

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XVI.

15 Czerwca 1934 r.

Zeszyt 12.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## ZARYS TEORJI DŁUGICH LINIJ DALEKONOŚNYCH.

August Smolański (Katowice).

621.315.051.2 : 621.3.01

W artykule niniejszym rozpatrzone są zasady ścisłej teorii długich przewodów dalekonośnych prądu zmiennego, trudności przy przenoszeniu energii elektrycznej prądem zmiennym na dalekie odległości oraz ograniczenia, spowodowane temi trudnościami. Wyproawdzone są w prosty sposób przy pomocy rachunku symbolicznego równania fal elektrycznych, przenoszących się po przewodach z prędkościami rzędu prędkości światła, na podstawie równań falowych przeprowadzone są obliczenia rozkładu napięcia i prądu wzdłuż przewodu oraz uwzględnione są szczególne wypadki obciążenia, jak: obciążenie naturalne, odciążenie i zwarcie końca przewodu. Obliczenia przeprowadzone są dla prostej symetrycznej linii dalekonośnej, ograniczenia zakresu ważności wyników, dane charakterystyczne oraz warunki równowagi elektrycznej przewodów względem ziemi stanowią początek artykułu.

### Wstęp.

Zastosowanie prądu zmiennego do zasilania linii dalekonośnych o długościach setek i tysięcy km napotyka na duże trudności, poczynające się już od kilkuset km w górę. Trudności te, jak: zjawisko korony, ograniczające wysokość napięcia przesyłowego i zmuszające do stosowania dużych średnic przewodów, zmniejszenie wykorzystania przekroju przewodu wskutek zjawiska wypierania prądu na obwód przekroju, skłaniające do stosowania przekrojów rurowych, oraz ogromne prądy ładowania i indukcyjne spadki napięcia, przekraczające przy długościach powyżej 1000 km prądy i napięcia robocze, sprawiły, że zaczęto się oglądać zpowrotem w stronę zapomnianego prądu stałego, który wprawdzie jeszcze przed prądem zmiennym znalazł zastosowanie dla linii dalekonośnych, został jednak zarzucony ze względu na duże trudności w transformowaniu napięcia. Prąd stały, posiadający wiele poważnych zalet, jak: brak ustalonych prądów ładowania i indukcyjnych spadków napięcia, następnie zmniejszenie ilości przewodów, zmniejszające również ilość izolatorów i konstrukcyj wsporczych, nie może jeszcze obecnie wyprzeć zupełnie prądu zmiennego ze względu na zbyt kosztowne urządzenia przetwarzające napięcie, kosztowniejsze i mniej pewne w ruchu, niż urządzenia kompensacyjne w liniach prądu zmiennego.

Zjawisko korony, występujące także przy prądzie stałym, powstaje po przekroczeniu krytycznego natężenia pola elektrycznego na powierzchni przewodu, wynoszącego około 21 kV/cm (wartość ta zmienia się jeszcze zależnie od warunków atmosferycznych). Natężenie pola elektrycznego na powierzchni przewodu rośnie szybko w miarę zmniejszania średnicy przewodu, dlatego też w celu uniknięcia przekroczenia krytycznej wartości 21 kV/cm średnica przewodów linii napowietrznych zwiększa się ze wzrostem napięcia przesyłowego niezależnie od obciążenia prądowego. Pozatem powierzchnia przewodu musi być możliwie gładka, wolna od nierówności, koncentrujących na sobie pole elektryczne i powodujących umiejscowione straty korony, występujące jeszcze przed pojawieniem się widocznego jarzenia na powierzchni przewodu. Ten t. zw. ciemny prąd upływu jest w stanie spowodować również poważne straty. Konieczność dostosowania średnicy

przewodów do wysokości napięcia przesyłowego oraz gorsze wykorzystanie środka przekroju skłoniły do sporządzania przewodów na linje dalekonośne najwyższych napięć w postaci specjalnie wykonywanych linek o przekroju rurowym, dużej średnicy i możliwie gładkiej powierzchni. Poniższe zestawienie podaje najmniejsze średnice przewodów miedzianych w zależności od napięcia przesyłowego, tak dobrane, że w normalnych warunkach atmosferycznych zjawisko korony jeszcze nie występuje.

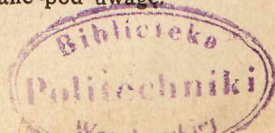
Tabela I.

$U_m$	15	30	60	100	150	200	300	400	kV
średnica	2.	3.5	7	12	18	19.5	30	43	mm
	-----pełny przekrój-----					-----przekrój rurowy-----			
przekrój	2.5	7.5	30	90	200	185	320	520	mm <sup>2</sup>

Przy pierwszych dwóch napięciach ze względów mechanicznych przewody otrzymują większe średnice, niż podane w tabelce. Napięcia od 15 do 60 kV nadają się na odległości od kilkunastu do kilkudziesięciu km, następne już rzędu setek km, dopiero napięcia od 200 kV stosuje się na odległości rzędu tysięcy km.

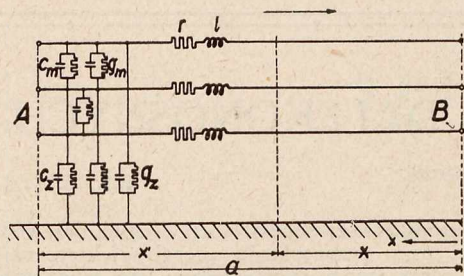
Nadmierne obciążenia pojemnościowe i indukcyjne linii dalekonośnych usuwa się przez kompensację linii. Urządzenia kompensacyjne wstawia się w linję co 200 do 300 km w pośrednich stacjach kompensacyjnych. Na tak krótkich odcinkach, niekorzystny wpływ prądów ładowania i indukcyjnych spadków napięcia jest jeszcze znośny, natomiast ruch na nieskompensowanych liniach o długościach rzędu tysiąca km okazałyby się niemożliwy. Tak długie nieprzerwane odcinki nie są również potrzebne, gdyż w ciągu linii znajdują się zwykle pośrednie stacje odgałęźne, przelotowe albo rozdzielcze, w nich umieszcza się też urządzenia kompensacyjne.

Do obliczenia długich linii dalekonośnych nie nadaje się już sposób przybliżony, przy którym przyjmuje się opory omowe, indukcyjne i pojemnościowe jako skupione i rozdziela się je na początek i koniec linii. Obliczenie należy wykonywać w sposób ścisły z uwzględnieniem rzeczywistego rozkładu tych wielkości wzdłuż przewodu. Przyjęcie równomiernego rozkładu najlepiej odpowiada rzeczywistości, drobne odchylenia albo nieciągłości nie są brane pod uwagę.



**Wielkości charakterystyczne przewodów i równowaga elektryczna względem ziemi.**

Rozpatrzmy trójfazową linię dalekoosną wysokiego napięcia, przynoszącą periodycznie zmienne napięcia i prądy od stacji wytwórczej A do stacji odbiorczej B, (rys. 1). Transformatory, przyłączone do linii w obu stacjach, mają nieziemione punkty zerowe. Nie wchodzimy bliżej w szczególności wykonania i budowy linii, ani w jej wymiary przestrzenne.



Rys. 1.

ne, zastępując pierwsze symbolami fizycznymi, zależnymi od tych szczegółów wzajemnego ugrupowania, odległości i materiału przewodów oraz rodzaju ośrodka izolacyjnego, z drugich zaś wprowadzamy do obliczeń tylko liniową długość przewodów, liczoną od stacji odbiorczej B.

Każdy przewód posiada następujące wielkości charakterystyczne:

- 1) własne:  $r$   $\Omega$ /km, opór omowy przewodu na km długości,
- 2) wzajemne względem innych przewodów:  
 $g_m$   $\Omega^{-1}$ /km, międzyprzewodowa upływność izolacji na km,  
 $c_m$  F/km, międzyprzewodowa pojemność na km;
- 3) względem ziemi:  
 $g_z$   $\Omega^{-1}$ /km, upływność izolacji względem ziemi na km,  
 $c_z$  F/km, pojemność względem ziemi na km,  
 $l$  H/km, indukcyjność przewodu na km.

Nie bierzemy pod uwagę skupionych pojemności i upływności na izolatorach przy liniach napowietrznych, jak również zwiększenia upływności wskutek zjawiska korony, gdyż występuje ono tylko wyjątkowo w niekorzystnych warunkach atmosferycznych; indukcyjność wzajemną przewodów bierzemy łącznie z indukcyjnością własną (ściślej: indukcyjnością względem ziemi).

Wszystkie te wielkości charakterystyczne zależą od czynników, które możemy uważać za niezmiennie wzdłuż całej długości linii, jak: średnica i przekrój przewodów, odległości przewodów względem siebie i względem ziemi, właściwości ośrodka izolacyjnego między przewodami i między ziemią (powietrza w liniach napowietrznych albo papieru nalejonego w kablowych) oraz rosną proporcjonalnie z długością linii. Przyjęcie niezależności od długości linii czynników, określających wielkości charakterystyczne przewodów, pociąga za sobą założenie, że wielkości te są równomiernie rozłożone wzdłuż długości, czyli, że posiadają stałą wartość na jednostkę długości. Możemy je wobec tego przedstawić w postaci liniowej funkcji długości  $x$ , przyjmując za podstawę (nachylenie) wielkości, odniesione do 1 km, gdyż długość liczymy w kilometrach<sup>1)</sup>.

W dalszym uproszczeniu założeń przyjmujemy, że wielkości te są jednakowe dla wszystkich 3 przewodów, ograniczamy więc rozpatrywanie do symetrycznych linii trójprzewodowych.

Opór omowy  $r$  jest rzeczywistym oporem przewodu, powoduje on tłumienie prądów i napięć, przesyłanych przez przewód. Również rzeczywistym oporom izolacji odpowiada ją upływności  $s$ , wywołują one upływ watomowego prądu między przewodami i do ziemi. Indukcyjność przewodu  $l$  przeciwstawia prądom zmiennym o częstotliwości łukowej  $\omega$  urojony opór indukcyjny  $\omega l$ , na którym powstaje indukcyjny spadek napięcia, wyprzedzający o  $\frac{\pi}{2}$  omowy spadek napięcia. Pojemności przewodów umożliwiają prądom zmiennym o częstotliwości  $\omega$  upływ prądu w postaci pojemnościowych prądów przesunięcia, wyprzedzających o  $\frac{\pi}{2}$  omowe prądy upływu przez izolację, odpowiednie (urojone) przewodności  $wc$  są przewodnościami albo upływnościami pojemnościowymi.

Opór pozorny przewodu czyli impedancję przewodu możemy więc przedstawić w postaci liczby zespolonej:

$$\bar{r} = r + i \omega l \dots \dots \dots (1)^a$$

podobnie przewodność pozorną albo admitancję międzyprzewodową:

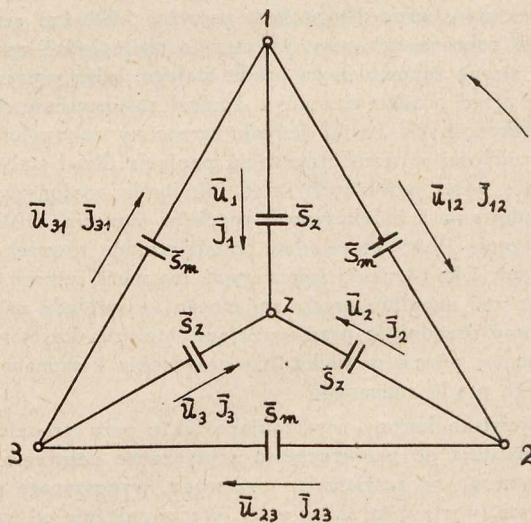
$$\bar{s}_m = g_m + i \omega c_m \dots \dots \dots (2)$$

i admitancję doziemną w postaci:

$$\bar{s}_z = g_z + i \omega c_z \dots \dots \dots (3)$$

Wielkości te są kierunkowe, wektorjalne. W wypadkach gdzie nie potrzebujemy uwzględnić izolacji jako zbyt małej w stosunku do upływności pojemnościowej, jak przy liniach napowietrznych albo niezbyt długich liniach kablowych, wzory 2) i 3) uproszczą się przez skreślenia  $g_m$  oraz  $g_z$ .

Zajmiemy się teraz obliczeniem prądów, płynących od przewodów do ziemi i napięć względem ziemi w dowolnym przekroju linii  $x$ .



Rys. 2.

ujęcia czynników. Ścisłe ujęcie tych wszystkich zależności jest trudne do przeprowadzenia i wprowadziłoby wiele komplikacji do obliczenia. Z tych samych też względów rozgraniczenia upływności, indukcyjności i pojemności na międzyprzewodowe i doziemne jest również tylko uproszczeniem, gdyż w rzeczywistości odpowiadające tym wielkościom elektryczne i magnetyczne pola upływu przechodzą w sposób ciągły z międzyprzewodowych na doziemne, bez zarysowania jakiegś wyraźnej granicy.

<sup>2)</sup> i oznacza jednostkę urojoną:  $i = \sqrt{-1}$ ; wielkości wektorjalne, kierunkowe oznaczane będą kreską nad odpowiednim oznaczeniem.

<sup>1)</sup> Przyjęcie pojemności i upływności międzyprzewodowych i względem ziemi w postaci równomiernie rozłożonych równoległych kondensatorów i oporów o stałej wartości jest tylko uproszczeniem założeń, gdyż w rzeczywistości wielkości te wynikają z przestrzennego rozkładu pola elektrycznego i pola upływu między przewodami oraz przewodami a ziemią, które mogą się zmieniać w zależności od trudnych do

Napięcia międzyprzewodowe:

$$\bar{U}_{x12} = U_{mx} e^{i\omega t} \dots \dots \dots (4)$$

$$\bar{U}_{x23} = U_{mx} e^{i(\omega t - 120^\circ)} \dots \dots \dots (5)$$

$$\bar{U}_{x31} = U_{mx} e^{i(\omega t - 240^\circ)} \dots \dots \dots (6)$$

mają harmoniczny przebieg czasowy o zasadniczej częstotliwości łukowej  $\omega$ , równe wielkości bezwzględne  $U_{mx}$  wartość których jest funkcją długości linii  $x$ , oraz następują po sobie co  $120^\circ$ . Suma napięć międzyprzewodowych jak również suma międzyprzewodowych prądów upływu równa jest 0, gdyż:

$$e^{i\omega t} + e^{i(\omega t - 120^\circ)} + e^{i(\omega t - 240^\circ)} = 0.$$

Prądy upływu do ziemi na 1 km długości przewodu wynikają z równań Kirchhoffa (rys. 2).

$$\bar{U}_{x12} + \frac{1}{s_z} (\bar{I}_{2z} - \bar{I}_{1z}) = 0$$

$$\bar{U}_{x23} + \frac{1}{s_z} (\bar{I}_{3z} - \bar{I}_{2z}) = 0$$

$$\bar{U}_{x31} + \frac{1}{s_z} (\bar{I}_{1z} - \bar{I}_{3z}) = 0$$

ponieważ:

$$\bar{U}_{x12} + \bar{U}_{x23} + \bar{U}_{x31} = 0$$

dlatego też

$$\bar{I}_{1z} + \bar{I}_{2z} + \bar{I}_{3z} = 0.$$

Po wstawieniu wartości napięć międzyprzewodowych i rozwiązaniu równań otrzymujemy prądy upływu do ziemi:

$$\bar{I}_{1z} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_{mx} e^{i(\omega t - 30^\circ)} \bar{s}_z = \bar{U}_{x1} \bar{s}_z \dots \dots (7)$$

$$\bar{I}_{2z} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_{mx} e^{i(\omega t - 150^\circ)} \bar{s}_z = \bar{U}_{x2} \bar{s}_z \dots \dots (8)$$

$$\bar{I}_{3z} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_{mx} e^{i(\omega t - 270^\circ)} \bar{s}_z = \bar{U}_{x3} \bar{s}_z \dots \dots (9)$$

gdzie  $\bar{U}_{x1}$ ,  $\bar{U}_{x2}$ ,  $\bar{U}_{x3}$  są napięciami przewodów 1, 2 i 3 względem ziemi.

Z równań powyższych wynikają następujące twierdzenia, ważne dla symetrycznej linii trójfazowej w stanie równowagi elektrycznej względem ziemi.

Suma prądów upływu do ziemi równa jest 0, przez ziemię nie płyną żadne prądy wyrównawcze, staje się więc zbędna potrzeba uwzględniania przewodności ziemi. Równe co do wielkości bezwzględnej prądy upływu do ziemi tworzą na niej punkt zerowy trójkąta napięć międzyprzewodowych i fazowych, ziemia stanowi więc dla linii powierzchnię ekwipotencjalną o potencjale punktu zerowego, może więc być zastąpiona powierzchnią o nieograniczenie dużej przewodności; punkty zerowe transformatorów nie posiadają żadnej różnicy napięć względem ziemi. Napięcia przewodów względem ziemi są napięciami fazowymi i następują co  $30^\circ$  po odpowiednich napięciach międzyprzewodowych.

Ponieważ wyniki powyższe odnoszą się do dowolnego przekroju, ważne są więc na całej długości linii.

W celu uproszczenia dalszych rozważań postaramy się zredukować ilość obwodów, wynoszącą obecnie 6 (3 międzyprzewodowe i 3 zawarte między przewodami a ziemią) do 3 obwodów. Da się to przeprowadzić przez sprowadzenie obwodów międzyprzewodowych do obwodów fazowych, zawartych między przewodami a ziemią, jako zerową powierzchnię ekwipotencjalną. Zastąpimy więc międzyprzewodowe prądy upływu przez ich składowe względem ziemi, które, dodane do odpowiednich prądów upływu do ziemi, dadzą wypadkowy prąd upływu, płynący pod napięciem fazowym; podobnie admitancje międzyprzewodowe i doziemne złożą się na zastępcze admitancje doziemne, które oznaczać będziemy dalej krótko admitancjami przewodów.

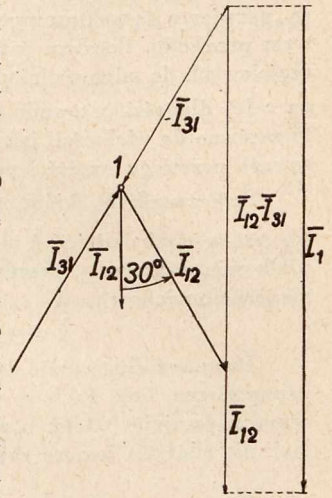
Wypadkowy prąd upływu z przewodu 1 (rys. 3):

$$\bar{J}_{x1} = \bar{I}_{12} - \bar{I}_{31} + \bar{I}_{1z} = U_{mx} e^{i\omega t} \left\{ \bar{s}_m (e^0 - e^{-i240^\circ}) + \frac{1}{\sqrt{3}} \bar{s}_z e^{-i30^\circ} \right\} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_{mx} e^{i(\omega t - 30^\circ)} (3 \bar{s}_m + \bar{s}_z) = \bar{U}_{x1} \bar{s} \quad (10)$$

podobnie też przedstawiają się prądy z przewodów 2 i 3. Wiadać więc, że wypadkowy prąd upływu płynie pod napięciem fazowym do ziemi przez wypadkową admitancję:

$$\bar{s} = 3 \bar{s}_m + \bar{s}_z \dots \dots (11)$$

która jest sumą geometryczną potrójnej admitancji międzyprzewodowej i admitancji doziemnej. W ten sposób sprowadziliśmy 6 obwodowy układ do 3 obwodów, z których każdy, składający się z przewodu i zerowej powierzchni ekwipotencjonalnej może być rozpatrywany osobno, niezależnie od innych. W dalszym ciągu będziemy liczyli tylko napięciem fazowym, wypadkowym prądem upływu, oznaczonym krótko prądem upływu oraz wypadkową admitancją ziemi.



Rys. 3.

**Równania falowe przewodów.**

Wyodrębniamy z przewodu odcinek  $\Delta x$ , posiadający opór omowy  $r \Delta x$ , opór indukcyjny  $\omega l \Delta x$ , upływność i pojemności do ziemi  $g \Delta x$  oraz  $\omega c \Delta x$ . Na początku odcinka mamy napięcie  $\bar{U}_x$  i prąd  $\bar{J}_x$ , na końcu  $\bar{U}_{x+\Delta x}$ ,  $\bar{J}_{x+\Delta x}$ . Powstaje w ten sposób elementarny obwód, dla którego układamy równania Kirchhoffa:

- 1)  $\bar{U}_{x+\Delta x} - \bar{U}_x = \bar{J}_x (r + i\omega l) \Delta x = \bar{J}_x \bar{r} \Delta x$
  - 2)  $\bar{J}_{x+\Delta x} - \bar{J}_x = \bar{U}_x (g + i\omega c) \Delta x = \bar{U}_x \bar{s} \Delta x$
- $$\frac{\bar{U}_{x+\Delta x} - \bar{U}_x}{\Delta x} = \bar{J}_x \bar{r}, \quad \frac{\bar{J}_{x+\Delta x} - \bar{J}_x}{\Delta x} = \bar{U}_x \bar{s}$$

(Gdybyśmy liczyli długość  $x$  od początku przewodu, t. j. od stacji zasilającej, co odpowiada wstawieniu  $x = -x'$ , wtedy wyrażenia  $\bar{J}_x \bar{r}$ , oraz  $\bar{U}_x \bar{s}$ , wystąpiłyby ze znakiem ujemnym).

po przejściu do granicy, dla  $\Delta x = 0$ , otrzymamy:

$$\frac{d\bar{U}_x}{dx} = \bar{J}_x \bar{r}, \quad \frac{d\bar{J}_x}{dx} = \bar{U}_x \bar{s}$$

po zróżniczkowaniu obu równań według  $x$  i przekształceniu, otrzymamy:

$$\frac{d^2 \bar{U}_x}{dx^2} = \bar{U}_x \bar{r} \bar{s} = k^2 \bar{U}_x \dots \dots \dots (12)$$

$$\frac{d^2 \bar{J}_x}{dx^2} = \bar{J}_x \bar{r} \bar{s} = k^2 \bar{J}_x \dots \dots \dots (13)$$

są to równania różniczkowe przewodów w formie wektorjalnej, linijowe, drugiego rzędu. Całki ogólne tych równań, stanowiące ogólne rozwiązanie, składają się z dwu całek szczególnych, z których każda zawiera dowolną stałą całkowania:

$$\bar{U}_x = \bar{A} e^{kx} + \bar{B} e^{-kx} = \bar{U}_1 + \bar{U}_2 \dots \dots \dots (14)$$

$$\bar{J}_x = \frac{k}{r} (\bar{A} e^{kx} - \bar{B} e^{-kx}) = \bar{J}_1 - \bar{J}_2 \dots \dots (15)$$

Są to równania przewodów w najogólniejszej formie.

Szczególne rozwiązania w równ. 14 i 15 nazwiemy napięciami i prądami częściowymi.

Stosunek:

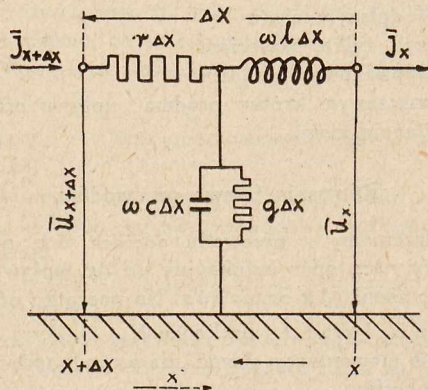
$$\frac{\bar{U}_1}{\bar{J}_1} = \frac{r}{k} = \bar{Z}, \quad \frac{\bar{U}_2}{\bar{J}_2} = -\frac{r}{k} = -\bar{Z} \dots (16)$$

Ponieważ  $\bar{Z}$ , jak widać z równania 16), ma wymiar oporu, nazwiemy go wektorowym albo zespolonym oporem falowym przewodu. Pozatem widzimy także, że stosunek napięć częściowych do odpowiadającym im prądów częściowych jest na całej długości przewodu stały i wynosi  $\pm \bar{Z}$ , odnosi się to zarówno do wielkości, jak też i do kształtu krzywych czasowego przebiegu napięć i prądów częściowych.

Spółczynnik  $\bar{k}$ , który nazwiemy stałą rozchodzenia się fal, jest w myśl definicji  $\bar{k} = \pm \sqrt{r s} = \pm \sqrt{(r+i\omega l)(g+i\omega c)}$  wielkością wektorową, przedstawimy go więc w postaci liczby zespolonej:

$$\bar{k} = \pm (\alpha + i\beta) \dots (17)$$

Ponieważ długie linie dalekonośne budują się tylko jako napowietrzne, linie kablowe wysokiego napięcia nie przekraczają zwyczajnie 100 km, a przy tej długości użyteczność izolacji nie odgrywa jeszcze zbyt wielkiej roli i z popełnieniem



Rys. 4.

pewnego małego błędu może być pominięta; nie będziemy więc już dalej jej uwzględniać. Natomiast przy długich kablach telefonicznych pominięcie użyteczności izolacji byłoby niedopuszczalne, temi liniami jednak nie będziemy się zajmować, ograniczając się tylko do linii dalekonośnych wysokiego napięcia. Pomijając  $g$ , otrzymamy warunki na wyznaczenie  $\alpha$  i  $\beta$ :

$$\alpha^2 - \beta^2 = -\omega^2 l c, \quad 2\alpha\beta = \omega r c$$

stąd wyliczamy:

$$\alpha = \pm \omega \sqrt{l c} \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \sqrt{1 + \rho^2} - 1 \right\}}$$

$$\beta = \pm \omega \sqrt{l c} \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ \sqrt{1 + \rho^2} + 1 \right\}}$$

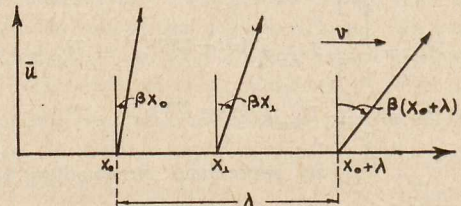
gdzie  $\rho = \frac{r}{\omega l}$  nazywa się stosunkiem oporowym. Stosunek ten jest zwyczajnie dla linii napowietrznych mniejszy, niż 1,

już np. przy napięciu 100 kV wynosi 0,5 i następnie szybko maleje z rosnącym napięciem, (tabelka 2). Pod tym założeniem, że  $\rho < 1$ , rozwijamy według dwumianu wyrażenie  $\sqrt{1 + \rho^2}$  i dostajemy szereg szybko zbieżny, z którego bierzemy tylko dwa wyrazy, gdyż trzeci jest już bardzo mały, poczem otrzymamy ostatecznie:

$$\alpha = \pm \omega \sqrt{l c} \frac{r}{2\omega l}$$

$$\beta = \pm \omega \sqrt{l c} \left( 1 + \frac{1}{8} \rho^2 \right)$$

$\alpha$  jako część rzeczywista równ. 17) oznacza współczynnik tłumienia,  $\beta$  jako część urojona tego równania oznacza współczynnik kątowy w mierze łukowej, przedstawia więc kąt przesunięcia fazy na jednostkę długości, przy posuwaniu się perjodycznie zmiennej fali napięcia i prądu wzdłuż przewodu. Prędkość  $v'$  rozchodzenia się przebiegów elektrycznych po przewodzie, jak też i w przestrzeni, jest wielkością skończoną, rzędu prędkości światła. Jeżeli więc na początek linii o długości  $a$  nałożymy jakieś napięcie, wówczas posuwa się ono z prędkością, zbliżoną do prędkości światła po linii i osiąga końca linii po upływie czasu  $t = \frac{a}{v'}$ , przesunięcie fazowe względem początku linii wynosi  $\beta a$ . Jeżeli napięcie to ma przebieg czasowy, perjodycznie zmienny, wtedy faza jego względem początku linii przesuwa się przy posuwaniu wzdłuż linii o kąt łukowy  $\beta x$ , albo gdy wyobrażamy sobie to napięcie w postaci wektora, wirującego z prędkością kątową  $\omega$ , wtedy wektor ten przy posuwaniu się wzdłuż przewodu obraca się jeszcze o kąt  $\beta x$ , (rys. 5).



Rys. 5.

Wielkości, wyrażone wzorami 20), 21), 22), 24) i 25) zawierają czynniki zależne od częstotliwości, jak stosunek oporowy  $\rho$  i opór omowy  $r$ . Wynika stąd, że współczynniki: tłumienia, kątowy, zniekształcenia oraz rzeczywisty opór falowy zależą również od częstotliwości prądu zmiennego, wszystkie zwiększają się z rosnącą częstotliwością. Wpływ tej zależności uwydatnia się szczególnie przy przebiegach złożonych z szeregu harmonicznych o różnych częstotliwościach. Przy posuwaniu się takiej złożonej fali elektrycznej po przewodzie, wyższe częstotliwości są silniej tłumione niż niższe, współczynnik zniekształcenia, opór falowy i prędkość posuwania się fal składowych o wyższych częstotliwościach są większe niż dla niższych częstotliwości, wskutek czego kształt fali zmienia się wzdłuż jej drogi, ostre krawędzie i stromości zostają złągłdzone, fala się wydłuża, w ogólności obecność oporu omowego powoduje zniekształcenie fal złożonych. Jest to

Tabela 2.

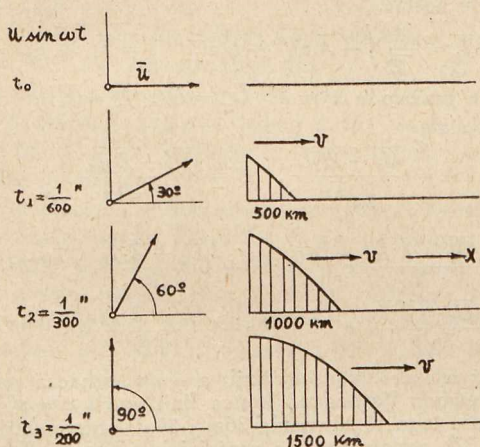
$U_{2m}$ kV	$q$ mm <sup>2</sup>	$P_{ns}$ kVA	$\frac{r}{l}$ $\rho$	$\alpha$ $\times 10^{-3}$	$\beta$ $\times 10^{-3}$	$\sqrt{\frac{l}{c}}$ $\frac{Z_0}{\Omega}$	$\sqrt[4]{1 + \rho^2}$	$\zeta = \frac{1}{2} \text{arc tg } \rho$	$\bar{Z} = Z \sqrt{1 + \rho^2} e^{-i\zeta}$ $\Omega$
60	30 ●	7 120	1,48	0,652	1,234	380	1,332	0,488	506 $e^{-27^\circ 59' 25''}$
100	90 ●	25 000	0,50	0,256	1,078		1,057	0,232	402 $e^{-13^\circ 17' 35''}$
150	200 ●	58 600	0,22	0,109	1,052		1,01	0,108	384 $e^{-6^\circ 13'}$
200	185 ○	104 000	0,24	0,119	1,053		1,012	0,118	385 $e^{-6^\circ 46'}$
300	320 ○	235 000	0,14	0,074	1,049		1,003	0,07	382 $e^{-4^\circ 30'}$
400	520 ○	422 000	0,08	0,00	1,046		1,00	0,043	380 $e^{-2^\circ 27' 49''}$

szczególnie nieprzyjemne i sprawia ogromne trudności przy długich kablach telefonicznych, posiadających duże tłumienie.

W każdym periodycznie zmiennym przebiegu czasowym, wartości chwilowe o tej samej fazie, np. miejsca zerowe na przejściu z wartości ujemnych w dodatnie, maxima albo minima powtarzają się co pewien okres czasu  $T$ , zwany okresem drgań, ilość tych okresów w czasie jednej sekundy nazywamy częstotliwością drgań  $\nu$ , stąd pochodzi zależność:

$\nu = \frac{1}{T}$ ,  $T = \frac{1}{\nu}$ . W matematycznym ujęciu przebiegów periodycznie zmiennych, przy pomocy harmonicznych funkcji goniometrycznych, okres drgań w mierze łukowej wynosi  $2\pi$ , czas jednej sekundy w mierze łukowej wynosi  $2\pi\nu$ , (gdyż w myśl wyżej podanej zależności  $1'' = \nu T = 2\pi\nu$ ), czyli w ogólności czas w mierze łukowej wyraża się przez  $2\pi\nu t = \omega t$ , gdzie czas  $\omega = 2\pi\nu$  oznaczające ilość okresów łukowych na sekundę, wyrażamy częstotliwość łukową;  $t$  oznacza czas w sekundach.

Jeżeli więc nakładamy na początek długiego przewodu periodycznie zmienny przebieg czasowy np. napięcie  $\bar{U} = U_0 \sin \omega t$ , (rys. 6) przez przyłączenie np. początku prze-



Rys. 6.

wodu do generatora prądu zmiennego, wtedy napięcie to posuwa się po przewodzie z prędkością  $v'$ . W ten sposób czasowy przebieg napięcia, powstający w generatorze, rozciąga się na przewodzie w przebieg falowy o wymiarze liniowym, i różni się tem tylko od fal przestrzennych, że posiada drogę określoną przez przewód, podczas gdy fale przestrzenne rozchodzą się w przestrzeni we wszystkich kierunkach. Odnosi się to do wszystkich przebiegów elektrycznych, periodycznych i aperiodycznych. Czasowemu okresowi  $T$ , albo łukowemu  $2\pi$ , odpowiada na przewodzie okres w mierze długości, — długość fali  $\lambda$ , czyli droga jaką fala przebywa po przewodzie z prędkością  $v'$  w czasie jednego okresu

$$T = \frac{1}{\nu}$$

Stąd wynika:

$$\lambda = v' T = \frac{v'}{\nu}, \text{ albo też } \lambda = 2\pi \frac{v'}{\omega} \dots (17)$$

Po tem krótkim wyjaśnieniu wracamy do współczynnika  $\beta$ . Jeżeli w pewnej długości linii  $x_0$  przesunięcie fazowe wynosi  $\beta x_0$  wtedy po posunięciu się fali napięcia albo prądu o jej długość  $\lambda$ , przesunięcie kątowe wzrośnie o  $2\pi$ , czyli:

$$\beta(x_0 + \lambda) = \beta x_0 + 2\pi$$

stąd:  $\lambda = \frac{2\pi}{\beta}$ , po porównaniu z wz. (23), wynika:

$$\beta = \frac{\omega}{v'} \dots (18)$$

zaś:

$$v' = \frac{\omega}{\beta} = \pm \frac{1}{\sqrt{lc}} \left(1 - \frac{1}{8} \rho^2\right)$$

Dla przewodu bez strat, czyli dla  $r = 0$ ,  $\rho = 0$ ,

$$v' = \pm \frac{1}{\sqrt{lc}} = \pm v \dots (19)$$

gdzie  $v$  jest prędkością światła<sup>3)</sup>. Na przewodzie bez strat prędkość rozchodzenia się fal elektrycznych równa jest prędkości światła.

Uwzględniając wzory 18) i 19) otrzymamy:

$$\alpha = \pm \frac{\omega}{v} \frac{r}{2\omega l} \dots (20)$$

$$\beta = \pm \frac{\omega}{v'} = \pm \frac{\omega}{v} \left(1 + \frac{1}{8} \rho^2\right) \dots (21)$$

$$v' = \pm v \left(1 - \frac{1}{8} \rho^2\right) \dots (22)$$

Zajmiemy się teraz bliższym określeniem oporu falowego  $\bar{Z}$ .

W myśl wzorów 16)

$$\bar{Z} = \frac{\bar{r}}{\bar{k}} = \pm \frac{\bar{r}}{\sqrt{\bar{r} \cdot \bar{s}}} = \pm \sqrt{\frac{\bar{r}}{\bar{s}}} = \pm \sqrt{\frac{r + i\omega l}{i\omega c}}$$

uwzględniając, że:

$$r + i\omega l = \sqrt{r^2 + \omega^2 l^2} e^{i\gamma}, \text{ gdzie } \gamma = \arctang \frac{\omega l}{r}$$

$$i\omega c = \omega c e^{i\frac{\pi}{2}}$$

$$\frac{r}{\omega l} = \rho, \sqrt{1 + \rho^2} \approx 1 + \frac{1}{4} \rho^2$$

oraz wstawiając:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{l}{c}} \dots (23)$$

otrzymamy:

$$\bar{Z} = Z_0 \left(1 + \frac{1}{4} \rho^2\right) e^{-i\zeta} = Z e^{-i\zeta} \dots (24)$$

gdzie:

$$\zeta = \frac{1}{2} \arctang \rho \dots (25)$$

$Z_0$  nazywamy oporem falowym przewodu bez strat, zaś kąt  $\zeta$  współczynnikiem zniekształcenia.

Wprowadzając wzór 23) do równania 20), otrzymamy:

$$\alpha = \pm \frac{r}{2Z_0} \dots (26)$$

wyrażamy więc współczynnik tłumienia w postaci stosunku oporu omowego do podwójnego falowego.

Z wzorów 17), 19), 21) i 22) widzimy, że zależnie od dodatniego albo ujemnego znaku  $\bar{k}$ , współczynnik kątowy  $\beta$  i zależna od niego prędkość  $v'$  posiada dodatni albo ujemny znak, czyli  $v'$  posiada dwa przeciwnie sobie kierunki. Również napięcia i prądy częściowe  $\bar{U}_1$  i  $\bar{J}_1$  przenoszą się po

<sup>3)</sup> W ogólności prędkość światła w ośrodku izolacyjnym o stałej dielektrycznej  $\epsilon$  i przenikliwości magnetycznej  $\mu$  wyraża się wzorem  $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}$ , gdzie  $c =$  stała elektromagne-

tyczna oznacza prędkość światła w próżni  $= 2,998^5 \cdot 10^{10}$  cm  $\text{sec}^{-1} \approx 3 \cdot 10^{10}$  cm/sec. Współczynnik przenikliwości  $\mu$  jest dla ciał paramagnetycznych większy od 1, dla diamagnetycznych mniejszy jak 1, naogół jednak z wyjątkiem ciał ferromagnetycznych mało różni się od 1. Stała dielektryczna  $\epsilon$  jest zawsze większa niż 1. Ponieważ dla powietrza wynosi zaledwie 1,0006, więc prędkość światła w powietrzu jest mało mniejsza niż w próżni, stąd też prędkość rozchodzenia się fal elektrycznych na przewodach napowietrznych zbliża się do prędkości światła w powietrzu. Izolacja papierowa w kablach posiada stałą dielektryczną około 4, prędkość światła w ośrodku o stałej dielektrycznej 4 jest o połowę mniejsza niż w powietrzu, wobec czego prędkość rozchodzenia się fal elektrycznych wynosi około 150 000 km/sec.

przewodzie przeciw napięciom i prądom  $\bar{U}_2$  i  $\bar{J}_2$ , w każdym więc miejscu przewodu mamy płynące przeciw sobie 2 fale napięcia i tak samo 2 fale prądu.

Należy teraz oznaczyć fale napięcia i prądu strzałkami kierunkowymi, czyli określić kierunki ich ruchu po przewodzie. Fala płynąc po przewodzie podlega tłumieniu określonemu współczynnikiem  $\alpha$  i opóźnieniu czasowemu, określonemu współczynnikiem  $\beta$ . Tłumienie spowodowane obecnością oporu omowego w przewodzie, uwidacznia się zmniejszaniem zgodnie płynących fal napięcia i prądu (gdyż są one do siebie na całej długości ściśle proporcjonalne) w kierunku ich ruchu po przewodzie. Wynika stąd ujemny znak dla  $\alpha$ , opóźnienie czasowe pociąga za sobą ujemny znak dla  $\beta$ , czyli razem, ujemny znak dla  $\bar{k}$ .

Widzimy więc, że fale o ujemnym współczynniku  $\bar{k}$  płyną w stronę rosnącego  $x$ , czyli od końca przewodu do początku, przyłączonego do stacji zasilającej, natomiast fale z dodatnim współczynnikiem  $\bar{k}$ , płyną w stronę przeciwną, od początku do końca przewodu, to jest do stacji odbiorczej.

Przyjmując jako punkt odniesienia stację zasilającą (w ogólności punkt zasilający), oznaczmy fale odpływające od punktu zasilającego falami odpływowymi i odróżnimy je indeksem  $o$ , fale wracające do punktu zasilającego falami powrotnymi z indeksem  $p$ .

Wynika więc z tego, że:

$$\bar{U}_1, \bar{J}_1 = \bar{U}_0, \bar{J}_0, \quad \bar{U}_2, \bar{J}_2 = \bar{U}_p, \bar{J}_p \dots (27)$$

Przystąpimy teraz na podstawie przyjętych warunków końcowych do wyznaczenia stałych  $A$  i  $B$  równań 14) i 15). Najwygodniejsze będzie przyjęcie napięcia i prądu na końcu przewodu, przy stacji odbiorczej, czyli: dla  $x = 0$ ,  $\bar{U}_x = \bar{U}_2$ ,  $\bar{J}_x = \bar{J}_2$ , (znakami 1 i 2 oznaczać będziemy teraz napięcia i prądy na początku i na końcu przewodu). Po wstawieniu tych założeń w równ. 14) i 15) oraz uwzględnieniu stosunku 16) otrzymamy warunki dla stałych całkowania:

$$\bar{A} + \bar{B} = \bar{U}_2, \quad \bar{A} - \bar{B} = \bar{Z} \bar{J}_2,$$

wynika stąd:

$$\bar{A} = \frac{\bar{U}_2 + \bar{Z} \bar{J}_2}{2} \dots (28)$$

$$\bar{B} = \frac{\bar{U}_2 - \bar{Z} \bar{J}_2}{2} \dots (29)$$

$$\bar{U}_x = \bar{U}_0 + \bar{U}_p = \frac{\bar{U}_2 + \bar{Z} \bar{J}_2}{2} e^{\bar{k}x} + \frac{\bar{U}_2 - \bar{Z} \bar{J}_2}{2} e^{-\bar{k}x} \dots (30)$$

$$\bar{J}_x = \bar{J}_0 + \bar{J}_p = \frac{\bar{U}_2 + \bar{Z} \bar{J}_2}{2 \bar{Z}} e^{\bar{k}x} - \frac{\bar{U}_2 - \bar{Z} \bar{J}_2}{2 \bar{Z}} e^{-\bar{k}x} \dots (31^4)$$

Z tych równań widać, że rozkład napięcia i prądu na przewodzie wyraża się sumą odpływowych i powrotnych fal napięcia i prądu. W ogólności również każdy przebieg napięcia i prądu na przewodach da się przedstawić przez dwie przeciwpłynące, odpływowe i powrotne fale napięcia i prądu. Twierdzenie to jest ważne nie tylko dla perjodycznych, lecz również dla aperiodycznych przebiegów napięcia i prądu, (co da się łatwo wyprowadzić z ogólnego t. zw. telegraficznego równania przewodów).

<sup>4)</sup> Do takich samych równań (30) i (31) dojdziemy, licząc długość przewodu  $x'$  od początku linii. Wzór (15) przyjmie wtedy postać:

$$\bar{J}_x = \frac{1}{\bar{Z}} \left( -\bar{A} e^{\bar{k}x} + \bar{B} e^{-\bar{k}x} \right) = \bar{J}_{x1} + \bar{J}_{x2} \dots (15a)$$

dla końca przewodu  $x' = a$ ,  $\bar{U}_x = \bar{U}_2$ ,  $\bar{J}_x = \bar{J}_2$ ,

wypadną stałe:

$$\bar{A} = \frac{\bar{U}_2 - \bar{Z} \bar{J}_2}{2 e^{\bar{k}a}}, \quad \bar{B} = \frac{\bar{U}_2 + \bar{Z} \bar{J}_2}{2 e^{-\bar{k}a}} \dots (28a), (29a)$$

oraz

$$\bar{U}_x = \frac{\bar{U}_2 - \bar{Z} \bar{J}_2}{2} e^{-\bar{k}(a-x')} + \frac{\bar{U}_2 + \bar{Z} \bar{J}_2}{2} e^{\bar{k}(a-x')} \dots (30a)$$

$$\bar{J}_x = -\frac{\bar{U}_2 - \bar{Z} \bar{J}_2}{2 \bar{Z}} e^{-\bar{k}(a-x')} + \frac{\bar{U}_2 + \bar{Z} \bar{J}_2}{2 \bar{Z}} e^{\bar{k}(a-x')} \dots (31a)$$

ponieważ  $a$  jest długością linii, a  $-x'$  oznacza więc długość przewodu liczoną od końca linii, czyli:  $a - x' = x$ . Po wstawieniu tego w równania 36a) i 37a), otrzymamy równania 36) i 37), widać stąd, że prościej jest liczyć odległość od końca linii. (Dok. nast.)

## STAN IZOLACJI SIECI OD ZIEMI IZOLOWANYCH.

Inż. B. Szapiro.

621.316.1 : 621.316.99

W rozprawce p. t. „Uziemienie przewodu zerowego w urządzeniach elektrycznych niskiego napięcia” usiłowałem na podstawie rozważań teoretycznych oraz obserwacji, poczynionych w instalacjach elektrycznych, dowieść, że sieci niskiego napięcia, całkowicie izolowane od ziemi, — zarówno sieci trójprzewodowe, jak i czteroprzewodowe z izolowanym przewodem zerowym, — w rzeczywistości posiadają zwarcia z ziemią o mniejszym lub większym względem ziemi oporze. Wreszcie doszedłem do wniosku, że „zaniechanie uziemienia punktu zerowego nie tylko nie wzmacnia bezpieczeństwa urządzenia elektrycznego, lecz nieraz, powiększając napięcie dotyku, większe może spowodować niebezpieczeństwo”. Inż. Tittenbrun w artykule „Stan izolacji sieci a prawdopodobieństwo porażenia” (P. E. 1933, str. 640), powołując się na moje wywody, ustalił w sposób oryginalny i ciekawy stopień prawdopodobieństwa porażenia w zależności od wielkości oporu izolacji t. zw. „sieci izolowanych”.

Pragnę obecnie poprzeć swoje wywody poprzednie wynikami licznych pomiarów, dokonanych w różnych okolicznościach.

### Sieć elektryczna miejska Pragi Czeskiej.

Jaroslav Svoboda, kierownik działu mierniczego elektrowni czeskich, podaje w swej broszurze \*) rezultaty kontroli stanu izolacji sieci praskiej. W Pradze czeskiej istnieje w śródmieściu sieć trójfazowa o napięciu  $3 \times 120$  V, a punkt zerowy stacji transformatorowych nie jest uziemiony. Gdyby izolacja sieci była doskonała, to wobec istnienia rozległej sieci kablowej podziemnej o dużej pojemności napięcie każdej fazy względem ziemi wynosiłoby  $\sqrt{120} = 70$  V. Z chwila, gdy na jednej z faz nastąpi całkowite zwarcie z ziemią, napięcie tej fazy względem ziemi spadnie do zera, gdy napięcie względem ziemi obu pozostałych faz podniesie się do 120 V.

Personel elektrowni kontroluje perjodycznie stan izolacji sieci, mierząc na stacjach transformatorowych napięcie pomiędzy fazami a ziemią (rurą wodociągową). Przytem w czasie pomiarów sieć wtórną rozdziela się tak, by

\*) Úrazy Elektrickým Proudem a Ochrana Proti Nebezpečnému dotyku v Soukromých Instalacích.

każda stacja transformatorowa zasilala swój odrębny obszar. Gdy ujawnia się istnienie zwarcia z ziemią, wyłącza się poszczególne kable lub instalacje prywatne celem ustalenia miejsca zwarcia i usunięcia uszkodzeń.

Inż. Svoboda podaje, niestety, wyniki jednorazowego tylko pomiaru izolacji sieci w części wewnętrznej miasta, gdzie napięcie wynosi  $3 \times 120$  V, nie podaje zaś ani pomiarów za jakiś dłuższy okres czasu, ani pomiarów na krańcach miasta, gdzie napięcie wynosi  $3 \times 220$  V przy izolowanym punkcie zerowym oraz 380/220 V przy uziemionym przewodzie zerowym, chociaż stan izolacji sieci izolowanej o napięciu  $3 \times 220$  V jest niezawodnie gorszy, niż sieci o napięciu  $3 \times 120$  V.

Pomiary w części miasta Praga II, odnoszące się do 25 stacji transformatorowych, wykazały co następuje:

Napięcia międzyprzewodowe wynosiły w tych stacjach — 121 do 136 V.

W żadnej z 25 stacji nie było jednakowego napięcia 3 faz względem ziemi.

W 4 stacjach napięcie jednej z faz względem ziemi wynosiło — 0 do 5 V, gdy napięcie 2 pozostałych faz względem ziemi dochodziło do pełnego prawie napięcia międzyprzewodowego.

W 1 stacji napięcie jednej z faz względem ziemi wynosiło — 15 V, a 2 pozostałych faz — 130 i 111 V przy napięciu międzyprzewodowym 134 V.

W 5 stacjach napięcie jednej z faz względem ziemi wynosiło 18 — 25 V, napięcie zaś pozostałych faz względem ziemi — 109 do 124 V.

W 14 stacjach o napięciu międzyprzewodowym 126—136 V w części miasta Praga I i V nie zauważono wprawdzie w czasie wykonywania pomiarów ani jednego wypadku całkowitego zwarcia fazy z ziemią, jednakże tylko na jednej stacji napięcia poszczególnych faz względem ziemi były mniejsze, niż 100 V, wynosząc kolejno 99, 30, 94 V (przy napięciu międzyprzewodowym 130 V). We wszystkich pozostałych stacjach znajdowano fazę, której napięcie względem ziemi wynosiło 100 — 108 V.

Autor broszury stwierdza, że „rozległe sieci (sieci izolowane, bez uziemionego zera) mają zawsze pewne zwarcie z ziemią, którego nie można się ustrzec nawet wtedy, gdy opór izolacji odpowiada obowiązującym przepisom... W sieci Pragi wewnętrznej są obszary, gdzie, — jeżeli uziemimy jedną fazę, — przejdzie (przez to uziemienie) do ziemi w jednym miejscu prąd o natężeniu 0,5 A, zaś gdzieindziej — 20, 30 i nawet więcej amperów, pomimo jednakowego oporu ziemnego połączonej z ziemią (celem kontroli) fazy. Zjawiska te mogą ulec zmianie w ciągu dnia i nocy zależnie od zmian w połączeniach odbiorców oraz w sieci”.

### Sieć elektryczna zakładu przemysłowego.

Więcej materiału faktycznego mogę pod tym względem przytoczyć z wielkiego zakładu przemysłowego, gdzie regularnie raz na tydzień odbywa się kontrola izolacji we wszystkich stacjach transformatorowych. Znajdują się tam 3 stacje o napięciu  $3 \times 220$  V, zasilające 3 odrębne sieci, całkowicie od ziemi izolowane (bez przewodu zerowego), oraz 8 stacji o napięciu 380/220 V, w których przeprowadzone jest uziemienie punktu zerowego podług opisanej przezemnie we wspomnianej rozprawce metody (z wyłącznikiem kontrolnym do odłączania uziemienia punktu zerowego celem kontroli). Stacje 1 i 3 posiadają moc 320 kVA każda, a stacja 2 — 640 kVA. Posiadam dane z 52 przeprowadzonych pomiarów w okresie ok. jednego roku.

W 3 powyższych sieciach, izolowanych od ziemi, mierzone przy każdej kontroli: 1) napięcie międzyprzewo-

we, 2) napięcie poszczególnych faz względem ziemi (rury wodociągowej) oraz 3) prąd, przechodzący przez opisany przezemnie opornik o oporze ok. 23  $\Omega$  (rys. 7 wspomnianej rozprawki) po przyłączeniu jednego bieguna opornika do fazy a drugiego do ziemi.

Przytoczę typowe rezultaty kilku pomiarów, przyczem zauważę, że stacja 2 zasilala pomieszczenia zupełnie suche, stacja 1 — przeważnie pomieszczenia wilgotne, częściowo o wyziwach żrących, a stacja 3 zasilala przeważnie mieszkalnia i biura, częściowo tylko pomieszczenia wilgotne.

Data pomiaru	Nr. stacji transf.	Napięcie międzyprzew. V	Faza R		Faza S		Faza T	
			Prąd jak sub 3 A	Napięcie do ziemi V	Prąd jak sub 3 A	Napięcie do ziemi V	Prąd jak sub 3 A	Napięcie do ziemi V
1) 6. VI. 33	1	236	0	103	0	105	0	124
	2	227	0	114	0	120	0	122
	3	236	0	145	0	113	0	120
2) 20. VI. 33	1	240	2	230	4	230	0	0
	2	230	0	100	0	100	0	90
	3	240	0	110	0	115	0	130
3) 27. XI. 33	1	233	0	115	0	113	0	105
	3	221	0	120	0	123	0	112
	3	234	0	194	0	73	0	145
4) 8. I. 34	1	232	0	106	0	116	0	106
	2	220	8,7	218	8,7	218	0	0
	3	230	0	120	0	140	0	123

Przy pomiarze 1) stan izolacji 3 sieci, zasilanych z 3 stacji transformatorowych, jest naogół dobry: przez przyłączany kolejno do 3 faz i ziemię opornik o oporze ok. 23  $\Omega$  żaden widoczny prąd nie przepływa (choćby iskry są widoczne), a różnice napięć względem ziemi poszczególnych faz nie są zbyt wielkie, chociaż w stacji 3 napięcie fazy R względem ziemi wynosi już 145 V. Przy pomiarze 2) fazy R i S na stacji 1 mają pełne napięcie międzyprzewodowe względem ziemi, gdy faza T ma zwarcie z ziemią. Zwarcie to nie jest jednak pełne, gdyż przez nasz opornik nie przechodzi prąd ok. 10 A, lecz tylko 2 i 4 A. Na stacji 2 i 3 izolacja jest dobra, gdyż napięcie względem ziemi wszystkich faz nie dosięga napięcia fazowego. Pomiar ten odbył się w porze letniej, kiedy stan izolacji zawsze jest lepszy, sieć zaś tych stacji, choć dość rozległa, jest napowietrzna, czyli posiada niewielką pojemność. Przy pomiarze 3) nie otrzymujemy wprawdzie prądów do ziemi przez opornik, ale różnica napięć między fazami stacji 3 jest duża (194, 73, 145 V), świadcząc o znacznych wadach izolacji. Przy pomiarze 4) mamy już pełne zwarcie fazy T na stacji 2, a prąd z 2 pozostałych faz przez opornik do ziemi jest prawie pełny.

Wogóle przy wykonanych 52 pomiarach tygodniowych na 3 powyższych stacjach skonstatowano:

4 pełne zwarcia z ziemią jednej fazy na stacji 1  
 3 " " " " " " " " 2  
 3 " " " " " " " " 3  
 3 " " " " " " " " 3  
 5 wypadków, gdy napięcie jednej z faz było równe lub większe niż 150 V względem ziemi na stacji 1.  
 5 takich samych wypadków na stacji 3.

Zatem 13% wszystkich pomiarów wykazały zły albo bardzo zły stan izolacji tych sieci „izolowanych”, a napięcie względem ziemi było znacznie większe od napięcia fazowego pomimo, że instalacja podlega stałej kontroli

a powstające błędy są natychmiast wynajdywane i usuwane. Jak było do przewidzenia, najmniej uszkodzeń zdarzało się w miesiącach letnich.

Porównajmy z powyższym wyniki pomiarów na 8 stacjach o napięciu 380/220 V z uziemionym punktem zerowym i konsekwentnie przeprowadzonym uziemieniem korpusów maszyn i przyrządów na sieci.

Nr. stacji	Moc stacji kVA	Napięcie fazowe V	Napięcie względem ziemi			Przez stację transformatorową zasilane są:
			fazy R	S	T	
1	640	220	206	215	220	Kotłownia, elektrownia, pomieszczenia o wyziewach żrących Pomieszczenia o wyziewach żrących Pomieszczenia suche, częściowo wilgoć i wyziewy żrące Pomieszczenia suche, częściowo wyziewy żrące. Pomieszczenia suche Przeważnie pomieszczenia suche Pomieszczenia wilgotne, o wyziewach żrących Pomieszczenia wilgotne, wyziewy żrące
2	640	220	215	218	222	
3	320	220	210	215	220	
4	320	223	221	217	210	
5	100	223	195	204	197	
6	320	222	221	216	212	
7	320	222	217	219	221	
8	320	225	180	184	180	

Przewody główne, odchodzące od wszystkich stacji — prócz stacji 5 — są to kable ziemne o znacznej pojemności. Sieć stacji 8 nie jest jeszcze całkowicie rozbudowana, a obciążenie jej jest niepełne, wskutek czego przy dobrym stanie izolacji sieci napięcia poszczególnych faz względem ziemi są mniejsze przy wszystkich pomiarach od napięcia fazowego i niewiele więcej jednakowe dla 3 faz.

Przy wszystkich pomiarach (w sumie  $8 \times 52 = 416$  pomiarów) tylko 4 razy prąd przechodził przez wspomniany opornik, przyłączony do fazy i ziemi (pomimo odłączenia punktu zerowego od ziemi): 3 razy natężenie tego prądu wynosiło 8,5 — 8,9 A i wynikało ze zwarcia z ziemią na przewodzie zerowym w jakichś odbiornikach, a jeden tylko raz natężenie prądu doszło do 15 A, wynikając ze zwarcia fazy z ziemią we wtyczce trzybiegunowej. Różnice napięć względem ziemi pomiędzy poszczególnymi fazami, dochodzące w powyższych 3 sieciach izolowanych do pełnego napięcia międzyprzewodowego, wynosiły w badanych 8 sieciach uziemionych zaledwie parę procent, a tylko w 4 wypadkach doszły do 20 — 23 V, czyli do 10%, a raz jeden do 38 V, a to pomimo, że sieci te znajdują się przeważnie w pomieszczeniach wilgotnych i zapełnionych wyziewami żrącymi.

Z powyższego zestawienia wyższość sieci uziemionych nad t. zw. sieciami izolowanymi uwydatnia się wyraźnie, zarówno co do ilości następujących w ciągu roku zwarć z ziemią, jak i co do stabilizacji potencjału punktu zerowego sieci. Oczywiście mała ilość stwierdzonych przy pomiarach uszkodzeń izolacji w sieciach z uziemionym punktem zerowym uwarunkowana jest konsekwentnie przeprowadzonym systemem uziemień i stałą kontrolą stanu sieci za pomocą opisanych wyłączników kontrolnych. W tych warunkach okazuje się, że sieć o wyższym napięciu 380/220 V jest w razie odpowiedniego uziemienia punktu zerowego i odbiorników o wiele bardziej pewna i bezpieczna, niż „izolowana” sieć o napięciu tylko  $3 \times 220$  V.

### Sieci elektryczne w podziemiach kopalń.

Nieprzyjemne warunki fizyczne oraz ciężka praca ludzi i maszyn w podziemiach kopalń narażają mocno na szwank izolację przewodów i odbiorników elektrycznych i powodują liczne wypadki porażenia. W wyborze zarządzeń ochronnych nakazana jest przeto szczególna rozważa. Tem tłumaczy się też obawa niektórych elektryków przed uziemieniem przewodu zerowego w podziemiach kopalń. Pragnąc zwalczyć uprzedzenia i zdobyć porównawczy materiał doświadczalny, zaproponowałem Komisji, opracowującej no-

W czasie raz na tydzień dokonywanej kontroli mierzono: napięcie fazowe, a po odłączeniu uziemienia punktu zerowego (za pomocą wyłącznika kontrolnego, w mojej rozprawce opisanego) mierzono napięcia względem ziemi poszczególnych faz oraz prądy, przechodzące do ziemi przez wspomniany opornik o oporze ok. 23  $\Omega$ . Podajemy typowy rezultat pomiaru z d. 2.10.33.:

we przepisy dla kopalń, poczynienie pomiarów izolacji w sieciach kopalnianych metodą powyżej opisaną.

Dzięki uprzejmości inż. K. Rychlika, kierownika działu elektrycznego Stow. Dozoru Kotłowego w Katowicach, otrzymałem garść materiałów, które zestawilem w następującej tabelce, gdzie analogicznie do pomiarów poprzednich na powierzchni podane są wyniki pomiarów izolacji dla 10 niewielkich sieci podziemnych naszego Zagłębia węglowego, zasilanych przez małe transformatory. Pierwszych 9 pomiarów dotyczą sieci izolowanych, ostatni zaś pomiar został wykonany w sieci z uziemionym punktem zerowym, przy czym na czas pomiaru uziemienie zostało odłączone.

Choć tabelka oparta jest na jednorazowych tylko pomiarach i dotyczy sieci o małych rozmiarach z drobną ilością odbiorników, widać jednakże, że zasadniczych różnic pomiędzy zjawiskami, zachodzącymi w instalacjach nadziemnych a podziemnych, niema. O ile wolno byłoby wyciągnąć wnioski z tak nielicznych obserwacji, możnaby, porównując pierwszych 9 pomiarów z pomiarem 10 na sieci z uziemionym punktem zerowym, znaleźć potwierdzenie tego, cośmy wynioskowali z całorocznych pomiarów w zakładzie przemysłowym, i stwierdzić znowu, że potencjał sieci o uziemionym punkcie zerowym jest bardziej ustabilizowany, a stan izolacji wydaje się lepszym, niż w sieciach „izolowanych”.

Najbardziej pouczające są wypadki 2 i 4: w sieci 4 o napięciu 110 V, uchodzącej za izolowaną, jedna z faz ma pełne zwarcie z ziemią, czyli sieć jest wbrew intencji uziemiona, w sieci zaś o napięciu międzyprzewodowym 220 V napięcia 2 faz względem ziemi znacznie przekraczają napięcie fazowe, a potencjał punktu zerowego jest kolejno 65 i 58 V (zamiast zera). W wypadku 2 potencjały względem ziemi poszczególnych faz wahają się od 21 do 65 V, a pomiar induktorem wykazuje niezwykle mały opór izolacji sieci ok. 2000  $\Omega$  pomimo drobnej mocy całej instalacji 7,5 kW. W wypadkach 1 i 3, sądząc z małej wielkości potencjału faz względem ziemi i małych różnic pomiędzy temi potencjałami oraz z tego, że potencjał punktu zerowego wynosi najwyżej 1 V, możnaby mniemać, że stan izolacji sieci jest doskonały. Pomiary induktorem wykazują jednak, że stan izolacji jest bardzo zły, gdyż opór izolacji spada do 5 000  $\Omega$ . Albowiem przy pomiarach napięcia faz względem ziemi otrzymamy jednakowe napięcia 3 faz zarówno w tym wypadku, gdy opory izolacji są bardzo duże, jak i przy bardzo małych oporach, o ile są niewiele więcej jednakowe dla 3 faz, wobec czego pomiary potencjału faz nie są jeszcze miarodajnym probierzem stanu izolacji. W zakładach, gdzie nie można wyłączać sieci z pod napięcia, niema zatem wcale



Nr.	Moc transformatora kVa	Napięcie międzyprz. V	Napięcie do ziemi				Opór izolacji mierzony induktorem $\Omega$	Transformator zasila:
			w V					
			fazy R	S	T	zera		
1	20	120	13	13	10	0	200 000 — transformator sam. 18 000 — cała sieć wraz z transf.	W suchej kopalni: 2 kołowr., pompe, 3 wiert., 5 żar., 500 m kabla ołowianego, 150 gum.
2	7,5	120	30 do 65	30— 50	21— 30		35 000 $\Omega$ transformator sam. 2 — 3 000 $\Omega$ cała sieć wraz z transformatorem	Częściowo—wilgoć: 2 kołowr., 4 wiert., 3 żar., 600 m kabla ołowianego, 200 m gumowego
3	10	120	25	35	31	1,0	20 000 $\Omega$ transformator sam. 5 000 $\Omega$ wraz z siecią	Wilgoć: 2 kołowr., 2 wiert., 200 m kabla ołowianego, 100 m gumowego
4	?	~ 110 220	0 170	118 180	115 80	65 58	Nie podano (Transformator zasila 2 sieci na 110 i 220 V)	2 — 3 went., 5 wier., żar.
5	?	500	360	360	360	0		
6	?	500	300	300	300	0		
7	?	500	0	0		0		1 koł., wen., pom., kable ołow.
8	?	110	10	10	10	10	Transformator zasila: 5 wier., 2 wen., 3 rynny, 3 lampy filarow, sieć kablową	
9	?	110	10	15	10	0	3 wier., 2 wen., 3 rynny, 4 lampy filarowe	
10	30	220	88 53 83 100	84 53 88 98	86 54 86 80	0	1 koł., 1 wen., 1 pompa, kilka lamp, sieć kablowa  (Pomiar wykonano w innym miejscu) (To samo, po odłączeniu silnika)	

możności prostej i łatwej kontroli stanu izolacji t. zw. sieci izolowanych. Sieć o uziemionym punkcie zerowym ma i pod tym — niemałoważnym — względem wyższość nad sieciami izolowanymi.

Zastanówmy się jeszcze nad 5, 6 i 7 wypadkiem, gdzie przy napięciu między przewodami 500 V otrzymujemy zupełnie jednakowe napięcia faz względem ziemi, a w wypadku 7 napięcia te są równe zeru pomimo pojemności nierozległej zresztą sieci kablowej. Świadczyłyby to o tak doskonałym stanie instalacji, jaki nawet na powierzchni rzadko się spotyka. Może być, że ze względu na wyższe napięcie użyto specjalnie dobrych materiałów i przyrządów, instalacja zaś jest starannie utrzymywana. W tych wypadkach jak i w wypadkach 8 i 9 nie dokonano pomiarów induktorem, nie wiadomo więc, jaki jest istotny stan sieci.

Reasumując, sędzę, że nawet ten szczupły materiał, dotyczący instalacji kopalnianych, który tu zanalizowaliśmy, pozwala wyciągnąć wniosek, że niema powodu traktowania tam urządzeń ochronnych odmiennie, niż w instalacjach naziemnych o ciężkich warunkach pracy urządzeń elektrycznych. Uziemienie punktu zerowego może tu i tam te same oddać usługi. Obawa, że przy uziemionem zerze pojawić się mogą prądy błądzące, jest o tyle nieuzasadniona, że, jak widzieliśmy, takie same prądy pojawiają się — zapewne nawet częściej — w sieciach „izolowanych”. Oczywiście, przeprowadzenie szeregu dalszych pomiarów w sieciach kopalnianych, na wzór tych, które podaliśmy dla zakładu przemysłowego na powierzchni, jest nader pożądane, a nawet konieczne celem rozproszenia wypowiedzianych tu i owdzie wątpliwości.

## WYŁĄCZNIKI WYSOKIEGO NAPIĘCIA I O DUŻEJ MOCY ODŁĄCZALNEJ.

Inż. T. Valeri.

Wg. odczytu z dn. 23.I.34 w S. E. P.

621.316.5.064.25

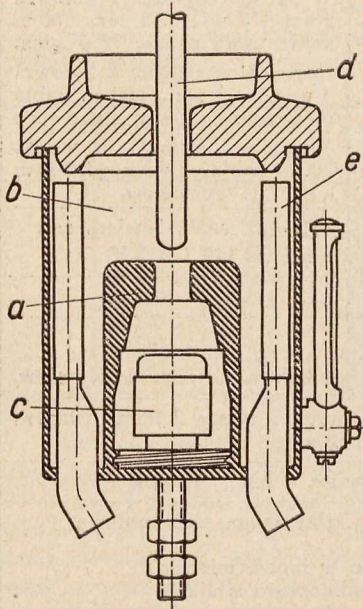
(Dokończenie).

**Wyłącznik ekspansyjny (wodny).** Dla przykładu będzie tu omówiony wyłącznik „Siemensa”. Zasadę działania wyłącznika najłatwiej wyjaśnia rys. 12, na którym pokazana jest schematycznie komora wyłącznika. Na rysunku widzimy kontakt stały „c” i ruchomy „d”. Kontakt stały znajduje się w tak zwanej komorze parowej, napełnionej wodą („a”). Komora parowa znajduje się w komorze kondensacyjnej „b”. Powstający przy rozłączeniu się kontaktów łuk powoduje wyparowanie części cieczy w komorze parowej. Przy opuszczeniu komory parowej przez kontakt ruchomy następuje gwałtowna ekspansja pary, co pociąga za sobą zgászenie łuku z przyczyn wyżej już opisanych. Ten typ komory może być stosowany do wyłączników, przy których ustalony prąd

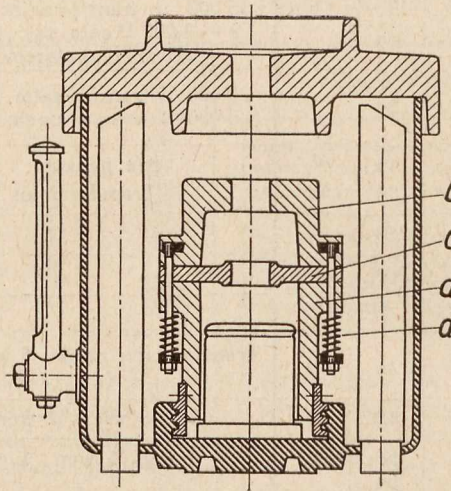
zwarcia nie przekracza ok. 20 000 A. Przy większych prądach powstawałoby w komorze parowej bardzo wielkie ciśnienie, które wymagałoby niezwykle mocnych komór. Z drugiej strony zbyt wielkie rozprężenie pary nie jest też bynajmniej korzystne dla gaszenia łuku. Kwestje powyższe były omówione obszernie w artykule inż. Kesslerlinga w „Przegl. El.” Nr. 16, rok 1932. Dlatego też stosuje się przy większych prądach zwarcia t. zw. elastyczną komorę, przedstawioną na rys. 13. Komora parowa składa się tu z trzech części „a”, „b”, i „c”, połączonych śrubami i dociskanych do siebie za pomocą sprężyn „d”. O ile ciśnienie przekroczy pewną określoną wartość, sprężyny zostają ściśnięte i między częściami komory parowej powstaje szczelina. Powoduje to natych-

miast gwałtowną ekspansję pary i zgaszenie łuku. Komora elastyczna nadaje się do największych w praktyce spotykanych mocy odłączalnych.

Przy wyższych napięciach używane są wielostopniowe

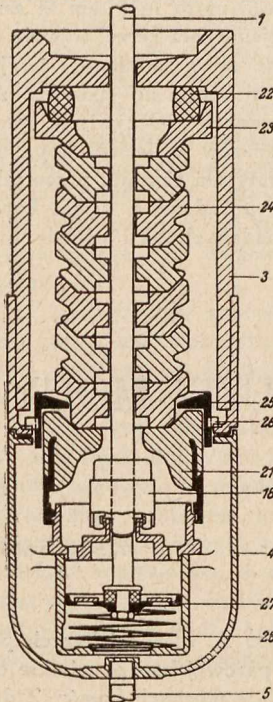


Rys. 12.



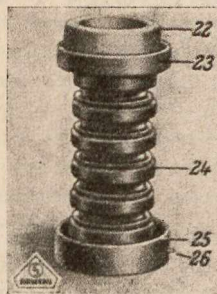
Rys. 13.

komory ekspansyjne, pozatem kontakty nie znajdują się stale w cieczy, lecz jest ona wtryskiwana do komory parowej w chwili włączania. Schematycznie komora taka jest przedstawiona na rys. 14. Widzimy tu wielostopniową komorę elastyczną, złożoną z całego szeregu elementów „24”, ściśniętych zapomocą umieszczonego u góry pierścienia gumowego „22” ogrywającego taką samą rolę, jak sprężyny na rys. 13. Działanie jest również identyczne z opisaniem przy rys. 13, tylko zamiast jednej między elementami „24” powstaje cały szereg szczelin. Kontakt stały „18” znajduje się w



Rys. 14.

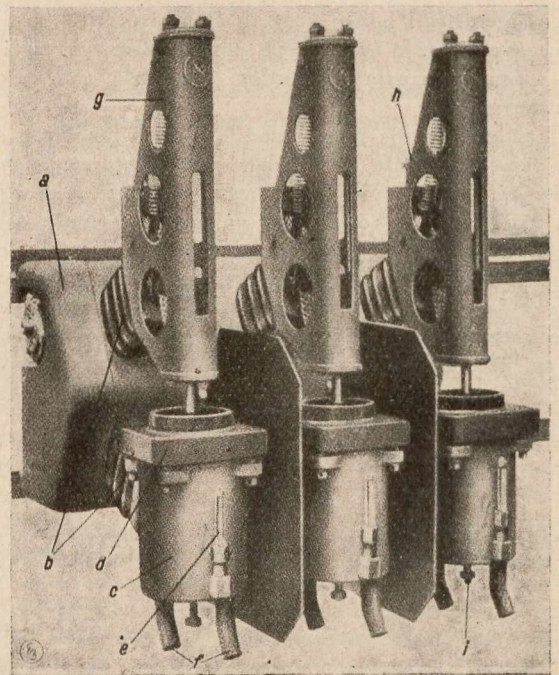
W stanie włączonym kontakt ruchomy wyłącznika „I” przyciska zaopatrzony w sprężynę tłoczek „27”. Przy wyłączaniu kontakt ruchomy „I” idzie w górę, równocześnie zaś podnosi się pod wpływem sprężyny tłoczek „27”. Ponieważ jest on zanurzony w cieczy, więc ciecz ta zostaje wciągana w chwili wyłączania do komory parowej. Na rys. 15 widzimy fotografię komory wielostopniowej.



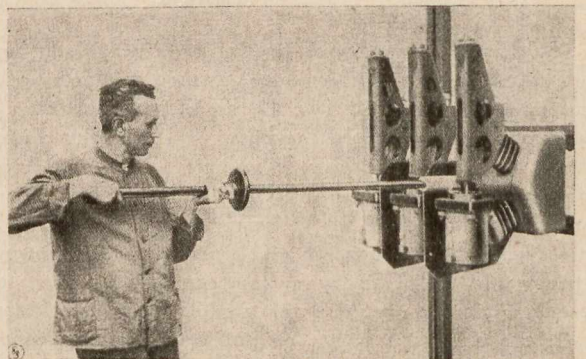
Rys. 15.

nienapełnionej cieczą komorze parowej „21”. W stanie włączonym kontakt ruchomy wyłącznika „I” przyciska zaopatrzony w sprężynę tłoczek „27”. Przy wyłączaniu kontakt ruchomy „I” idzie w górę, równocześnie zaś podnosi się pod wpływem sprężyny tłoczek „27”. Ponieważ jest on zanurzony w cieczy, więc ciecz ta zostaje wciągana w chwili wyłączania do komory parowej. Na rys. 15 widzimy fotografię komory wielostopniowej.

Wyłącznik ekspansyjny budowany jest dla wszelkich prądów, napięć i mocy odłączalnych. Kilka następujących fotografii pokazuje różne typy tego wyłącznika. Na rys. 16 widzimy mały typ do umocowania na ścianie na 10 kV, 600 A i ok. 200 MVA mocy odłączalnej. Wyłącznik składa się z silnej podstawy, na której umocowane są na trzech dolnych izolatorach komory ekspansyjnej, na górnych zaś kontakty ruchome. Izolatory pracują tu na gięcie i dlatego wykonane są ze specjalnej masy, bardzo wytrzymałej na zginanie. U dołu widzimy wskaźniki poziomu cieczy w komorach i rury „f” dla odprowadzenia pary, powstałej przy ekspansji. Zaletą wyłącznika jest widoczna przerwa między kontaktami. Dolewanie ekspansyny do komór uskutecznia się naogół bardzo rzadko i możliwie jest nawet w czasie pracy wyłącznika, jak to widzimy na rys. 17. Rys. 18 jest fragmentem rozdzielni w elektrowni wiedeńskiej, o której wspomniano już poprzednio. Widocznie na rysunku wyłączniki są o mocy odłączalnej ok. 350 MVA przy 6 kV.

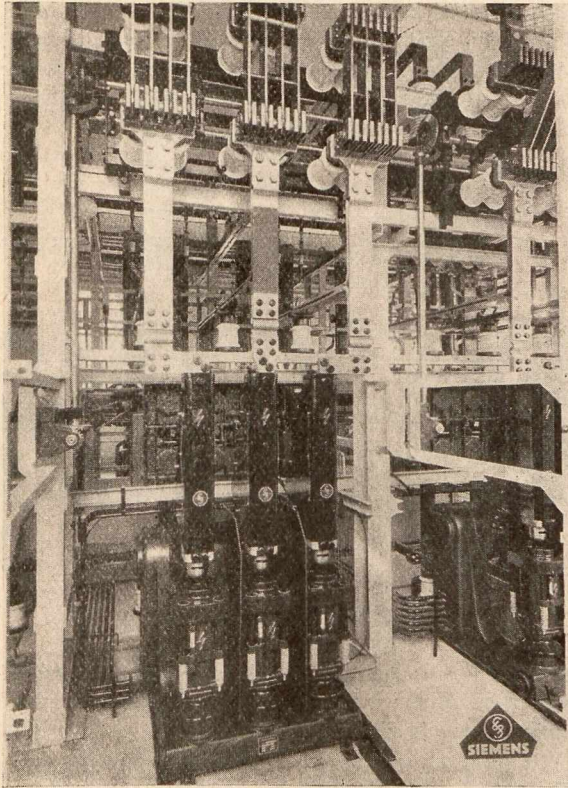


Rys. 16.



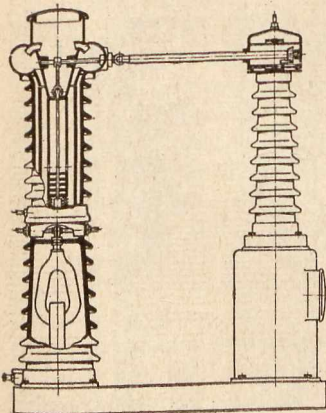
Rys. 17.

Na zdjęciu widać, jak prostą przezrystą i tanią staje się rozdzielnia przy zastosowaniu tych wyłączników. Wyłączniki oddzielone są od siebie jedynie zapomocą siatek, odpadają wszelkie ścianki działowe, celki i t. p. Oczywiście znika też całkowicie obawa wybuch lub pożaru.



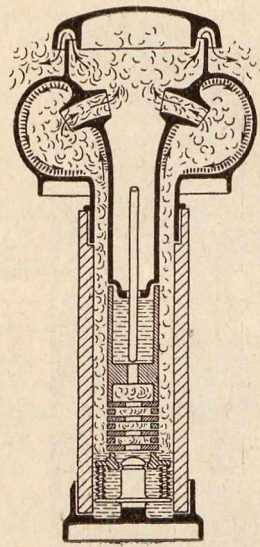
Rys. 18.

Wyłącznik wodny może być zbudowany aż do najwyższych napięć. Przy bardzo wysokich napięciach wymiary jego (wysokość zwłaszcza) wypadają bardzo duże, większą zaś jeszcze trudność stanowi to, iż wyłączniki na napięcia powyżej 60 kV, są zwykle przeznaczone do ustawienia w rozdzielniach na powietrzu, gdzie woda może łatwo w zimie zamarznąć. Przez stosowanie odpowiednich domieszek udało się obniżyć temperaturę zamarzania wody do  $-25^{\circ}$ , stosowanie jednak tych domieszek w jeszcze większych ilościach, aby obniżyć jeszcze bardziej jej punkt krzepnięcia, wpływało ujemnie na jej właściwości elektryczne. Ponieważ niewielkie ilości oleju nie są niebezpieczne dla podstacji, znajdujących się na otwartym powietrzu, w tych wyłącznikach jest używany olej specjalny, bardzo trudno zapalny. Ilość tego oleju jest bardzo nieznaczna — dla wyłącznika 100 kV wynosi ok. 100 kilogramów. Wyłącznik wyżej opisanego typu przedstawia rys. 19. Właściwy wyłącznik mieści się w lewym izolatorze wsporczym i składa się z wielostopniowej komory elastycznej i ruchomego kontaktu, poruszającego się wewnątrz wydrążonego izolatora, jak

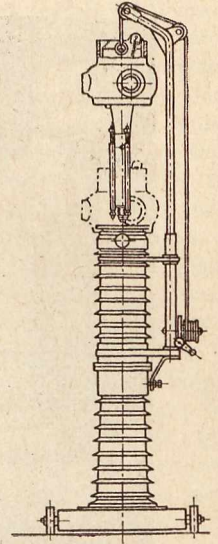


Rys. 19.

do widać dokładniej na rys. 20. Każdy wyłącznik posiada oprócz tego odłącznik. Działanie wyłącznika jest następujące: przy włączaniu obraca się najpierw dokoła swej osi cieńszy izolator wsporczy (na rys. 19 prawy) i zamyka odłącznik, podczem nóż odłącznika dzięki przekładni zębatej



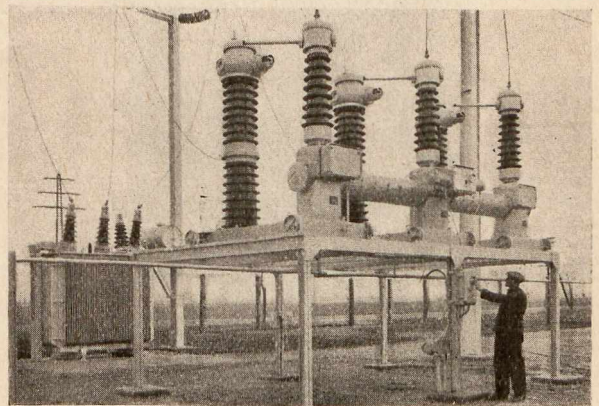
Rys. 20.



Rys. 21.

stożkowej znajdującej się w cieńszym (prawy) izolatorze u góry, zaczyna się obracać i powoduje opuszczenie się ruchomego kontaktu wyłącznika. W wyłączniku jest przewidziane miejsce na umieszczenie transformatora prądowego. Ruchomy kontakt wyłącznika porusza się z bardzo wielką szybkością, ok. 8 — 9 m/sec. Aby zapobiec porywaniu cząsteczek cieczy przy wyłączaniu, posiada on widoczne na rys. 20 urządzenie do oddzielenia cząstek cieczy od cząstek pary. Dzięki temu urządzeniu, które zresztą stosuje się obecnie już przy wszystkich typach wyłączników ekspansyjnych, ciecz powraca po oddzieleniu jej od pary do wyłącznika, para zaś wydostaje się nazewnątrz.

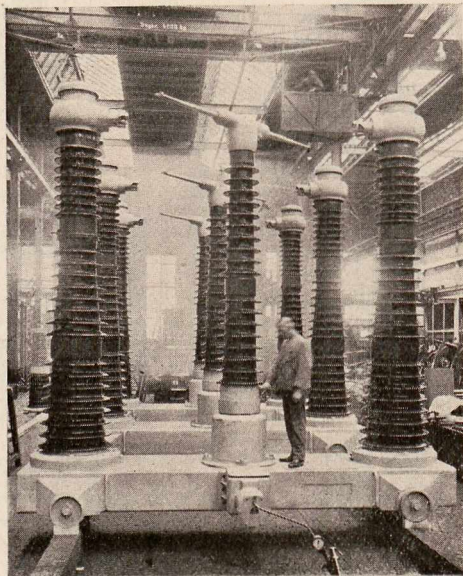
Wyłącznik ekspansyjny na wysokie napięcie posiada w porównaniu z wyłącznikiem olejowym ogromne zalety. Jest tańszy i lżejszy, zawiera zaledwie ok. 1% oleju, znaj-



Rys. 22.

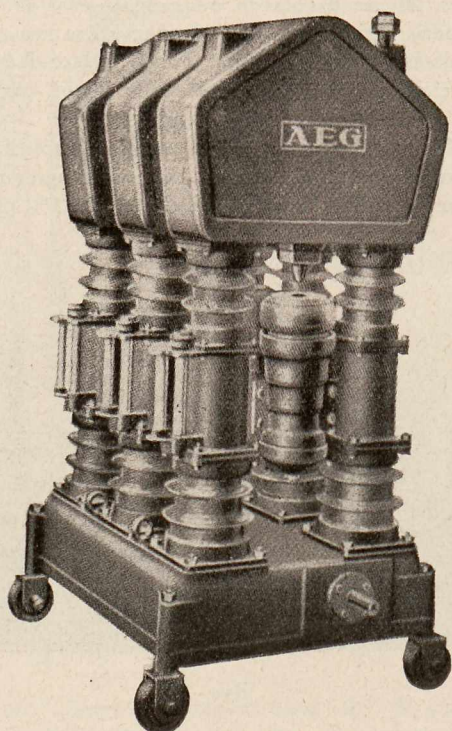
dującego się w wyłączniku olejowym. Nawet przy najwyższych stosowanych napięciach przerywa prąd w ciągu 2 — 3 półokresów. Dzięki usunięciu izolatorów przepustowych i zastąpieniu ich wsporcami jest mocniejszy mechanicznie. Odnacza się wielką wytrzymałością elektryczną. Wyłącznik na 100 kV, próbowany na wytrzymałość na przepięcia, wykazywał przeskok dopiero przy 660 kV, czego nie osiąga się

przy wyłącznikach olejowych. Odpadają pozatem koszty wielkich ilości oleju i konserwacji tego oleju. Ważną jest też łatwość montażu i demontażu. Wyłącznik olejowy na 200 kV wymaga np. dla wyciągnięcia z kotła kontaktów wraz z pokrywą i izolatorami przepustowemi specjalnego



Rys. 23.

ciężkiego rusztowania montażowego i większej ilości ludzi. Przy wyłączniku ekspansyjnym potrzebny do tego celu dźwиг waży og. 30 kg i przykręca się do izolatora wsporczoego wyłącznika, cała zaś czynność wyciągnięcia kontaktów może być uskuteczniiona przez jednego człowieka w krótkim sto-



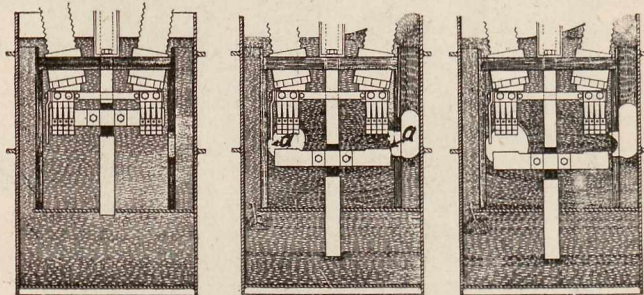
Rys. 24.

sunkowo czasie. (Rys. 21). Przy małych zwłaszcza stacjach odpada pozatem konieczność stosowania odłączników, ponieważ każdy wyłącznik jest zaopatrzony już w odłącznik. Na rys. 22 pokazany jest wyłącznik ekspansyjny na 100 kV, zaś na rys. 23 — na 200 kV z dwiema przerwami na biegun.

Wyłączniki wodne do 30 kV budują także A. E. G. i B. B. C. Dla wyższych napięć B. B. C. buduje również wyłączniki ubogie w olej, podobne do wyłącznika ekspansyjnego „Siemens”. Na rys. 24 widzimy wyłącznik wodny A. E. G. 10 kV 600 A i o mocy odłączalnej ok. 400 MVA.

**Wyłącznik G. E. C.** Jak już powiedziano wyżej, konstruktorzy amerykańscy nie poszli w kierunku budowy wyłączników bezolejowych, lecz zajęli się głównie ulepszeniem wyłącznika olejowego. Opiszemy tu pokrótce wyłącznik G. E. C. z wtryskiwaniem oleju i wyłącznik z kratą dejonizacyjną firmy „Westinghouse”.

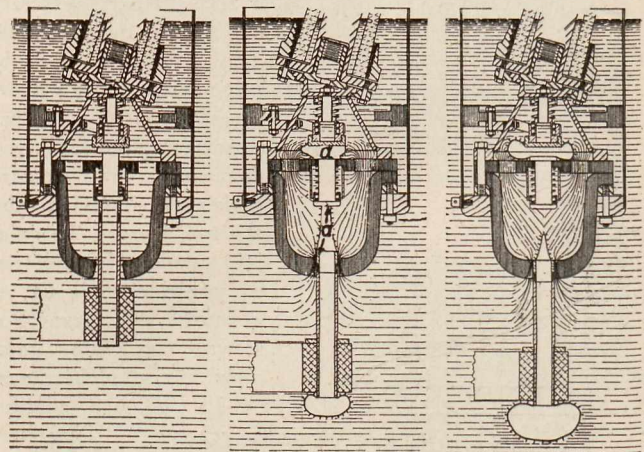
Działanie wyłącznika G. E. C. polega na wtłoczeniu pomiędzy kontakty wyłącznika w chwili przejścia prądu przez zero strumienia oleju pod ciśnieniem, który wypycha bąbel ze zjonizowanym gazem, otaczający kontakty, i za-



Rys. 25.

stępuje go warstwą świeżego oleju o dużej wytrzymałości elektrycznej. Można to osiągnąć drogą mechaniczną, zwykle jednak stosuje się inne środki.

Na rys. 25 widzimy rozwiązanie, stosowane przez G. E. C. dla małych wyłączników. Wyłącznik posiada zwykle kontakty palcowe. Kontakty znajdują się w zamkniętej komorze, posiadającej jedynie otwór z boku. W położeniu 1 wyłącznik jest jeszcze włączony. W położeniu 2 kontakty już się rozłączyły i powstały dwa łuki: jeden między kontaktami głównymi (z prawej strony) i drugi (z lewej) między kontaktem ruchomym a kontaktem pomocniczym. W położeniu 3 w chwili przejścia prądu przez zero olej, naciska-ny przez powstałą na kontakcie pomocniczym bańkę gazo-

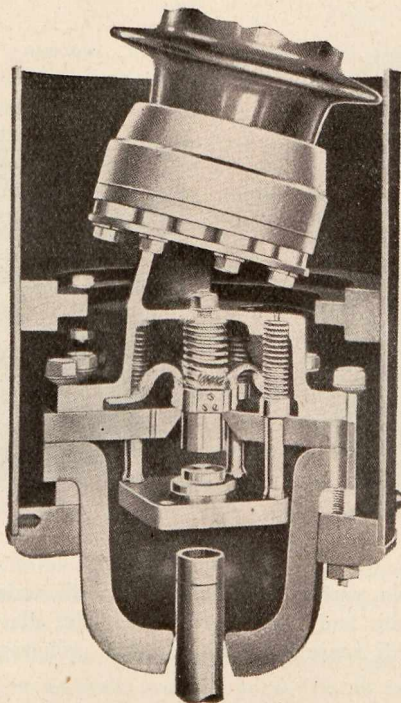


Rys. 26.

wą, wypycha przez boczny otwór w komorze bąbel gazo- wy otaczający kontakty główne i zastępuje go warstwą świeżego oleju dzięki czemu łuk nie może się zapalić ponownie.

Na rys. 26 pokazane jest rozwiązanie, stosowane dla dużych wyłączników przy dużych mocach i wysokich na-

pięciach. Wyłącznik posiada tu trzy kontakty: stały, ruchomy pomocniczy i ruchomy kontakt główny. Główny kontakt ruchomy wykonany jest w postaci rury. Przy wyłączeniu powstają, jak widać, dwa łuki: pomiędzy kontaktem stałym i ruchomym pomocniczym oraz pomiędzy dwoma kontakta-



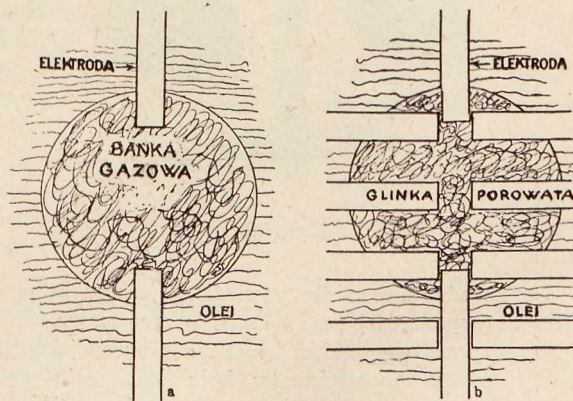
Rys. 27.

mi ruchomymi. Górny łuk pomocniczy wytwarza wielką bańkę gazową, która wtłacza olej do dolnej komory kontaktu głównego. Dopóki prąd w łuku jest duży, gaz tworzący bańkę dokoła dolnego (głównego) łuku, posiada duże ciśnienie i utrzymuje się w dolnej komorze. W chwili przejścia prądu przez zero ciśnienie gazu spada i ścianki pęcherzyka gazowego załamują się pod ciśnieniem napierającego oleju. Gaz zostaje wypchnięty przez otwór w głównym kontakcie ruchomym, a na jego miejsce wdiera się w przestrzeń między kontaktami świeży olej, nie pozwalający na ponowne zapalenie się łuku. Na rys. 27 widzimy fotografię komory G. E. C. w przekroju. Na rysunku widać kontakt stały i oba — ruchome: główny i pomocniczy.

Czas, potrzebny dla przerwania prądu w wyłączniku G. E. C., wynosi 1 — 3 półokresów. Wymiary wyłącznika i zawartość oleju są o ok. 30 — 70% mniejsze, niż w wyłączniku z kontaktami normalnymi. Opalenie kontaktów i spalanie oleju jest małe. Na wiosnę r. 1933 podczas silnej burzy grupa, złożona z trzech wyłączników jednobiegowych na 100 kV 600 A o mocy odłączalnej 1 500 000 kVA odłączyła w ciągu 65 minut 34 zwarcia, przyczem moc odłączania wahała się w granicach 400 000 — 1 500 000 kVA. Po burzy, gdy sprawdzono wyłącznik okazało się, że zarówno olej, jak i kontakty, są w dobrym stanie i nie wymagają nawet oczyszczenia.

W końcu omówimy jeszcze wyłącznik z kratą dejonizującą systemu „Westinghouse”. Konstruktorzy „Westinghouse'a” starają się dla zgaszenia łuku skierować nań możliwie silny strumień gazu. Gaz ten jest wytwarzany przez łuk z oleju, znajdującego się w wyłączniku. Konstrukcja firmy „Westinghouse” jest więc zupełnym odwróceniem dotychczasowych poglądów. Dotychczas uważano bowiem powstające przy wyłączeniu z oleju gazy za łko konieczne, które należałoby ograniczyć do minimum. W wyłączniku „We-

stinghouse'a” staramy się powiększyć szybkość wywiązywania się tych gazów, będących teraz środkiem gaszenia łuku. Rzecz inna, że ogólna ilość gazów, wywiązujących się przy wyłączeniu jest obecnie ze względu na krótki czas trwania wyłączenia mniejsza, niż przy wyłączniku olejowym. Działanie swego wyłącznika tłumaczy konstruktor jego Sleepian w sposób następujący: aby zgasić łuk, należy możliwie szybko zdejonizować pomiędzy elektrodami. Głównym źródłem dejonizacji jest dyfuzja jonów z atmosfery łuku do otaczającego łuk strumienia zimnego gazu i rekombinacja tam jonów na atomy i molekuly. Przy danych warunkach dyfuzja będzie tem silniejsza, im większa jest powierzchnia zetknięcia gorącej atmosfery łuku z zimnym otaczającym gazem. Powierzchnię tę można ogromnie zwiększyć, jeśli uda się rozszcześcić gorącą kolumnę zjonizowanych gazów przez pasma zimnego gazu niezjonizowanego. Rys. 28 pokazuje, jak uskutecznia się to w wyłączniku „Westinghouse'a”. Z lewej strony widzimy schematycznie przedstawione kontakty zwykłego wyłącznika. Kontakty otoczone są bańką zjonizowanego gazu, który oddziela łuk od oleju. Dalsze wywiązywanie się gazu jest teraz już nieznaczne i gaz ten nie może dostać się do wnętrza bańki gazowej w pobliżu łuku. Umieszczamy teraz kontakty między szeregiem płytek, wykonanych z masy porowatej; są one dzięki swej porowatości nasiąknięte olejem. Teraz powstanie także dzięki działaniu łuku bańka gazowa, która odepchnie olej od łuku. Łuk jednak będzie powodował teraz parowanie oleju, który wsiąknął w płytki porowate. Dzięki temu powstaną w bezpośredniej jego bliskości strumienie gazu niezjonizowanego, które przyspieszą ogromnie proces dyfuzji jonów i zgaśnięcie łuku. Rzeczywiście czas trwania łuku w tym wyłączniku wynosi 1 — 3 półokresów. Konstrukcyjne wykonanie opisanego wyżej urządzenia ilustrują następujące fotografie. Na rys. 29 widzimy poszczególne elementy kraty dejonizującej. Składa się ona z płytek żelaznych, fibrowych i z glinki porowatej. Te ostatnie posiadają na obwodzie wewnętrznej wąskiego otworu szereg występów. Gotowy element, złożony z tych trzech rodzajów płytek, widzimy na rys. 30. Szereg tych elementów skręca się w stos, przedstawiony na rys. 31, który jest przykręcony do kontaktu. W szczelinach tych stosów przesuwają się przy wyłączeniu kontakty ruchome wyłącznika (rys. 32). Działanie wyłącznika tłumaczy rys. 33, będący schematycznym przedstawieniem tego wyłącznika. Widzimy tu kontakt stały i ruchomy, między któ-

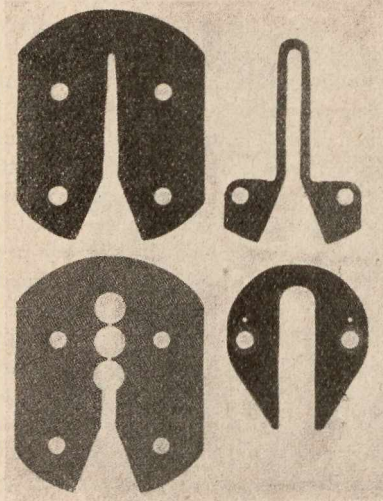


Rys. 28.

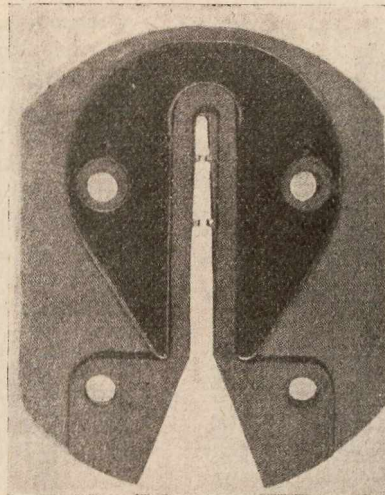
remi powstaje łuk. Łuk, jak widać, powstaje na początku wąskiego kanału w kracie dejonizującej. Pod wpływem własnego pola magnetycznego łuku, które zamyka się przez płytki żelazne w kracie dejonizującej, zostaje on włożony wgłąb wąskiego kanału, otoczonego ze wszystkich stron nasiąkniętymi olejem ścianami kraty dejonizującej. To powo-

duże gwałtowne wywiązywanie się gazów z oleju, znajdującego się w płytkach porowatych, a zwłaszcza z wyżej wymienionych występów tych płytek. Powstałe gazy wdzierają się do samego wnętrza łuku i powodują dzięki

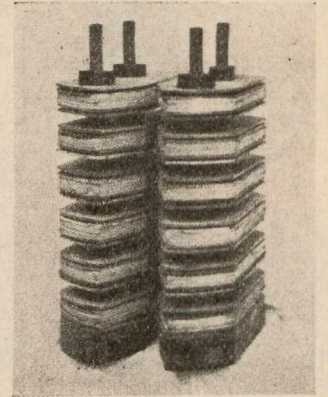
wszystkiem w kierunku stworzenia typów mniejszych i tańszych. Wyniki tych wysiłków są dodatnie, gdyż w krajach, produkujących te wyłączniki (Niemcy, Szwajcaria), cena wyłącznika wodnego lub powietrznego jest taka sama



Rys. 29.



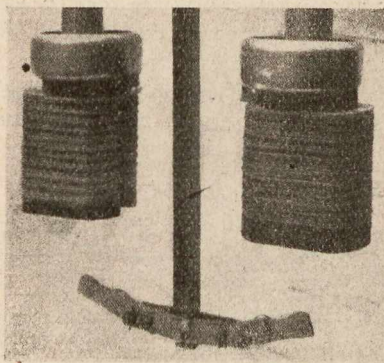
Rys. 30.



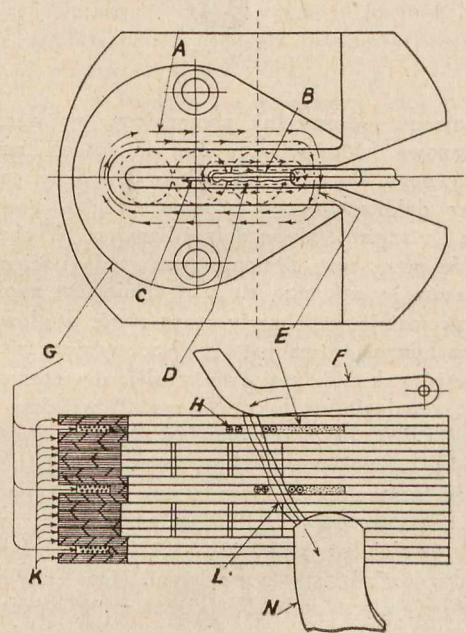
Rys. 31.

silnej dyfuzji szybką dejonizację gazu i zgaśnięcie łuku. Wyłącznik „Westinghouse'a” posiada zalety te same, co wyłącznik G. E. C. i jest także znacznie mniejszy od zwykłego wyłącznika olejowego. Ponadto oba te typy zewnętrznie niczem nie różnią się od normalnego wyłącznika olejowego. Zarówno komora gasikowa G. E. C. jak i krata dejonizująca „Westinghouse'a” mogą być dobudowane do kontaktów zwykłych wyłączników olejowych dla zwiększenia ich mocy odłączalnej (np. sieć okręgu moskiewskiego tą drogą prawdopodobnie uzyska zwiększenie mocy odłączalnej zainstalowanych w niej wyłączników).

lub niewiele wyższa od olejowego. Jeśli wziąć pod uwagę, że koszty budynku są przy rozdzielni dla wyłączników bezolejowych znacznie niższe, gdyż kubatura rozdzielni



Rys. 32.



Rys. 33.

Na zakończenie należy powiedzieć jeszcze kilka słów o stronie gospodarczej zagadnienia, przyczem wzięte będą pod uwagę przede wszystkim konstrukcje europejskie. O ile dawniej ambicją konstruktorów było stworzenie wyłącznika bezolejowego o możliwie wielkiej mocy odłączalnej bez oglądania się na koszty, o tyle w ostatnim roku po usunięciu trudności technicznych zwrócono wysiłki przede-

zmniejsza się blisko 3 razy i że odpadają znaczne, zwłaszcza przy wyższych napięciach, koszty oleju a także obsługa jest prostsza i tańsza, to można stwierdzić, że wyłączniki bezolejowe, przewyższając pod względem technicznym i bezpieczeństwa znacznie wyłączniki olejowe także i pod względem gospodarczym, przedstawiają dla elektrowni wielkie korzyści.

# POSTĘPY W DZIEDZINIE BUDOWY OBRABIAREK W NIEMCZECH

Na marginesie Targów Lipskich

Sprawy obróbki mechanicznej nie mogą być obce elektrykom, ponieważ w przemyśle elektrotechnicznym zarówno metody obróbki, jak i urządzenia oraz narzędzia, używane do produkcji, w równym stopniu wpływają na ilość, jakość i cenę wyrobu, co i w każdym innym przemyśle. Dlatego też niewątpliwie zainteresują czytelnika wyniki, jakie ostatnio zostały przez Niemców osiągnięte w budowie obrabiarek do metalu, drzewa i t. p., co w krótkości będzie omówione na podstawie wrażeń z ostatnich Targów Lipskich.

Pomimo przeżywanego przez Niemcy kryzysu gospodarczego technika niemiecka pracuje nieustannie nad udoskonaleniem poszczególnych typów obrabiarek. Przyglądając się uważnie wynikom tej pracy, stwierdzić należy, że rozwój obrabiarek do metali odbywa się w Niemczech w następujących trzech kierunkach:

- a) w kierunku powiększenia liczby obrotów i mocy obrabiarek,
- b) w kierunku przedłużenia ilości lat ich pracy, oraz
- c) w kierunku udoskonalenia eksploatacyjnych właściwości obrabiarek. Omówimy je po kolei.

Zastosowanie bardzo twardych stopów, jak np. „Widia” do wyrobu narzędzi tnących pozwoliło na znaczne powiększenie szybkości skrawania i dlatego też wrzeciona najnowszego typu obrabiarek posiadają naogół liczby obrotów prawie pięciokrotnie większe, niż dawniej.

Wielka prędkość skrawania wywołała konieczność zmian w budowie łożysk i kół zębatach, które narażone są obecnie na szybkie zużycie; dlatego też wykonywane są one ze stali stopowych chromoniklowych do cementacji. Ciekawe jest, że dzięki b. dokładnej obróbce kół zębatach na dłutownicach Lorentza oraz udoskonalonym sposobom hartowania, koła zębata nie deformują się przy hartowaniu i wskutek tego rzadko zachodzi potrzeba szlifowania tych kół.

Przejście na b. wielkie obroty postawiło przed konstruktorami niemieckimi szereg nowych zagadnień, które, sądząc z wyników, zostały pomyślnie rozwiązane. Tak np. w szybkoobrotowych obrabiarkach do metali mamy do czynienia z t. zw. drganiem skrętnym wrzecion, narzędzi, tarcz, uchwytych i inn., a także z drganiem rezonansowym stołów roboczych, obrabianych przedmiotów oraz fundamentów.

Otóż w celu zmniejszenia amplitudy drgań koła napędowe w szybkoobrotowych tokarkach - rewolwerówkach (na 3000 obr./min.) nie obciążają wrzecion, lecz osadzone są w odrębnych łożyskach w korpusie wrzeciennika. Poza to w celu uniknięcia drgań wszystkie wirujące części obrabiarek podlegają b. starannej i całkowitej obróbce, a przede wszystkim są starannie wyrównane dynamicznie. Należy podkreślić, że na specjalnych przyrządach wyważa się nie tylko wszystkie części osobno, lecz i całe wrzeciono po złożeniu, i w ten sposób usuwa się wszelkie niedokładności, jakie powstają przy montażu.

Ponieważ rezonansowe drgania korpusów i stołów obrabiarek wpływają na dokładność obróbki i ograniczają wydajność obrabiarki, — poświęcono dużo uwagi budowie sztywnej konstrukcji korpusów, odpornej na deformacje i drgania. Osiągnięto to przez t. zw. „uźebrowanie”

korpusów obrabiarek; wykonanie konstrukcji uźebrowanej okazało się łatwo osiągalne dzięki zastosowaniu spawania w budowie obrabiarek. Początkowo stosowane przy budowie nożyc i pras spawanie zaczęto następnie — po wielu doświadczeniach — stosować do budowy obrabiarek, przy których niema zbyt dużych naprężeń, jak np. szlifierek. Poza to zaprezentowano na targach Lipskich tokarki całkowicie zbudowane za pomocą spawania. Sądząc z wyników, osiągniętych w tym zakresie przez konstruktorów niemieckich, przypuszczać należy, że spawanie będzie miało w zakresie budowy obrabiarek coraz to większe zastosowanie, szczególnie przy fabrykacji jednostkowej.

Mając na uwadze powiększenie czasu pracy obrabiarki przy zachowaniu dokładności, technika niemiecka, stosuje prawie że powszechnie normy dokładności wykonania obrabiarek prof. Schlesingera, jakkolwiek normy te dla wielu typów obrabiarek uznać należy za wygórowane. Poza to widoczne są usiłowania zabezpieczenia poszczególnych części obrabiarek od zużycia. W tym celu łoża obrabiarek wykonywane są ze specjalnego żeliwa ze znaczną domieszką stali, tak że twardość łoż tych wynosi co najmniej 180 wdg. Brinella.

By dać Czytelnikom pojęcie o stopniu dokładności osiągalnych na poszczególnych obrabiarkach, wystarczy zaznaczyć, że np. przy szlifierce do płaszczyzn i prowadnic F-my Billerle dokładne nastawianie pionowe na grubość wióra osiągalne jest ręcznie z dokładnością do 5 (pięciu) mikronów!

Ponieważ pewność ciągłej pracy obrabiarek przy całkowitem ich wyzyskaniu zależna jest w znacznym stopniu od smarowania, przeto obrabiarki, z wyjątkiem maszyn o niewielkiej mocy, zaopatrzone są w smarownice automatyczne. Najczęściej stosowane jest automatyczne smarowanie przez pogrążenie, polegające na tym, że jedno lub kilka kół pogrążone są w smar, który rozlewa się sam we wszystkie potrzebne miejsca, przyczem, jeżeli oliwa zatrzyma się w pewnym miejscu, — napęd zostaje automatycznie wyłączony. Niektóre wytwórnie stosują smarowanie natryskowe. Obrabiarki o dużych mocach posiadają system smarowania pod ciśnieniem z bezpiecznikami, uniemożliwiającymi uruchomienie obrabiarki, o ile pompa od smaru jest nieczynna.

Niektóre firmy, a w szczególności znana wytwórnia Schiess - Defries, wystawiły na Targach obrabiarki na suportach, których noże osadzone były w niewielkich dynamometrach do mierzenia siły skrawania. Z chwilą, gdy siła skrawania przekracza pewną normą następuje automatyczne zatrzymanie obrabiarki.

Specjalną uwagę w budowie obrabiarek poświęcono uproszczeniu sposobów zmiany biegu i posuwu. Rączki łączą się naogół lekko i wygodnie dzięki temu, że w konstrukcjach stosowane są najczęściej sprzęgła. Złożone naogół tablice z instrukcjami i wykresami do zmiany biegu i posuwu stosują się coraz rzadziej. W wielu obrabiarkach tablice te zastąpiono oknami wziernikowymi, przez które odczytywać można bezpośrednio ustawione liczby obrotów.

W celu uproszczenia obsługi konstruktorzy niemieccy usiłują stosować jaknajmniejszą ilość dźwigni. W wielu obrabiarkach zastosowano np. jedną pojedynczą dźwignię

do uruchamiania oraz zmiany biegu obrabiarki. Dźwignie te umieszczane są w ten sposób, aby wszystkie znajdowały się zjednoczone na platformie obsługi.

Zwraca na siebie uwagę stosowanie napędu hydraulicznego do obrotu wielu typów obrabiarek. Przed 10 laty napęd ten stosowany był wyłącznie do napędu posuwu szlifierek. Dzięki licznym zaletom (ciągłość regulacji szybkości, sprężystość, cichy bieg i t. p.) napęd hydrauliczny stosuje się obecnie do napędu precyzyjnych obrabiarek, jak: szlifierek, tokarki, strugarki poprzeczne i podłużne, a nawet wiertarki o wysokiej dokładności.

Oprócz licznych korzyści napęd hydrauliczny umożliwia budowę obrabiarek szybkoobrotowych do wiórowego skrawania. Tak np. wytwórnia Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik buduje tokarki do 7000 obr./min.

Coraz to większe zastosowanie materiałów plastycznych, jak np. bakelitu, spowodowało konieczność obróbki na specjalnych prasach z napędem hydraulicznym

i elektrycznym podawaniem bakelitu oraz z urządzeniem do regulacji stałego ciśnienia podczas całego procesu prasowania masy. Tego rodzaju prasy wystawione były również na Targach.

Wreszcie stwierdzić należy wielki postęp osiągnięty przez Niemcy w dziedzinie budowy obrabiarek specjalnych.

Reasumując powiedziane wyżej, stwierdzić należy, że w zakresie budowy obrabiarek do metali dokonano w Niemczech ostatnio wielkiego postępu. Już sam fakt powszechnego przejścia na obrabiarki szybkoobrotowe, przewyższające prawie czterokrotnie swą szybkością prędkości naszych obrabiarek, — świadczy o tem, że w razie wojny trudno byłoby sprostać Niemcom pod względem ilościowym, gdyż na tem samem stanowisku fabrycznym i przy tej samej obsłudze Niemcy będą w stanie wytworzyć 3 do 4 razy więcej środków uzbrojenia, niż my w Polsce. Jest to fakt, na który wartoby zwrócić baczną uwagę.

L. U.

## Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

### Uprawnienia rządowe.

Do Ministerstwa Przemysłu i Handlu wpłynęły podania

**woj. lubelskie:** Zarządu Miejskiego m. Zamościa o zmianę warunków uprawnienia Nr. 129, a mianowicie obowiązku udzielania odbiorcom opostów od cen maksymalnych.

— Zarządu Miejskiego m. Zamościa o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny w gminie Sułów i m. Szczębrzeszyn pow. zamojskiego; zakład ma służyć do przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej na obszarze m. Szczębrzeszyna i gminy Sułów oraz do przesyłania energii do tego obszaru z obszaru uprawnienia Nr. 129; prąd — trójfazowy, sieć — napowietrzna, czas trwania uprawnienia — do d. 27 sierpnia 1970 r.

**woj. poznańskie:** Towarzystwo z ogr. odp. Centrala Elektryczna Wyrzysk o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny do przesyłania energii elektrycznej od granicy pow. wyrzyskiego do Anatazyna, Józefowic i Szamocina p. chodzickiego w celu zawodowego zbytu Powiatowej Centrali Elektrycznej Chodzież; prąd — zmienny; czas trwania uprawnienia — 40 lat.

**woj. pomorskie:** Zarządu Miejskiego m. Podgórze o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny do przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej na terenie m. Podgórze oraz gmin: Piaski, Stawki i Rudak pow. toruńskiego; prąd — trójfazowy, sieć — napowietrzna, czas trwania uprawnienia — 40 lat.

**woj. kieleckie:** Warszawskiego Towarzystwa Kopalń Węgla i Zakładów Hutniczych o udzielenie uprawnienia na zakład elektryczny do przetwarzania, przesyłania i rozdzielania energii na obszarze gmin: Olkusk-Siewieska, Łosień i Zagórze pow. będzińskiego; prąd — trójfazowy; sieć — napowietrzna; czas trwania uprawnienia — 40 lat.

Pan Minister Przemysłu i Handlu nadał uprawnienia: **woj. poleskie:** Sergjuszowi Mukosiejowi na zakład elektryczny w Kosowie (upr. Nr. 223).

**woj. krakowskie i kieleckie:** Firmie Jaworznickie Komunalne Kopalnie Węgla Spółka Akcyjna na okres 40 lat na prawo:

a) przesyłania energii elektrycznej z zakładu wytwórczego w Jaworznie, objętego uprawnieniem Nr. 92, do obszaru powiatu olkuskiego, woj. kieleckiego;

b) przetwarzania, rozsyłania i rozdzielania energii elektrycznej w celu wyłącznego zawodowego jej hurtowego i detalicznego zbytu na obszarze wymienionym w punkcie a).

Prawo detalicznego zbytu nie odnosi się do tych miejscowości, w których zakłady elektryczne istnieją, rozdzielają i zbywają energję elektryczną zgodnie z postanowieniami Ustawy Elektrycznej lub w których zostaną nadane uprawnienia w myśl postanowień § 4 niniejszego uprawnienia.

Prawo detalicznego zbytu nie odnosi się również do wsi Witeradów, położonej w gminie Bolesław, o ile miasto Olkusz w ciągu dwóch (2) lat od daty nadania niniejszego uprawnienia uzyska zezwolenie na zbywanie energii elektrycznej na obszarze tej wsi.

Za hurtowy zbył energii elektrycznej w rozumieniu niniejszego uprawnienia będzie uważane dostarczanie jej zakładom elektrycznym, mającym prawo rozdzielania energii elektrycznej na mocy Ustawy Elektrycznej.

Za detaliczny zbył energii elektrycznej w rozumieniu niniejszego uprawnienia będzie uważane dostarczanie energii elektrycznej bezpośrednio odbiorcom zużytkującym ją na własne potrzeby (Upr. Nr. 226).

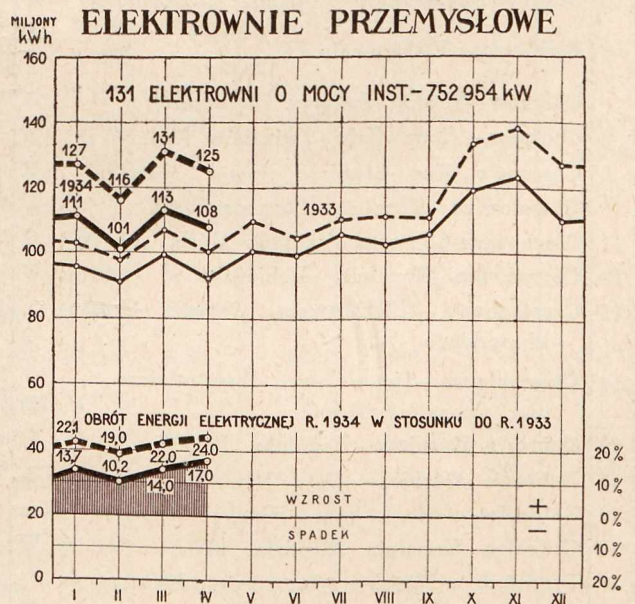
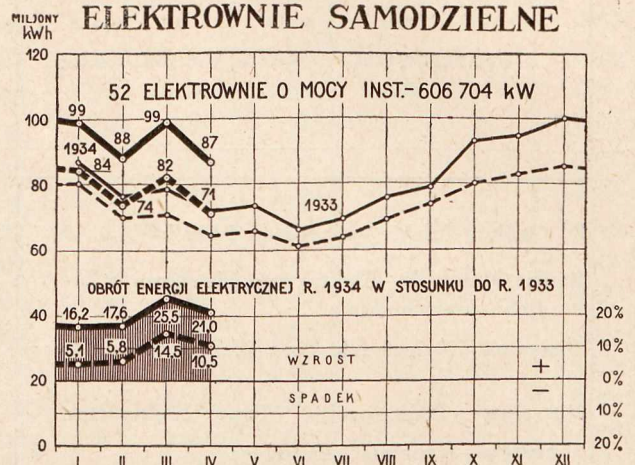
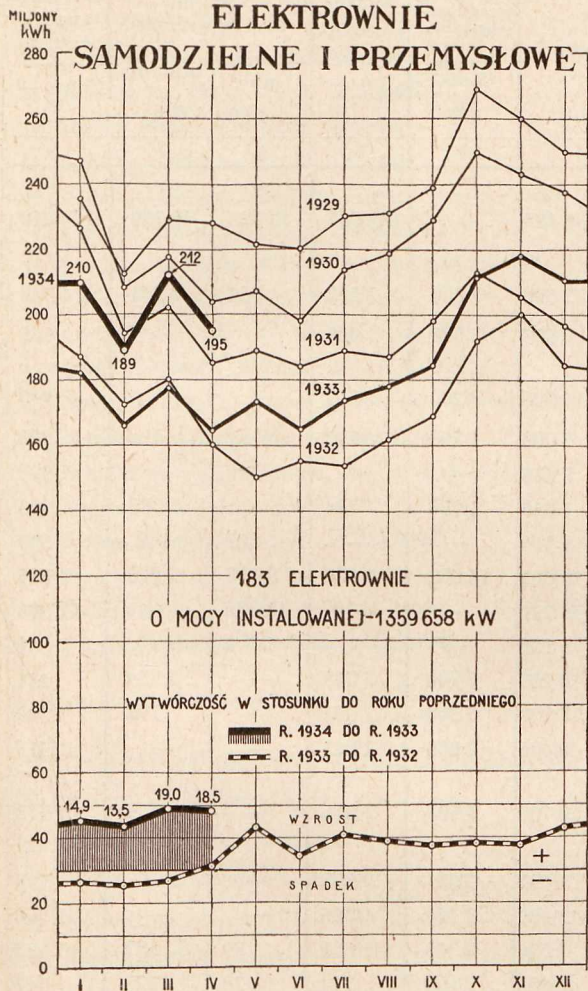
**woj. stanisławowskie:** m. Boleszowcom na zakład elektryczny do wytwarzania i rozdzielania energii elektrycznej przez lat 20 na obszarze m. Boleszowców pow. rohatyńskiego.



MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU  
BIURO ELEKTRYFIKACJI  
STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

Rok V MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ Kwiecień 1934

Elektrownie (183) o mocy instalowanej ponad 1000 kW (ok. 92% wytwórczości)



ELEKTROWNIE o mocy instalowanej ponad 1000 kW	Liczba zakładów	Moc instalowana kW	Własna wytwórczość			Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia ogółem rb. (4+5-6)
			4	5	6	7		
I + II	183	1 359 658	194 719	48 563	47 484	195 798		
<b>I Samodzielne</b>	52	606 704	87 144	13 669	29 627	71 186		
1) Okręgowe . . . . . O	22	350 594	55 140	11 651	28 030	38 761		
2) Lokalne . . . . . L	28	242 530	29 792	1 192	1 597	29 387		
3) Trakcyjne . . . . . T	2	13 580	2 212	826	—	3 038		
<b>II W zakładach przemysłowych</b>	131	752 954	107 575	34 894	17 857	124 612		
1) Kopalnie węgla . . . . . W	41	370 796	56 076	11 771	17 016	50 831		
2) Huty . . . . . H	14	97 585	15 825	10 001	816	25 010		
3) Fabryki włókiennicze . . . . . Wł	15	40 374	7 389	337	—	7 726		
4) Fabryki chemiczne . . . . . Ch	14	110 773	10 514	12 641	—	23 155		
5) Cukrownie . . . . . Ck	19	45 168	71	9	—	80		
6) Papiernie . . . . . P	6	28 929	10 142	17	—	10 159		
7) Cementownie . . . . . Cm	8	33 411	5 139	28	25	5 142		
8) Pozostałe zakłady przemysłowe R	14	25 918	2 419	90	—	2 509		

## MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGJI ELEKTRYCZNEJ

ELEKTROWNIE (70) O MOCY INSTALOWANEJ PONAD 5 000 kW

(Ok. 80% wytwórczości)

Kwiecień 1934

Nr.	MIEJSCOWOŚĆ — NAZWA ZAKŁADU	Moc instalowana		Największe (szczytowe) obciążenie (czas trwania 15 min.) kW	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
					1 000 kWh			
	Ogółem (elektrownie ponad 5 000 kW) . . .	1 466 713	1 131 435	—	168 887	33 722	46 599	156 010
1	Będzin-Małobądz—Elektrownia Okręgowa w Zagłębiu Dąbrowskiem . . . . . O	31 800	23 500	7 600	2 212	764	1 231	1 745
2	Białystok—Białostockie Tow. Elektryczności . . . . . L	9 780	7 500	3 000	965	—	—	965
3	Borysław — Podkarpackie Tow. Elektryczne . . . . . O	14 000	11 200	(5 min.) 3 200	919	—	—	919
4	Brzeszcze—Kopalnia „Brzeszcze” . . . . . W	6 275	5 000	1 700	773	—	—	773
5	Buchacz-Radzionków—Kopalnia „Radzionków” . . . . . W	10 780	8 655	—	—	520	—	520
6	Bydgoszcz—Elektrownie { I (nowa) . . . . . L	8 750	7 050	1 980	784	—	389	395
		L	II (stara) . . . . .	2 230	1 910	—	—	389
7	Chorzów—Śląskie Zakłady Elektryczne . . . . . O		94 000	76 000	18 000	5 828	9 175	5 418
8	Chorzów—Zjedn. Fabr. Związków Azotowych . . . . . Ch	81 300	55 200	—	—	12 376	—	12 376
9	Chrzanów—Kop. błyszczu ołowiu „Matylda” . . . . . R	6 500	5 200	—	—	1	—	1
10	Chwałowice—Kopalnia „Donnersmarck” . . . . . W	13 450	10 760	3 700	2 208	—	1 774	434
11	Czechowice-Żebrawe—Zakłady Górn. „Silesia” . . . . . O	27 847	17 900	5 300	2 097	—	798	1 299
12	Czerwionka—Kopalnia „Dębieńsko” . . . . . W	10 500	8 400	2 900	1 513	—	—	1 513
13	Częstochowa—Elektrownia Okręgu Częstochowskiego . . . . . O	16 735	10 700	3 500	1 516	—	4	1 512
14	Częstochowa—Towarzystwo Przędzalnicze „La Czenstochovienne” . . . . . Wł	6 350	5 100	2 071	593	—	—	593
15	Dąbrowa Górnicza—Kopalnia „Paryż” . . . . . W	16 850	13 600	3 200	1 566	—	—	1 566
16	Dąbrowa Górnicza—Huta Bankowa . . . . . H	8 696	7 096	3 300	1 651	39	587	1 103
17	Goeszów—Goesz. Fabr. Portland-Cementu . . . . . Cm	7 580	6 056	3 100	744	28	25	747
18	Grodziec—Kopalnia „Grodziec II” . . . . . W	13 700	10 975	5 600	2 530	—	—	2 530
19	Grudziądz — Miejskie Tramwaje, Elektrownia i Wodociągi . . . . . O	8 380	6 800	2 800	686	52	149	589
20	Janów—Kopalnia „Giesche”, szyb „Carmer” . . . . . W	34 780	27 100	16 600	9 987	—	7 475	2 512
21	Jaworzno—Kopalnia „Piłsudski” . . . . . W	23 925	19 120	5 400	2 099	—	523	1 576
22	Jaworzno—Fabryka elektrochemiczna „Azot” . . . . . Ch	12 500	6 250	—	—	260	—	260
23	Jeziorna—Mirkowska Fabryka Papieru . . . . . P	7 250	6 000	2 370	1 347	3	—	1 350
24	Kalety—Fabryka celulozy i papieru „Natronag” . . . . . P	6 695	5 075	1 510	1 089	—	—	1 089
25	Kalisz—Elektrownie { I (nowa) . . . . . O	5 250	4 200	1 140	360	—	—	360
		O	II (stara) . . . . .					
26	Kamień—Kopalnia „Andaluzja” . . . . . W		9 320	8 320	2 000	1 172	62	4
27	Katowice-Boğucice—Kopalnia „Ferdynand” . . . . . W	15 265	12 325	2 400	1 052	—	—	1 052

Energja rozporządzalna, w rozumieniu tej statystyki, jest to energja wytworzona brutto, łącznie z energją otrzymaną od 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 1934 r. do 1933 r.

Podane liczby mogą, w niektórych pozycjach, ulegać późniejszym nieznacznym zmianom.

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 1 000	oddano kWh		
1	2	3		4	5	6	7	8	
28	Katowice-Brynów—Kopalnia „Wujek” . . . . . W	15 500	12 000	4 200	1 750	2	671	1 081	
29	Katowice-Zalęże—Kopalnia „Kleofas” . . . . . W	10 815	8 940	1 500	650	2	—	652	
30	Knurów—Kopalnia „Knurów” . . . . . W	9 375	7 500	—	—	2 066	—	2 066	
31	Kostuchna—Kopalnia „Boer” . . . . . W	9 043	7 243	—	—	1 455	—	1 455	
32	Kraków—Elektrownia w Krakowie . . . . . L	19 880	15 700	8 011	2 388	263	—	2 651	
33	Królewska Huta—Huta Królewska . . . . . H	9 380	5 200	2 300	1 101	252	—	1 353	
34	Libiąż Mały—Kopalnia „Janina” . . . . . W	8 115	6 620	1 015	501	—	—	501	
35	Lublin—Elektrownia w Lublinie . . . . . L	7 250	5 800	1 420	468	—	—	468	
36	Lwów—Miejskie Zakłady Elektr. we Lwowie . O	31 380	25 900	8 200	2 679	—	—	2 679	
37	Łaziska Górne—Zakłady „Elektro” . . . . . O	110 125	87 100	49 300	29 818	—	19 403	10 415	
38	Łaziska Średnie—Kopalnia „Szczęść Boże”. . W	6 625	5 300	—	—	631	—	631	
39	Łódź—Elektrownia Łódzka . . . . . L	93 890	70 750	27 200	10 908	—	1 090	9 818	
40	Łódź—Fabr. Wyrob. Bawełn. „J. K. Poznański” Wł	7 500	6 000	4 950	1 801	27	—	1 828	
41	Łódź—Widzew—„Widzewska Manufaktura” . . Wł	7 730	6 180	5 455	1 443	76	—	1 519	
42	Mościce—Zjedn. Fabr. Związków Azotowy. h Ch	31 125	24 900	8 700	4 966	—	—	4 966	
43	Mysłowice—Kopalnia „Mysłowice” . . . . . W	16 222	12 992	3 650	1 551	—	—	1 551	
44	Myszków—Fabr. papieru „Steinhagen i Saenger” P	11 190	8 950	7 100	4 084	—	—	4 084	
45	Niemce—Kopalnia „Juljusz” . . . . . W	11 875	9 500	4 600	1 600	—	—	1 600	
46	Nowa Wieś—Kopalnia „Hillebrand” . . . . . W	10 880	8 800	—	—	1 288	—	1 288	
47	Nowy Bytom—Huta „Pokój” . . . . . H	18 380	12 910	6 000	3 001	1 441	229	4 213	
48	Ostrowiec—Zakłady Ostrowieckie . . . . . H	7 590	5 070	2 700	548	22	—	570	
49	Piaski-Czeladź—Kopalnia „Czeladź” . . . . . W	17 435	13 960	5 000	2 318	—	763	1 555	
50	Poznań—Elektrownie	I (nowa) . . . . . L	25 000	20 000	6 200	2 019	50	101	1 968
		II (stara) . . . . . L	13 005	10 000	—	—	—	—	—
51	Pruszków—Elektrownia Okręgu Warszawskiego O	43 450	31 500	8 549	2 617	—	49	2 568	
52	Pszów—Kopalnia „Anna” . . . . . W	31 000	24 800	9 000	3 377	10	1 456	1 931	
53	Radlin—Kopalnia „Emma” . . . . . W	17 880	14 300	2 300	703	1 456	33	2 126	
54	Ruda—Elektrownia „Mikołaj” . . . . . W	21 000	16 800	8 800	3 286	—	1 091	2 195	
55	Rydułtowy—Kop. „Charlotte”, szyb „Leo” . . W	14 200	11 360	5 500	2 674	—	1 779	895	
56	Siemianowice—Kopalnia „Richter” . . . . . W	25 900	19 760	9 000	4 211	—	671	3 540	
57	Siersza-Wodna—Elektrownia Okręgowa w Za- głębiu Krakowskim . . . . . O	32 140	22 500	6 350	2 655	—	1	2 654	
58	Sosnowiec-Sielce—Elektr. Gwar. „Hr. Renard” W	11 000	9 200	3 600	479	587	39	1 027	
59	Szczakowa—Fabr. Portland-Cem. „Szczakowa” Cm	8 750	7 000	3 300	1 272	—	—	1 272	
60	Świętochłowice—Kopalnia „Niemcy” . . . . . W	10 445	8 750	5 300	1 599	—	3	1 596	
61	Świętochłowice—Huta „Falwa” . . . . . H	64 660	51 000	17 500	8 096	3	—	8 099	
62	Tomaszów-Wilanów—Tom. Fabr. Sztucz. Jedw. Ch	8 270	6 615	3 550	2 123	—	—	2 123	
63	Warszawa—Elektrownia Warszawska . . . . . L	79 000	57 900	25 700	7 697	—	15	7 682	
64	Warszawa—Elektrownia Tramwajów Miejskich T	12 900	12 900	6 120	2 212	15	—	2 227	
65	Wilno—Elektrownia w Wilnie . . . . . L	6 725	5 350	2 200	619	—	—	619	
66	Włocławek—Kujawska Elektrownia Okręgowa O	7 250	5 800	1 075	370	—	14	356	
67	Wojkowice Komorne—Kopalnia „Jowisz” . . . W	21 380	17 100	8 100	3 656	—	734	2 922	
68	Wysoka—Fabr. Portland-Cementu „Wysoka” . Cm	9 800	7 840	3 700	2 171	—	—	2 171	
69	Zgierz—Elektrownia Zgierska . . . . . L	10 845	7 179	2 600	846	—	—	846	
70	Żur—Zakład wodno-elektryczny w Żurze . . . O	8 800	8 200	5 100	939	407	80	1 266	

# Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

## STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

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

VI-te Walne Zgromadzenie S. E. P. odbyło się w dniach 1 — 3 czerwca r. b. w Krakowie. W otwarciu Walnego Zgromadzenia raczył wziąć udział Pan Prezydent R. P. prof. dr. Ignacy Mościcki, członek honorowy Stowarzyszenia. Poza tem wzięli udział: Pan Minister Przemysłu i Handlu Henryk Floyar Rajchman, Pan Minister Poczty i Telegrafów Inż. Emil Kaliński, Pan Wiceminister Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego Pieracki, przedstawiciel Pana Ministra Komunikacji Dyrektor Czarkowski, Prezydent Miasta Krakowa dr. Kaplicki, Wojewoda Krakowski Dr. Kwaśniewski, Dyrektor Biura Elektryfikacji M. P. i H. Inż. Kazimierz Siwicki, Dyrektor Departamentu Technicznego M. P. i H. Inż. Antoni Krzyczkowski, Dyrektor Kancelarii Cywilnej Pana Prezydenta R. P. Dr. Świeżawski, Szef Gabinetu Wojskowego Pana Prezydenta R. P. płk. Głogowski, przedstawiciele wojska, duchowieństwa, organizacji społecznych, technicznych i naukowych oraz 347 uczestników Walnego Zgromadzenia.

W Walnem Zgromadzeniu wziął również udział oficjalny przedstawiciel Elektrotechnicznego Związku Czechosłowackiego p. Dyr. Inż. M. Janu, zeszłoroczny prezes E. S. C. oraz grupa członków E. S. C.

Otwarcie odbyło się w piątek dnia 1 czerwca w sali Starego Teatru.

Za stołem prezydjalnym zasiedli: Prezes S. E. P. p. A. Kühn, Prezes Oddziału Krakowskiego p. H. Dubeltowicz i Sekretarz Generalny p. J. Podoski. Na asesorów wybrano pp.: Z. Okoniewskiego i K. Straszewskiego.

Po zagajeniu przez Prezesa S. E. P. i przywitaniu Pana Prezydenta R. P., Panów Ministrów i gości oraz członków S.E.P., głos zabrał p. Minister H. Floyar Rajchman, witając zjazd w imieniu Rządu. Tekst przemówienia p. Ministra podany będzie osobno. Z kolei powitał zjazd w imieniu Miasta Krakowa p. prezydent Miasta Dr. Kaplicki. Ostatni przemówił w imieniu E. S. C. p. inż. M. Janu.

Po uczczeniu przez zebranych pamięci zmarłych w ciągu ubiegłego roku członków S. E. P., wygłosili referaty: p. A. Kühn na temat „Zdobycze polskiego przemysłu elektrotechnicznego w odrodzonej Polsce” (odczyt prezydjalny) i p. K. Siwicki na temat „Elektryfikacja w przekroju życia gospodarczego”.

Tekst referatów podany będzie osobno.

Zkolei Pan Prezydent i uczestnicy otwarcia udali się do Gmachu Akademii Górniczej, gdzie Pan Prezydent dokonał aktu otwarcia pokazu krajowej wytwórczości elektrotechnicznej, który zwiedził szczegółowo w otoczeniu pp. Ministrów i gości honorowych, interesując się całym szeregiem eksponatów. Śród eksponatów znajdował się również model instalacji dla upodabniania powietrza miejskiego do górskiego, wynalazku Pana Prezydenta.

Po zwiedzeniu wystawy odbyła się przed gmachem Akademii wspólna fotografia, poczem Pan Prezydent pożegnał się z prezydium Stowarzyszenia i z zebranymi uczestnikami Walnego Zgromadzenia.

Dalsze prace Walnego Zgromadzenia odbywały się w ciągu popołudnia dnia 1 czerwca oraz 2 i 3 czerwca. W posiedzeniach sekcyjnych brała udział spora liczba uczestników Zgromadzenia, przyczem dyskusje dały dużo ciekawe-

go materiału, który zostanie wydrukowany w postaci sprawozdań w „Przeglądzie Elektrotechnicznym”.

Na formalnem posiedzeniu Walnego Zgromadzenia przyjęto do wiadomości sprawozdanie z działalności S. E. P., bilans zamknięcia, R-k Strat i Zysków oraz preliminarz budżetu na rok 1934, udzielając absolutorjum ustępującemu Zarządowi Głównemu S. E. P. Ogłoszone zostały wyniki wyborów do Zarządu, oraz zaaprobowane nowe przepisy i normy S. E. P.

W dniach 4 i 5 czerwca odbyła się wycieczka do Zakopanego i w Pieniny, w której udział wzięło około 40 osób.

### Ukonstytuowanie się Zarządu Głównego S. E. P.

W sobotę dnia 9 czerwca r. b. odbyło się posiedzenie Zarządu Głównego S. E. P., na którym ustępujący prezes p. A. Kühn przekazał władzę nowemu prezesowi Stowarzyszenia p. J. Obrąpalskiemu.

Zarząd Główny ukonstytuował się jak następuje:

Prezes: Jan Obrąpalski (Katowice).

I-szy wiceprezes: Alfons Kühn (Warszawa).

II-gi wiceprezes: Kazimierz Jackowski (Warszawa).

III-ci wiceprezes: Jan Tymowski (Bydgoszcz).

Skarbnik: Felicjan Karśnicki (Warszawa).

Sekretarz Zarządu Głównego: Konrad Knaus (Lwów).

Członkowie Zarządu Głównego: Tadeusz Czapllicki (Warszawa), Bolesław Jabłoński (Warszawa); Włodzimierz Krukowski (Lwów); Bronisław Michelis (Łódź); Roman Podoski (Warszawa).

Sekretarz Generalny: Józef Podoski.

### ODDZIAŁ POZNAŃSKI.

Sprawozdania z zebrań odczytowych.

W dniu 5 maja wygłosił prof. Gabriel Sokolnicki odczyt p. t. „Myśli krytyczne w dziesięciolecie ustawy elektrycznej”. Tekst tego odczytu, który został wygłoszony również w paru innych Oddziałach S. E. P., będzie podany w Przeglądzie Elektrotechnicznym.

W dniu 17 maja b. r. wygłosił odczyt w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich w Poznaniu p. kapitan Ferdynand Schoen na temat: „Nowa stacja radijoniczna rozgłośni poznańskiej”.

Prelegent na szematycznych rysunkach wyjaśnił budowę i sposób działania rozgłośni Radja Polskiego w Poznaniu, uruchomionej w styczniu roku bieżącego, która z uwagi na modulację szeregową stanowi do pewnego stopnia nowość w zakresie stacji radijonicznych nadawczych wskazując przytem na podstawie obserwacji plusy i minusy omawianego układu, wyrażając jednocześnie nadzieję, że drugorzędne znaczenia minusy da się w przyszłości usunąć.

Z kolei omówił prelegent działanie poszczególnych aparatów, zainstalowanych w rozgłośni poznańskiej, oraz sposób połączenia rozgłośni ze studjum.

Treściwy i bardzo rzeczowy referat liczni zgromadzeni słuchacze nagrodzili prelegentowi oklaskami.

W dyskusji zabierali głos p. p. Skiba, Stanowski, Klimowicz, dr. Rajewski, Dobrogojski zapytując o bliższe

szczególności konstrukcyjne generatora kwarcowego oraz sposób jego działania i uruchomienia. Dalej, czy moc w antenie jest stała, czy też waha się i w jakich granicach wreszcie dłaczego jedna z lamp nosi nazwę izolatora. Po wyczerpującej odpowiedzi prelegenta na powyższe pytania zebranie zakończono, wyznaczając wycieczkę do rozgłośni Radja Polskiego w Poznaniu na 22 maja b. r.

#### ZARZĄD GŁÓWNY.

##### Zgłoszenie na członka zbiorowego:

Spółka Akcyjna Przemysłu Elektrycznego „Czechowice” w Czechowicach, G. Śl.

Na Walnem Zgromadzeniu S. E. P. reprezentować będą pp.: Louis Neumann, prezes Zarządu i inż. Ernest Lang.

#### ODDZIAŁ KRAKOWSKI.

##### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Blumenthal Artur, Kraków, Zyplikiewicza 9.  
Feiner Józef, Kraków, Józefitów 6.  
Folkman Emeryk, Kraków, Batorego 2.  
Karcz Andrzej, Kraków, ul. Dajwór 27.  
Lelito Ludwik, Kraków, ul. Józefitów 6.  
Limanowski Henryk, Kraków, ul. Dajwór 27.  
Natanek Adam, Kraków, ul. Dajwór 27.  
Probst Juliusz, Kraków, ul. Zyplikiewicza 9.  
Polaczek-Kornecki Tadeusz, Kraków, ul. Św. Wawrzyńca 15.  
Wachlowski Emil, Jaworzno, Kopalnia Węgla.  
Welcher Zdzisław, Kraków, ul. Wygoda 5.

#### ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

##### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Jakobson Jakób, Łódź, ul. Południowa 42.

##### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Frydrychowski Leon, Zgierz, ul. Mielczarskiego 26.

#### ODDZIAŁ POZNAŃSKI.

##### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Jungermann Romuald, Poznań, ul. Swoboda 13.

#### ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

##### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Bart Jerzy, Warszawa, ul. Wiejska 11 m. 20.  
Fijałkowski Wiesław, Warszawa, ul. Marymoncka 1 c m. 170.  
Folman Stanisław, Warszawa, ul. Pańska 13-A m. 3.  
Gnoiński Tadeusz, Warszawa, ul. Nowe Miasto 19 m. 6.  
Gorjaczkowski Andrzej, Brześć, Elektrownia Kolejowa.  
Hoser Jerzy, Warszawa, ul. Radna 9.  
Jaworski Czesław, Milanówek, ul. Leśna 4.  
Nadel Ludwik, Warszawa, Chłodna 20 m. 2.  
Nielubowicz Czesław, Warszawa, ul. Uniwersytecka 1 m. 50.  
Nowakowski Bohdan, Warszawa, ul. Kredytowa 5 m. 12.  
Rymer Józef, Warszawa, ul. Wielka 17.  
Urbanowicz Heljodor, Warszawa, ul. Hoża 23 m. 11.  
Werszowski Tadeusz, Warszawa, ul. Żelazna 47.

#### ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.

##### Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Lang Ernest, Czechowice, k/ Bielska, Nr. 628.  
Neumann Alojzy, Bielsko, ul. Krasińskiego 38.

## ZWIĄZEK ELEKTROWNI POLSKICH.

W dniu 11 maja r. b. odbyło się zwyczajne Walne Zgromadzenie Członków Związku Elektrowni, na które zjechało do Warszawy ponad 50 przedstawicieli z różnych stron kraju.

Zebraniu przewodniczył prezes Związku, p. dyr. H. Dubeltowicz z Krakowa.

Przy sprawozdaniu z działalności za rok ubiegły poruszone zostały zagadnienia ogólnogospodarcze i podkreślono, że w porównaniu do innych krajów Polska pod względem elektryfikacyjnym była jednym z pierwszych, gdzie rozpoczął się kryzys i jednym z ostatnich państw, gdzie kryzys się zakończył.

W sprawozdaniu przytoczone zostały również liczby o wytwórczości i osiągniętych wpływach przez elektrownie samorządowe i prywatne w okresie od 1930 do 1933 roku, z których wynikało, że przeciętne wyzyskanie mocy instalowanej spadło z 2160 godzin z roku 1930 do 1740 godzin w roku 1933, że przeciętny wpływ na 1 kWh wyprodukowanej lub otrzymanej z sieci obcej dla przedsiębiorstw komunalnych w roku 1933 wynosił 21,8 gr., dla elektrowni

prywatnych — 12,2 gr. Dysproporcję osiągniętych wpływów pomiędzy elektrowniami tłumaczono przede wszystkim charakterem obciążenia poszczególnych elektrowni.

Na zasadzie wyborów do Rady Związku weszli pp. J. Glatman z Wilna, S. Kozłowski ze Lwowa, J. Kozniewski z Poznania, R. Podolski z Katowic, K. Straszewski i T. Sułowski z Warszawy;

do Komisji Rewizyjnej pp.: A. Dolatowski z Grudziądza, St. Próchnik ze Zgierza, J. Tymowski z Bydgoszczy, A. Majzner z Piotrkowa i T. Jeleński z Torunia.

Na posiedzeniu Rady Związku bezpośrednio po odbyciu Walnego Zgromadzenia zostało wybrane Prezydium Związku. Na prezesa Związku został powołany inż. K. Straszewski, dyrektor Elektrowni Okręgu Warszawskiego, na wiceprezesów — pp. inż. H. Dubeltowicz, dyrektor Elektrowni Miejskiej w Krakowie, inż. A. Hoffmann, dyrektor Pomorskiej Elektrowni Krajowej „Gródek” oraz inż. F. Kobyliński, dyrektor Elektrowni Warszawskiej.

## POLSKI ZWIĄZEK PRZEDSIĘBIORSTW ELEKTROTECHNICZNYCH.

W Polskim Związku Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych — w Sekcji Radjotechnicznej — pod przewodnictwem dyr. Romana Rudniewskiego i przy współudziale dyr. Związku, inż. P. Januszewskiego, odbyło się zebranie w sprawie rozwoju radjofonji w Polsce. Uchwały, które

powzięto i które mają być wykonane i wprowadzone w życie, będą bezwątpienia nowym potężnym etapem w rozwoju radjofonji i w rozwoju tak ściśle złączonym z nią polskiego przemysłu elektrotechnicznego.

Rozwój przemysłu radjotechnicznego zależy od roz-

woju radjofonji i odwrotnie — rozwój radjofonji zależy od rozwoju przemysłu. Wspólne wysiłki, wspólna propaganda i wspólna akcja nad ulepszeniem sprzętu odbiorczego winna dać powiększenie ilości radjoabonentów, co ma bardzo wielkie znaczenie państwowe, kulturalne i gospodarcze.

W zebraniu wzięły udział wszystkie zainteresowane sfery radjotechniczni, a więc: Przedstawiciel Ministerstwa Poczty i Telegrafów — dyrektor Departamentu Technicznego, Inż. A. Krzyczkowski, Przedstawiciele Polskiego Radja — Dyrektor Wł. Heller i Dyr. pułk. Konarski, Przedstawiciel krótkofalowców i prasy radjotechnicznej — pułk. inż. Karaffa-Kraeuterkraft.

Sfery przemysłowe reprezentowane były przez dyrektorów znanych polskich fabryk radjotechnicznych na czele z przedstawicielami Państwowych Zakładów Tele- i Radjotechnicznych.

W rezultacie szerokiej i wszechstronnej dyskusji uchwalono wybrać Komisję, która zajmie się w jaknajkrótszym czasie wprowadzeniem w życie powziętych uchwał.

Komisja składa się z przedstawiciela Polskiego Radja, przedstawiciela Instytutu Tele-Komunikacyjnego, przedstawiciela Państwowych Zakładów Tele- i Radjotechnicznych oraz pp. dyr. Walterscheida, Wiesenberg, pułk. Karaffa-Kraeuterkrafta, nast. przedstawiciela fabryki „Elektrit” i dyr. Rudniewskiego oraz inż. P. Januszewskiego, jako dyrektora Związku i łącznika między poszczególnymi Sekcjami Wybranej Komisji.

### ś. p. MICHAŁ ADAMSKI

Urodzony w dniu 18 września 1872 roku w Niedźwiadach powiatu śremskiego (woj. poznańskie), do szkoły powszechnej uczęszczał w Domachowie, następnie od 1884 do 1886 do szkoły obywatelskiej w Gostynie.

Po odbyciu obowiązkowej służby wojskowej w niemieckiej marynarce wojennej w oddziałach maszynowych w latach od 1893 do 1896 roku awansował na podoficera tejże marynarki wojennej.

Przez 2 lata, mianowicie 1904 i 1905, uczęszczał na kursy techniczne w szkole podoficerów pokładowych w Wilhelmshafen, gdzie otrzymał świadectwo z ukończenia kursu maszynisty marynarki wojennej pierwszej klasy, następnie po złożeniu dalszego egzaminu otrzymał dyplom maszynisty II klasy z tytułem służbowym nadmaszynisty morskiej floty wojennej” i w tym stopniu służył do 1920 r., przebywając ogółem w służbie niemieckiej marynarki wojennej 26 lat.

W czasie zawieszenia broni po zakończeniu wojny światowej i zatopieniu floty przez admiralicję niemiecką w pobliżu wysp angielskich pod Scapa Flow dostał się do niewoli angielskiej.

Kierownikiem Miejskiej Elektrowni w Świeciu nad Wisłą (Pomorze) był ś. p. M. Adamski od września 1920 r. aż do śmierci, t. j. 25 lutego 1934 roku.

Pod jego troskliwą opieką elektrownia rozwijała się szybko. O ile bowiem zapotrzebowanie energii elektrycznej miasta Świecia w roku 1919 wynosiło zaledwie 150 000 kWh, to w roku 1933 zużycie prądu wyniosło się do 400 000 kWh. Świat elektrotechniczny stracił w ś. p. Adamskim doświadczonego fachowca i szczerego kolegę.

N.

## LIST DO REDAKCJI.

### W sprawie elektrowni samorządowych.

W Nr. „Czasu” z dnia 1 czerwca r. b. został umieszczony artykuł p. t. „Elektrownie publiczne i prywatne”, wymagający wyjaśnienia.

Niepodpisany autor artykułu twierdzi, że elektrownie samorządowe są gorzej gospodarowane od prywatnych, ponieważ są słabiej wyzyskane i sprzedają prąd drożej (o 60,5%) od zakładów prywatnych. Logicznie więc nasuwa się wniosek, że względ na interes publiczny wymaga przejścia elektrowni samorządowych w ręce prywatne, ponieważ ta gospodarka prywatna, jako niekierowana przez „urzędników, mało lub całkiem niezainteresowanych w wynikach tej gospodarki”, tem samem daje gwarancję pracy „pro publico bono”.

Niema dwóch zdań, że gospodarka elektrowni samorządowych winna być wyłączona z gospodarki komunalnej; wtedy będzie oparta na zdrowych podstawach. W dzisiejszym bowiem stanie rzeczy te elektrownie są przeważnie ogałacane ze środków obrotowych, gdyż ich wpływy idą do ogólnej kasy i służą do „zatykania dziur” w budżecie.

Wyniki eksploatacyjne obu kategorii naszych elektrowni użyteczności publicznej, a więc samorządowych i prywatnych, obrazują następujące tablice, zestawione z oficjalnej „Statystyki zakładów elektrycznych w Polsce” za 1932 rok. Wzięto pod uwagę wyłącznie elektrownie (bez elektrowni rozdzielczych) z działu I-go, a więc zakłady, posiadające moc ponad 1 000 kW, jako najbardziej miarodajne do oceny gospodarki elektrycznej. Z grupy zakładów

prywatnych wyłączono zostały 2 śląskie elektrownie w Chorzowie i Łaziskach Górnych, jako największe w Polsce (o łącznej mocy 156 100 kW) i pracujące niemal całkowicie na przemysł (w 1932 r. 84% energii).

Tablica I.

M o c	Ilość elektrowni	
	samorząd.	prywatne
od 1 000 — 5 000 kW . . .	18	5
od 5 000 — 10 000 kW . . .	6	2
powyżej 10 000 kW . . . . .	5	8
Razem . . . . .	29	15
Przeciętna moc 1 zakładu w kW	5 950	18 250

Tablica II.

Rodzaj elektrowni	Łączna moc kW	Energja sprzedana w 1 000 kWh		Wpływy w 1000 zł	Przeciętny wpływ z 1 kWh sprzed. w gr.	
		ogółem	w tem na siłę			
samorząd.	172 217	185 081	95 940	51,8%	51 343	27,8
prywatne	273 793	330 163	237 950	69,1%	82 239	24,9

Powyższe tablice dają podstawy do porównania i pozwalają wyciągnąć wnioski, nieco odmienne od tych, do których dochodzi wspomniany autor.

Przedewszystkiem elektrownie prywatne naogół znajdują się w zasięgu wielkiego przemysłu i pod tym wzglę-

dem są uprzywilejowane w stosunku do samorządowych, rozmieszczonych, z małymi wyjątkami, na terenach słabo lub zupełnie nie uprzemysłowionych. Stąd też elektrownie przemysłowe górują mocą, a w konsekwencji mają mniejsze koszty kapitału i niższe wydatki ruchu na 1 kW instalowany.

Tablica I wskazuje, że przeciętna moc elektrowni samorządowej wynosi 5 950 kW, gdy prywatnej — 18.250 kW. Dalej według tablicy II elektrownie samorządowe mają słabsze obciążenie przemysłowe, bo wynoszące 51,8%, gdy prywatne — 69,1%; stąd wniosek, że samorządowe zakłady obsługują przeważnie drobny przemysł i rzemiosło, gdy wielki i średni przemysł stały się domeną elektrowni prywatnych.

Warunki pracy (nawet pod względem kosztów kapitału) więc są gorsze dla elektrowni samorządowych, które, mając przeważające obciążenie na światło, dają większe wpływy eksploatacyjne przeciętnie na 1 kWh, ponieważ taryfa na światło jest naogół dwukrotnie wyższa od taryfy na siłę.

Dla 1932 r. te wpływy wynoszą 27,8 gr, a dla elektrowni prywatnych dość zbliżoną cyfrę — 24,9 gr. Różnica jednak wynosi ok. 12%, gdy autor wskazuje, że „prąd elektrowni samorządowej jest o 60,5% droższy, a faktycznie zwyżka %-owa jest pięciokrotnie mniejsza.

Niewiadomo, skąd autor wziął tę ostatnią cyfrę, chyba że wziął wszystkie nawet najdrobniejsze elektrownie o znikomej mocy. A przecież wiadomo, że gospodarka tych drobnych elektrowni, zarówno prywatnych, jak i samorządowych, jednakowo daje wiele do życzenia.

Natomiast gospodarka elektrowni samorządowych o mocy ponad 1 000 kW a nawet w granicach 100 do 1 000

kW nie posiada tego rozmachu (głównie ze względów na brak środków), lecz jest prowadzona przez fachowców, osiągniętych nieraz wcale piękne rezultaty. Przykładem może służyć chociażby np. elektrownia miejska w Gdyni, której wyniki eksploatacyjne daje tablica następująca:

Rok	Całkowita energia sprzedazy w 1000 kWh	Wpływy całkowite ze sprzedazy energii w 1000 zł	W tem energii sprzedanej na grzejnictwo w 1000 kWh	Wpływy w 1000 zł za grzejnictwo
1930	1 128	539	25,3	7,8
1931	1 557	710	92,3	25,2
1932	2 010	851	228,2	62,7
1933	2 551	990	455,7	101,9

Ilość zużytej energii na grzejnictwo wzrosła z 2,3% (w procentowym zestawieniu dla danego roku) w 1930 r. do 17,9% całkowitej sprzedanej energii. Wpływy na grzejnictwo, wynoszące 1,5% w 1930 r., dały 10,3% w 1933 r.

Przytem rzecz charakterystyczna, że nawet tak bardzo kryzysowy rok 1932 nie zahamował, ale spotęgował zużycie energii na cele grzejne.

Czy wiele elektrowni prywatnych może się poszczycić taką polityką taryfikacyjną i takimi wynikami?

Wreszcie w końcu jedna uwaga. Elektrownie prywatne w  $\frac{3}{4}$  znajdują się w rękach obcych. Zysk więc cały idzie zagranicę i kraj z tego niema pożytku, gdy zysk elektrowni samorządowych zostaje obracany na bruki, szkoły, wodociągi i inne potrzeby miast. Więc ostrożnie z wnioskami!

Eug. Unslicht.

## PRZEMYSŁ I HANDEL.

### Zakład Elektryczny Okręgu Lwowskiego Sp. Akc.

Spółka ukonstytuowała się w dniu 22 października 1932 roku, obejmując agendy „Okręgowego Zakładu Elektrycznego, Sp. z ogr. odp.” i uzyskane przez Zakład ten uprawnienie rządowe Nr. 174 na zbyt energii elektrycznej w 10 powiatach w okolicy Lwowa.

Zakład Elektryczny Okręgu Lwowskiego S. A. jest wynikiem zjednoczonych wysiłków Miejskich Zakładów Elektrycznych i Zakładów Wodociągowych miasta Lwowa, a powstał z inicjatywy b. prezydenta miasta inż. Jana Brzozowskiego.

Uprawnienie rządowe Nr. 174, wydane przez b. Ministerstwo Robót Publicznych 8.IV. 1932, przewiduje trzy okresy rozbudowy sieci okręgowej w powiecie lwowskim i 9 w powiatach sąsiednich.

Pierwszy okres, który zamknie się w kwietniu 1935, obejmuje elektryfikację powiatu lwowskiego, żółkiewskiego, grodeckiego i jaworowskiego.

Poniżej podajemy kilka cyfr, charakterystycznych dla rozwoju Spółki w okresie sprawozdawczym.

I. Sieć	Przyrost w roku 1933	Stan w dniu 31/XII. 1933
Długość trasy w km. napięcie 30 kV. . . . .	11,15	97,656
„ 6 kV. . . . .	6,42	21,21
„ 380/220 V. . . . .	57,12	87,27
Razem km. . . . .	74,69	206,136
Waga miedzi kg. . . . .	38 910	120 554

II. Transformatory	Przyrost w roku 1933		Stan 31/XII. 1933	
	Ilość	Moc łączna kVA	Ilość	Moc łączna kVA
30/6 kV . . . . .	3	660	4	910
30/0,4 „ . . . . .	5	190	6	690
6/0,5 „ . . . . .	1	100	1	100
6/0,4 „ . . . . .	8	352	13	972
3/0,4 „ . . . . .	2	30	2	30
Razem. . . . .	19	1 332	26	2 702

III. Odbiorcy	Przyrost w roku 1933	Stan w dniu 31/XII. 1933
Ilość odbiorców . . . . .	997	1 539
„ żarówek . . . . .	12 617	16 157
„ motorów . . . . .	56	74
„ przyrządów . . . . .	105	208
„ lamp ulicznych . . . . .	275	422
Moc przyłącz. kW . . . . .	723	1 320

IV. Sprzedaż energii w kWh	Rok 1933	Za okres sprawozdawczy
Więksi odbiorcy . . . . .	1 158 223	1 369 623
Obce sieci . . . . .	100 947	100 947
Dworce kolejowe . . . . .	5 412	6 690
Drobni odbiorcy siły . . . . .	4 732	5 113
Mieszkania prywatne i sklepy	59 137	65 859
Oświetlenie ulic . . . . .	23 900	26 882
Straty i zużycie własne . . . . .	20 504	21 030
Razem . . . . .	1 372 855	1 596 144

V. Wyniki finansowe w zł	Rok 1933	Za okres sprawozdawczy
Wpływy eksploatacyjne . . . . .	243 947.50	274 706.76
Wydatki . . . . .	188 951.49	219 915.90
Niedobór . . . . .	—	—
Nadwyżka . . . . .	54 096.01	54 790.90

VI. Koszta budowy	Rok 1933	Ogólna suma po 31/XII 1933
Sieci wysokiego napięcia	522 002.10	1 083 451.79
Sieci niskiego napięcia .	223 950.41	399 331.28
Stacje transformatorowe	301 126.12	383 734.36
Złącza . . . . .	37 313.08	69 607.67
Ogólne koszta . . . . .	41 767.05	41 767.05
Interkalarje . . . . .	12 235.21	12 235.21
Razem . . . . .	1 138 594.02	1 990 127.36

W roku bieżącym Spółka rozpoczyna budowę sieci okężnej z Persenkówki przez Lubień do Woli Dobrostańskiej w związku z elektryfikacją stacji pomp Zakładów Wodociągowych miasta Lwowa w Woli Dobrostańskiej. Budowę wykona się w 2 etapach rocznych.

Dotychczasowy rozwój przedsiębiorstwa, które rozpoczęło działalność swoją w najcięższych warunkach gospodarczych pozwala patrzeć ze spokojem w przyszłość, gdyż można się nie tylko spodziewać przyspieszenia i zwiększenia tempa elektryfikacji zarówno wszystkich przyłączonych już okolic, jak i obszarów, których przyłączenie ma nastąpić w dalszych okresach rozbudowy, ale w związku z tem również i korzystnych finansowych wyników.

#### Produkcja i zbył artykułów elektrotechnicznych w lutym 1934 r.

Produkcja 25 głównych artykułów branży elektrotechnicznej, wymienionych w zestawieniu Głównego Urzędu Stat. za luty b. r. oceniona była na 4384 tys. złotych, a więc wynosiła 95% produkcji styczniowej, a 98,5% średniej produkcji miesięcznej ub. roku. W załączonym zestawieniu pierwsza rubryka wskazuje wytwórczość w lutym b. r. w tysiącach złotych, druga — procentowy stosunek jej do produkcji poprzedniego miesiąca, trzecia — to samo w stosunku procentowym do przeciętnej wytwórczości miesięcznej ub. roku.

Poza szeregiem artykułów, których produkcja spadła w miesiącu sprawozdawczym, czasem w znacznym stopniu, jak przyrządów elektromedycznych, wyłączników olejowych i transformatorów, wykazują poważne wzmoczenie się produkcji: przewodniki izolowane, nieobolwione, maszyny elektr., w nieznacznym zaś stopniu: skrzynki przyłączowe, przyrządy el. domowego użytku, aparaty telefoniczne i centralki.

Nazwa towaru	1000 zł	%	%
Maszyny elektryczne . . . . .	405	161	165
Przetwornice . . . . .	17	95	63
Transformatory . . . . .	57	41	55
Akumulatory i ich części . . . . .	219	55	62
Ogniwa i części . . . . .	282	93	112
Urządzenia rozdzielcze . . . . .	40	82	95
Skrzynki przyłączowe . . . . .	53	113	136
Wyłączniki olejowe . . . . .	33	22	80
Bezpieczn., drobna armatura rozdziel. i instalacyjna . . . . .	270	98	113
Liczniki energii elektrycznej . . . . .	116	97	129
Rury izolacyjne i części . . . . .	86	91,5	75
Świeczniki, żyrandole i t. p. . . . .	91	78	56
Urząd. i przyrządy domow. użytku . . . . .	58	109	132
Przyrządy elektromedyczne . . . . .	3,3	17,5	10,3
Aparaty telefonicz. i centralki . . . . .	88	105	38
Sprzęt pomocn. i części zapasowe . . . . .	99	64	141
Żarówki elektryczne . . . . .	772	96	113
Przewodniki gołe . . . . .	107	89	88
Przewodniki izolow. nieobolwione . . . . .	775	168	198
" obołowione . . . . .	325	84	65
Porcelana elektrotechniczna . . . . .	84	60	93
Radjosprzęt:			
Aparaty detektorowe . . . . .	—	—	—
" lampowe . . . . .	272	70	133
Kondensatory . . . . .	76	81	138
Transformatory . . . . .	56	69	151
Razem . . . . .	4384,3		

Zbyt wynosił w lutym 4056 tys. zł., a więc sprzedano ok. 93% wytworzonych w tym miesiącu towarów.

#### Zatrudnienie i stan zamówień w przemyśle elektrotechnicznym w marcu 1934 r.

Czynnych zakładów przemysłu elektrotechnicznego o liczbie robotników 20 i więcej było w marcu b. r. 57, czyli o 2 więcej, niż w lutym i o 11 więcej, niż w marcu ub. roku. Zatrudnionych było ogółem 5350 robotników, z tych 94% przy produkcji. Przepracowano ogółem 211 539 godzin tygodniowo, t. j. 95% ilości lutowej. Na 1 robotnika przypadało 42,4 godzi. tygodniowo, a więc 98% ilości lutowej, a 111% odpowiedniej cyfry w marcu 1933 r. Pod względem wyzyskania sił roboczych przemysł elektrotechnicznych doznał znacznego względnego pogorszenia, gdyż stał na 13 miejscu z pomiędzy 16 głównych gałęzi przemysłu, mając poza sobą jedynie przemysł maszynowy, włókienniczy i browarniany.

Stan zamówień również pogorszył się w pewnym stopniu, gdyż wyrażał się w cyfrach względnych jak następuje: marzec 1933 — 115,8; luty 1934 — 145,9; marzec 1934 — 137,5.

## R Ó Ż N E.

### Wiadomości SIMP.

Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich podjęło wydawnictwo biuletynu miesięcznego p. n. „Wiadomości SIMP”, poświęcone życiu techniczno-społecznemu ogółu inżynierów mechaników polskich.

Pierwszy zeszyt tego biuletynu rozpoczyna akcję, ma-

jąca na celu zebranie danych do „Listy Inżynierów Mechaników Polskich”, która zostanie wydana w końcu b. r.

Redakcja „Wiadomości SIMP” przesyłać je będzie bezpłatnie wszystkim inżynierom mechanikom polskim, którzy tego zažadają, przesyłając swe adresy; zgłoszenia te mogą być zbiorowe. Adres Redakcji „Wiadomości SIMP”: Warszawa, ul. Czackiego 3/5 m. 22.

PRZEDPŁATA:  
kwartalnie . . . . . zł. 9.—  
rocznie . . . . . zł. 36.—  
za zmianę adresu  
(z naczkami pocztowymi) gr. 50

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m. 24, I piętro (Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 690-23.

Administracja otwarta codz. od godz. 9 do 15 w soboty od 9 do 13  
Redaktor przyjmuje we wtorki i piątki od godziny 19-ej do 20-ej.

Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363

Ceny ogłoszeń  
podaje administracja  
na zapytanie.

Wydawca: Wydawnictwo czasopisma „Przeгляд Elektrotechniczny”, spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.