dyrektor Metro - Vickers Co. Ltd, Prof. C. E. Fairburn, dyrektor oddz. trakcyjnego Engl. Electric Co., Inż. C. Corbridge, dyrektor oddz. trakcyjnego Metro-Vickers Co.

Reprezentacja złożyła cały szereg wizyt w naszych Ministerstwach i była podejmowana na bankiecie, wydanym dla nich przez Ministerstwo Komunikacji i Skarbu. Z Ministerstwem Komunikacji ustalony został główny kierunek dla dalszych prac nad realizacją projektu oraz złożone zostały projekty t. zw. „Cahiers des Charges” na dostawę lokomotyw, części elektrycznych wagonów motorowych i doczepnych oraz podstacyj.

Delegaci wyjechali następnie w towarzystwie przedstawicieli Ministerstwa Komunikacji i Skarbu do Krakowa, zwiedzili miasto, a następnie objechali linię Kraków — Zakopane, której elektryfikacja jest w projekcie i którą kapitał angielski — między innymi — również się interesuje. Firmy angielskie opracują swój własny projekt tej elektryfikacji, który następnie rozważany będzie w Ministerstwie Komunikacji. Nie jest wykluczone, że projekt zostanie rozszerzony również na odcinek Kraków — Katowice.

Pozatem delegaci zwiedzili Katowice, gdzie byli podejmowani przez Naczelnego Dyrektora Śląskiej Elektrowni Okręgowej, p. Prof. R. Podolskiego, poczem pp. Nelson i Richards wyjechali do Anglii, zaś szefowie oddziałów trakcyjnych wrócili na kilka dni do Warszawy celem sprecyzowania szeregu warunków technicznych i objazdu linii podmiejskich, przeznaczonych do elektryfikacji, zaś koło 10 grudnia odjechali również do Anglii.

Złożoną pierwszą redakcją „Cahiers des Charges” badają obecnie czynniki Ministerstwa Komunikacji i porównują względnie uzgadniają ją z własnymi projektami czy też przepisami. Prace te potrwać jeszcze kilka tygodni, poczem nastąpi ostateczne uzgodnienie z przedstawicielami angielskimi. Po zatwierdzeniu „Cahiers des Charges” sporządzone będą rysunki konstrukcyjne, które kolejno badane i zatwierdzane będą przez Ministerstwo Komunikacji

— oraz rozpocznie się budowa przede wszystkim tych urządzeń, które wymagają najdłuższych terminów dostawy. Prawdopodobnie niedługo po zatwierdzeniu „Cahiers des Charges” rozważana już będzie ze strony koncernów angielskich sprawa zakontraktowania dostaw z Polski.

W Ministerstwie Komunikacji pozatem opracowywane są obecnie ostateczne plany przebudowy stacji i ewentl. dyslokacja torów w związku z elektryfikacją oraz prowadzone są rozmaite inne prace przedwstępne, jak: opracowanie wykresów jazdy, obciążenia podstacyj stosownie do przyjętego typowego rozkładu jazdy, ustalenie charakterystyki przyszłego zużycia energii elektrycznej, projektowanie typu wagonu motorowego i rozmaite inne sprawy.

Dla wspólnego traktowania spraw, związanych z elektryfikacją węzła warszawskiego, oba koncerny angielskie stworzyły wspólne ciało pod nazwą „Contractors Committee for the Electrification of Polish Railways” z siedzibą w Londynie. Prezesem Komitetu jest prof. Fairburn. W Polsce dotychczas nie stworzono organizacji, która sprawować miałaby odnośne agendy w kraju. Tymczasowo odnośne sprawy prowadzi Towarzystwo „The Utilities Corporation (Poland) Limited” w Warszawie.

W Ministerstwie Komunikacji stworzony został osobny „Komitet dla spraw przebudowy i elektryfikacji Węzła Warszawskiego”, (Dz. Urz. Min. Kom. Nr. 19 z dn. 17.X. 1933 r.), na czele którego stoi Wiceminister Komunikacji. Komitet ten decyduje względnie opiniuje wszystkie ważniejsze kwestje, związane z elektryfikacją. Organem wykonawczym w samym Ministerstwie jest obecnie nowo kreowane „Kierownictwo elektryfikacji Węzła Kol. Warszawskiego”, podległe wprost Ministrowi i współdziałające z „Inżynierem Doradcą dla spraw elektryfikacji kolei”, który wszystkie ważniejsze sprawy techniczne, opracowane przez Kierownictwo, sprawdza i opiniuje.

Pierwsze roboty elektryfikacyjne na linii rozpoczęte będą prawdopodobnie w drugiej połowie bieżącego roku.

### Wytwórczość energii elektrycznej w Polsce.

Trzeci kwartał 1933 r. zaznaczył się dalszą poprawą w wytwórczości energii elektrycznej w Polsce. Jeżeli wziąć ten sam okres w r. 1932, to się okaże, że wzrost produkcji elektrowni samodzielnych wynosi 11,3%, wytwórczość bowiem z 200 336 tys. kWh w trzecim kwartale r. 1932 podniosła się do 222 887 tys. kWh. Jakkolwiek wzrost ten zanotować wypadnie we wszystkich elektrowniach samo-

dzielnych (okręgowych, lokalnych i trakcyjnych), wytwarzających energię elektryczną na sprzedaż, to jednak dane, dotyczące r. 1932 i 1933, niezupełnie nadają się dla celów porównawczych dla każdego rodzaju tych elektrowni oddzielnie, ponieważ w r. b. parę elektrowni lokalnych zmieniło swój charakter na okręgowe. Do porównania z tego względu wzięto tylko liczbę sumaryczną dla wszystkich zakładów samodzielnych.

Elektrownie przemysłowe, które stanowią tylko część składową odnośnych przedsiębiorstw (kopalń, hut i t. p.), wyprodukowały w trzecim kwartale r. b. w porównaniu z rokiem 1932 o 10,1% więcej (wytwórczość bowiem z 283 693 wzrosła do 312 322 tys. kWh), wzrost ten wszakże w zależności od rodzaju przemysłu, obsługiwanego przez poszczególne elektrownie, był nader nierównomierny. Elektrownie przy kopalniach węgla zwiększyły swoją wytwórczość o 0,66% (ze 173 998 do 175 147 tys. kWh), natomiast elektrownie hutnicze — o 26,0% (z 30 534 do 38 447 tysięcy kWh), fabryki włókiennicze — o 35,2% (z 16 557 do 22 388 tys. kWh), chemiczne — o 12,5% (z 26 683 do 30 050 tys. kWh), papiernicze — o 52,5% (z 19 377 do 29 557 tys. kWh), wreszcie inne zakłady przemysłowe — o 1,14% (z 1 544 do 1 673 tys. kWh). Ogółem wszystkie elektrownie w Polsce (samodzielne i przemysłowe) w trzecim kwartale r. b. w porównaniu z rokiem zeszłym zwiększyły swoją produkcję o 10,6% (z 484 029 do 535 209 tys. kWh).

#### Elektrownia wodna na Wilji.

W zesz. 13-ym Przegl. El-go z r. 1930 podane zostały szczegóły projektu budowy elektrowni wodnej na Wilji koło Szyłan, w odległości 16 km od obecnie istniejącej elektrowni miejskiej w Wilnie. W związku z tym projektem istniejąca przy Radzie Miejskiej podkomisja techniczna uznała za konieczne: 1) przeprowadzić pomiary terenu, na którym miałyby stanąć elektrownia wodna; 2) przeprowadzić niwelację rzeki Wilji na długości 12 km; 3) poczynać wiercenia terenowe w miejscu przypuszczalnych budowli i opracować szkice urządzeń.

Na ten cel z kredytów budżetowych roku bieżącego postanowiono asygnować 9 000 zł.

#### Uprawnienia rządowe.

Wpłynęły podania o udzielenie uprawnienia rządowego:

**woj. kieleckie:** Sp. Akc. Jaworznicke Komunalne Kopalnie Węgla — na zakład do przetwarzania, przesyłania i rozdzielania energii elektr. na obszarze pow. olkuskiego; czas trwania — 40 lat;

**woj. krakowskie:** Elektrowni Okręgowej w Zagłębiu, Krakowskiem Sp. Akc. — na zakład do przesyłania energii elektr. z obszaru, objętego uprawnieniem Nr. 56 i Nr. 154 do gmin Podolsze i Zator, pow. wadowickiego, oraz przetwarzania i rozdzielania jej na tym terenie; czas trwania — do 31.XII. 1967;

Sp. Akc. Jaworznicke Komunalne Kopalnie Węgla — na zakład do przesyłania energii elektr. z elektrowni w Jaworznie do powiatów: bialskiego, wadowickiego i żywieckiego oraz do przetwarzania, przesyłania i rozdzielania energii elektr. na obszarze tych powiatów; czas trwania — 40 lat;

f-my „Podkarpackie Towarzystwo Elektryczne” — na detaliczne rozdzielanie energii elektrycznej na obszarze, objętym dzisiejszemi granicami gm. Biecz pow. gorlickiego oraz na obszarach, które w przyszłości będą przyłączone do tej gminy; zakład pobierałby prąd z linii przesyłowej powyższej firmy; czas trwania — 40 lat.

gm. Biecz pow. gorlickiego na terenie, jak wyżej z pobieraniem prądu z linii przesyłowej Podkarpackiego Towarzystwa Elektrycznego; czas trwania — 40 lat;

**woj. pomorskie:** Magistratu m. Więcborka — na zakład do rozdzielania energii elektr. na obszarze tej gminy miejskiej z wyłączeniem dworca kolejowego; czas trwania 30 lat;

„Centrali elektrycznej Wyrzysk” w Niezychowie — na zakład do przesyłania energii elektr. od granicy wojewódzkiej i przetwarzania w celu zawodowego zbytu gm. miejskiej Więcborki kol. państwowym; czas trwania 30 lat;

Sp. Akc. Jurata w Warszawie — na zakład do wytwarzania i zbytu energii elektr. na obszarze półwyspu Helu pow. morskiego, obejmującym 6 gmin (wykonanie wzdłuż całego półwyspu szczytowej linii elektrycznej o napięciu 6 000 V, zasilanej z elektrowni cieplnej w miejscowości Jurata); czas trwania — 40 lat;

Pomorskiej Krajowej Elektrowni „Gródek” — o zmianę warunków uprawnienia Nr. 46, dotyczącą maksymalnych opłat oraz ich zmienności.

## Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

### STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

#### VI-te Walne Zgromadzenie S.E.P.

VI-te Walne Zgromadzenie Stowarzyszenia Elektryków Polskich odbędzie się w dniach 31 maja, 1, 2 i 3 czerwca 1934 roku w Krakowie.

Program referatów zjazdu obejmować będzie trzy sekcje:

**Sekcja 1-sza** zagadnień ruchu i ogólnej elektryfikacji dzielić się będzie na trzy grupy: zagadnienia elektryfikacyjne i ruchu elektrowni, zagadnienia trakcji elektrycznej oraz zagadnienia konstrukcyjne i ruchu fabrycznego. Na tem tle dyskutowane będą Przepisy Budowy i Ruchu Urządzeń Elektrycznych Prądu Silnego, PNE—10 z 1932 roku na podstawie dotychczasowej praktyki stosowania.

**Sekcja 2-ga** miernictwa i **Sekcja 3-cia** radjo-

techniki obejmować będą szereg zagadnień teoretycznych i praktycznych na podstawie prac zakładów i laboratoriów naukowych z ostatnich lat.

Komplet referatów wydrukowany będzie wczasu i rozesłany uczestnikom Walnego Zgromadzenia na miesiąc przed zjazdem.

Niezależnie od prac w sekcjach, wygłoszony będzie wzorem lat ubiegłych cykl komunikatów p. t. „Postępy polskiego przemysłu elektrotechnicznego”, którego ilustracją będzie pokaz, zorganizowany w lokalu zjazdowym, uwzględniający zwłaszcza wytwórczość regionalną, t. j. południowo zachodniej pości Polski.

Program ponadto przewidywać będzie parę wycieczek technicznych i wycieczki krajoznawcze oraz dnia 3 czerwca zbiorową wycieczkę do Zakopanego i Morskiego Oka.

**Oddział Poznański,**

W dniu 16 listopada 1933 r. odbyło się miesięczne zebranie odczytowe Oddziału, na którym kol. inż. Henryk Weker wygłosił referat „O spawaniu łukiem elektrycznym”.

Rzuciwszy szkic historyczny rozwoju spawania łukiem elektrycznym, zaznajomił prelegent licznie zebranych słuchaczy ze sposobami, coraz bardziej ostatnio wchodzącymi w użycie, spawania łukiem elektrycznym, chronionym od otaczającej atmosfery. Mianowicie omówił bliżej sposób Langmuira (Arcaton) oraz Alexandra spawania w płomieniu wodoru oraz najbardziej dziś rozpowszechniony sposób spawania elektrodami otulonymi, które przy wysokiej temperaturze łuku elektrycznego wytwarzają gazy, chroniące od oksydacji i możliwości innych związków chemicznych w punkcie spawania, przez co zyskuje się spoinkę o równie dobrej wytrzymałości jak i materiał macierzysty.

Następnie prelegent przeszedł do omówienia maszyn wytwarzających prąd dla spawania, a więc przetwornice dla prądu stałego, specjalną ich charakterystykę oraz transformatory spawalnicze dla spawania prądem zmiennym. Porównaniem przez wyliczenie plusów i minusów spawania prądem stałym i zmiennym zakończył prelegent swój nader ciekawy temat.

W dyskusji poruszono głównie przebieg samego procesu spawania, oraz okoliczności od których zależy jakość spoiny, a także kosztami spawania łukiem elektrycznym w porównaniu ze spawaniem autogenicznym.

Program referatów na m-c styczeń 1934 r.

**ODDZIAŁ WARSZAWSKI.**

Wtorek, dnia 9 stycznia:

Dr. Maurycy Grynbaum: „O stosowaniu w elektromedycynie krótkich fal radiowych”.

Wtorek, dnia 16 stycznia:

Inż. Piotr Drzewiecki: „Tama Hoovera w kanjonie rzeki Colorado w Stanach Zjednoczonych A. P.”.

Wtorek, dnia 23 stycznia:

Inż. Tomasz Valeri: „Nowoczesne wyłączniki wysokiego napięcia i o dużej mocy odłączalnej”.

**Sekcja Radjotechniczna.**

Środa, dn. 24 stycznia:

Prof. D. Sokolcow: „Lampa elektronowa na fale decymetrowe”.

Środa, dn. 31 stycznia:

Inż. A. Smoliński: „Teoria modulacji dwuwstęgowej niesymetrycznej”.

**ODDZIAŁ ŁÓDZKI.**

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Bołdok Jarosław, Łódź, ul. Radwańska 70/72  
Guc Aleksander, Łódź, ul. Rzgowska 69.

Przyjęty na członka współdziałającego:

Stojanowski Kazimierz, Łódź, ul. Piotrkowska 211.

**ODDZIAŁ RADOMSKI.**

Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Inż. Jędrzejczyk Edward, Wierzbnik, ul. Starachowicka 112a.

**ODDZIAŁ WARSZAWSKI.**

Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Rymer Józef, Warszawa, ul. Wielka 17.

Trojecki Samuel Stefan, Warszawa, ul. Nowogrodzka 17.

**ZARZĄD GŁÓWNY**

Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Inż. Jarmułowicz Mikołaj, Równe, ul. Dubieckiego 6.

PROJEKT 1-szy. **PNE**  
**PRZEPISY OCENY I BADANIA** 33 — 1933  
**TRANSFORMATORÓW.**

(Dalszy ciąg).

Rodzaj B. Mika, azbest oraz podobne nieorganiczne materiały w postaci wyrobów, zawierających czynnik wiążący.

Jeżeli w związku z izolacją B został użyty w małej ilości i dla celów li tylko pomocniczych materiał A, to taki złożony materiał może być uważany za należący do rodzaju B pod warunkiem, że pod wpływem temperatury dopuszczalnej dla izolacji B nie zostaną pogorszone własności elektryczne i mechaniczne uzwojenia izolowanego, chociażby materiał A miał ulec przy tej wyższej temperaturze zniszczeniu.

Wyraz „pogorszyć” użyty jest tu w znaczeniu: spowodować zmiany, które mogłyby uczynić materiał izolacyjny niezdatnym do trwałej pracy.

Rodzaj C. Mika bez czynnika wiążącego, porcelana, szkło, kwarc oraz inne podobne materiały.

Izolacja różnorodna. Jeżeli izolacja składa się z różnych materiałów (z wyjątkiem przypadków, gdzie wyraźnie izolacja należy do rodzaju B), to przyrost temperatury osiągnięty przez każdy z materiałów, nie powinien przekraczać granicy dopuszczalnej dla danego materiału.

Przykłady: a) Jeżeli odmierne rodzaje izolacyjnego materiału użyte są na różnych częściach jednego i tego samego uzwojenia, to granicznym przyrostem temperatury dla każdej części osobna będzie przyrost dopuszczalny dla izolacji, użytej dla danej części.

b) Jeżeli izolacja jakiegokolwiek części uzwojenia składa się z warstw materiałów należących do różnych rodzajów (np. warstwy materiału rodzaju A i B), to należy rozróżnić dwa następujące przypadki:

1. jeżeli możliwe jest zmierzenie temperatury osiągniętej przez każdą z warstw, to każdy z materiałów może dograć się do temperatury jemu odpowiadającej;

2. jeżeli pomiar temperatur poszczególnych warstw jest niemożliwy, to granicznym przyrostem temperatury dla danej części uzwojenia powinien być przyrost dopuszczalny dla materiału najmniej odpornego na gorąco.

**§ 43. Przyrost temperatur.**

Przyrostem temperatury danej części transformatora, będącego w pracy ciągłej lub przerywanej, nazywa się różnica temperatury rozpatrywanej części transformatora i temperatury czynnika chłodzącego doprowadzonego.

Dla ruchu dorywczego — różnica temperatur danej części na końcu i na początku okresu pracy.

§ 44. Tablica dopuszczalnych przyrostów temperatur.

$\Delta t_D$  — oznacza przyrost temperatury dławika w  $^{\circ}\text{C}$ ,  
 $\Delta t$  — " " przyrost temperatury dławika przy ruchu ciągłym, zmierzony sposobem oporowym w  $^{\circ}\text{C}$ ,  
 $s$  — " " gęstość prądu przy ustalonym prądzie zwarcia w  $\text{A}/\text{mm}^2$ ,  
 $T$  — " " czas trwania zwarcia w sekundach.

Dławiki te powinny wytrzymywać w ciągu co najmniej 6 sekund prąd zwarcia, odpowiadający procentowemu napięciu znamionowemu dławika, nie większy jednak od 20-krotnej wartości natężenia prądu znamionowego.

#### § 45. Temperatury krańcowe.

Aby otrzymać wartość dopuszczalnych temperatur krańcowych, należy dodać do wartości przyrostów temperatury, podanych w tablicy (patrz § 44), wartość najwyższej temperatury czynnika chłodzącego, t. j. dla powietrza  $40^{\circ}$ , a dla wody  $25^{\circ}$ .

Przekroczenie granicznego przyrostu temperatury jest dopuszczalne tylko wtedy, kiedy temperatura czynnika chłodzącego pozostaje stale tak niska, że niema obawy przekroczenia temperatury krańcowej. Ten stan rzeczy winien być zaznaczony w umowie.

Przekroczenie dopuszczalnej temperatury krańcowej w jakiegokolwiek części transformatora, zarówno z chłodzeniem powietrzem, jak i wodnym, jest bezwzględnie niedopuszczalne (patrz wyjątki §§ 34 i 44 p. 4 i t. p.).

§ 46. Temperatura czynnika chłodzącego.  
 Jeżeli temperatura czynnika chłodzącego jest wyższa od  $40^{\circ}$  dla powietrza, a  $25^{\circ}$  dla wody, co powinno być z góry przewidziane, to przyrost temperatury transformatora, przewidziany do pracy w takich warunkach, winien być co najmniej tak obniżony, żeby suma przyrostu temperatury i temperatury czynnika chłodzącego dała w wyniku wielkość, nie przekraczającą odpowiedniej temperatury krańcowej. W obu tych przypadkach na tabliczce znamionowej należy podać najwyższą temperaturę czynnika chłodzącego, przy jakiej jeszcze transformator nie przekroczy temperatury krańcowej.

U w a g a. Przy wyborze pomieszczenia na transformatory lub przy jego projektowaniu należy zapewnić dobre przewietrzanie powyższego, mając na względzie ilość ciepła, wydzielanego przez transformatory podczas pracy.

#### § 47. Przeciążenie.

Transformatory mogą być przeciążane trwale pod warunkiem, że żadna z krańcowych ich temperatur nie przekroczy dopuszczalnej wartości, określonej w § 45, oraz że wielkość spadku napięcia nie stanowi przeszkody ku temu.

Tablica II.

Pozycja	Materiał izolacyjny	R o d z a j	
		0	A B
1	Uzwojenia chłodzone powietrzem w sposób naturalny . . . . .	50°	60° 80°
2	i sztucznie . . . . .	—	70° 80°
3	Uzwojenia zanurzone w oleju . . . . .	—	70° 80°
4	Olej w górnej warstwie . . . . .		55°
5	Rdzeń żelazny . . . . .		65°

1. Dla transformatorów nowych, dla których czynnikiem chłodzącym jest woda, wartości krańcowych temperatur wypadną niższe o  $15^{\circ}$ , ponieważ temperatura wody chłodzącej przyjmuje się w wysokości  $25^{\circ}$ . Po pewnym jednak czasie pracy takich transformatorów, wskutek niedającego się uniknąć zanieczyszczenia chłodnicy, temperatury mogą wzrosnąć. Nie wolno dopuścić, aby wzrost ten przekroczył owe  $15^{\circ}$ .

Zaleca się czyszczenie chłodnicy, skoro tylko temperatura transformatora z chłodzeniem wodnym zwiększy się w stosunku do pierwotnej o  $5^{\circ}$ .

2. Dla transformatorów obrotowych z chłodzeniem powietrzem wartości krańcowe i wartości przyrostów temperatur są te same, co dla silników asynchronicznych indukcyjnych (patrz Przep. Bud. i Oceny Masz. Elektr. PNE 23), a dla transformatorów obrotowych z chłodzeniem olejowym — według podanej wyżej tablicy.

3. Dla transformatorów z zaczepekami, w których odłączalność liczba zwojów wynosi nie więcej jak  $\pm 5\%$ , postanowienia dotyczące nagrzewania ważne są dla każdego stopnia przy tej samej mocy oddawanej i przy napięciu sieci, odpowiadającym napięciu danego zaczepek.

4. Dla transformatorów dołączonych do sieci, w której napięcie różni się od napięcia transformatora najwyższej o  $\pm 5\%$ , dopuszczalne przyrosty temperatur, ustalone w tablicy powyższej, mogą być przekroczone najwyższej o  $5^{\circ}$ .

5. Przyrost temperatury dla dławików, służących do ograniczania prądu zwarcia, przy zwarciu bezpośrednio za dławikiem, nie może przekraczać  $180^{\circ}$ .

Pomiar bezpośredni tego przyrostu temperatury jest niemożliwy, określa się go przeto ze wzoru (dla gołej miedzi),

$$\Delta t_D = \Delta t + 0,008 s^2 T.$$

w którym:

Dla transformatorów olejowych krańcowa wartość temperatury oleju (95°) nie może być miarą dopuszczalnego przeciążenia, gdyż temperatura uzwojenia różni się od temperatury oleju, a przy przeciążeniu różnica ta wzrasta mniej więcej w stosunku kwadratowym ze wzrostem obciążenia. Wobec tego nie wolno przeciążać transformatora, kierując się tylko krańcową temperaturą jego oleju, jako jedynym wskaźnikiem dopuszczalnego obciążenia.

**VII. WYTRZYMAŁOŚĆ IZOLACJI.**

§ 48. Uwagi ogólne.

Izolację transformatorów poddaje się następującym próbom z zachowaniem podanej kolejności:

1. Próba izolacji uzwojeń (§ 49),
2. " " na fale uskokowe (§ 50),
3. " " międzyzwojowej (§ 51).

Próbną na wytrzymałość izolacji można poddawać transformatory w stanie zimnym, o ile próba nagrzewania (patrz § 35) nie jest przewidziana, lub też o ile zajdą przeszkody do uskutecznienia tych prób po próbie nagrzewania.

Wszelkie stałe połączenia uzwojeń jednych z drugimi lub ze szkieletem podczas prób mogą pozostać nierozłączonymi.

Uzwojenia transformatorów stale połączone ze szkieletem, jak również i transformatorów o stopniowanej izolacji uzwojeń względem szkieletu, mogą być próbowane tylko na fale uskokowe i izolację międzyzwojową. Uzwojenia dławików i transformatorów, w których amplituda strumienia magnetycznego praktycznie nie jest stała, lecz zależy od obciążenia, nie mogą być próbowane na izolację międzyzwojową.

Próby wytrzymałości izolacji transformatorów, przeznaczonych do pracy w warunkach specjalnych, należy z góry określić i uzgodnić.

§ 49. Próba izolacji uzwojeń.

Próba ta ma wykazać, czy wytrzymałość izolacji uzwojeń jednych względem drugich i korpusu jest dostateczna.

Wytrzymałość izolacji między poszczególnymi uzwojeniami, które nie są połączone ze sobą przy pracy, a także między temi uzwojeniami a korpusem, należy próbować przy pomocy obcego źródła prądu zmiennego. Jeden biegun źródła prądu należy przyłączyć do badanego uzwojenia, drugi zaś — do zespołu pozostałych uzwojeń połączonych ze sobą i z korpusem.

Napięcie probiercze winno być praktycznie sinusoidalne (patrz § 12) o częstotliwości znamionowej badanego transformatora lub 50 okr./sek.

Próbie należy rozpocząć od napięcia o wartości  $\frac{1}{3}$  pełnego napięcia probierczego, poczem należy je powiększać aż do wartości pełnej możliwie szybko, jednak tak, by można było prawidłowo odczytać wskazania przyrządów mierniczych.

Próba przy całkowitem napięciu winna trwać 1 minutę. Jeżeli próba będzie przeprowadzona przy napięciu mniejszem od wartości całkowitej, wskazanej w tabl. III, to czas trwania próby może być odpowiednio przedłużony.

Tablica III.

Pozycja	Dla napięć roboczych	Napięcie probiercze V
1	Do 550 V . . . . .	2 500
2	Od 550 V wzwyż — wszystkie transformatory oprócz wyszczególnionych w wierszu 3 . . . . .	2U + 1 000
3	Transformatory, pracujące w przedsiębiorstwach użyteczności publicznej (tramwaje, elektrownie miejskie, wodociągi i t. d.) a) od 550 V do 3 000 V . . . . . b) od 3 000 V do 4 500 V . . . . .	3,25 U 10 000

U w a g a. Najmniejsze napięcie probiercze musi w każdym razie wynosić 2500 V.

Transformatory obrotowe z chłodzeniem powietrznym do 1000 V próbuje się tak, jak silniki asynchroniczne indukcyjne (patrz Przep. Oc. i Bad. Masz. Elektr. PNE 23), a wszelkie inne — jak transformatory wogóle.

W dławikach, służących do ograniczania prądu zwarcia, uzwojenia, które są zwykle dołączone podczas pracy do szkieletu, winny być odłączone od niego przy próbie.

W tablicy III litera U oznacza:

1. Dla poszczególnych uzwojeń — znamionowe napięcie próbowanego uzwojenia.
2. Dla uzwojeń jednego lub kilku transformatorów połączonych ze sobą elektrycznie — najwyższe napięcie znamionowe względem szkieletu, powstające przy uziemieniu jednego z biegunów.
3. Dla uzwojeń transformatorów dodawczych lub prądowych z oddzieleniem od siebie elektrycznie uzwojeniami — napięcie znamionowe obwodu prądu, do którego jest włączone próbowane uzwojenie w układzie szeregowym.
4. Dla uzwojeń, połączonych szeregowo, — sumaryczne ich napięcie znamionowe.

średnicę co najmniej 50 mm, do kondensatorów lub kabli (K), których pojemność podaje poniższa tablica.

Tablica IV.

Napięcie U w kV	Pojemność w każdym przewodzie najmniejszej $\mu F$	Stosowany rodzaj pojemności
2,5 — 6	0,05	Kabel lub kondensator
do 15	0,02	" " "
" 35	0,01	" " "
" 60	0,005	Kondensator

U w a g a. Wielkość i znaczenie wartości napięcia U określone są w § 49.

Przy użyciu kabla trójfazowego należy dobrać jego „pojemność roboczą” według podanych wyżej wartości. Pojemność robocza kabla trójżyłowego jest dwukrotnie większa od pojemności dwóch jego przewodów, które są dołączone do źródła prądu, podczas gdy trzeci przewód pozostaje odłączony.

Odległość między kulami w każdym iskierniku nastawia się na przeskok przy napięciu  $1,1 \times U$ . Transformator wzbudza się ze źródła prądu napięciem, wynoszącym  $1,3 \times U$ . Napięcie źródła prądu winno być praktycznie sinusoidalne (patrz § 12) o częstotliwości co najmniej znamionowej badanego transformatora.

Iskiernik zapala się w sposób dowolny, np. przez chwilowe zbliżenie kul, albo chwilowe metaliczne ich połączenie. „Gra” iskry winna trwać 10 sekund, przyczem przerwa iskiernika winna być poddana działaniu prądu powietrza o szybkości ok. 3 m/sek.

Po próbie należy niezwłocznie rozładować kondensatory względnie kable.

Pod wpływem przeskoku iskier kondensatory otrzymują co chwila ładunek innego znaku, wywołany napięciem badanego uzwojenia, przyczem przy każdej-raptownej zmianie ładunku w uzwojenie wpada fala uskokowa.

Przy wykonywaniu połączeń zaleca się używanie możliwie krótkich przewodów, gdyż zbyt długie niekorzystnie wpływają na poprawność próby. Transformatory wielofazowe mogą być próbowane w układzie jednofazowym, przyczem jednak należy tak zmieniać zaciski, by każda z faz była poddana próbie na fale uskokowe.

Wynik próby jest zadawalający, gdy nie nastąpiło przebicie izolacji sąsiednich zwojów, co należy stwierdzić przez próbę z § 51.

5. Dla uzwojeń napięcia górnego tych transformatorów, których napięcie dolne zmienia się przez odłączenie lub dołączenie zwojów uzwojenia napięcia górnego, — napięcie, powstające w uzwojeniu górnego napięcia, gdy do uzwojenia dolnego napięcia przyłożone zostanie jego najwyższe osiągalne napięcie znamionowe; dla uzwojeń dolnego napięcia takich transformatorów — najwyższe osiągalne napięcie znamionowe.

6. Dla uzwojeń wszelkich dławików — znamionowe napięcie sieci.

Wynik próby jest zadawalający, gdy nie nastąpiło przebicie, nie było przeskoków i gdy stwierdzono przez obserwację prądu, pobieranego podczas próby, że materiały izolacyjne nie zostały uszkodzone.

Przy stałym napięciu probierczym natężenie prądu nie powinno podczas próby ani wzrastać, ani wahać się.

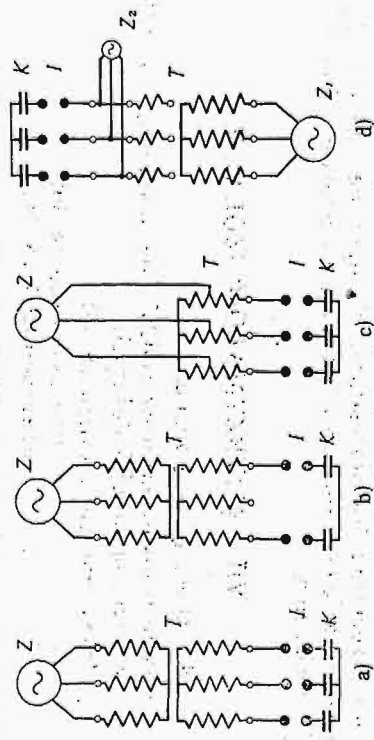
§ 50. Próba izolacji na fale uskokowe.

U w a g a. Próba ta jest nieobowiązująca. Odbiorca ma prawo żądać tej próby tylko wtedy, gdy zostało to wyraźnie przewidziane w odnośnej umowie lub wyszczególnione w zamówieniu.

Próba ta ma wykazać, czy wytrzymałość izolacji zwojów na fale uskokowe, powstające przy ruchu praktycznym, jest dostateczna.

Uzwojenia transformatorów gotowych na napięcia, których wartość U jest zawarta w granicach 2,5 — 60 kV, próbuje się w wytwórni wg. jednego z poniższych schematów, niezależnie od grupy uzwojeń ani ich układu połączeń.

Przeznaczone do próby uzwojenia transformatora (T) łączy się poprzez iskierniki (I), których kule (pełne) winny posiadać



Rys. 6.

- a) Dla transformatorów zwykłych trójfazowych.
- b) Dla transformatorów zwykłych jedno- lub trójfazowych.
- c) Dla transformatorów jednofazowych.
- d) Dla transformatorów dodawczych.



§ 51. Próba izolacji zwojów. Próba ta ma wykazać, czy wytrzymałość izolacji sąsiednich zwojów jest dostateczna, lub też czy nie nastąpiło uszkodzenie jej przy próbie na fale uskokowe (patrz § 50).  
Próbę tę wykonywa się podczas pracy jałowej transformatora przez dołączenie go do źródła prądu o napięciu probierczym, którego wielkość podaje poniższa tablica.

Tablica V.

Poz.	I U z w o j e n i a		II Napięcia probiercze Napięcie znamionowe	
	1.	wszelkich transformatorów z wyjątkiem poz. 3	do 1000 kVA	2
2.		powyżej 1000 kVA	możliwie co najmniej 1,3	2
3.	transformatorów, stale połączonych ze szkieletem i ze stopniowaną izolacją względem szkieletu			2

Próba winna trwać 5 minut.

Napięcie probiercze winno być praktycznie sinusoidalne (patrz § 12), a częstotliwość jego musi być przytem odpowiednio powiększona.

Wynik próby jest zadawalający, gdy nie nastąpiło przebiecie i nie zaobserwowano zjawisk, towarzyszących istnieniu zwartych zwojów w uzwojeniach.

§ 52. Próba izolatorów przepustowych. Izolatory przepustowe mają odpowiadać polskim przepisom na izolatory wysokiego napięcia (PNE 8 1931), a napięcie probiercze ma odpowiadać przynajmniej warunkom następującym:

Tablica VI.

Napięcia probiercze dla izolatorów przepustowych.

Poz.	I Napięcie znamionowe izolatora $U_n$ kV.	II Napięcie probiercze kV.	III napięcia przeskoku kV.	IV G r a n i c a iskier ślizgowych kV.	
				najmniej jednak 2,5	8 $U_n$
1.	do 2,5	najmniej jednak 2,5	11 $U_n$	najmniej jednak 2,75	8 $U_n$
2.	ponad 2,5	2,2 $U_n + 20$	2,42 $U_n + 22$	1,75 $U_n + 15$	15

U w a g a. W razie niemożności wykonania powyższych prób, winno być uznane za wystarczające przedłożenie świadectwa fabryki izolatorów o dokonaniu prób. (C. d. n.).

## ZWIĄZEK ELEKTROWNI POLSKICH.

Z posiedzeń Rady Związku. — Na czoło prac organizacyjnych wysuwają się przygotowania do Kongresu Międzynarodowego, który ma się odbyć w drugiej połowie lata 1934 r. w Zurichu. Kongresy te są zwoływane co dwa lata przez Międzynarodowy Związek Elektrowni w Paryżu, do którego należy i Związek Elektrowni Polskich. Związek Międzynarodowy prowadzi statystykę dla całego świata, zajmując się badaniami wszelkich zagadnień, interesujących wytwórców i rozdzielców energii elektrycznej. Niektóre ze zrzeszonych związków narodowych pełnią rolę biur studjów nad pewnymi zagadnieniami, które w danej chwili najbardziej interesują ogół. Od czterech lat Związkowi Elektrowni Polskich zlecone zostało prowadzenie Międzynarodowego Sekretariatu w dziedzinie propagandy i zastosowań elektryczności. Kierownictwo Sekretariatu (Komitetu Studjów Nr. 5) spoczywa w rękach inż. K. Straszewskiego.

Obecnie w organizacji Kongresu z inicjatywy polskiej zajdą pewne zmiany. Dotąd poszczególne organizacje lub osoby, interesujące się pewnymi sprawami, zgłaszały na Kongres odpowiednie referaty. Dla uniknięcia przypadkowości Polski Komitet przygotował szereg tematów, które uważał za najbardziej aktualne i przygotowane do dyskusji, i wyszukał wśród zrzeszonych w Międzynarodowym Związku osoby, które podjęły się opracowania tych tematów. Tak więc inż. Meyer (Strasburg) przygotował referat, dotyczący konieczności wzmocnienia sieci niskiego napięcia w związku z rozszerzeniem zastosowania elektryczności w gospodarstwach domowych; zagadnienie współpracy z paniami domu i propagandy w czasopiśmie opracował inż. Burri (Zurich); zagadnienie racjonalnego wykonywania nowych instalacji, umożliwiających wszechstronne zastosowanie elek-

tryczności — inż. Houdka (Czechosłowacja), o metodach rozpowszechnienia kuchni elektrycznych i elektrycznego ogrzewania przedłożył referat inż. Herdener z Gandawy; ze strony polskiej zgłoszono referat „O sprzedaży aparatów gospodarstwa domowego” w opracowaniu inż. St. Gołębiowskiego. Biuro Związku rozesłało już szereg kwestionariuszy do elektrowni, zrzeszonych w Międzynarodowym Związku. Obfita korespondencja świadczy, że wybrane tematy wywołały żywe zainteresowanie. Z tego względu Kongres zapowiada się bardzo ciekawie.

Z działalności na terenie krajowym należy wymienić zajęcie stanowiska lub wydanie przez Związek opinii o całym szeregu projektów, dotyczących, m. inn., zmiany polityki Głównego Urzędu Miar, opodatkowania żarówek, światła elektrycznego i olejów napędowych oraz nowelizacji prawa przemysłowego i podziału na okręgi elektryfikacyjne.

Ponadto z ramienia Związku dokonano kilku ekspertyz fachowych, poczyniono przygotowania do Konferencji licznikowej, wreszcie przystąpiono do wydawnictwa czasopisma p. t. „Elektryczność w domu”.

Rada Związku zleciła Dyrekcji zrealizowanie inicjatywy Związku Czechosłowackiego wymiany praktykantów pomiędzy Polską a Czechosłowacją. Przyczyni się to niewątpliwie do zbliżenia się tych dwóch krajów.

Memoriał Związku Elektrowni Polskich o sytuacji przemysłu elektryfikacyjnego. — Związek Elektrowni Polskich złożył Panu Ministrowi Przemysłu i Handlu memoriał, zawierający opis sytuacji przemysłu elektryfikacyjnego.

Elektrownie proszą, między innymi, o obniżenie podatku od elektryczności z 10% na 5% i o zwolnienie oleju gazowego, używanego przez szereg elektrowni do napędu zespolonych prądowców, od opłat na rzecz Funduszu Drogowego.

**Taryfa dla sklepów.** — Komisja Taryf Związku Elektrowni Polskich badała zagadnienie racjonalnej formy taryfy dla lokali handlowych, sklepów, kawiarni i t. p. Sprawa dysku-

lowana jest w łonie Komisji już od dłuższego czasu, przy czym poddano krytyce cały szereg projektów. Okazało się, że wielka różnorodność przedsiębiorstw handlowych i ich zapotrzebowania energii elektrycznej nie pozwala na ustalenie jakichkolwiek norm zużycia i że należy w tym zakresie traktować odbiorców indywidualnie. Stwierdzono przytem, że elektrownie miejskie w prowadzeniu mniej lub więcej liberalnej polityki wobec swych odbiorców są daleko bardziej skrupowane, niż elektrownie prywatne.

## S Z K O L N I C T W O.

**Z Politechniki Warszawskiej.** Na podstawie nowej ustawy o szkołach akademickich zniesiono na Wydz. Elektrycznym 2 katedry: Elektrotechniki teoretycznej (prof. Dr. L. Staniewicz) i Urządzeń maszynowych (prof. A. Rogiński), oraz obsługującą Wydział katedrę Wytrzymałości tworzyw (prof. L. Karasiński). Pociągnęło to za sobą zmiany programu przedmiotów, prowadzonych przez te katedry, oraz osób.

Wykłady po prof. Staniewiczzu objął prof. M. Pożaryski, profesor Elektrotechniki ogólnej, po prof. Rogińskim — inż. J. Dąbrowski, po prof. Karasińskim — prof. W. Wierzbicki.

Na miejsce prof. Staniewicza jako dziekana powołany został prof. K. Drewnowski.

Na katedrę Urządzeń elektrycznych, wakującą po ś.p. prof. St. Wysockim, został powołany inż. T. Czaplicki w charakterze zastępcy profesora.

— W dn. 18 grudnia 1933 r. odbyła się promocja inż. J. Pawlikowskiego na doktora nauk technicznych.

Dr. Pawlikowski, urodzony w 1892 r., odbywał studia w Uniwersytecie w Kijowie i Politechnice w Petersburgu. Po wojnie pełnił obowiązki asystenta przy katedrze Miernictwa elektrotechnicznego i Elektrotechniki ogólnej w Politechnice Warszawskiej. Od kilku lat jest poza tem kierownikiem Sekcji w Instytucie Badań Technicznych Lotnictwa oraz prowadzi wykłady z Elektrotechniki wojskowej, przyrządów pokładów i urządzeń przyziemi w lotnictwie w Politechnice Warszawskiej. Dr. Pawlikowski specjalizuje się w dziedzinie oświetlenia lotniczego oraz lotniczych przyrządów pokładowych. Pracę doktorską wykonał w czasie 1930—1933

w Zakładzie fizycznym I Pol. Warsz. pod kierunkiem prof. Dr. M. Wolfkego na temat: Badania nad wielogrupowością elektronów w łuku rtęciowym.

**Odczyty w Kole Elektryków Studentów Politechniki Warszawskiej.** Zarząd Koła Elektryków S. P. W. organizuje w bieżącym roku szereg odczytów i referatów ze wszystkich dziedzin elektrotechniki. W szczególności zorganizowane będą odczyty z aktualnych zagadnień elektrotechniki oraz referaty sprawozdawcze z ciekawszych i niepublikowanych prac dyplomowych, wykonanych w Zakładach Naukowych Wydz. Elektrycznego P. W. Po każdej prelekcji przewidziana jest dyskusja.

Opracowany obecnie program cyklu odczytów z teletechniki przewiduje następujące zagadnienia: 1) technika przenoszenia, 2) zagadnienia elektroakustyczne, 3) technika połączeń. Cykl będzie rozpoczęty w styczniu r. b. W stadium przygotowania znajduje się program referatów z prac dyplomowych, które zostaną rozpoczęte w niedługim czasie. W styczniu odbędą się odczyty następujące.

11. stycznia 1934 r. P. inż. Stanisław Ignatowicz: „Ogólny pogląd na zadania i drogi rozwoju teletechniki”.

18. stycznia 1934 r. P. inż. Witold Nowicki: „Nowoczesne zagadnienia teoretyczne telefonji dalekosiężnej”. Część I.

25. stycznia 1934 r.: Część II tegoż odczytu.

Odczyty będą się odbywały w Auditorjum Elektrycznym P. W. (Koszykowa 75, lub do godz. 20 Nowowiejska 46) o godz. 19.30 (bez kwadransu akademickiego).

Wstęp wolny dla członków Stow. El. P. i Stow. Telet. Pol. oraz studentów członków Kół Naukowych P. W. i wprowadzonych gości.

## P R Z E M Y S Ł I H A N D E L.

### Ekspansja japońskiego przemysłu żarówkowego.

Wyroblem żarówek w Japonii zajmuje się według danych urzędowych 131 przedsiębiorstw, zatrudniających 5 lub więcej robotników. Trzy największe fabryki posiadają ponad 200 osób personelu każda; najwięcej, bo 113 zakładów, są to zakłady małe o liczbie pracowników 5 do 50. Nadzwyczaj niskie koszty produkcji, oceniane na 10% kosztów produkcji europejskiej, nieobciążenie przedsiębiorstw prawie żadnymi świadczeniami socjalnymi sprawiają, że cena

żarówki japońskiej wynosi ok. 40% przeciętnej ceny normalnej żarówki europejskiej. Zapotrzebowanie własne Japonii wynosi 60 milj. sztuk rocznie, gdy tymczasem wywóz osiąga obecnie blisko 300 milj. Przemysł żarówkowy zaczyna grać poważną rolę w japońskim bilansie handlowym, gdyż wobec rozdrobnienia produkcji pomiędzy przeważnie małe, a więc wymagające stosunkowo większej ilości rąk roboczych fabryki, niewyposażone zresztą w dostateczną ilość maszyn, tysiące rodzin japońskich znajdują źródło utrzymania w tej gałęzi wytwórczości.

Na rozwój wywozu żarówek japońskich na rynki obce rzucają światło dane następujące.

Od roku 1926 do r. 1932 produkcja żarówek japońskich wzrosła od 30,4 milj. do 270 milj. sztuk. W czasie 1925 do 1929, wartość tego artykułu powiększyła się z 8,1 milj. zł. do 22,4 milj. zł., t. j. o 175%, podczas gdy wytwórczość siedmiu państw, będących głównymi eksporterami żarówek (Holandji, Niemiec, Anglii, Francji, Węgier, Austrii i U. S. A.) w tym samym czasie wzrosła zaledwie o 27,4%. Polityka obniżania cen eksportowych na żarówki miała dla Japonii ten skutek, że w ostatnich 4 latach (1929 — 1932) wywóz wzrósł ilościowo o 183%, co do wartości zaś tylko o 15%.

Japonia, produkując 45 razy więcej żarówek, niż Polska, umieściła całą ilość swego wywozu na rynkach światowych, wytknąwszy tymczasowo główne linie penetracji w kierunku Chin, Indyj Holenderskich i Angielskich, Afryki południowej, Ameryki Południowej i Środkowej, sięgając już Meksyku, U. S. A., a nawet Europy — Anglii i Austrii.

Ameryce Południowej dostarcza ona więcej, niż połowy potrzebnej ilości, do U. S. A. przywoziła w r. 1932 ok. 62 milj. sztuk, do Anglii 38 milj. Do Austrii Japonia dostarczyła w r. 1930 na próbę 3 000 żarówek, ale w 1932 już 510 000, stając się drugim co do ilości dostawcą tego kraju. Zwłaszcza rynki Ameryki Południowej przedstawiają dla Japonii cenne możliwości eksportowe.

Ekspansja wywozu żarówek japońskich dotyka przede wszystkim przemysłu wyżej wymienionych krajów, dostarczających żarówek dotychczas. Niektóre z nich, jak Holandia, U. S. A. i Niemcy zastosowały już środki zapobiegawcze w postaci podwyższonych ceł przywozowych. Tak np. w Niemczech cło na pozakontyngentowy przywóz żarówek jest dziesięciokrotnie wyższe od normalnego. Rozwinięto jednocześnie propagandę w celu wykazania niższości żarówek japońskich pod względem technicznym. Zarzuca się im mianowicie gorszą sprawność świetlną wogóle, niejednorodność, oraz mniejszą trwałość, tak że w rezultacie kosztować mają drożej, niż wysokowartościowe lampki europejskie.

Pomimo tych wszystkich zarzutów żarówka japońska znajduje chętnych nabywców dzięki niesłychanie niskiej cenie, możliwej netylko wskutek nadzwyczajnie niskich kosztów własnych i premii wywozowej, dochodzącej do 60% wartości, ale i dewaluacji jednostki monetarnej w okresie dwu ostatnich lat, wynoszącej około 60% wartości yen'a.

Należy jednak przypuszczać, że fabrykanci japońscy stosują środki celem podwyższenia jakości tego artykułu. Potwierdzeniem tego jest podjęta przez Tokijskie Zrzeszenie Wytwórców Żarówek inicjatywa standaryzacji tego artykułu w zakresie zużycia prądu, natężenia światła i trwałości oraz określenie dopuszczalnych odchyień w tych kierunkach. Opracowane normy mają być złożone Ministrowi Handlu i Przemysłu do zatwierdzenia i rozciągnięte na pozostałe jednostki wytwórcze.

L. J.

#### Zmiana przywozowej taryfy celnej.

Do nowej taryfy celnej, obowiązującej od dnia 11 października b. r., a ustanowionej Rozporządzeniem Prezydenta Rzeczypospolitej z dn. 23 sierpnia 1932 r., zostały wprowadzone zmiany, wyszczególnione w Rozporządzeniu Prezydenta Rzecz. z dnia 28 października b. r.

Zmiany taryfy w zakresie elektrotechniki dotyczą tylko trzech pozycji: 1099, 1100 i 1124. W pierwszej z nich uwaga, odnosząca się do zespołów maszyn elektrycznych lub elektromechanicznych, zmontowanych na wspólnej podstawie, umieszczona została obecnie bezpośrednio po maszynach elektrycznych wirujących tak, iż działanie jej ogranicza się do tej właśnie pozycji.

Pozycja 1100 została rozszerzona w tym sensie, że tyczy się obecnie pomp głębinowych z nieodłączalnym napędem elektrycznym, pomp głębinowych, połączonych z napędem elektr. zapomocą sprzęgła, również takichże pomp, przywożonych bez silników elektrycznych.

W pozycji 1124 usunięty został punkt 3-ci, wyszczególniający wyroby z masy węglowej i grafitowej z zawartością metali nieszlachetnych, wobec czego ta kategoria artykułów clona będzie obecnie według punktu 1-go wzgl. 2-go, teje pozycji. Praktycznie oznacza to zmniejszenie cła na takie towary z złot. 750 wzgl. 600 (powyżej 500 gr) i z 1060 wzgl. 850 zł. (500 gr i mniej), do stawek niższych, przewidzianych w punktach 1 i 2 teje pozycji 1124.

#### Przywóz do Polski artykułów elektrotechnicznych w październiku 1933 r.

W miesiącu sprawozdawczym przywieziono do Polski ogółem 455,5 t artykułów elektr. (187% ilości poprzedniego miesiąca) na sumę 3347 tys. złotych. (118% wartości wrześniowej).

Przywóz poszczególnych artykułów wyrażał się, jak następuje (trzecia rubryka oznacza wartość przywozu w październiku w % w stosunku do września b. r.).

Nazwa towaru	q	1000 zł.	%
Prądnic i silniki o wadze do 500 kg	107	128	217
Prądnic i silniki o wadze powyżej 500 kg	67	24	17,5
Inne maszyny elektryczne i ich części	350	379	253
Akumulatory i płyty	56	40	364
Transformatory i przetwornice	208	138	64
Oporniki, rozruszniki, regulatory i kontrolery	16	34	90
Wyłączniki, kondens., piorunochr., odgromn., przyrządy i tablice rozdzielcze, bezpieczniki	65	100	264
Wskaźniki prądu i mierniki, prócz liczników	27	119	163
Liczniki energii elektrycznej	131	316	645
Przyrządy elektromedyczne	64	131	182
Lampy łukowe i prożektory	3	5	—
Żarówki	65	351	226
Lampy katodowe	17	188	393
Materiały instalac. do sieci elektr.	81	75	259
Przewodniki izolow. bez oprzędu, nieolowione	179	93	372
Przewodniki w oprzędzie	13	12	109
Sznur podwójny i wielożyłowy	47	14	463
Drut i sznur dzwonkowy	—	—	—
Kable elektryczne	208	40	67
Ogniwa i baterje	0,1	0,1	100
Aparaty teletechniczne i centralki	132	398	307
" sygnalizacyjne i zegary	16	61	180
" telegraficzne i ich części	0,0	0,3	—
Radjoaparaty	38	149	310
Dzwonki i transformatory do nich	34	40	570
Przyrządy el. do gotowania, prasow. i ogrzewania	39	45	300
Przyrządy oddzielnie niewymienione	64	131	124
Wyroby z porcelany elektrotechn.	192	48	200
" z węgla	2336	288	310
	4555	3347	

Przywóz osiągnął rekordową w tym roku wysokość tak co do wagi, jak i co do wartości sprowadzonych artykułów. Zbiega się to z wzrostem produkcji w kraju, która już w sierpniu przekroczyła przeciętną cyfrę miesięczną ubiegłego roku. Znaczący to oczywiście, że pojemność rynku elektrotechnicznego wzrosła przez budowę nowych instalacji i wzrost zapotrzebowania na utrzymanie istniejących.

Prawie wszystkie pozycje przywozu, z wyjątkiem kilku, jak: prądnic i silniki powyżej 500 kg, transformatory i przetwornice, kable, wykazały wartość przywozu od 100 — 400% wartości wrześniowej, przyczem niektóre, jak liczniki, lampy katodowe, przewodniki izolowane bez oprędu, aparaty i centralki telefoniczne oraz radioaparaty — zostały sprowadzone za sumy, przekraczające potrójną wartość ich w stosunku do września. 1 tona towarów, która we wrześniu kosztowała 1 150 zł., w październiku wykazała przeciętną cenę 735 złotych.

Pomimo oznak, uprawniających do pewnego optymizmu w ocenie sytuacji na rynku elektrotechnicznym, wyrowadzenie jakichkolwiek wniosków ogólnych byłoby przedwczesne. Należy przekonać się o trwałości danego zjawiska, aby móc brać je poważnie w rachubę, a właśnie ciągłość wszelkich procesów ekonomicznych w czasach dzisiejszych jest pod wielkim znakiem zapytania.

#### Produkcja i zbył niektórych artykułów elektrotechnicznych w sierpniu 1933 r.

Produkcja 25 artykułów elektrotechnicznych, wymienionych w zestawieniu Głównego Urzędu Statystycznego, oceniana była w sierpniu b. r. ogółem na sumę 4 940 tys. złotych, to znaczy 166% produkcji lipcowej i 117% przeciętnej produkcji miesięcznej 1932 roku. W przytoczonym zestawieniu pierwsza rubryka oznacza wartość produkcji sierpniowej w tys. zł., druga — wartość wytwórczości sierpniowej w % w stosunku do produkcji lipcowej i trzecia to samo w stosunku do wartości przeciętnej produkcji miesięcznej ubiegłego roku.

Nazwa towaru	1000 zł	%	%
Maszyny elektryczne . . . . .	263	104	126
Przetwornice . . . . .	5,3	—	33
Transformatory . . . . .	102	43	140
Akumulatory i ich części . . . . .	1016	256	230
Ogniwa i części . . . . .	178	110	59
Urządzenia rozdzielcze . . . . .	51	560	88
Skrzynki przyłączowe . . . . .	30	103	86
Wyłączniki olejowe . . . . .	35	100	72
Bezpieczn., drobna armatura rozdziel. i instalacyjna . . . . .	227	133	113
Liczniki energii elektrycznej . . . . .	20	40	17,5
Rury izolacyjne i części . . . . .	126	107	97
Świeczniki, żyrandole i t. p. . . . .	100	89	83
Urząd. i przyrządy domow. użytku . . . . .	19	30	16
Przyrządy elektromedyczne . . . . .	7,7	385	96
Aparaty telefonicz. i centralki . . . . .	188	360	63
Sprzęt pomocn. i części zapasowe . . . . .	138	230	206
Żarówki elektryczne . . . . .	787	292	86
Przewodniki gołe . . . . .	257	326	140
Przewodniki izolow. nieoboiwione . . . . .	472	120	97
" oboiwońone . . . . .	725	166	111
Porcelana elektrotechniczna . . . . .	90	120	94
Radjosprzęt:			
Aparaty detektorowe . . . . .	5,5	—	15,3
" lampowe . . . . .	32	43	18
Kondensatory . . . . .	37	463	97
Transformatoriki . . . . .	29	120	193
Razem . . . . .	4940,5		

Miesiąc sprawozdawczy pod względem produkcji należy zaliczyć do bardzo pomyslnych. Poraz pierwszy w tym roku wytwórczość miesięczna przekroczyła normę przeciętnej miesięcznej produkcji roku ubiegłego i to od razu o 66%. Najwięcej wzrosła w porównaniu z poprzednim miesiącem wytwórczość urządzeń rozdzielczych, kondensatorów radiowych, przyrządów elektromedycznych, aparatów i centralek telefonicznych, przewodników gołych, żarówek, akumulatorów i ich części, sprzętów pomocniczych i części zapasowych. Zmniejszyła się produkcja elektr. przyrządów do domowego użytku, aparatów lampowych, liczników i transformatorów. Zbyt pozostał cokolwiek w tyle poza produkcją, gdyż sprzedano ok. 94% wytworzonych towarów.

## R Ó Ż N E.

#### Fundusz stypendjalny im. ś. p. prof. inż. Stanisława Odrowąż-Wysockiego.

Na rzecz tego Funduszu wpłynęła kwota zł. 100, ofiarowana przez p. profesorową Matyldę Wysocką.

Pozatem w okresie czasu od 15 października do 10 grudnia 1933 r. wpłynęły za pośrednictwem P. K. O. wpłaty za książkę pamiątkową, wydaną ku czci ś. p. Prof. St. Odrowąż-Wysockiego: od 22 osób i instytucji po zł. 3 = zł. 66. Ponadto ofiarowali w postaci nadpłaty za wymienioną książkę: pp. I. Steinhardt, Łódź — zł. 22; W. Werner, Warszawa — zł. 7; S. Jasilkowski, Lwów — zł. 2; Elektrownia i Wodociągi w Świeciu — zł. 2; J. Żydanowicz, Trzebinia — zł. 1; P. Sławiński, Pruszków — zł. 1. Razem zł. 201.

Stan Funduszu według sprawozdania, ogłoszonego w Nr. 21 „Przeglądu Elektrotechn.” wynosił zł. 5 606. Stan Funduszu w dn. 10 grudnia 1933 r. wynosi zł. 5 807.

Komisja Stypendjalna zwraca się z uprzejmą prośbą do osób, które nie uiściły dotychczas należności za przesłaną im swego czasu książkę pamiątkową ku czci ś. p. St. Wysockiego, o łaskawe wpłacenie tej należności na konto PKO Nr. 2211 i zasilenie w ten sposób Funduszu Stypendjalnego (cena książki wynosi zł. 3, nadpłaty są pożądane), lub zwrot książki pod adresem Komisji (Al. Jerozolimskie Nr. 16 m. 6).

T. Ż.

#### SPROSTOWANIE.

W nekrologu ś. p. Inż. Wiesława Gerlicza (zesz. 24, str. 822) w 8-ym ustępie pierwszej kolumny, gdzie jest mowa o założeniu Sp. Akc. „Siła i Światło”, po słowach: „Tadeuszem Sułowskim” powinny być słowa „i innymi”, co zgodnie z życzeniem Autora uzupełniamy.