

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XV.

15 Lipca 1933 r.

Zeszyt 14.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## JEDNOSTKI FIZYKALNE I TECHNICZNE.

### STUDJUM KRYTYCZNE ORAZ NOWY SYSTEM OZNACZANIA JEDNOSTEK.

Prof. Dr. inż. Stanisław Fryze.

(Ciąg dalszy).

Racjonalisci unikają tego prostego sposobu liczenia, bo musieliby ujawnić całą nicłość nowo forsowanego systemu. Dotychczasowy wzór wartościowy

$$F = \frac{B^2 s}{8\pi \cdot \mu_0}, \mu_0 = 1$$

ganią racjonalisci dlatego, bo zawiera czynnik  $8\pi$ , wzór wartościowy przez racjonalistów podany

$$F = \frac{1}{2} \cdot \frac{B^2 s}{\mu \cdot \rho_0}$$

jest pozornie wolny od tego czynnika. W rzeczywistości jednak, gdy podstawimy wartość za  $\mu \cdot \rho_0$  (przenikalność próżni w nowym układzie), wyjdzie

$$F = \frac{B^2 s}{2 \cdot 0,4\pi \cdot 10^{-9}} = \frac{B^2 s}{8\pi \cdot 10^{-9}}$$

Mamy tu nietylko czynnik  $8\pi$ , ale jeszcze nowy czynnik  $10^{-9}$  dlatego, bo w nowym układzie wyraża się siłę w  $\frac{\text{joule'ach}}{\text{cm}} = 10^7$  dyn, a nie w dynach,

jak było dotychczas, a indukcję magnet.  $B$  w voltsek/cm<sup>2</sup>, a nie w gaussach, jak była dotychczas.

Ogólnie w nowo forsowanym układzie czynnik  $4\pi$  nie występuje w pewnych równaniach fizykalnych tylko dlatego, że został ukryty w t. zw. stałej elektrycznej  $\Delta^*$  i stałej magnetycznej  $\Pi^*$  próżni:

$$\Delta^* = \frac{10^9 \text{ farad}}{4\pi \text{ c}^2 \text{ cm}} = 8,84 \cdot 10^{-14} \frac{\text{farad}}{\text{cm}}$$

$$\Pi^* = \frac{4\pi \text{ henry}}{10^9 \text{ cm}} = 1,256 \cdot 10^{-9} \frac{\text{henry}}{\text{cm}}$$

Przy obliczeniach liczbowych czynnik  $4\pi$  ujawnia się, jak to widzieliśmy w powyższym zadaniu i jak możemy sprawdzić na innych zadaniach.

Poza powyżej wskazanem utrudnieniem, na jakie nas naraża pogląd  $B$ , zmuszając do traktowania symboli literowych w równaniach fizykalnych jako wielkości, skierowuje nas ten pogląd — mojem zdaniem — na zupełnie błędny tor odnośnie do systemów jednostek.

Wallot i jego poplecznicy sądzą, że skoro według poglądu  $B$  należy pisać np.:

$$v = \frac{1}{t}$$

(równanie wielkościowe), to temsamem dopuszczalność równości

$$[v] = \frac{[l]}{[t]}$$

między symbolami odnośnych jednostek nie podlega żadnej dyskusji.

Racjonalisci tworzą też na wzór  $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$  wiele no-

wych jednostek skombinowanych ze znaków dotychczasowych jednostek, a mianowicie:

Jednostka natężenia pola elektr. (K)	volt/cm,
Jednostka natężenia pola magn. (H)	amp/cm,
Jednostka indukcji elektr. (D)	coulomb/cm <sup>2</sup> ,
Jednostka indukcji magnet. (B)	voltsek/cm <sup>2</sup> ,
Jednostka strumienia elektr. ( $\Psi$ )	coulomb,
Jednostka strumienia magnet. ( $\Phi$ )	voltsek,
Jednostka siły (F)	joule/cm,
Jednostka momentu mechan. (M)	joule,
Jednostka pracy (A)	joule i t. d.

Jednostki te wynikają z praw fizykalnych odpowiednio przystosowanych do nowych jednostek. Tak np. jednostka coulomb dla  $\Psi$  wynika z prawa Gaussa, które w nowym systemie ma mieć postać równania wielkościowego w relacji

$$\Psi^* = Q$$

zamiast dotychczasowej formy wartościowej

$$\Psi = 4\pi Q$$

Oczywiście, gdy w poprzednim równaniu wielkościowym wstawimy

$\Psi^* = \Psi [Q]$  i położymy  $Q = Q [Q] = Q$  coulomb, to wypadnie z równania

$$\Psi [Q] = Q \text{ coulomb}$$

wartość  $\Psi =$  wartości  $Q$

oraz jednostka  $[Q] =$  coulomb.

Na tym przykładzie widać jednak doskonale niedopuszczalność równości

$$\Psi^* = Q$$

wszak  $\Psi^*$  oznacza strumień elektryczny, a  $Q$  nabój elektryczny, a więc dwie zupełnie różne wielkości fizykalne! Strumień elektr.  $\Psi^*$  ma tyle tylko wspólnego z nabojem elektr.  $Q$ , że wartość strumienia  $\Psi^*$  jest równa (przy przyjęciu pewnych jednostek) wartości naboju  $Q$  w przypadku gdy  $\Psi^*$  pochodzi od



Q. Stwierdzenie tego faktu nie upoważnia nas jednak bynajmniej do identyfikowania wielkości  $\Psi^*$  z wielkością Q.

W myśl poglądu A musimy tu napisać

$$\Psi^* = Q$$

(równanie wartościowe), a w myśl poglądu C wolno co najwyżej położyć

$$\Psi = \frac{\Psi^*}{[\Psi]}, \quad Q = \frac{Q}{[Q]}$$

czyli

$$\frac{\Psi^*}{[\Psi]} = \frac{Q}{[Q]}$$

Skąd wypływa równanie

$$\Psi^* = \frac{[\Psi]}{[Q]} Q \dots \dots \dots (m)$$

Możemy teraz położyć

$$[Q] = \text{coulomb}$$

i tak dobrać jednostkę  $[\Psi]$ , aby powyższe równanie formalno-wartościowe (typu C) obowiązywało, lecz w myśl poglądu C nie wolno kłaść w (m)

$$[\Psi] = \text{coulomb}$$

gdyż mamy tu do czynienia z dwiema jednostkami przynależnymi do dwóch najzupełniej różnych wielkości fizycznych  $\Psi^*$  i Q, czyli z dwiema najzupełniej różnymi jednostkami.

Wallot twierdzi, że równania typu B są niezależne od systemów jednostek. Twierdzenie to nie zgadza się z pisownią wzorów podanych przez Wallota. Tak np. prawo Coulomba należy według Wallota pisać w postaci wielkościowej

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \cdot \epsilon \Delta^* \cdot l^2} \dots \dots \dots (n)$$

Dotychczasową formę tego prawa

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{\epsilon \cdot l^2} \dots \dots \dots (o)$$

należy — według Wallota — odrzucić. Porównując ((n) z (o) widzimy, że Wallot wprowadza czynnik  $4\pi$  w równanie, które poprzednio tego czynnika nie miało oraz nowy czynnik  $\Delta^*$  (stałą elektryczną próżni) obok dotychczasowej stałej  $\epsilon$ . Łatwo stwierdzić, że uzupełnienia te są konieczne dlatego, aby wzór Wallota obowiązywał dla jednostek: coulomb, (odnośnie do Q), cm (odnośnie do l) i  $\frac{\text{joule}}{\text{cm}}$  (odnośnie do F):

$$F = \frac{1 \text{ coulomb} \cdot 1 \text{ coulomb}}{4 \pi \cdot \epsilon \cdot \frac{10^9}{4 \pi c^2} \frac{\text{farad}}{\text{cm}} \text{cm}^2} = \frac{\text{coulomb}^2}{\epsilon \cdot \frac{10^9}{9 \cdot 10^{20}} \frac{\text{coulomb}}{\text{volt}} \text{cm}} = \frac{9 \cdot 10^{11} \text{ coulomb volt}}{\epsilon \text{ cm}} = \frac{9 \cdot 10^{11} \text{ joule}}{\epsilon \text{ cm}}$$

Tę samą wartość siły F otrzymamy z (o), podstawiając  $Q_1 = Q_2 = 3 \cdot 10^9$  w jedn. ES (co odpowiada naboju 1 coulomba) i  $l = 1$  w cm,

$$F = \frac{3 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^9}{\epsilon \cdot 1} = \frac{9 \cdot 10^{18}}{\epsilon} \text{ w dynach} =$$

$$= \frac{9 \cdot 10^{11}}{\epsilon} \text{ w } \frac{\text{joulach}}{\text{cm}}, \text{ bo } \frac{\text{joule}}{\text{cm}} = 10^7 \text{ dyn.}$$

Czyniąc przegląd wszystkich wzorów podanych przez Wallota i jego adherentów, stwierdzimy łatwo, że nie są one niezależne od systemów jednostek — jak twierdzi Wallot — bo obowiązują właśnie dla nowo forsowanego „racjonalnego” systemu jednostek.

Pogląd, że równania fizyczne są niezależne od jakiegokolwiek układu jednostek jest najzupełniej błędny, a wysuwanie tego poglądu jako argumentu w walce z dawnymi systemami jednostek, nie wytrzymuje krytyki.

Pani Afanasjewa - Ehrenfest dowiodła niezbitnie w swej cytowanej poprzednio pracy, że każde równanie fizyczne, które ma być ważne dla dowolnie obranych jednostek, musi być uzupełnione t. zw. współczynnikami wyrównawczymi (Ausgleichsfaktoren) k.

Punkt wyjścia z teorii p. Afanasjewy stanowi t. zw. zasada jednorodności równań fizycznych. Każdy wzór fizyczny można przedstawić — według Afanasjewy — w formie równania ogólnego

$$f(A, B, C \dots N; S_1, S_2 \dots S_n; k_1, k_2 \dots k_m) = 0$$

w którym symbole A, B, C, . . . . . N przedstawiają wartość pewnych wielkości fizycznych, symbole  $S_1, S_2 \dots S_n$  wartości pewnych współczynników fizycznych a  $k_1, k_2 \dots k_m$  współczynniki wyrównawcze i pewne liczby ( $\frac{1}{2}, \pi, 2\pi, 4\pi$  i t. d.). Wartości wielkości i współczynników fizycznych zależą od doboru jednostek, a żadne równanie fizyczne nie jest ważne dla wszelkich dowolnych jednostek. Tę właściwość określa Afanasjewa jako *niejednorodność* równań fizycznych.

Ponieważ do obliczeń liczbowych można użyć tylko równań jednorodnych, przeto każde równanie fizyczne trzeba odpowiednio uzupełnić t. zw. współczynnikami wyrównawczymi (k), których liczba i wartość zależy od postaci równania i doboru jednostek.

Tak np. prawo Ohma w postaci

$$U = J \cdot R$$

wymaga tylko jednego współczynnika wyrównawczego k

$$U = k \cdot J \cdot R$$

Prawo Ohma w postaci

$$U = E - J \cdot R$$

wymaga dwu współczynników wyrównawczych  $k_1, k_2$

$$U = k_1 E - k_2 J \cdot R$$

Ogólnie równania fizyczne w postaci iloczynów

$$N = A^\alpha B^\beta C^\gamma D^\delta$$

wymagają do uzupełnienia tylko jednego współczynnika wyrównawczego k

$$N = k A^\alpha B^\beta C^\gamma D^\delta$$

Natomiast równania fizyczne w postaci sum iloczynów

$$N = A^\alpha B^\beta C^\gamma + D^\delta E^\epsilon + F^\zeta$$

wymagają tylu współczynników wyrównawczych, ile zawierają składników, tworzących iloczyny:

$$N = k_1 A^\alpha B^\beta C^\gamma + k_2 D^\delta E^\epsilon + k_3 F^\zeta$$

Określenie ilości współczynników  $k$  i miejsc im przynależnych nie przedstawia żadnych trudności. Wypisujemy dane równanie fizykalne w najprostszej formie t. j. dla tak dobranych (w myśli) jednostek, aby nie posiadało żadnego współczynnika wyrównawczego. Następnie każdy symbol literowy, oznaczający wartość w owym równaniu, zastępujemy iloczynem  $N \cdot k$ , przyjmując, że maksymalnie może wystąpić tylko tyle współczynników wyrównawczych, ile jest owych symboli w równaniu. Wreszcie ściągamy razem te iloczyny utworzone z  $k$ , które dadzą się zastąpić jednym współczynnikiem  $k$  i rzecz gotowa.

Przykład: Najprostsza forma równania na napięcie źródła prądu stałego jest

$$U = E - J \cdot R$$

Podstawiamy

$$U = U \cdot k_1, E = E \cdot k_2, J = J \cdot k_3, R = R \cdot k_4$$

$$U \cdot k_1 = E \cdot k_2 - J \cdot k_3 \cdot R \cdot k_4$$

$$U = E \frac{k_2}{k_1} - J R \frac{k_3 k_4}{k_1}$$

i otrzymujemy

$$U = k_1 E - k_{11} J R$$

Analogicznie i już bez objaśnień

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{\varepsilon l^2}, F k_1 = \frac{Q_1 Q_2 k_2^2}{\varepsilon k_1^2 l^2}, F = \frac{k_2^2}{k_1 k_3} \frac{Q_1 Q_2}{\varepsilon l^2}$$

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{\varepsilon l^2}$$

Znacznie trudniejszą sprawę przedstawia obliczenie współczynników wyrównawczych ( $k$ ). Musimy tu przerobić choć jeden przykład, aby stało się zrozumiałym, jak cenną rzeczą są systemy jednostek, na które tyłu autorów napada.

Przypuścmy, że teoria dymensyj i układów jednostek jest nieznaną i że jakiś fizyk odkrył prawo zaniku prądu

$$J_t = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L} t}$$

i podał go do wiadomości w tej prostej postaci, oczywiście z komentarzem, co do znaczenia symboli literowych, jednakże bez żadnej uwagi co do jednostek. Przypuścmy dalej, że w dziedzinie jednostek panuje zupełny chaos, że więc np. mierzymy SEM  $E$  w mV, opór  $R$  w  $\Omega$ , indukcyjność  $L$  w jedn. ES, czas  $t$  w  $\mu$  sek<sup>20</sup>, a prąd  $J$  w jedn. EM. (Chyba wystarczający „bigos” jednostek). Zakładamy dalej, że mamy oscylograf prądu, wycechowany oczywiście w jedn. EM, oraz pomierzone wartości  $E, R, L$  w podanych poprzednio jednostkach.

Zadaniem naszym jest przystosować nowo odkryty wzór do podanego powyżej zespołu jednostek. Gdyby nie było układów jednostek, ani teorii dymensyj, musielibyśmy po pierwsze zrobić porządne zdjęcie oscylograficzne przebiegu  $J_t$  w obwodzie o stałej SEM  $E$  i stałych  $R, L$ . Po drugie wyznaczyć dla dwóch dowolnie obranych momentów czasu wartości chwilowe prądu  $i_1$  i  $i_2$ . Po trzecie napisać poprzednie równanie w formie

$$J_t = k_1 \frac{E}{R} e^{-k_2 \frac{R}{L} t}$$

i z niego po podstawieniu

$$i_1 = k_1 \frac{E}{R} e^{-k_2 \frac{R}{L} t_1}$$

$$i_2 = k_1 \frac{E}{R} e^{-k_2 \frac{R}{L} t_2}$$

obliczyć wartości liczbowe  $k_1$  i  $k_2$  według wzorów (wartościowych)

$$k_1 = \frac{R}{E} \left( \frac{i_1 t_2}{i_2 t_1} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}}$$

$$k_2 = \frac{L}{R(t_2 - t_1)} \ln \left( \frac{i_1}{i_2} \right)$$

Gdybyśmy to wszystko wykonali z zupełną dokładnością, wypadłoby nam

$$k_1 = \frac{1}{10^4}, k_2 = \frac{1}{9 \cdot 10^{17}}$$

Moglibyśmy wtedy napisać

$$J_t = \frac{1}{10^4} \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{9 \cdot 10^{17}} \frac{R}{L} t}$$

ważne dla  $J$  w jedn. EM prądu,  $E$  w mili-voltach,  $R$  w ohmach,  $L$  w jedn. ES indukcyjności,  $t$  w mikro-sekundach.

Mając ten zespół jednostek, moglibyśmy następnie z pomocą przeliczeń, okazywanych na początku niniejszego ustępu, przerabiać powyższy wzór na wszelkie inne zespoły jednostek (oczywiście, gdyby nam były wiadome relacje między podanymi tu i nowymi jednostkami).

Otóż trzeba sobie zdać sprawę z następujących rzeczy:

1° Każdy wzór fizykalny jest dopiero wtedy kompletny, gdy określimy choć jeden zespół jednostek, dla którego zachowuje ważność w podanej relacji.

2° Przy bezplanowym obiorze jednostek różnych wielkości wystąpiłyby we wszystkich równaniach i wzorach fizykalnych współczynniki wyrównawcze  $k$ , których wyznaczenie bez teorii dymensyj i układów miar byłoby bardzo trudną sprawą.

3° Współczynniki ( $k$ ) musiałyby być podane przy każdym równaniu fizykalnym i każdym pochodnym wzorze oddzielnie, dlatego, bo przy analitycznym wyprowadzaniu wzorów pochodnych tworzą się kombinacje z owych współczynników.

Przykład:  $U = k_1 J \cdot R, P = k_2 U \cdot J$

$$P = k_2 U \cdot J = k_1 k_2 J^2 \cdot R = k_3 J^2 \cdot R \text{ i t. p.}$$

4° Poza wartościami współczynników  $k$  trzeba by podawać przy każdym wzorze, dla jakich zespołów jednostek on obowiązuje.

5° Przy analizie teoretycznej musielibyśmy ciągnąć niepotrzebnie wszystkie współczynniki  $k$ , inaczej nasze wzory końcowe wymagałyby doświadczeń, celem ustalenia wartości  $k$ , bez których wszak nie można sprawdzać wyników, ani rachunkowo, ani eksperymentalnie (ilościowo).

<sup>20</sup>)  $\mu$  sek =  $10^{-6}$  sek.

6° Wyliczenia liczbowe byłyby żmudne, bo obarczone wieloma czynnikami  $k$ , przeważnie o postaci liczb o wielu miejscach dziesiętnych.

7° Przejrzystość wzorów fizykalnych, uzupełnionych wieloma współczynnikami  $k$ , ucierpiałaby znacznie.

Otóż tego wszystkiego można uniknąć przez odpowiedni, planowy dobór jednostek, czyli przez stworzenie jednolitego systemu jednostek dla całego obszaru fizyki. Praktyk może narzekać, jak chce, na niestosownie wielkie lub małe jednostki, *fizyk musi dążyć przedewszystkiem do wyeliminowania współczynników  $k$ , czyli do takiego doboru jednostek, przy którym w możliwie wielu równaniach zasadniczych wszystkie współczynniki  $k$ , lub przeważna*

*ich większość, jest równa jedności, a pozatem do takiego systemu jednostek, aby minimalną ilością precyzyjnych pomiarów możliwe było dokładne określenie poszczególnych jednostek.* Ten cel spełniają właśnie t. zw. systemy C G S, w których za podstawę przyjęto trzy zasadnicze jednostki: centymetr, gram, sekundę. Ustalając tylko te trzy jednostki w formie etalonowej i uzależniając wszystkie inne jednostki od tychże, tworzymy system, w którym definicje wszystkich innych jednostek pozostaną tak długo nienaruszone, jak długo owe zasadnicze etalony będą niezmienione.

(C. d. n.)

Sprostowanie. W zesz. 13-ym na str. 609 mylnie podano imię autora; winno być inż. K. Skrzyński.

## ZAKŁADY ELEKTRYCZNE WOJEWÓDZTWA KRAKOWSKIEGO.

Inż. I. W. Pilkiewicz.

Obecnie na obszarze woj. krakowskiego znajduje się 19 zakładów elektrycznych o mocy zainstalowanej zespołów prądowców powyżej 1 000 kW, 37 zakładów o mocy od 100 do 1 000 kW, oraz około 250 zakładów mniejszych. Ogólna moc zespołów prądowców wynosi 146 000 kW. Produkcja wszystkich zakładów elektrycznych — 219 000 000 kWh, co stanowi około 10% produkcji w całym Państwie. Oprócz tego funkcjonuje 10 zakładów elektrycznych rozdzielczych, które sprzedają poszczególnym odbiorcom prąd, otrzymywany hurtowo od innych zakładów.

Największy zakład elektryczny ma zainstalowaną moc zespołów prądowców 24 900 kW. Największa grupa zakładów, połączonych między sobą przewodami wysokiego napięcia, ma zainstalowaną moc  $19\,120 + 15\,700 + 6\,250 = 41\,070$  kW; produkcja tej grupy zakładów za 1932 rok wyniosła 57 410 000 kWh.

### Zakład elektryczny Państwowej Fabryki Związków Azotowych.

W elektrowni Państwowej Fabryki Związków Azotowych w Mościcach zainstalowanych jest obecnie 6 kotłów sekcyjnych wodno-rurkowych, z tego 4 po 600 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej i 2 po 610 m<sup>2</sup>, wszystkie na ciśnienie pary 28 atn, 430° C przegrzania. W hali maszyn zainstalowane są następujące turbiny: 3 turbiny kondensacyjne dwukadłubowe 3 000 obr/min., wykonane dla 24 atn, 400° C przegrzania, firmy Brown-Boveri, sprzężone bezpośrednio z generatorami prądu 3-fazowego po 7 600 kW przy  $\cos \varphi = 0,8$ , 6 300 V, 50 okr., oraz 1 turbina przeciwprężna firmy „Stal-Asea” 3 000 obr/min., redukująca ciśnienie pary z 24 atn na 11 atn, sprzężona bezpośrednio z dwoma generatorami prądu 3-fazowego o łącznej maksymalnej mocy 2 100 kW przy  $\cos \varphi = 0,8$ , 6 300 V, 50 okr.

Para wylotowa tej turbiny o ciśnieniu 11 atn miała być rozdzielana po poszczególnych od-

ziałach fabrycznych dla celów chemicznych i ogrzewniczych.

Tak więc w elektrowni zainstalowane są 4 turbozespoły o ogólnej mocy 24 900 kW przy  $\cos \varphi = 0,8$ , czyli 31 125 kVA.

Z elektrowni prąd o napięciu 6 300 V przesyła się kablami do 10 podstacji, skąd również kablami doprowadza się do większych motorów, zbudowanych na napięciu 6 000 V, względnie do transformatorów 6 000/400/231 V, zasilających szereg mniejszych motorów i sieć oświetleniową.

Urządzenie rozdzielcze elektrowni zaopatrzone jest w podwójny system szyn zbiorczych. Wyłączniki olejowe na dopływach od turbozespołów, jak również na odpływach do poszczególnych podstacji, sterowane są na odległość z hali nastawczej.

Generatory zaopatrzone w t. zw. ochronę różnicową, która w razie przebicia izolacji uzwojeń generatora odłącza go automatycznie od reszty pracujących generatorów i powoduje przerwę prądu, wzbudzającego ten generator.

Do sieci jest przyłączonych ok. 500 motorów o różnej mocy, od najmniejszych poniżej 1 KM do największych o mocy 1 060 KM. Łączna moc wszystkich zainstalowanych silników wynosi ok. 16 700 kW.

Łączna długość sieci kablowej dla rozprowadzenia energii wynosi przeszło 36 000 m.

### Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskim, S. A.

Elektrownia w gminie Wodna pow. chrzanowskiego została wybudowana i uruchomiona w roku 1913 z inicjatywy i wg. projektu p. Inż. Kazimierza Gayczaka, ówczesnego Dyrektora Elektrowni Miejskiej w Krakowie. Budowa ta została sfinansowana przez Bank Przemysłowy we Lwowie oraz „Vereingte Elektrizitäts A. G.” we Wiedniu.

Po kilku latach akcje „Elektrowni” przejmuje

od Banku Przemysłowego Bank Naftowy we Lwowie, a w roku 1929 Spółka Akcyjna „Siła i Światło” w Warszawie odkupuje większy pakiet akcji od „Vereinigte Elektrizitäts A. G.” i od Banku Naftowego. Obecnie większość akcji znajduje się w portfelu Spółki „Siła i Światło”.

W elektrowni zainstalowane są 4 turbiny parowe, z których jedna firmy „The English Electric Company” jest systemu „Impuls”, a trzy inne są kombinowane: koło Curtisa w połączeniu z wielostopniową turbiną reakcyjną, zbudowane przez „Pierwszą Berneńską Fabrykę Turbin Parowych”, sprzężone z prądnicami 3-fazowymi, zbudowane przez Brown-Boveri na napięcie 5 500 V 50 okr. 3 000 obr/min. Obecna moc elektrowni wynosi  $3\ 150 + 3\ 150 + 6\ 250 + 18\ 000 = 30\ 550$  kVA.

Turbiny parowe pracują przy 13 atn 320° C przegrzana oraz 3 000 obr/min.; każda z nich jest zaopatrzona we własną kondensację powierzchniową. Pompy kondensacyjne uruchamiane są przy pomocy motoru asynchronicznego na napięcie 5 000 V lub pomocniczej turbinki parowej.

Kotłownia składa się z 7 kotłów: 3 po 350 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej, 2 po 400 m<sup>2</sup>, 1 — 515 m<sup>2</sup> i 1 — 510 m<sup>2</sup>, 3 kotły pracują na ciągu sztucznym (wentylatory „Sirocco”), a pozostałe na ciągu naturalnym (komin 90 m wysoki 3,2 m w świetle). Ruszty napędzane są indywidualnie silnikami 3-fazowymi zwrzartami.

Zasilanie kotłów odbywa się przy pomocy 2 pomp z napędem elektrycznym. Dla chłodzenia wody cyrkulacyjnej elektrownia posiada 2 chłodnie podwójne systemu Balke dla maksymalnej ilości pary 73 200 kg na godzinę (1 660 m<sup>3</sup> + 2 000 m<sup>3</sup> wody chłodzącej na godzinę).

Dla obsługi generatorów elektrownia ma pulpity, dla linii odchodzących — tablice.

Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskim działa na zasadzie uprawnienia rządowego Nr. 56 (r. 1928) i dodatkowego uprawnienia Nr. 154 (r. 1930).

Największa produkcja tej elektrowni była w roku 1929 — 36 478 000 kWh; w roku 1932 spadła ona do 26 061 000 kWh.

Firma ta posiada rozległą sieć o napięciu 20 000 V i 5 000 V.

### Elektrownia Jaworznickich Komunalnych Kopalń Węgla S. A.

Wskutek stałego rozwoju urządzeń kopalnianych i postępującej elektryfikacji w roku 1927 — 1928 wyłoniła się potrzeba rozszerzenia istniejącej dotychczas na kopalni „Józef Piłsudski” elektrowni o zainstalowanej mocy 7 620 kW przez ustawienie jeszcze jednego lub dwóch zespołów. Dyrekcja kopalni po przeprowadzeniu studiów zdecydowała się na budowę nowocześniejszej odrębnej elektrowni.

W międzyczasie gmina miasta Krakowa, będąca współwłaścicielką kopalni w Jaworznie, zdecydowała się zamiast powiększenia mocy własnej elektrowni pobierać prąd z nowoprojektowanej elektrowni kopalnianej, posiadającej na miejscu ogromne zapasy węgla.

Największe obciążenie starej elektrowni przez zakłady własne J. K. K. W., miasto Jaworzno

oraz obce zakłady przemysłowe dochodziło prawie do 4 000 kW, przewidziane zaś obciążenie przez Kraków wynosić miało ok. 6 000 kW. Z tego powodu postanowiono zainstalować narazie jeden zespół o dostatecznej mocy, z tem że elektrownia w Krakowie stanowić będzie rezerwę dla potrzeb miasta w razie nieprzewidzianych przerw w ruchu projektowanej jednotorowej linii przesyłowej, a stara elektrownia kopalniana będzie rezerwą dla własnych potrzeb kopalni i zakładów przemysłowych prywatnych „położonych w bliskości Jaworzna.

W kotłowni zainstalowane są 4 kotły wodnorurkowe systemu „Babcock i Wilcox” na ciśnienie 25 atn, każdy o powierzchni ogrzewalnej 600 m<sup>2</sup> i wydajności ok. 35 kg pary z m<sup>2</sup> powierzchni przy ruchu normalnym. Przy forsowaniu paleniska osiągnąć można wydajność 45 kg z 1 m<sup>2</sup>. W hali maszyn znajduje się turbozespół, składający się z generatora i turbiny systemu „Pierwszej Berneńskiej Fabryki Maszyn” o mocy 11 500 kW, przy 3 000 obr/min., zbudowanej dla pary o ciśnieniu w zaworze wlotowym 22 atn. i temperaturze do 375° C.

Z turbiną na wspólnej płycie bezpośrednio sprzężony jest generator prądu 3-fazowego fabryki Simens-Schuckert o mocy 14 400 kVA przy napięciu na zaciskach 6 300 V i  $\cos \varphi = 0,8$

Do hali turbinowni przylega budynek rozdzielni.

W najwyższym trzecim piętrze tego budynku znajduje się pomieszczenie nastawni, połączone schodami z halą maszyn, w którym zainstalowane są wszelkie przyrządy kontrolne dla ruchu elektrowni. Przyrządy te są zmontowane na pulpicie rozdzielczym o trzech polach oraz na specjalnej kolumnie.

Wzdłuż podłużnej ściany nastawni, znajduje się żelazna tablica rozdzielcza, na czołowej stronie której umieszczone są aparaty zabezpieczające i rejestrujące.

Piętrowy budynek rozdzielni 60 kV znajduje się tuż obok, oddzielony od wyżej opisanej rozdzielni 6 kV tylko klatką schodową.

W parterze tego budynku od strony południowej znajdują się 3 oddzielne cele, mieszczące w sobie główne transformatory, przetwarzające prąd o napięciu 6 kV na napięcie 60 kV, przesyłane dalej do Krakowa, a mianowicie 2 transformatory każdy o mocy 9 300 kVA i transformator gaśnikowy systemu prof. Reithoffera, zabezpieczający transformatory i linie przewodów napowietrznych od działania przepięć i wyładowań atmosferycznych.

Od transformatorów głównych prąd o napięciu 60 kV przechodzi przez wypełnione olejem izolatory przepustowe do ubikacji pierwszego piętra, gdzie znajdują się obrotowe rozłączniki różkowe i szyny zbiorcze 60 kV.

Wyłączanie transformatorów głównych po stronie napięcia 60 kV odbywa się jedynie przy pomocy wymienionych rozłączników obrotowych z tym jednak warunkiem, że wyłączają się transformator bez obciążenia. Rozłączniki te, jak wykazały próby, rozłączają bez jakichkolwiek zakłóceń w ruchu moc do 600 kVA.

Bezpośrednio od szyn zbiorczych 60 kV przewody są wyprowadzone do wieży, znajdującej

się ponad ubikacją 60 kV, i stąd przez specjalne również wypełnione olejem izolatory przepustowe nazewnątrz i dalej linią napowietrzną do Krakowa.

Równolegle do budynku transformatorni głównej po drugiej stronie toru pomocniczego znajduje się osobny parterowy budynek, mieszczący transformatory ruchu pomocniczego, obniżające napięcie 6 000 V na 500 V; na to napięcie pracują wszystkie motory pomocnicze kotłowni.

W tymże budynku ustawiony jest również transformator o mocy 5 400 kVA, obniżający napięcie 6 000 V na 3 000 V i służący dla połączenia nowej elektrowni ze starą, pracującą przy napięciu 3 000 V. Transformator ten w warunkach normalnych służy dla zasilania energią elektryczną wszystkich urządzeń kopalnianych, pobierających prąd z rozdzielni starej elektrowni, w razie zaś potrzeby, przy przerwie w ruchu nowej elektrowni, służy do zasilania Krakowa energią, wytworzoną w elektrowni starej.

### Linia 60 kV.

W końcu roku 1930 była uruchomiona na obszarze woj. krakowskiego pierwsza linia o napięciu 60 kV. Słupy i poprzeczniki tej linii są tak wykonane, że łatwo może być ona przerobiona na napięcie 100 kV zapomocą dodania dzwon izolatorów wiszących.

Linia przesyłowa składa się z 3 linek miedzianych o przekroju 50 mm<sup>2</sup>, poprowadzonych na żelaznych słupach kratowych. Na szczytach słupów została umocowana pocynkowana linka stalowa o przekroju 35 mm<sup>2</sup>. Całkowita długość linii przesyłowej wynosi ok. 56 km.

Średnia odległość słupów wynosi ok. 200, największa — ok. 220 m, ponieważ te rozpiętości są najekonomiczniejsze przy najwyższym naprężeniu linki miedzianej, wynoszącym 19 kg/mm<sup>2</sup> i najwyższym naprężeniu linki stalowej, wynoszącym 25 kg/mm<sup>2</sup>. Natomiast w przesłach skrzyżowania z kolejną i przewodami prądów słabych przyjęto mniejsze naprężenia, a mianowicie 12 kg/mm<sup>2</sup> dla linki miedzianej, oraz 16 kg/mm<sup>2</sup> dla linki stalowej. Wyżej podane zmniejszone naprężenia przyjęto także w ostatnich przesłach na lewym brzegu Wisły w obrębie miasta Krakowa.

Linia jest na całej swojej długości raz skrzyżowana, celem wyrównania asymetrii w poszczególnych napięciach fazowych.

Słupy przelotowe wykonane są jako normalne słupy żelazne kratowe w 4 typach o długościach 17, 19, 21 i 23 metrów, by osiągnąć możliwie najlepsze dostosowanie się do terenu. Wzajemne odstępy przewodów zostały tak ustalone, że zekłnięcie się ich przy wietrze lub burzy o maksymalnym parciu powietrza 125 kg/m<sup>2</sup> jest wykluczone. Dla prowadzenia przewodów przez ważne drogi komunikacyjne słupy przelotowe otrzymują wyposażenie, nadające się do zawieszenia podwójnych łańcuchów izolatorów. Wszystkie słupy przelotowe są umocowane w ziemi zapomocą czterech na końcu słupa przytwierdzonych impregnowanych bali drewnianych, a znajdujące się pod powierzchnią ziemi żelazne części słupa są pokryte gorącym terem.

Słupy narożne, odporowe i dla skrzyżowań są wykonane również jako normalne słupy kratowe w trzech typach, różniących się między sobą w długości o 2 m. Wszystkie te słupy otrzymały fundamenty betonowe. Wszystkie słupy na obszarze zalewowym Wisły zostały wyposażone również w takie fundamenty, wzniesione powyżej najwyższego poziomu wody, by z pewnością uniknąć uszkodzenia słupa przy wylewie. Nadto przez odpowiednie ukształtowanie fundamentu i otaczającego terenu otrzymano zabezpieczenie przed podmyciem.

Dwa słupy całej linii są wykonane dla wzajemnego skrzyżowania przewodów (trzeci punkt skrzyżowania został przesunięty do stacji transformatorowej), przez co otrzymano jedno kompletne wzajemne skrzyżowanie. Ponieważ oba punkty skrzyżowania na linii służą równocześnie jako punkty odporowe, dolna część tych słupów została wykonana zupełnie tak samo, jak przy słupach odporowych, zmieniono tylko odpowiednio wykonanie części górnej.

Dla zawieszenia linek miedzianych zostały użyte izolatory wiszące typu czapkowego (lub typu Motor), które zestawione po 4 sztuki dają łańcuchy wiszące i odporowe z zawieszeniem pionowym lub odciągowym, pojedynczym lub podwójnym, zależnie od tego, czy linia przechodzi przez teren normalny, czy też drogi komunikacyjne, wymagające specjalnego bezpieczeństwa. Przy użytych łańcuchach o czterech dzwonach nawet w najniekorzystniejszym wypadku osiąga się więcej, niż trzykrotne bezpieczeństwo przeciw przebicciu. Wszystkie części użytej dla połączenia poszczególnych dzwon żelaznej armatury są pocynkowane i zaopatrzone w odpowiednie wyściółki z blachy miedzianej dla ochrony przewodów.

Na przewody tych użyta została linka miedziana o przekroju 50 mm<sup>2</sup> z twardych drutów miedzianych o minimalnej wytrzymałości 40 kg/mm<sup>2</sup>. Linka składa się z 19 drutów pojedynczych, każdy o średnicy 1,8 mm. Dla linki odgromnikowej została użyta linka stalowa o przekroju 35 mm<sup>2</sup>, składająca się z pocynkowanych w ogniu drutów stalowych o minimalnej wytrzymałości 70 kg/mm<sup>2</sup>. Linka stalowa składa się z 7 drutów pojedynczych, każdy o średnicy 2,5 mm.

Dla połączeń użyte zostały zaciski stożkowe (lub nitowe) z materiału, odpowiadającego materiałowi linki.

Umocowanie przewodu na szczycie słupa wykonane zostało zapomocą żelaznych pocynkowanych zacisków specjalnej konstrukcji.

Nie wszystkie słupy posiadają osobne uziemienie. Uziemiono osobno tylko rozmieszczone powyżej w 3 kilometrowych odstępach słupy narożne, odporowe i dla skrzyżowań. Uziemienie to zostało wykonane przy pomocy siatki z drutu pocynkowanego, starannie połączonej ze słupem.

Na każdym słupie po stronie, gdzie należy się spodziewać bardziej ożywionego ruchu, umieszczono tablice ostrzegawcze.

Linia 60 kV pomiędzy elektrownią Jaworznicą i elektrownią Krakowską umożliwia ścisłą współpracę pomiędzy temi zakładami. W normalnych warunkach elektrownia Jaworznicą daje

prąd do Krakowa, lecz w nadzwyczajnych wypadkach elektrownia Krakowska może dostarczać prąd do Jaworzna.

#### Stacja transformatorowa 60/5 kV w Krakowie.

Obok elektrowni w Krakowie wybudowano stację transformatorową 60 000/5 000 V. Zainstalowano tam 2 transformatory po 8 650 kVA. Do każdego transformatora głównego dobudowano transformator, pozwalający regulować napięcie. Monter, dyżurujący przy rozdzielni elektrowni, zapomocą specjalnych 16 przycisków może napięcie prądu, dostarczanego z Jaworzna, podnosić lub zmniejszać w zależności od potrzeby w granicach  $\pm 375$  V, czyli  $\pm 7,5\%$  napięcia w elektrowni.

Elektrownia miała 2 turbozespoły po 750 kW, 2 — 3 000 kW i 1 — 6 000 kW na ciśnienie 12 atn. Dla wyzyskania pary od 28 do 12 atn zainstalowano specjalny turbozespół 1 400 kW. Ogólna moc turbozespołów z prądnicami 3-fazowymi wynosi obecnie 14 900 kW. Oprócz tego w razie potrzeby można uruchomić 2 parowe maszyny z generatorami prądu stałego po 400 kW, 450 — 500 V.

#### Elektrownia firmy „Azot“.

Zapomocą linii 5 000 V elektrownia kopalni „Józef Piłsudski” jest połączona z elektrownią firmy „Azot” w Jaworznie o mocy 6 250 kW. Elektrownia ta w roku 1927 wyprodukowała

Tablica I.

Elektrownie o mocy powyżej 1 000 kW.

(w pierwszym wierszu — wytwórczość w 1 000 kWh, w drugim — moc w kW).

Nr.	Nazwa zakładu elektrycznego	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
1	Bory Kop. „Sobieski“ Belg S. A.	221	5 042	4 952	5 124	5 076	5 020	7 021	8 846
		3 550	3 550	3 550	3 550	3 550	3 550	3 560	3 560
2	Brzeszcze Państw. Kop. Węgla	6 448	6 226	7 598	8 725	9 354	9 797	10 174	10 863
		5 600	5 600	5 600	5 600	5 600	5 600	5 600	5 600
3	Brzezówka Elektr. Zakł. Krośnień.	—	—	—	28	1 321	1 666	1 859	2 302
		—	—	—	1 560	1 560	2 080	2 080	2 080
4	Chrzanów b. koncernu Harrimana	—	2 550	12 673	12 231	11 763	7 270	—	—
		5 200	5 690	5 690	5 200	5 200	5 200	5 200	5 200
5	Glinik Marjampolski. Rafinerji .	2 820	2 779	2 856	3 095	3 640	4 406	4 238	3 923
		980	970	970	970	970	1 057	1 047	1 047
6	Jaworzno J. K. K. Węgla. . .	17 620	19 879	24 009	24 851	25 265	25 810	42 996	43 873
		7 620	7 940	7 940	7 940	7 780	19 120	19 120	19 120
7	Jaworzno „Azot“ . . . . .	18 896	23 014	23 651	22 923	18 404	6 088	—	—
		10 000	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250	6 250
8	Kraków. Gminy Miejskiej. . .	21 275	22 562	25 823	30 616	35 281	33 103	16 217	13 537
		14 300	14 300	14 300	14 300	14 300	15 700	15 700	15 700
9	Libiąż Mały Kopalnia „Janina“	4 867	5 352	5 500	6 210	6 328	5 983	7 198	6 844
		6 420	6 370	6 370	6 370	6 370	6 370	6 370	6 620
10	Libusza Rafinerji Nafty. . . .	1 500	1 780	2 010	1 835	1 894	1 825	2 003	1 805
		1 150	1 217	1 217	1 217	1 217	1 217	1 217	1 217
11	Mościce Państwowej Fabryki Związków Azotowych . . .	—	—	—	—	4 095	44 417	66 232	64 987
		—	—	—	—	24 300	24 300	24 900	24 900
12	Nowy Sącz P. Kol. Państw. . .	847	891	929	991	1 008	907	918	681
		288	425	425	425	425	1 510	1 510	1 510
13	Okocim Browaru Götza . . . .	2 860	1 450	1 475	1 750	2 150	2 228	1 798	1 240
		670	1 070	1 070	1 070	1 070	1 059	1 095	1 095
14	Szczakowa, Fabryki Cementu .	11 092	11 092	13 711	19 815	15 534	17 454	8 915	7 163
		3 500	3 500	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000
15	Tarnów, Gminy Miejskiej. . .	1 593	268	1 025	2 380	3 289	2 770	2 107	383
		720	710	710	1 344	1 344	1 344	1 344	1 344
16	Wodna Elektr. Okręg. w Zagł. Krakowskiem . . . . .	27 309	26 831	31 000	34 115	36 478	32 259	27 968	26 061
		10 000	10 000	10 000	22 500	22 500	22 500	22 500	22 500
17	Wieliczka, Państw. Żupy Solnej	2 780	2 650	3 048	3 321	3 861	4 241	4 518	4 624
		2 048	2 495	2 495	2 048	2 048	2 040	1 890	3 390
18	Zakopane, Gminy Miejskiej . .	—	83	407	600	700	801	846	688
		—	265	265	585	585	1 130	1 099	1 099
19	Żywiec—Zabłocie, Papierni „Soli“ . . . . .	1 750	5 400	5 400	5 760	5 760	10 092	8 968	7 802
		411	780	780	958	958	2 600	2 632	2 671
	Razem w 19 zakładach	121 875	138 349	166 072	184 370	191 179	216 137	213 976	205 619
		72 457	71 132	74 632	76 387	113 027	129 663	130 364	131 903

#### Elektrownia Krakowska.

Z końcem roku 1918 posiadała elektrownia 6 kotłów systemu „Babcock i Wilcox” o łącznej powierzchni ogrz. 1 593 m<sup>2</sup> i 2 kotły systemu Garbe po 505 m<sup>2</sup> na ciśnienie 12 atn. W 1925 roku uruchomiono 2 kotły systemu Lenk po 708 m<sup>2</sup> powierzchni ogrz. na takie same ciśnienie. Następnie ustawiono 2 kotły 625 m<sup>2</sup> na ciśnienie 28 atn. Razem elektrownia ma 12 kotłów o łącznej powierzchni ogrzewania 5 269 m<sup>2</sup>.

23 651 000 kWh, w roku 1930 — 6 088 000 kWh, a w roku 1931 i 1932 była tylko rezerwą i ani razu nie była uruchamiana (firma „Azot” całą potrzebną jej energię elektryczną pobierała od firmy J. K. K. W.). Elektrownia powyższa przy stałym ruchu nie może konkurować z nowoczesnymi elektrowniami, lecz mogłaby być wyzyskana jako rezerwa na wypadek potrzeby dłuższego remontu generatora w Jaworznie lub Krakowie.

Tablica II.  
Elektrownie o mocy 100—1 000 kW.  
(w pierwszym wierszu — wytwórczość w 1 000 kWh, w drugim — moc w kW).

Nr.	Nazwa zakładu elektrycznego	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
1	Andrychów, Tartak hr Bobrowskiego	70			63	83	91	93	76
2	Andrychów, Fabryki wyr. baw. Br. Czeczowiczka	238	270	270	275	290	275	324	356
3	Bielany, Wodociągu m. Krakowa		240	240	240	295	295	295	295
4	Bochnia, Gminy Miejskiej	0	390	474	526	570	633	656	652
5	Dębica, Państwowych Przetwórnicy Mięśnych	0	220	220	220	220	220	220	220
6	Glinik Marjampolski, Fabryki maszyn wiertniczych				247	247	200	198	198
7	Jasło, Gminy Miejskiej	239	237	261	297	330	331	304	264
8	Kobierzyn, Państwowego Zakładu dla Umysłowo Chorych	240	240	240	240	240	240	240	240
9	Kraków - Bonarka, Fabryki Portland Cementu S. A.	175	2 095	1 375	800	800	0	0	0
10	Kraków-Borek Fałęcki „Solvay“ Sp. z o. odp.	430	481	481	541	541	541	541	541
11	Kraków, Rejon Zakł. Żywn.	1 100	1 100	1 100	1 500	1 750	2 500	2 300	2 300
12	Kraków - Borek Fałęcki, Huty Żelaznej S. A.	294	280	280	280	280	300	300	300
13	Krynica, Państw. Zakł. Zdroj.	320	320	320	320	320	320	0	0
14	Krynica, Komisji Zdrojowej	0	0	0	79	420	528	650	608
15	Mielec, Zygm. Rymanowskiego	0	60	60	400	400	412	412	412
16	Mikuszowice, E. Zipser i Syn	134	134	134	134	134	134	134	134
17	Myślenice, Jana Hołuja	30	44	46	45	53	98	98	63
18	Niegłowice, Raf. Naft. Gartenberg i Schreier	103	88	88	160	160	160	160	160
19	Nowy Sącz, Gminy Miejskiej				80	184	184	184	184
20	Nowy Targ, Gminy Miejskiej				54	62	69	59	57
21	Oświęcim, Zjednoczonych Fabryk Maszyn i Samochodów				115	115	115	180	180
22	Rabka, Zakładu Kąpielowego	3 200	3 000	3 000	2 394	2 357	412	329	302
23	Skawina, Fabryki Wyrobów Szamotowych i Fajansowych	600	640	640	640	640	640	634	634
24	Skawina H. Francka Synowie Sp. Akc.	737	760	799	876	981	1 106	1 216	1 229
25	Sowliny, Raf. Olej. Min „Limanowa“	400	400	400	400	880	880	880	880
26	Sporysz, pow. Żywiec, Brevillier i Ski.	120	272	323	201	220	396	390	379
27	Szczakowa, Mał. Fabryki Szkła Sp. z o. odp.	260	260	260	260	260	260	260	260
28	Tarnów, Pol. Kol. Państw.						130	32	0
29	Tarnów, Zakł. Przem. „Tarnowianka“						130	130	130
30	Tarnów, Browaru Ks. Sanguszk						230	230	230
31	Trzebinia, Gische Sp. Akc.						147	158	158
32	Trzebinia, Raf. Olej. Skaln.						297	350	196
33	Wadowice, „Elin“ Polskiej Sp. Akc.						260	287	287
34	Węgierska Górka, Odlewni Rur Sp. Akc.						504	498	433
35	Zakopane, Fundacji Zakł. Kórnickie	1 315	1 450	1 550	1 540	1 350	1 489	1 225	1 088
36	Żywiec, Browaru K. St. Habsburga	480	480	480	480	480	480	485	485
37	Żywiec, Gminy Miejskiej						445	342	252
			300	300	320	570	460	460	460
							352	11	1
							173	312	312
							963	973	643
							320	320	320
							209	123	31
							121	121	121
							40	40	40
							122	122	122
							0	0	0
							750	750	750
							561	593	455
							295	295	295
							249	262	199
							222	222	222
							771	398	195
							846	850	850
							305	365	240
							378	381	381
							381	25	189
								160	160
	Razem 37 zakładów	9 408	13 918	14 219	13 339	14 251	15 466	13 525	11 967
		6 019	6 751	6 751	8 101	9 490	11 071	11 465	11 225



Z innych zakładów elektrycznych zasługuje na uwagę zakład w gminie Brzezówka powiatu jasielskiego. Narazie zainstalowana moc zespołów prądowców tego zakładu wynosi tylko 2 080 kW (4 zespoły gazoelektryczne po 520 kW), lecz zakład ten ma widoki na znaczne zwiększenie.

Na tablicach I i II dla każdego zakładu elektrycznego podano: w wierszu pierwszym — produkcję w tysiącach kilowatogodzin, w wierszu drugim — zainstalowaną moc w kilowatach.

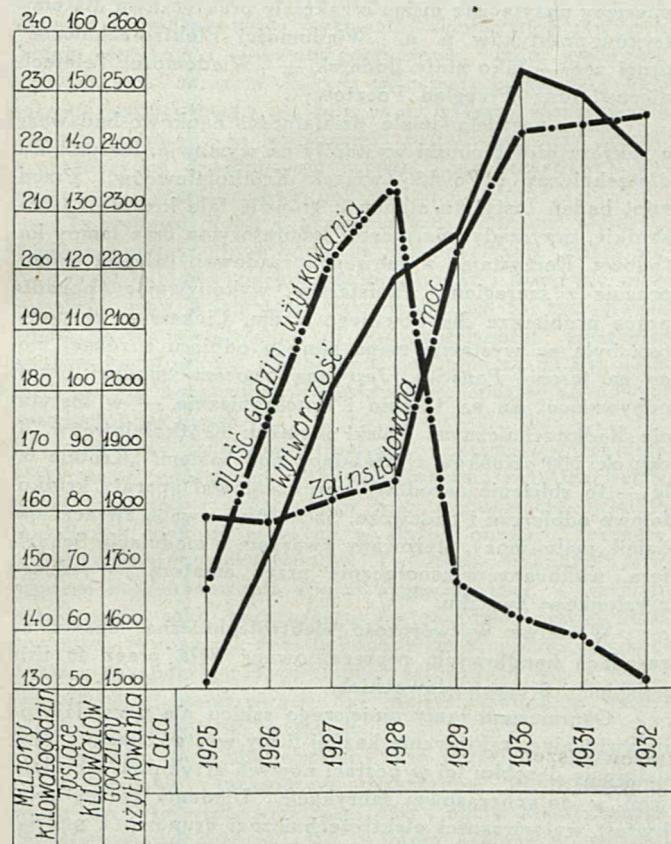
Zestawienie produkcji wszystkich zakładów elektrycznych na obszarze woj. krakowskiego za lata 1925 — 1932 podane jest na tablicy III.

Tablica III.

Wytwórczość elektrowni, znajdujących się na obszarze województwa krakowskiego, w tysiącach kilowatogodzin.

Nr.	Grupa zakładów	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
1	Elektrownie o mocy powyżej 1000 kW	121 875	138 289	166 072	184 370	191 179	216 137	213 976	205 619
2	„ „ 100 — 1000 kW	9 408	13 918	14 219	13 339	14 251	15 466	13 525	11 967
3	„ „ poniżej 100 kW	154	1 094	816	203	369	1 608	1 600	1 600
Wszystkie elektrownie razem		131 437	153 301	181 167	197 912	205 799	233 211	229 101	219 186

Linja o napięciu 35 000 V dochodzi na wschód aż do Sanoka i Leska (projektuje się połączenie z zakładem elektrycznym w Borysławiu); na zachód linja o długości 38 km o napięciu 35 000 V wybudowana już jest do Zagórzan obok Glinika Marjampolskiego powiatu gorlickiego.



Rys. 1.

Produkcja 19 większych zakładów woj. krakowskiego od roku 1925 do 1932 oraz ich moc podana jest na tablicy I. Produkcja 37 zakładów elektrycznych od 100 — 1 000 kW oraz ich moc — na tablicy II.

Na wykresie podano produkcję wszystkich zakładów elektrycznych na obszarze woj. krakowskiego w milionach kilowatogodzin, zainstalowaną moc ich w tysiącach kilowatów oraz ilość godzin użytkowania zainstalowanej mocy w ciągu roku. Z wykresu powyższego widać, że zainstalowana moc wzrastała nawet w latach 1931 i 1932, natomiast produkcja od roku 1930 spadała (choć nieznacznie); największa ilość godzin użytkowania była w roku 1928.

Tablica IV pokazuje produkcję elektrowni o mocy powyżej 1 000 kW w latach 1929 — 1932 na obszarze całego Państwa Polskiego w porównaniu z produkcją na obszarze woj. krakowskiego.

Tablica IV.

Porównanie wytwórczości elektrowni o mocy powyżej 1 000 kW w województwie krakowskim i w całym Państwie Polskim.

Rok	Województwo Krakowskie	Całe Państwo Polskie	Stosunek proc.
1929	191 179 000	2 827 742 000	6,8
1930	216 137 000	2 675 820 000	8,1
1931	213 976 000	2 368 757 000	9
1932	205 619 000	2 066 081 000	10

Z tablicy IV widać, że w roku 1932 woj. krakowskie wyprodukowało 10% energii elektrycznej, wytworzonej w całym Państwie, natomiast w roku 1929 — tylko 6,8%.

Produkcja energii elektrycznej w woj. krakowskim w r. 1932 spadła w porównaniu z największą produkcją w latach poprzednich o 4,9%, zaś w całym Państwie — o 27%.

W przyszłości niewątpliwie woj. krakowskie będzie mieć jeszcze znacznie większą wytwórczość, gdyż będzie wysyłać poważne ilości energii elektrycznej oprócz woj. lwowskiego także do woj. kieleckiego.

Z podanych wyżej opisów i dat statystycznych wynika, że zakłady elektryczne woj. krakowskiego obecnie mają poważne znaczenie dla Państwa Polskiego.

## WYSTAWA ELEKTROTECHNICZNA ZORGANIZOWANA PRZEZ STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

Dnia 11 czerwca r. b. odbyło się w gmachu Politechniki w obecności Pana Prezydenta Rzeczypospolitej uroczyste otwarcie Wystawy Elektrotechnicznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich z okazji V Walnego Zgromadzenia S. E. P. oraz XV Zjazdu Elektrotechnicznego Związku Czechosłowackiego.

Polski przemysł elektrotechniczny poraz drugi już zdaje rachunek przed społeczeństwem ze swojej działalności. Na wystawie poznańskiej w r. 1929 tworzył on oddzielny pawilon i wtedy już widać było, że ten pierwszy dziesięcioletni okres pracy jest właściwie tylko „nabranie oddechu” przed wyjściem do celu. A cel ten był jasny: stworzenie rodzimego przemysłu elektrotechnicznego, któryby w możliwie szerokim zakresie mógł zaopatrywać i nasycić rynek krajowy bez oglądania się na dostawców zagranicznych, — przynajmniej w dziedzinie wyrobów gotowych. Nie bezpośrednim motywem tych wytrwałych usiłowań, lecz towarzyszącym momentom natury psychicznej było uczucie zadowolenia, że tradycyjny i generalny nasz dostawca w tym zakresie przestał dyktować nam warunki i sam musiał przyznać, że elektrotechnika polska wykazała nadzwyczajne rezultaty swej pracy. Wojna celna z Niemcami była impulsem, wyzwalającym siły twórcze naszej techniki w obliczu konieczności zaspokojenia potrzeb pokojowych i wojennych. Zadanie to — nad wyraz poważne i połączone z ogromną odpowiedzialnością; zobaczymy, jak nasz najmłodszy przemysł wywiązał się z niego.

Organizacyjnie nic wystawie zarzucić nie było można, chyba tylko szczupłość obranego na nią miejsca. Komitet i Komisja Organizacyjna pamiętały o wszystkich udogodnieniach, niezbędnych w imprezach tego rodzaju, poczynając od strony dydaktycznej, reprezentowanej przez pokazy i filmy z zakresu przemysłu elektrotechnicznego, radjotechniki i nowych wynalazków w tych dziedzinach, a kończąc na czysto materialnej stronie, jak urządzenie w Politechnice stacji pocztowo - telegraficznej i doskonałej organizacji wycieczek do poszczególnych zakładów przemysłowych.

Starania Komitetu Organizacyjnego szły jeszcze w innym kierunku: aby nadać wystawie odpowiednią do otoczenia architektonicznego i estetyczną szatę zewnętrzną, a za pomocą celowego rozmieszczenia stoisk i przejść uniknąć wrażenia pewnego chaosu, nieodłącznego od prawie każdej wystawy. Dzięki temu publiczność zwiedzająca zmuszona była niejako poznawać wystawę planowo, zaczynając od aparatów wysokiego i niskiego napięcia, maszyn i kabli elektrycznych, przechodząc do sprzętu instalacyjnego i materiałów izolacyjnych, a kończąc na urządzeniach teletechnicznych.

Ta troska o stronę dydaktyczną wystawy była myślą przewodnią, realizowaną na każdym kroku. Wystawcy nie szczędzili pokazów i objaśnień, z których niejedno zasługiwało na nazwę wykładu z pewnej specjalnej dziedziny elektrotechniki. W godzinach popołudniowych miały miejsce pokazy z objaśnieniami na temat ważniejszych zjawisk elektrotechnicznych, jak: rozchodzenie się fal elektromagnetycznych, działanie wirującego pola w silnikach prądu trójfazowego, istota filmów dźwiękowych, filmów barwnych Szczepanika (syna znakomitego wynalazcy polskiego) i t. p. Poza artykułami gotowymi miano możliwość zapoznania się z warsztatami pracy przez zwiedzanie niektórych fabryk miejscowych, z czego wyniesiono bardzo dodatnie wrażenia.

I jako ostatnie ogniwo strony informacyjnej wystawy wymienić należy katalog - przewodnik, zawierający nie tylko wyszczególnienie eksponatów, lecz i zakres produkcji każdego wystawcy. Pozostałe po zamknięciu wystawy egzemplarze katalogów rozesłane zostały do biur zakupów ważniejszych przedsiębiorstw przemysłowych.

Poza konkursem, jeżeli można się tak wyrazić, wystawiony został dorobek Urzędów i instytucji o charakterze informacyjno - statystycznym. Tak więc Ministerstwo Przemysłu i Handlu wystawiło swoje wydawnictwa, wykresy wytwórczości i obrotu energii elektrycznej, mapy uprawnień rządowych, elektryczną i źródeł energii w Polsce. Ministerstwo Spraw Wojskowych — sprzęt elektrotechniczny w zastosowaniu do potrzeb wojskowych w wykonaniu Bataljonu Elektrotechnicznego w Nowym Dworze i Pułku Radjotelegraficznego w Warszawie; Stowarzyszenie Elektryków Polskich — wydawnictwa własne, mapy, przepisy i normy elektrotechniczne, wreszcie Czechosłowacki Związek Elektrotechniczny — wykresy i mapy elektryfikacyjne.

Prasa elektrotechniczna reprezentowana była na wystawie przez dwa organy: Przegląd Elektrotechniczny i Przegląd Teletechniczny, z których pierwszy wydaje od kilku miesięcy pożyteczne pismo o zakresie praktycznym dla elektryków-praktyków p. n. „Wiadomości Elektrotechniczne”, drugi zaś — jako stały dodatek — „Wiadomości Teletechniczne” oraz „Przegląd Pocztowy”.

Jako przedstawiciele działalności naukowo-badawczej z zakresu radjotechniki wystąpiły na wystawie: Instytut Radjotechniczny i Polski Związek Krótkofalowców. Przedmiot badań Instytutu stanowią głównie fale krótkie i ultra-krótkie, przyrządy miernicze i laboratoryjne oraz lampy katodowe. Korzystając z subwencji rządowej, Instytut współpracuje z szeregiem Ministerstw, wykonując ponadto prace probiercze dla Polskiego Radja. Ciekawym eksponatem była na wystawie mapa zasięgu odbioru o różnej mocy na terenie Państwa. Jest ona owocem żmudnej pracy, odbywającej się na terenie i synchronicznie — w Instytucie Radjotechnicznym. Polski Związek Krótkofalowców, liczy ok. 500 członków i działający pod hasłem: „Krótkie fale — to zbliżenie narodów”, zaprezentował aparaty krótkofalowe odbiorcze i nadawcze. Szczególną uwagę zwracał nadajnik małej mocy, sterowany kwarcem z modulacją Schaeffera, wykonany własnoręcznie przez amatora — jednego z członków Związku.

Właściwa wytwórczość elektrotechniczna, oparta na zasadach handlowych, reprezentowana była przez 46 firm polskich i 8 czechosłowackich.

Ograniczone ramy niniejszego szkicu nie pozwalają na indywidualne traktowanie każdej firmy wystawiającej i uwypuklenie dorobku jej w postaci nowych artykułów lub ulepszeń w dotychczasowej fabrykacji. Ujmiemy zatem całość kształt wytwórczości elektrotechnicznej grupowo z podziałem na ważniejsze gałęzie wytwórcze.

Grupa aparatów elektrotechnicznych reprezentowana była przez sześć firm, stanowiących jeden z poważniejszych działów wystawy. Nasze wytwórnie aparatów mogą być dumne z swojej obecnej produkcji, zbliżającej się coraz więcej do poziomu europejskiego. Wyrabiamy już w kraju wyłączniki olejowe wysok. nap. o mocy odłączalnej do 500 000 kVA (w przeszłym roku do 400 000 kVA), całkowicie okapturne urządzenia rozdzielcze wysok. np., skrzynki przyłączowe walcowe suche i olejowe, skrzynki sterowane ręcz-

ką, zabezpieczone nadmiarowo i zanikowo, napędy silnikowe do wyłączników olejowych wys. nap., sterowane z odległości, aparaty i urządzenia rozdzielcze w wykonaniu przeciwybuchowym, transformatory miernikowe prądowe i napięciowe, z tych pierwsze na napięciu robocze do 45 kV i 1000 A, napięciowe zaś do 35 kV i wiele, wiele innych.

Grupa maszyn elektrycznych, obejmująca produkcję generatorów, silników i transformatorów wzbudziła również powszechne zainteresowanie. Warunki lokalne nie pozwalały na instalowanie największych maszyn, ale i mniejsze typy, wystawione w stoiskach, dawały pojęcie o wysokim stanie tej gałęzi produkcji elektrotechnicznej. Wyrabia się w kraju transformatory o mocy do 12000 kVa i 66 kV, transformatory do celów specjalnych; probiercze, do spawania, kopalniane, rolnicze, do oświetlenia neonowego i t. p. Podnieść należy z uznaniem dążenie do normalizacji, wyrażające się w produkcji seryjnej silników typów normalizowanych. Dwie firmy wystawiły motoreduktory, z tych niektóre z urządzeniem do zmiany liczby obrotów wałka wyjściowego przy stałych obrotach wirnika tak, iż motoreduktor zastępuje koło stopniowe napędu pasowego.

Dalszy postęp widoczny jest w produkcji sprzętu instalacyjnego, którego liczne próbki i wzory oglądaliśmy na wystawie. Ograniczniki prądu, zasługujące na szersze rozpowszechnienie, budowane są już w kraju od roku 1927 i były pierwszy raz wystawione na P. W. K. w Poznaniu; na obecnej wystawie można je było oglądać w działaniu. Zainteresowanie wzbudzały małe wyłączniki samoczynne z wyzwaniem cieplnym i elektromagnetycznym, jako wyłączniki i bezpieczniki zarazem. Bakelit jako materiał do fabrykacji sprzętu instalacyjnego znajduje coraz szersze zastosowanie. Chętnie używane są wyłączniki bakelitowe na światło z urządzeniem dźwigniowym zamiast dotychczasowych wyłączników i przełączników pokrętnych.

Fabrykacja kabli i przewodników była na wystawie działem, najkompletniej bodaj na niej obesłanym. Nasza wytwórczość kablowa ma już ustaloną opinię i jeżeli nie może rozwinąć swej działalności tak, jakby na to zasługiwała, winne są temu niezależnie od niej okoliczności. Postępem, godnym sanotowania, jest wykonanie kabla na 35 kV, 3×50 mm<sup>2</sup> według konstrukcji Hochstaedtera, opartej na nowych zasadach naukowych.

Obszerny dział oświetleniowy, obejmujący żarówki elektryczne, oświetlenie kolejowe, reklamę świetlną, fabrykację żyrandoli i świeczników oraz sygnalizację świetlną, jakkolwiek niekompletnie na wystawie obesłany, zawierał sporo ciekawych eksponatów. Zwłaszcza wzbudzał powszechne zainteresowanie aparat sygnalizacyjny, wykazujący alkaliczność soku buraczanego na zasadzie przewodności roztworu. Wynalazek ten, dokonany przez Polaka, znanego znawcę gospodarki cukrownianej, zastosowany już w 14 cukrowniach, demonstrowany był niejednokrotnie w bardzo efektowny sposób na wystawie.

Bardzo nielicznie obesłany był przemysł akumulatorowy, porcelany technicznej, przyrządów elektromedycznych; nie było wcale kondensatorów i ogniów elektrycznych. Mielśmy sposobność oglądać izolatory szklane na wysokie napięcie do 15000 V, które poczynają dopiero walczyć o prawo obywatelstwa na rynku.

Podnieść należy z uznaniem usiłowania, mające na celu zastąpienie artykułów, sprowadzonych dotąd z zagranicy, przez wyroby swojskie. Do takich gałęzi przemysłu należy wyrób ręcznych wiertarek elektrycznych do wiercenia otworów w stali do 45 mm i elektroszlifierek o mocy silnika do 3 KM, urządzeń galwanotechnicznych, pieców elektrycznych, urządzeń do automatycznej regulacji, rejestracji i pomiaru temperatury, ciśnienia i poziomów, buljerów do

grzania wody (wyrabianych już przez dwie firmy krajowej). Niektóre z tych artykułów świadczą, że nie są to już nawet usiłowania, lecz świadome celów placówki, idące jasno wytkniętą drogą i mające zupełne widoki powodzenia.

Przyrządy domowego użytku, jak: grzejniki do wody, żelazka do prasowania, małe przenośne wentylatory, ozonatory, radjatory i t. p. zwracały uwagę swym estetycznym wyglądem i solidnością wykonania. Po tej gałęzi produkcji obiecywaliśmy sobie kiedyś bardzo wiele, licząc, że z postępem elektryfikacji zwiększy się znacznie zużycie prądu na cele domowe poza oświetleniem. Aczkolwiek niektóre elektrownie przystosowały do pewnego stopnia swoją politykę taryfową do tych celów, zużycie prądu do gospodarstwa domowego jest u nas bardzo niewielkie w porównaniu z zachodnią Europą, do czego wytwórnie odnośnych przyrządów muszą się volens nolens stosować.

Długą listę gałęzi przemysłu elektrotechnicznego uzupełnić należy temi artykułami, które bezpośrednio nie należą do elektrotechniki, jednak są ściśle z jej potrzebami związane: przemysł naftowy, jako dostarczący smarów, i impregnacja drzewa do budowy linii przesyłowych. Oba te przemysły były obesłane w dostatecznej mierze.

Wrażenie ogólne wystawy, jako całości, było nadzwyczaj dodatnie. Widziało się na każdym kroku pracę twórczą, wytrwałą, nie liczącą najchętniej na korzyści doraźne, tak zresztą problematyczne w obecnych czasach krańcowego ograniczania konsumpcji.

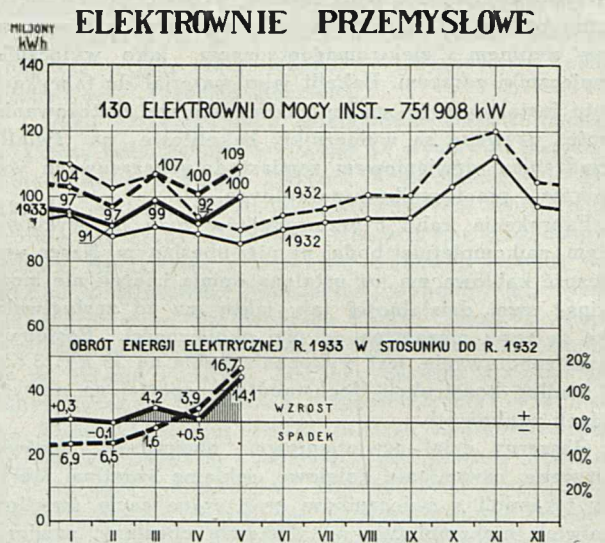
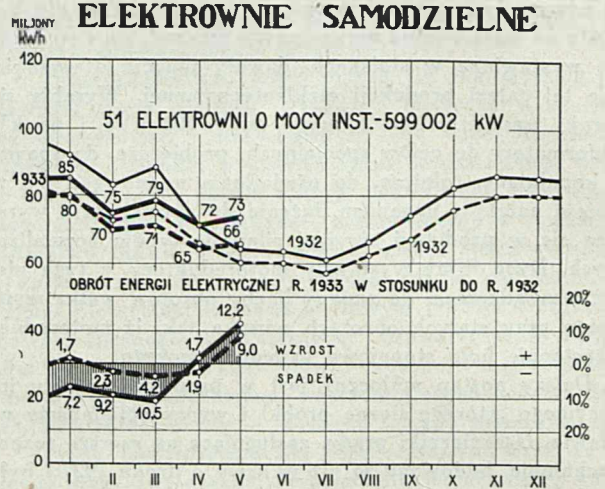
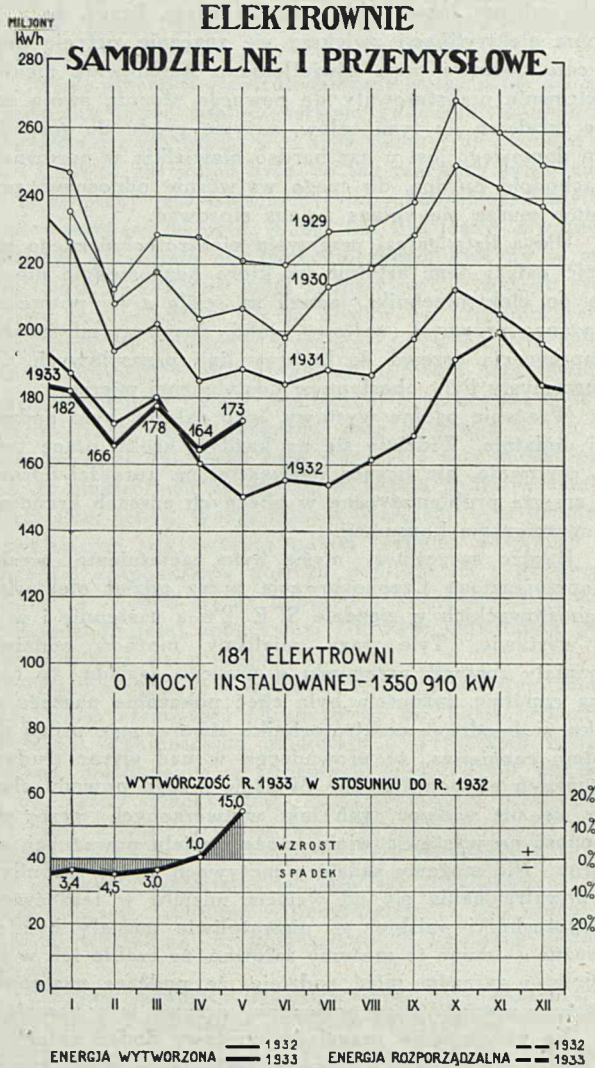
Bardzo szczęśliwą myślą było zacieśnienie węzłów z zaprzyjaźnioną Czechosłowacją przez udział elektryków czechosłowackich w zjeździe S. E. P'u a następnie i w samej wystawie. Tyle razy mieliśmy możliwość podziwiać wspaniały rozkwit przemysłu u naszego sąsiada, że naturalną zupełnie dążnością była chęć pokazania naszego dorobku w dziedzinie elektrotechniki, stworzonego usilną pracą tem cenniejszą, że prowadzoną w nad wyraz trudnych warunkach ekonomicznych. Właśnie z tego powodu chciałoby się nie widzieć tych luk, wytworzonych przez nieobecność na wystawie wielu, może zawiętych poważnych wytwórni. Nie możemy sądzić o motywach, które skłoniły je do powstrzymania się od wzięcia udziału w tem święcie elektrotechniki polskiej — niewątpliwie musiały być one poważne — mimo to możemy żałować, że brakło ich w tym zespole, i zarazem mieć nadzieję, że podczas następnego przeglądu naszego stanu posiadania ujrzymy je w komplecie.

Na zakończenie przeglądu wystawy dodać należy, że na wielu ekspozycjach zwłaszcza tych, które miały znaczenie dydaktyczne, zauważyć można było napisy: „ofiarowano do Muzeum Przemysłu i Techniki”. Jak nas poinformowano, takich przedmiotów było około 60, większość z nich wysokiej wartości, i o tyleż „numerów” powiększył się inwentarz Muzeum. Powierzenie godności Przewodniczącego Komisji Organizacyjnej wystawy twórcy i Dyrektorowi młodego Muzeum Przemysłu i Techniki, Inż. K. Jackowskiemu, okazało się w skutkach swoich nadzwyczaj szczęśliwe. Jakkolwiek Muzeum się zwierciadłem całości dorobku przemysłu i techniki polskiej, to jednak ze względu na swój imponujący rozwój i znaczenie techniczne elektrotechnika zajmuje w niem jedno z wybitniejszych miejsc. Oficjalnie Muzeum nie brało w wystawie udziału, a pomimo to myśl mimowoli kierowała się ku niemu przy oglądaniu dzieł pracy naszych inżynierów i techników. Chciało się nie sześćdziesiąt, lecz wszystkie ekspozyty przedstawowe złożyć na ręce dzielnego kierownika Muzeum, przedewszystkiem jako dokument zdolności, inicjatywy twórczej i usilnej pracy, następnie jako wkład realny do instytucji, w której będą studjowały historię techniki następne pokolenia techników polskich.

L. Jętkiewicz.

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU  
BIURO ELEKTRYFIKACJI  
STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ **Maj 1933**  
Elektrownie (181) o mocy instalowanej ponad 1 000 kW (ok. 95% wytwórczości)



ELEKTROWNIE	Moc instalowana kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (3 + 4 - 5)
			otrzymano	oddano	
1	2	3	4	5	6
<b>I + II</b>	<b>1 350 910</b>	<b>173 289</b>	<b>42 759</b>	<b>41 595</b>	<b>174 453</b>
<b>I Samodzielne</b>	<b>599 002</b>	<b>72 773</b>	<b>14 886</b>	<b>22 123</b>	<b>65 536</b>
1) Okręgowe . . . . . O	343 594	43 348	12 196	20 718	34 826
2) Lokalne . . . . . L	241 828	27 114	1 902	1 405	27 611
3) Trakcyjne . . . . . T	13 580	2 311	788	—	3 099
<b>II W zakładach przemysłowych</b>	<b>751 908</b>	<b>100 516</b>	<b>27 873</b>	<b>19 472</b>	<b>108 917</b>
1) Kopalnie węgla . . . . . W	371 396	56 344	12 367	18 862	49 849
2) Huty . . . . . H	97 585	11 863	11 230	610	22 483
3) Fabryki metalowe . . . . . M	9 655	979	82	—	1 061
4) Fabryki włókiennicze . . . . . Wł	40 374	7 493	20	—	7 697
5) Fabryki chemiczne . . . . . Ch	110 038	9 054	3 964	—	13 018
6) Cukrownie . . . . . Ck	44 257	76	5	—	81
7) Papiernie . . . . . P	28 929	9 824	11	—	9 835
8) Cementownie . . . . . Cm	33 411	3 712	8	—	3 720
9) Pozostałe zakłady przemysłowe . . . . . R	16 263	1 171	2	—	1 173

# MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

ELEKTROWNIE O MOCY INSTALOWANEJ PONAD 5 000 kW

(Ok. 83% wytwórczości)

Maj 1933

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem (5+6-7) rb.
		kVA	kW			otrzymano	oddano	
1	2	3		4	6 7		8	
					1 000 kWh			
1	Będzin—Małobądz—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem . . . . .	O	31 800 23 500	6 800	2 219	605	1 265	1 559
2	Białystok—Elektrownia w Białymstoku . . . . .	L	9 780 7 500	1 250	529	—	—	529
3	Borysław—Podkarpackie Tow. Elektryczne (dawniej „Premier”) . . . . .	O	14 000 11 200	...	1 033	—	—	1 033
4	Brzeszcze—Kopalnia „Brzeszcze” . . . . .	W	7 025 5 600	1 600	777	—	—	777
5	Buchacz—Radzionków—Kop. „Radzionków” . . . . .	W	10 780 8 655	—	—	491	—	491
6	Bydgoszcz—Elektrownie	I (nowa) . . . . .	L 8 750 7 050	1 980	742	—	380	362
		II (stara) . . . . .	L 2 230 1 910	—	—	380	—	380
7	Chorzów—Elektrownia Okręgowa (OKW) . . . . .	O	94 000 76 000	19 400	5 627	9 633	6 342	8 918
8	Chorzów—Państw. Fabr. Związków Azotowych	Ch	81 300 55 200	—	—	3 769	—	3 769
9	Chrzanów—Kop. blyszczu ołowiu „Matylda” . . . . .	R	6 500 5 200	—	—	2	—	2
10	Chwałowice—Kopalnia „Donnersmarck” . . . . .	W	12 800 10 760	5 800	2 361	—	1 768	593
11	Czechowice—Żebracze—Zakłady Gór. „Silesia”	O	27 847 17 900	5 000	1 841	—	646	1 195
12	Czerwionka—Kopalnia „Dębieńsko” . . . . .	W	10 500 8 400	2 650	1 362	—	—	1 362
13	Częstochowa—Elektrownia Okręgu Częstochowskiego . . . . .	O	16 735 10 700	3 200	1 385	—	7	1 378
14	Częstochowa—Fabryka Wyrob. Bawełnianych „La Czenstochovienne” . . . . .	Wł	6 375 5 100	2 152	639	—	—	639
15	Dąbrowa Górnicza—Kopalnia „Paryż” . . . . .	W	16 850 13 600	2 900	1 381	—	—	1 381
16	Dąbrowa Górnicza—Huta Bankowa . . . . .	H	8 696 7 096	2 650	1 222	124	388	958
17	Goeszów—Goesz. Fabr. Portland-Cementu . . . . .	Cm	7 580 6 056	2 800	806	8	—	814
18	Grodziec—Kopalnia „Grodziec II” . . . . .	W	13 700 10 975	4 800	1 699	—	—	1 699
19	Grudziądz—Miejskie Tramwaje, Elektrownia i Wodociągi . . . . .	O	8 380 6 800	—	—	697	9	688
20	Janów—Kop. „Giesche”, szyb „Carmer” . . . . .	W	34 780 27 100	15 000	9 088	—	6 696	2 392
21	Jaworzno—Kopalnia „Piłsudski” . . . . .	W	23 925 19 120	8 300	3 032	—	1 230	1 802
22	Jaworzno—Fabryka elektrochem. „Azot” . . . . .	Ch	12 500 6 250	—	—	195	—	195
23	Jeziorna—Mirkowska Fabr. Papieru . . . . .	P	7 250 6 000	2 330	1 246	9	—	1 255
24	Kalety—Fabryka celulozy i papieru „Natronag”	P	6 695 5 075	988	734	—	—	734
25	Kalisz—Elektrownie	I (nowa) . . . . .	O ... 4 200	1 050	368	—	—	368
		II (stara) . . . . .	O 1 520 1 274					
26	Kamień—Kopalnia „Andaluzja” . . . . .	W	9 320 8 320	2 000	1 245	194	1	1 438
27	Katowice—Bogucice—Kop. „Ferdynand” . . . . .	W	15 265 12 325	2 250	1 042	—	—	1 042

Energja rozporządzalna, w rozumieniu tej statystyki, jest to energja wytworzona brutto, łącznie z otrzymaną energją z innych elektrowni, po potrąceniu oddanej również elektrowniom. Innymi słowy, jest to energja, którą rozporządza elektrownia po dokonanej wymianie energii z innymi elektrowniami.

Górne krzywe na wykresach po stronie prawej wykazują porównawczo energję wytworzoną i rozporządzalną, natomiast dolne krzywe dają procentowe ujęcie stosunku obrotu 1933 r. do 1932 r.

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.)	Własna wytwórczość	Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (5+6-7)		
		kVA	kW			otrzymano	oddano			
		1	2	3		4	5	6	7	8
28	Katowice-Brynów—Kopalnia „Wujek” . . . . .	W	15 500	12 000	3 700	1 556	1	634	923	
29	Katowice-Zalęże—Kopalnia „Kleofas” . . . . .	W	10 815	8 940	1 600	695	6	—	701	
30	Knurów—Kopalnia „Knurów” . . . . .	W	9 375	7 500	—	—	2 213	—	2 213	
31	Kostuchna—Kopalnia „Boer” . . . . .	W	9 043	7 243	—	—	1 404	—	1 404	
32	Kraków—Elektrownia w Krakowie . . . . .	L	19 880	15 700	6 881	1 358	1 035	—	2 393	
33	Królewska Huta—Huta Królewska . . . . .	H	9 380	5 200	2 400	1 117	293	—	1 410	
34	Libiąż Mały—Kopalnia „Janina” . . . . .	W	8 115	6 620	1 150	546	—	—	546	
35	Lublin—Elektrownia w Lublinie . . . . .	L	7 250	5 800	1 200	390	—	—	390	
36	Lwów—Miejskie Zakłady Elektr. we Lwowie . . . . .	O	31 380	25 900	7 800	2 759	—	—	2 759	
37	Łaziska Górne—Zakłady „Elektro” . . . . .	O	110 150	80 100	33 700	19 380	—	10 975	8 405	
38	Łaziska Średnie—Kopalnia „Szcześć Boże” . . . . .	W	6 625	5 300	—	—	756	—	756	
39	Łódź—Elektrownia Łódzka . . . . .	L	93 890	70 750	24 500	10 828	—	941	9 887	
40	Łódź—Fabr. Wyrób. Bawełn. „J. K. Poznański” . . . . .	Wł	7 500	6 000	4 900	1 669	10	—	1 679	
41	Łódź—Widzew—„Widzewska Manufaktura” . . . . .	Wł	7 730	6 180	5 530	1 365	37	—	1 402	
42	Mościce—Państw. Fabr. Związków Azotowych . . . . .	Ch	31 125	24 900	6 200	3 860	—	—	3 860	
43	Mysłowice—Kopalnia „Mysłowice” . . . . .	W	16 222	12 992	3 600	1 422	—	—	1 422	
44	Myszków—Fabr. papieru „Steinhagen i Saenger” . . . . .	P	11 190	8 950	6 900	4 342	—	—	4 342	
45	Niemce—Kopalnia „Juljusz” . . . . .	W	11 876	9 500	4 500	1 845	—	—	1 845	
46	Nowa Wieś—Kopalnia „Hillebrand” . . . . .	W	10 880	8 800	—	—	1 430	—	1 430	
47	Nowy Bytom—Huta „Pokój” . . . . .	H	18 380	12 910	2 600	244	3 423	216	3 451	
48	Ostrowiec—Zakłady Ostrowieckie . . . . .	H	7 590	5 070	2 700	645	—	—	645	
49	Piaski-Czeladź—Kopalnia „Czeladź” . . . . .	W	17 435	13 960	5 000	2 368	—	604	1 764	
50	Poznań—Elektrownie	I (nowa) . . . . .	L	25 000	20 000	5 408	1 936	40	74	1 902
		II (stara) . . . . .	L	13 005	10 000	—	—	—	—	—
51	Pruszków—Elektrownia Okręgu Warszawskiego . . . . .	O	43 450	31 500	7 500	2 406	—	44	2 362	
52	Pszów—Kopalnia „Anna” . . . . .	W	31 000	24 800	9 200	3 991	28	1 540	2 479	
53	Radlin—Kopalnia „Emma” . . . . .	W	17 880	14 300	3 100	615	1 540	34	2 121	
54	Ruda—Elektrownia „Mikołaj” . . . . .	W	21 000	16 800	11 100	5 329	—	2 922	2 407	
55	Rydułtowy—Kop. „Charlotte”, szyb „Leo” . . . . .	W	14 200	11 360	5 900	2 580	—	1 793	787	
56	Siemianowice—Kopalnia „Huta Laura” . . . . .	W	25 900	19 760	9 000	4 213	—	455	2 758	
57	Siersza Wodna—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Krakowskim . . . . .	O	32 140	22 500	5 400	2 404	—	2	2 402	
58	Sosnowiec-Sielce—Elektr. Gwar. „Hr. Renard” . . . . .	W	11 000	9 200	3 000	696	388	124	960	
59	Szczakowa—Fabr. Portland-Cem. „Szczakowa” . . . . .	Cm	8 750	7 000	2 950	954	—	—	954	
60	Świętochłowice—Kopalnia „Niemcy” . . . . .	W	10 445	8 750	5 600	1 925	6	412	1 519	
61	Świętochłowice—Huta „Falva” . . . . .	H	64 660	51 000	14 500	7 190	6	6	7 190	
62	Tomaszów-Wilanów—Tom. Fabr. Sztucz. Jedw. . . . .	Ch	8 270	6 615	2 775	618	—	—	618	
63	Warszawa—Elektrownia Warszawska . . . . .	L	79 000	57 900	22 200	6 996	—	9	6 987	
64	Warszawa—Elektrownia Tramwajów Miejskich . . . . .	T	12 900	12 900	6 000	2 311	9	—	2 320	
65	Włocławek—Kujawska Elektrownia Okręgowa . . . . .	O	7 250	5 800	925	279	—	2	277	
66	Wilno—Elektrownia w Wilnie . . . . .	L	6 725	5 350	1 920	544	—	—	544	
67	Wojkowiec Komorne—Kop. „Jowisz” . . . . .	W	21 380	17 100	7 000	2 627	—	649	1 978	
68	Wysoka—Fabr. Portland-Cementu „Wysoka” . . . . .	Cm	9 800	7 840	3 000	1 369	—	—	1 369	
69	Zgierz—Elektrownia Zgierska . . . . .	L	10 845	7 179	2 600	852	—	—	852	
70	Żur—Zakład wodno-elektryczny w Żurze . . . . .	O	8 800	8 200	4 600	1 167	128	238	1 057	

# PRZEPISY BUDOWY DROBNYCH PRZYBORÓW INSTALACYJNYCH NA NAPIĘCIE DO 750 V\*\*).

Uwaga: Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

## I. WSTĘP.

### § 1. Zakres przepisów.

Przepisami objęte są:

- a) bezpieczniki do 200 A o zamkniętych wkładkach topikowych (stopkach), umieszczonych wewnątrz nagwintowanej części gniazda bezpiecznikowego,
- b) wyłączniki puszkowe do 60 A,
- c) gniazda wtyczkowe (kontakty wtyczkowe) i wtyczki do 60 A.

### § 2. Terminy ważności.

- a) Przepisy obowiązują dla przyborów, których fabrykacja rozpocznie się z dniem . . . .
- b) Przy budowie i przebudowie urządzeń elektrycznych, mających odpowiadać Przepisom Budowy i Ruchu (PNE-10), mają być stosowane, rozpoczynając od dnia . . . ., wyłącznie przybory odpowiadające przepisom niniejszym.

### § 3. Określenia.

- a) „**Materiał odporny na wilgoć**“ — jest to materiał, który jeżeli nawet jest nasiąkalny (hygroskopijny), to jednak pod wpływem wilgoci nie staje się niezdalny do celu, któremu służy.
- b) „**Materiał niehygroskopijny**“ — jest to materiał, który, po 24-godzinnym leżeniu w wodzie i po osuszeniu jego powierzchni z wilgoci bibułą nie wykazuje powiększenia wagi ponad  $\frac{1}{2}\%$ \*\*\*).
- c) „**Materiał izolacyjny niepalny**“ — jest to materiał, który nie mięknie przy ogrzaniu do temperatury 85° C i który pod działaniem ciepła, powstającego w czasie normalnej pracy

\*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dn. 15 listopada 1933 roku p. a.: Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Warszawa, Czackiego 3 m. 3.

\*\*) Opracowane przez Komisję VII Materiałów Instalacyjnych S. E. P.

\*\*\*) Komisja uważa tę definicję za nieostateczną.

przyboru przy znamionowym (nominalnym) prądzie i napięciu, nie może się zapalić, zużywać, topić lub mięknąć w stopniu szkodliwym dla normalnego funkcjonowania przyboru.

d) „**Materiał izolacyjny odporny na żar**“ — jest to materiał, który nie zmienia w sposób szkodliwy swych własności nawet przy zetknięciu z rozżarzoną do czerwoności metalem.

### § 4. Znak przepisowy.

Wytwórnice mogą uzyskać uprawnienie do znakowania wyrobionych przez siebie przyborów Znakiem Przepisowym, skoro znak taki będzie wprowadzony.

### § 5. Znornalizowane wymiary.

Główne wymiary najbardziej rozpowszechnionych przyborów zostały znornalizowane stosownie do załączonych rysunków 1 — 13.

## II. PRZEPISY OGÓLNE.

### § 6. Budowa przyborów instalacyjnych.

Wszystkie przybory instalacyjne muszą być tak zbudowane, by pozostając pod napięciem nie przedstawiały żadnego niebezpieczeństwa dla otoczenia, czy to niebezpieczeństwa pożaru lub wybuchu, czy to niebezpieczeństwa oparzenia lub porażenia.

### § 7. Wytrzymałość przyborów.

Przybory instalacyjne muszą być wytrzymałe na wszelkie oddziaływania mechaniczne i elektryczne, jakim w czasie pracy podlegają.

### § 8. Materiał.

a) Części metalowe przyborów muszą być wykonane z materiału dostatecznie odpornego na utlenienie lub mają być odpowiednio ochronione przez niklowanie lub powleczenie warstwą innego odpowiedniego materiału.

b) Materiały izolacyjne stosowane do przyborów muszą być niehygroskopijne i niepalne. Części, które mogą się zetknąć z łukiem, powstającym w czasie pracy przyboru, muszą być odporne na żar.

### § 9. Ochrona od niebezpieczeństwa dotyku.

Części przyborów, pozostające pod napięciem, muszą być chronione od dotyku. Wszelkie inne dostępne części, powinny być, o ile to jest możliwe, wykonane z materiału izolacyjnego. O ile części te są wykonane z metalu, a mogą przypadkowo dostać się pod napięcie, muszą być ze sobą metalicznie połączone, aby tam, gdzie tego wymagają Przepisy Budowy i Ruchu (PNE-10), mogły być uziemione.

### § 10. Uziemienie.

Przybory, których części zewnętrzne (pokrywy, podstawy) wykonane są z metalu, muszą posiadać śruby uziemiające z mosiądzu o wymiarach, któreby zezwalały na umocowanie przewodów o przekroju, odpowiadającym prądowi znamionowemu przyboru, najmniej o przekroju 6 mm<sup>2</sup>. Przy śrubie należy umieścić literę Z (ziemia) lub odpowiedni znak wg PNE 2. Miejsce połączenia musi być metalicznie czyste, a śruby uziemiające mają być chronione od obluźnienia.

### § 11. Podstawy.

a) Otwory dla umocowania podstaw muszą być tak wykonane, by główki śrub nie wystawały ponad powierzchnię podstawy.

b) Przy podstawach z materiału izolacyjnego do 60 mm średnicy lub długości boku obowiązują następujące wymiary minimalne umocowań:

Średnica lub szerokość otworów na śruby	Średnica lub szerokość wgłębienia na główki śrub	Grubość ścianki pod główką śruby
4,5 mm	8,5 mm	5 mm

### § 12. Zalewanie otworów.

Otwory w podstawach, zawierające części pozostające pod napięciem zaleca się zalewać u spodu masą izolacyjną, niehygroskopijną i odporną na temperaturę co najmniej 70° C. O ile przybory w czasie pracy normalnej podlegają rozgrzaniu przez prąd, temperatura powinna być odpowiednio wyższa. Grubość warstwy masy izolacyjnej ma wynosić co najmniej 3 mm ponad powierzchnię główki śruby i t. p. Masa powinna zapełnić całą objętość otworów, nie wystając jednak ponad powierzchnię, pozostając raczej nieco wgłębioną.

### § 13. Wprowadzenie i umocowanie przewodów.

a) Otwory dla wprowadzenia przewodów muszą być tak wykonane, by przewody wraz z osłonami (płaszczki, rurki) wchodziły do wnętrza przyboru możliwie szczelnie, przyczem wewnątrz przyborów musi być dość swobodnego miejsca dla pewnego wprowadzenia i przyłączenia przewodów.

b) Przyłączenie przewodów ma następować z przodu po umocowaniu podstawy przyboru na przeznaczonym dla niej miejscu.

c) Przewody należy przyłączać do przyborów zapomocą śrub. Wszystkie śruby, zapomocą których tworzą się styki, muszą być osadzone w gwincie metalowym. Połączenie części

przewodzących prąd musi być tak wykonane, ażeby nie mogły się rozluźnić wskutek rozgrzania przy normalnej pracy, wskutek kurczenia się, rozszerzania lub zmiękczenia materiałów izolacyjnych albo wskutek zachodzących przy normalnej pracy wstrząszeń. Śruby nie powinny powodować uszkodzenia przewodów przy dociskaniu w czasie dołączania przewodów.

d) Części metalowe, będące pod napięciem, powinny być tak zmontowane, aby przy dokręcaniu śrub lub nakrętek zaciskowych nie zmieniały swego położenia.

### § 14. Odstępy.

	Przy napięciu		
	250.380	500	750 V
a) Najmniejszy odstęp, mierzony na powierzchni części izolującej, pomiędzy biegunami ma wynosić dla 1-biegunowych przyborów mm . . . . .	3	5	7
dla wielobiegunowych przyborów mm pomiędzy biegunem, a najbliższą częścią metalową . . . . .	4	6	8
b) Najmniejszy odstęp w powietrzu między biegunami ma wynosić mm	3	5	7
Najmniejszy odstęp w powietrzu między biegunem, a metalową osłoną lub ścianą ma wynosić mm . . . . .	2	3	5
c) Najmniejszy odstęp części pod napięciem, zalanej masą o grubości najmniej 3 mm, od ściany ma wynosić mm	6	10	12
	4	5	7

Uwaga: Odstępy powyższe muszą być utrzymane również po wprowadzeniu przewodu o największym stosowanym w danym przyborze przekroju \*).

## III. BEZPIECZNIKI.

### § 15. Części składowe.

Bezpiecznik, objęty przepisami niniejszemi, składa się z części następujących:

- gniazda bezpiecznikowego,
- wstawki dolnej stykowej (w skróceniu „dolna wstawka”),
- wkładki topikowej (stopki) o kształcie cylindrycznym,
- główki bezpiecznikowej, zamykającej bezpiecznik.

\*) Komisja uważa wymiary podane pod b) dla najmniejszego odstępu między biegunami za nieostateczne.



**§ 16. Napięcie.**

Bezpieczniki budowane są dla dwóch napięć:

- a) dla napięcia do 500 V,
- b) dla napięcia do 750 V.

**§ 17. Natężenie prądu.**

Bezpieczniki budowane są w 4-ch wielkościach dla następujących natężeń prądu:

a) dla prądu do 25 A, o normalnym gwincie edisonowskim E 27 (typ 25),

b) dla prądu do 60 A, o gwincie E 33 (typ 60),

c) dla prądu do 100 A, (typ 100),

d) dla prądu do 200 A, (typ. 200),

Wkładki topikowe (stopki) mają być budowane normalnie dla następujących prądów:

e) 6, 10, 15, 20, 25 A dla bezpieczników typu 25,

f) 35, 60 A dla bezpieczników typu 60,

g) 80, 100 A dla bezpieczników typu 100,

h) 125, 160, 200 A dla bezpieczników typu 200.

U w a g a: Stopki dla mniejszego natężenia prądu mogą być używane do bezpieczników dla większego natężenia prądu przy zastosowaniu odpowiednich wkładek.

**§ 18. Ogólne własności.**

a) Żadna część bezpiecznika nie powinna przy normalnej pracy i przy stałym obciążeniu prądem nominalnym, dla którego bezpiecznik danej wielkości jest zbudowany, rozgrzać się do temperatury, która wywołała pogorszenie własności mechanicznych lub elektrycznych bezpiecznika albo jego części składowych, pogorszenie, niebezpieczne dla pewności pracy bezpiecznika. Części bezpiecznika nie mają też ulegać wskutek rozgrzania rozluźnieniu lub szkodliwemu przesunięciu.

b) Zewnętrzne części gniazda bezpiecznikowego i główki nie mogą przy największym obciążeniu, jak sub a), rozgrzać się ponad temperaturę otoczenia więcej niż o 35° C.

c) Części metalowe, będące pod napięciem, muszą być wykonane z materiału odpornego na utlenienie.

d) Części metalowe gniazd i główek bezpiecznikowych, stosowanych w instalacjach napowietrznych, muszą być z miedzi poniklowanej lub w inny sposób powleczone dla ochrony przed korozją.

e) Wymiana stopki powinna być łatwa, nie wymagająca stosowania narzędzi, nie narażająca na zetknięcie z częściami metalowymi, będącymi pod napięciem, lub na oparzenie.

f) Stopki muszą być tak zbudowane, aby przy wszelkich przeciążeniach lub zwarciach pewnie przerywały prąd, przy czym nie ma powstawać trwałe łuki a bezpiecznik nie ma się stać niezdatny do dalszego użytku.

**§ 19. Budowa gniazda bezpiecznikowego i główki.**

a) Części metalowe, będące pod napięciem, powinny być tak zmontowane, aby przy dokręcaniu śrub lub nakrętek zaciskowych nie zmieniały położenia oraz by zapewniały centryczne położenie dolnej wstawki.

b) Sworznie dla dołączenia przewodów muszą być zabezpieczone przed rozluźnieniem, a szyna dolna (kontaktowa) bezpiecznika przed zmianą położenia. Sworznie i zaciski winny umożliwiać trwałe i pewny styk.

c) Masa izolacyjna, którą zalane są otwory w podstawie gniazda, nie powinna wyciekać z otworów przy podniesieniu temperatury do 130° C.

d) Gwint gniazda i ramka trzymająca gwint muszą stanowić jedną część nierozdzieloną.

e) Umocowanie części metalowych na podstawie gniazda i umocowanie przykrywki do podstawy powinny być niezależne jedno od drugiego. Rozłączenie jednego z tych połączeń nie powinno powodować rozluźnienia się innych.

f) Śruby, przytrzymujące pokrywę gniazda bezpiecznikowego, nie mogą pozostawać pod napięciem.

g) Gniazdo bezpiecznikowe do 25 A powinno umożliwić dołączenie przewodów o przekroju najmniej do

10 mm <sup>2</sup>	Gniazdo do 60 A	25 mm <sup>2</sup>
50 mm <sup>2</sup>	„ „ 100 A	50 mm <sup>2</sup>
120 mm <sup>2</sup>	„ „ 200 A	120 mm <sup>2</sup>

h) Główka bezpiecznika powinna posiadać otwór, służący do kontroli stanu stopki. Otwór powinien być zaopatrzony w przezroczyste okienko.

i) Bezpieczniki powinny umożliwiać plombowanie pokryw i główek.

k) Bezpieczniki na 100 i 200 A muszą posiadać gwint naciąnany a nie wytłaczany.

**§ 20. Budowa wkładki topikowej (stopki).**

a) Wnętrze stopki, mieszczące drut, ulegający stopieniu, musi być całkowicie zamknięte. Dostęp do wnętrza musi być niemożliwy bez uszkodzenia stopki.

b) Przepalenie się stopki powinno być rozpoznawalne z zewnątrz.

c) Stopki na różne natężenia prądu oznacza się celem rozróżnienia z zewnątrz następującymi kolorami:

Do 6 A	— zielony,
Dla 10 A	— czerwony,
„ 15 A	— szary,
„ 20 A	— niebieski,
„ 25 A	— żółty,
„ 35 A	— czarny,

Dla 60 A — złoty,  
 " 80 A —  
 " 100 A —  
 " 125 A —  
 " 160 A —  
 " 200 A —  
 nie ustalone.

**§ 21. Niezamiennalność stopiek.**

Bezpieczniki na natężenie prądu od 6 do 60 A włącznie przy napięciach do 500 V muszą być tak urządzone, aby załączenie przez pomyłkę stopki na wyższe natężenie prądu było niemożliwe.

**§ 22. Próba na spadek napięcia.**

Celem stwierdzenia dobroci styków w bezpiecznikach podaje się je próbie na spadek napięcia.

Do bezpiecznika wkłada się stopkę, poczem przepuszcza się przez bezpiecznik prąd o natężeniu znamionowym i mierzy się spadek napięcia pomiędzy zaciskiem wejściowym a wyjściowym bezpiecznika. Spadek ten, pomniejszony o spadek napięcia na samej stopce, osobno zmierzony, nie powinien przekraczać:

80 miliwoltów dla stopiek do 6 A  
 30 " " " " 10 — 25 A  
 15 " " " " 35 — 60 A

**§ 23. Wytrzymałość elektryczna stopiek.**

a) Stopki mają wytrzymywać następujące obciążenia bez przepalenia się.

Nominane natężenie prądu w amperach	Czas trwania obciążenia w godzinach	Obciążenie większe od nominalnego razy
2 do 10	1	1,5
15 do 25	1	1,4
35 do 60	1	1,3
80 do 200	2	1,3

b) Stopki mają bezwarunkowo przepalać się przy następujących obciążeniach:

Nominale natężenie prądu w amperach	Czas trwania obciążenia w godzinach	Obciążenie większe od nominalnego razy
2 do 10	1	2,1
15 do 27	1	1,8
35 do 60	1	1,6
80 do 200	2	1,6

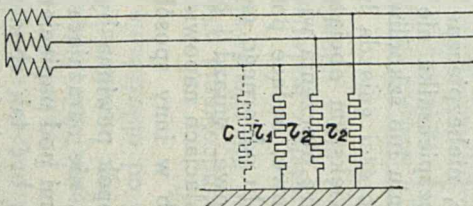
(C. d. n.).

# Z RUCHU I WYTWÓRNI

**Stan izolacji sieci a prawdopodobieństwo porażenia.**

Jeżeli sieć trójfazowa, zasilana przez transformator o nieziemionym punkcie zerowym, nie posiada doskonałej izolacji względem ziemi, co w praktyce zawsze ma miejsce, to człowiek, niez izolowany od ziemi i dotykający jednego z przewodów takiej sieci, bywa narażony na niebezpieczeństwo porażenia. Sprawę tę przedstawił pokrótce p. B. Szapiro w Nr. 5 „Przeгляdu Elektrotechnicznego” z r. b.; tutaj postaramy się zanalizować ją obszerniej i wyświetlić nie tylko warunki, ale i prawdopodobieństwo samego wypadku, co przy pewnych założeniach jest możliwe.

Na rys. 1 przedstawiona jest tego rodzaju sieć. Opory  $r_1$ ,  $r_2$  i  $r_3$  są to opory izolacji poszczególnych jej faz



Rys. 1.

względem ziemi, przy czym  $r$  jest oporem izolacji tej fazy, która zostanie dotknięta. Zakładamy, że opory izolacji dwóch pozostałych faz są sobie równe; upraszcza to znacznie obliczenie, a dla wyniku jest bez większego znaczenia; natomiast opór izolacji fazy dotykanej niech będzie odmienny. Rysując układy wektorów napięć i prądów, łatwo znajdziemy, że napięcie na oporze  $r$ , wynosi

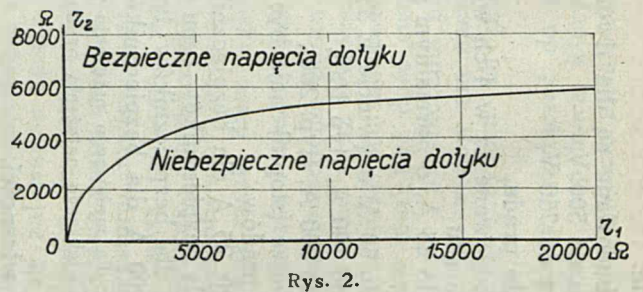
$$e_1 = E \sqrt{3 \frac{r_1}{2r_1 + r_2}} \dots \dots \dots (1)$$

gdzie  $E$  jest napięciem skojarzonem sieci. Jeżeli teraz

równoległe do  $r$ , damy opór ciała ludzkiego łącznie z oporem jego uziemienia, który nazwiemy  $c$  i we wzorze powyższym zastąpimy  $r$ , przez wyrażenie oporu wypadkowego  $\frac{r_1 c}{r_1 + c}$ , to otrzymamy następujący wzór na napięcie dotyku, t. j. napięcie, na które narażony jest człowiek, dotykający fazy o oporze izolacji  $r_1$ :

$$e_1 = E \sqrt{3 \frac{c r_1}{2 c r_1 + r_1 r_2 + c r_2}} \dots \dots \dots (2)$$

Za najwyższe bezpieczne dla ciała ludzkiego napięcie przyjęte jest uważać 42 V. Chcąc znaleźć, przy jakich



Rys. 2.

wartościach izolacji napięcie to wystąpi, przyrównamy wyrażenie (2) do tego napięcia.

$$E \sqrt{3 \frac{c r_1}{2 c r_1 + r_1 r_2 + c r_2}} = 42$$

skąd  $\frac{E \sqrt{3 - 84}}{42} c r_1 - r_1 r_2 - c r_2 = 0$

Oznaczając  $\frac{E \sqrt{3 - 84}}{42} = a$ , otrzymamy równanie następujące

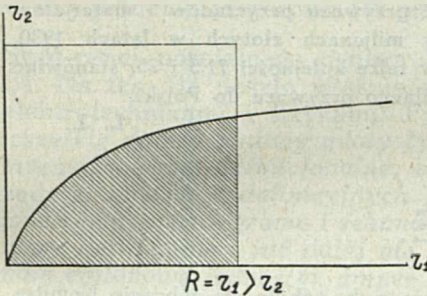
$$a c r_1 - r_1 r_2 - c r_2 = 0 \dots \dots \dots (3)$$

albo

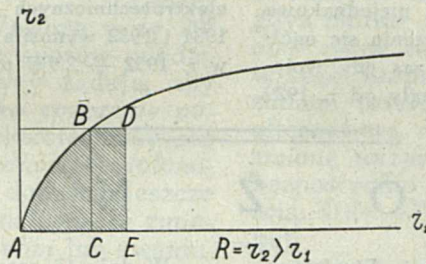
$$r_2 = \frac{acr_1}{r_1 + c} \dots \dots \dots (4)$$

Jest to równanie krzywej płaskiej (hiperboli); w układzie współrzędnych  $r_2$  i  $r_1$ , stanowi ona granicę dwóch obszarów (rys. 2): obszar, leżący między krzywą a osią  $r_1$ , jest obszarem, dla którego lewa strona równania (3) jest dodatnia, zatem obszarem niebezpiecznych napięć dotyku, większych od 42 V; natomiast powyżej krzywej leży obszar bezpiecznych napięć dotyku. Mając wykreśloną dla danych warunków taką krzywą, możemy z niej odczytać, do jakich wartości spaść musi opór izolacji sieci, aby napięcie dotyku stało się niebezpieczne. Między innymi widzimy, że przy  $r_1 = \infty$ ,  $r_2 = ac$ , co np. dla sieci o napięciu skojarzonym 127 V i przy oporze ciała 2000  $\Omega$  oznacza, że, dotykając fazy o doskonałej izolacji, otrzymamy niebezpieczne uderzenie, jeżeli opór izolacji każdej z pozostałych faz będzie mniejszy od 6480  $\Omega$ . Krzywa rys. 2, wykreślona też jest właśnie dla wyżej podanych wartości  $E$  i  $c$ .

Jak powiedzieliśmy, między naszą krzywą a osią  $r_1$ , leży obszar niebezpiecznych napięć dotyku. Jest to zbiorowisko punktów, odpowiadających takim wartościom  $r_1$  i  $r_2$ , dla których  $e_1 > 42$ . Z drugiej strony, zbiorowiskiem punktów, odpowiadających wszelkim możliwym wartościom  $r_1$  i  $r_2$  i czyniącym zadość jednemu warunkowi, że wszystkie wartości będą mniejsze od pewnej stałej wielkości  $R$ , będzie kwadrat o bokach równych  $R$  i zlewających się z naszymi osiami współrzędnych. Zatem prawdopodobieństwo  $p$  wystąpienia niebezpiecznego napięcia dotyku przy pewnym przyjętym z góry najwyższym możliwym opo-



Rys. 3a.



Rys. 3b.

rze izolacji  $R$  będzie równe stosunkowi tej części pola krzywej, która jest wspólną z polem kwadratu i którą nazwiemy  $F$ , do samego pola kwadratu:

$$p = \frac{F}{R^2} \dots \dots \dots (5)$$

Na rys. 3 przedstawiona jest krzywa oraz pola  $F$  (zakresowane), a także kwadraty  $R \times R$  dla dwóch wypadków: gdy  $R = r_1 > r_2$  i  $R = r_2 > r_1$ . Obliczymy  $F$  i  $p$  dla obu tych wypadków.

**Wypadek 1.**  $R = r_1 > r_2$

Pole  $F$  znajdziemy odrazu jako całkę w granicach od

0 do  $R$  funkcji  $\frac{acr_1}{r_1 + c} dr_1$ :

$$F = \int_0^R \frac{acr_1}{r_1 + c} dr_1 = ac \left( R - c \ln \frac{R + c}{c} \right) \dots \dots (6)$$

zaś prawdopodobieństwo

$$p = \frac{F}{R^2} = \frac{ac}{R^2} \left( R - c \ln \frac{R + c}{c} \right) \dots \dots (7)$$

**Wypadek 2.**  $R = r_2 > r_1$

Pole  $F$  obliczymy jako sumę pola krzywej, zawartego między punktami ABC (rys. 3) i prostokąta BDCE. Znajdziemy najpierw

$$F = \int_0^{r_1} \frac{acr_1}{r_1 + c} dr_1 + (r_2 - r_1) r_2 = ac \left( r_1 - c \ln \frac{r_1 + c}{c} \right) + (r_2 - r_1) r_2 \dots \dots (8)$$

Ale

$$R = r_2 = \frac{acr_1}{r_1 + c} \quad r_1 = \frac{Rc}{ac - R}$$

Wstawiając te wyrażenia do (8), otrzymamy

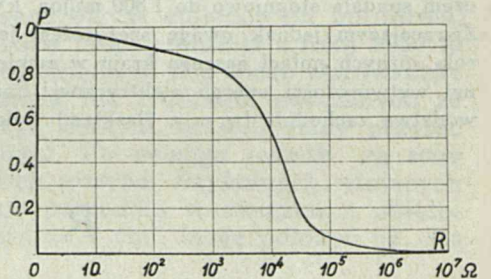
$$F = R^2 + Rc - ac^2 \ln \frac{ac}{ac - R} \dots \dots (9)$$

oraz

$$p = 1 + \frac{c}{R} - a \left( \frac{c}{R} \right)^2 \ln \frac{ac}{ac - R} \dots \dots (10)$$

Gdy  $R = r_1 = r_2$ , oba wzory (7) i (10) są ważne.

Biorąc następnie  $R$  za zmienną niezależną, możemy na podstawie równań (7) i (10) przedstawić wykreślenie przebieg funkcji  $p = f(R)$ . Na rys. 4 jest ona wykreślona dla wartości  $E = 127$  V i  $c = 2000$   $\Omega$ . Dla większej przejrzystości wartości  $R$  są w podziałce logarytmicznej. Fizycznie możemy sobie taki wykres interpretować w sposób następujący. Przypuśćmy, że mamy pewną sieć, której opór izolacji względem ziemi można utrzymać w pewnych granicach. Granicę tę oznaczymy przez  $R$  (omów) i będziemy się starali, aby stan izolacji sieci nie pogarszał się. Nieuniknione jednak w każdym ruchu wypadki uszkodzenia izolacji będą zachodziły i będą, w myśl wyżej przedstawionych rozważań oraz wykresu rys. 2, miały wpływ na wysokość



Rys. 4.

napięcia dotyku. W pewnych warunkach napięcia te przekroczą 42 V i będą wywoływać porażenia. Otóż prawdopodobieństwo występowania wypadków porażenia będzie tem mniejsze, im wyższe wymagania będziemy stawiali stanowi izolacji sieci. Wymagania te reprezentuje wielkość  $R$  — moglibyśmy ją nazwać oporem izolacji „wymaganym” lub „przepisowym”. Krzywa prawdopodobieństwa na rys. 4 obliczona jest, podobnie jak rys. 2, dla  $E = 127$  V i  $c = 2000$   $\Omega$ . Możemy z niej np. odczytać, że przy przyjętych założeniach prawdopodobieństwo porażenia przy „wymaganym” oporze izolacji 1000 omów wynosi 83%, zaś przy 100 000 omów już tylko 6%.

W rozważaniach powyższych uwzględniony został wpływ prądu jedynie poprzez opory omowe. W rzeczywistości mogą zachodzić i inne rodzaje wpływu, przede wszystkim zaś pojemnościowe. Jednak w niezbyt rozległych sieciach niskiego napięcia, które właśnie mieliśmy na myśli, przystępując do powyższych obliczeń, prądy pojemnościowe są zwykle tak małe, że możemy się nimi nie zajmować. Gdybyśmy mimo to zechcieli uwzględnić również wpływ pojemności, to nie popełnimy wielkiego błędu, jeżeli potraktujemy opór pojemnościowy jako połączony równolegle do oporu omowego i tak obliczony opór wypadkowy wstawimy do odpowiednich wzorów zamiast figurujących tam oporów omowych.

Inż. Bogusław Tittenbrun.

# PRZEMYSŁ I HANDEL.

## Z statystyki przemysłowej.

Ukazał się IV-ty z kolei „Mały Rocznik Statystyczny” za rok 1933. Materiał statystyczny zgrupowany został według innego systemu, niż w Roczniku Statystyki Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Urząd Statystyczny potrafił w niewielkiej objętościowo książeczce zebrać nadzwyczaj bogaty materiał, oświetlający wszystkie bez wyjątku ważniejsze zjawiska życia gospodarczego i demograficznego Państwa Polskiego. Szczególna uwaga zwrócona została na stanowisko Polski w wytwórczości i handlu międzynarodowym przez zestawienie odnośnych danych, tyjących się innych państw europejskich i zamorskich.

Dziedzina nas bezpośrednio dotycząca, to zn. przemysł i handel elektrotechniczny, zajęła w „Roczniku” stosunkowo niewiele miejsca. W niektórych zestawieniach przemysł elektrotechniczny został cyfrowo ujęty razem z metalowym, co utrudnia zorientowanie się co do stanowiska i roli obu tych przemysłów. Tem nie mniej zawarte w „Roczniku” dane przedstawiają interesujący materiał statystyczny, odzwierciedlający już z pewnej perspektywy te głębokie wstrząsy gospodarcze państw europejskich, które nie ominęły również i Polski.

Tak więc produkcja energii elektrycznej, stanowiąca bardzo ważny wskaźnik przy ocenie konjunktury gospodarczej, wynosiła w r. 1927 — 1 742 miliony kWh i osiągnęła swoje maximum 2 355 milion. kWh w roku 1929, poczem spadała stopniowo do 1 800 milion. kWh w roku 1932. Zwracającym jednak uwagę szczegółem jest niejednakowa rola różnych połaci naszego kraju w zmniejszeniu się ogólnej wytwórczości energii elektrycznej. Podczas gdy województwa zachodnie (wraz z Śląskiem) wykazały od r. 1929

do 1932 spadek produkcji o 41%, wytwórczość województw centralnych wzrosła w tym samym czasie o 14%, a południowych o 5% zgorą. Tak samo poszczególne kategorie zakładów elektrycznych odczuły spadek produkcji niejednako. Elektrownie przy zakładach przemysłowych wytworzyły w 1932 r. o 17% mniej, niż w r. 1929, elektrownie okręgowe o 43% mniej, a elektrownie miejskie po lekkiejwyżce w r. 1931 utrzymały się na poprzednim poziomie produkcji. W 1929 r. wytwarzaliśmy 42 razy mniej energii, niż Stany Zjedn. Am. P., jednak więcej od Austrii, Holandji i Rumunii.

Co się tyczy produkcji niektórych artykułów przemysłu elektrotechnicznego, to wartość w milionach złotych wytworzonych w 1930 i 1931 roku maszyn elektrycznych prądu stałego spadła z 2,0 do 0,8, masz. el. prądu zmiennego z 5,1 do 3,2, transformatorów z 1,8 do 0,7, ogniw z 0,7 do 0,4, świeczników i żyrandoli z 4,0 do 0,7, głośników z 0,4 do zera, żarówek z 11,6 do 7,1. Wzrosła natomiast wartość produkcji aparatów telefonicznych z 2,7 milj. złotych do 4,6.

Tabl. 25-ta, która zawiera dane, dotyczące naszego przemysłu elektrotechnicznego, ma, niestety, poważne braki. Nie uwzględniono w niej np. tak ważnej gałęzi produkcji, jak przewodniki i kable; wartość tego artykułu, wyprodukowanego w Polsce w r. 1931, wynosiła ok. 15 milionów złotych. Nie wspomniano również o akumulatorach i ogniach oraz niektórych innych wyrobach.

Wreszcie wartość przywozu przyrządów i materiałów elektrotechnicznych w milionach złotych w latach 1930, 1931 i 1932 wynosiła w tejże kolejności 71,5 i 25, stanowiąc w r. 1932 — 2,9% ogólnego przywozu do Polski.

L. J.

## R Ó Ż N E.

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

Zainicjowany przez Koło Darmsztatczyków przy Stowarzyszenia Techników Polskich w Warszawie Komitet Uczczenia Zasług ś. p. prof. inż. Stanisława Odrowąż-Wysockiego pod przewodnictwem Ministra Komunikacji Alfonsa Kühna, zorganizował w dniu 11 grudnia 1932 r. uroczystą Akademię, wydał książkę pamiątkową, poświęconą pamięci Zmarłego i wreszcie, pragnąc imię zasłużonego Profesora w sposób trwały przekazać następnym pokoleniom elektryków polskich, zapoczątkował Fundusz Stypendjalny im. ś. p. St. Wysockiego, przeznaczony dla studentów Wydziału Elektryczn. Politechniki Warszawskiej, specjalizujących się w zakresie elektrotechniki prądów silnych.

Podwaliną Funduszu stała się kwota zł. 1 000, ofiarowana przez Związek Elektrowni Polskich. Taką samą sumę zadeklarowało Koło Darmsztatczyków, a następnie większe lub mniejsze sumy zostały zadeklarowane przez szereg instytucji (a w ich liczbie parę Ministerstw) i osób prywatnych. Cały czysty dochód ze sprzedaży wspomnianej książki pamiątkowej został przeznaczony na zasilenie tego Funduszu.

Zebraniem Funduszu i opracowaniem jego statutu zajmowała się ściślejsza Komisja Stypendjalna pod przewodnictwem Ministra Poczty i Telegrafów Ignacego Boernera.

W dniu 17 czerwca r. b. odbyło się zebranie Komitetu, na którym Komisja Stypendjalna złożyła sprawozdanie z dotychczasowej działalności.

Ze sprawozdania tego wynika, że na koncie oszczędnościowym Funduszu w P. K. O. figuruje suma zł. 4 324.—, na którą złożyły się dotacje różnych instytucji i osób w sumie zł. 1 348, oraz dochód ze sprzedaży książki pamiątkowej w sumie zł. 2 976. Niezrealizowane dotychczas deklaracje składają się na sumę zł. 2 250. Pozostała również do rozprzedenia pewna ilość egzemplarzy książki pamiątkowej.

Komitet postanowił uruchomić stypendjum po osiągnięciu przez Fundusz sumy zł. 10 000; wtedy — w myśl zatwierdzonego na wspomnianym posiedzeniu statutu — Fundusz ten zostanie przekazany Senatowi Akademickiemu Politechniki Warszawskiej, który będzie nim zarządzał.

Na przewodniczącego Komisji Stypendjalnej na miejsce ś. p. Min. Ignacego Boernera wybrano inż. Tadeusza Żerańskiego. Skarbnikiem jest inż. Bolesław Jakubowski.

Komisja ma się zająć w ciągu najbliższych miesięcy uzupełnieniem Funduszu do sumy zł. 10 000, tak, aby stypendjum im. ś. p. St. Wysockiego mogło jaknajprędzej wejść w życie ku pożytkowi nauki elektrotechnicznej polskiej.

W przyjmowaniu ofiar i deklaracji na Fundusz pośredniczy Przegląd Elektrotechniczny, w którym ogłaszane będą odtąd stale sprawozdania ze stanu tego Funduszu.

Ż.