

# Przegląd Elektrotechniczny

Organ Stowarzyszenia Elektryków Polskich

z dodatkiem Przeglądu Radiotechnicznego, ogłaszanego staraniem Sekcji Radiotechnicznej S. E. P.

Wychodzi 7 i 21 każdego miesiąca

CENA zeszytu w prenumeracie: 1 zł. 50 gr.  
pojedynczego zeszytu Nr. 10: 2 zł. 50 gr.

## XI WALNE ZGROMADZENIE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH NA ŚLĄSKU

Warszawa, (Królewska 15) 21 Maja 1939 r.



### NA WYSTAWIE W Nowym Jorku

NA ŚWIATOWEJ WYSTAWIE W NOWYM JORKU  
W b. FABRYKA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH  
K SZPOTAŃSKI I S-KA S. A. WYSTAWIŁA W PAWI-  
LONIE POLSKIM NASTĘPUJĄCE EKSPONATY:

- 1 Transformator mierniczy, napięciowy, mod. US 400, bez-  
olejowy, bezoscylicyjny, koszkodowy — na napięcie pierwot-  
ne do 100000 V, z zaczejami na 100, 200, 300, 100 kV,  
o nomin. nap. wtórnym 100 V, napięciu probierczym 600 kV  
i mocy 30 VA w klasie 0,2 dla 100 kV i 200 kV i 30 VA  
w klasie 0,5 dla 300 i 400 kV. Transformator jest prze-  
znaczony dla dokładnych pomiarów laboratoryjnych.
- 2 Transformator mierniczy, prądowy, garbkowy, suchy  
mod. JG 30 w wykonaniu przelazowym 30-60-120/5 A  
o mocy 10 VA w klasie 0,2 — dla nap. nomin. 30 kV.
- 3 Transformator mierniczy prądowy, talerszowy, suchy mod.  
J130, o przekładni 200/5A, o mocy 10 VA w klasie 0,2—  
dla nap. nomin. 20 kV.
- 4 Transformator mierniczy, suchy, bezoscylicyjny, mod.  
US 10, o przekładni 6000/100 V o mocy 15 VA w klasie 0,2.

Dokładniejsze opisy w Nr. Informacji dla Przyjaciół

**SZPOTAŃSKI**  
1939

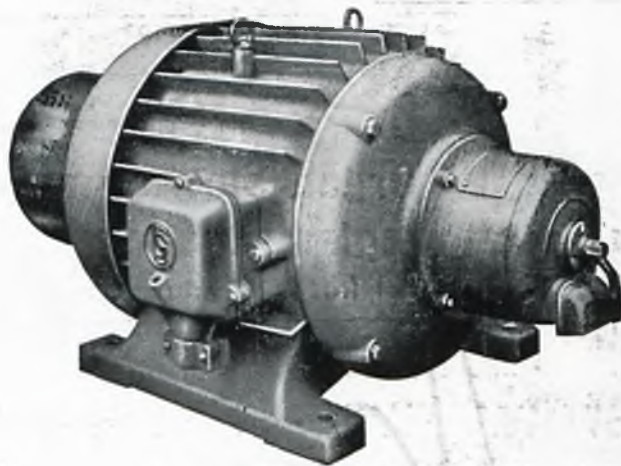
**FABRYKA APARATÓW  
ELEKTRYCZNYCH  
WARSZAWA I MIEDZYLEŚIE**





K. SZPOTAŃSKI I S-KA S.A.

*Kto kupił raz  
ten kupi zawsze  
silnik trójfazowy  
firmy*



87 KM - 1480 obrotów

# SCHWABE BIELSKO ŚLĄSK

**NAJSTARSZA W KRAJU FABRYKA SILNIKÓW**

## ZJEDNOCZONE TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNE

SP. Z OGR. ODP.

Warszawa, ul. Karolkowa 48, tel. 693-51 i 608-61



### WYKONYWA:

skrzynie kablowe wielowylotowe niskiego napięcia. Rozdzielnie okapturzone i tablicowe. Skrzynki przyłączeniowe domowe. Włączniki i przełączniki pakietowe. Nagrzewacze rurowe do wentylatorów i zbiorników. Gniazda wtykowe blokowe. Armatury lampowe szczelne.

WARSZAWSKIE ZAKŁADY  
ELEKTROTECHNICZNE

## »ELZAW« Sp.z o.o.

Warszawa, ul. Narbutta 16

Telefony: 4-28-35, 4-18-83 i 4-49-24

Poleca własne wyroby:

### DZIAŁ RUR:

Rurki systemu „Bergmana”  
9 mm - 48 mm  
Puszki obłożone do rur  
„Bergmana”  
Rurki stalowe pancerne  
11 mm - 42 mm  
Puszki i dodatki do rur sta-  
lowopancernych

### DZIAŁ KABLOWY:

Przewodniki i sznury izolo-  
wane  
Kabelki samochodowe la-  
kierowane  
Przewody oponowe OM, OW  
i OP

CENNIKI WYSYŁAMY NA ŻĄDANIE

# DISTAR

nr 59

PŁYTKI Z WĘGLIKÓW SPIEKANYCH  
według licencji firmy Fried. Krupp, S.A., Essen „Widia”  
zwiększają przelotność warsztatu i zmniejszają czas  
obróbki, potaniając wyrób.

Produkowane są we wszelkich wielkościach i gatunkach w zależności od przeznaczenia, a to w szczególności:

## DISTAR XX

do bardzo wielkich szybkości skrawania nawet najtwardszych stali, przy małym przekroju wióra

## DISTAR X8

do dużych przekrojów wióra przy mniejszych szybkościach i pracy przerywanej lub zachodzących uderzeniach

## DISTAR N

do obróbki żeliwa, mosiądzu, miedzi, metali kolorowych, ebonitu i narzędzia górnicze

## DISTAR H

do obróbki żeliwa, utwardz. marmuru, szkła, porcelany

# TOWARZYSTWO STARACHOWICKICH ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH

SPÓŁKA AKCYJNA

ZARZĄD: Warszawa, Warecka 15, telefon 567-90

ZAKŁADY: poczta Starachowice, wojew. Kieleckie



\*

# SIŁA I ŚWIATŁO

SPÓŁKA AKCYJNA • WARSZAWA • MARSZAŁKOWSKA 94  
TELEFON 5-45-75 (CENTRALA). ADRES TELEGRAFICZNY „ESES” WARSZAWA.

KAPITAŁ AKCYJNY ŻŁ 5.200.000

współpracuje  
z firmą

**Trust Métallurgique, Electrique et Industriel S. A.**  
Bruxelles, 168 rue Royale

KAPITAŁ AKCYJNY FR. BELG. 117.250.000

Elektrownia Okręgowa  
w Zagłębiu Dąbrowskim, S. A.  
Kapitał Akcyjny zł. 12.500.000  
Dyrekcja:  
Będzin, Małobądzka 141

»Sieci Elektryczne«, Sp. Akc.  
Kapitał Akcyjny zł 1.500.000  
Dyrekcja:  
Będzin, Małobądzka 141

Kabel Polski, Sp. Akc.  
Kapitał Akcyjny zł 5.000.000  
Dyrekcja:  
Bydgoszcz, Ul. Fordońska 106

\*

\*

\*

Elektrownia Okręgowa  
w Zagłębiu Krakowskim, S. A.  
Kapitał Akcyjny zł 7.500.000  
Dyrekcja: Siersza Wodna  
p. Trzebinia

Elektryczne Koleje Dojazdowe,  
Sp. Akc.  
Kapitał Akcyjny zł 3.400.000  
Dyrekcja: Warszawa,  
Marszałkowska 94

Zakłady Górnicze „Silesia”, S. A.  
Kapitał Akcyjny zł 8.700.000  
Dyrekcja: Dziedzice

\*

\*

\*

Elektrownia  
Okręgu Warszawskiego, S. A.  
Kapitał Akcyjny zł 6.000.000  
Dyrekcja: Warszawa,  
Plac Napoleona 9

Tramwaje Elektryczne  
w Zagłębiu Dąbrowskim, S. A.  
Kapitał Akcyjny zł 3.200.000  
Dyrekcja: Katowice  
Plac Wolności 16

Opieka Ubezpieczeniowa,  
Sp. z ogr. odp.  
Ubezpieczenia grupowe  
elektrowni, tramwajów i kolei  
elektrycznych oraz przemysłu  
elektrotechnicznego  
Dyrekcja:  
Warszawa, Marszałkowska 94

\*

**B U D O W A i F I N A N S O W A N I E**  
**ELEKTROWNI MIEJSKICH i OKRĘGOWYCH,**  
**TRAMWAJÓW i KOLEI DOJAZDOWYCH**

# Elektro- narzędzia

podwyższonej  
częstotliwości

# Boscha

„Boscha” urządzenia  
podwyższonej częstotli-  
wości opórcentowują się  
rocznie 100 — 1000% - tami



## Boscha elektro-narzędzia podwyższonej częstotliwości,

a mianowicie: wiertarki — silniki uniwersalne — gwinciaraki — wkrętaki — szlifierki — polerki i t. p., wyróżniają się lekką wagą, pracują sprawnie i zachowują niezmienną ilość obrotów bez względu na obciążenie. Przez zainstalowanie **urządzeń podwyższonej częstotliwości** obniżyło już dzisiaj wiele zakładów przemysłowych wysokość kosztów produkcji, polepszając jednocześnie wydajność i wynik pracy.

## Boscha elektro-narzędzia podwyższonej częstotliwości

znalazły zastosowanie w fabrykach samolotów, samochodów i maszyn oraz przy budowie przyrządów, mostów i okrętów, jak również w fabrykach i warsztatach reparacyjnych taboru kolejowego (np. w Polsce pracuje obecnie 800 szt. elektro-narzędzi podwyższonej częstotliwości).

Wyłączna sprzedaż

# BE-TE-HA

WARSZAWA, UL. MARSZAŁKOWSKA 17, TEL. 554-60.

# ELEKTROWNIA OKRĘGU WARSZAWSKIEGO

SPÓŁKA AKCYJNA

(DAWNIEJ ELEKTROWNIA OKRĘGOWA W PRUSZKOWIE, S. A.)

MOC ZAINSTALOWANA 32 500 kW

**TERENY ZASILANIA:** Powiat warszawski na lewym brzegu Wisły, powiat błoński, gmina Jazgarzew powiatu grójeckiego, część m. st. Warszawy-Bielany.

**E. O. W.** zapewnia stałą i na dogodnych warunkach dostawę energii elektrycznej dla siły, światła i grzania.

**E. O. W.** stosuje nowoczesne, dogodne dla odbiorców taryfy energii elektrycznej.

**E. O. W.** udziela swym odbiorcom wszelkich informacji dotyczących elektryfikacji zakładów przemysłowych.

**E. O. W.** udziela swym odbiorcom kredytu na elektryfikację warsztatów pracy i gospodarstw domowych.

Tereny zasilania E. O. W., dzięki wyjątkowo dogodnemu położeniu w pobliżu stolicy, licznym liniom kolejowym i łatwej komunikacji, są najodpowiedniejszym miejscem dla powstawania i rozwoju zakładów przemysłowych.

**BIURO ZARZĄDU** – Warszawa, ul. Świętokrzyska 23, tel. 561-00 (centrala)

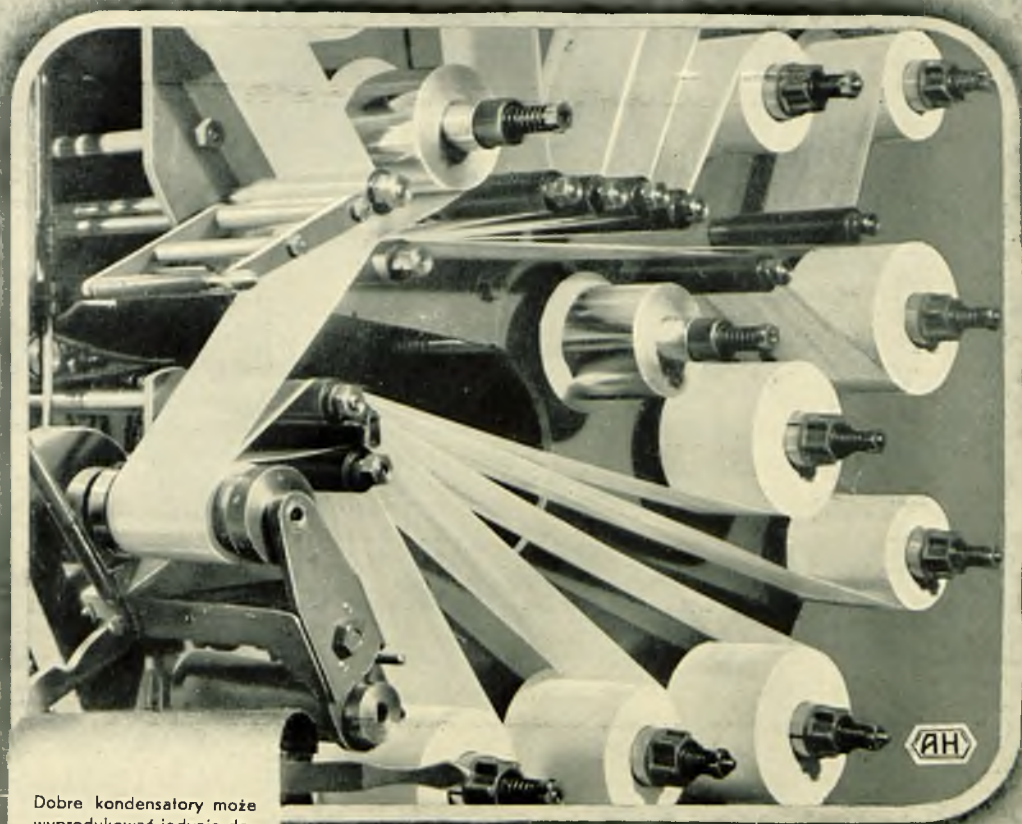
**WYTWÓRNIA  
W PRUSZKOWIE** – ul. Ks. Streicha 22, tel. 22 Pruszków

**PODSTACJE:** w Jeziornie – tel. 53 Skolimów  
w Łomiankach – tel. 12 Łomianki  
w Szczęśliwicach – tel. 9.18-80  
w Żyrardowie – ul. Jaktorowska 6, tel. 65 Żyrardów

**BIUR** **Å:** na Bielanych, ul. Szregera 72, tel. 12.78-97  
we Włochach, ul. 11-go Listopada 6, tel. 3.48-01

**SALON POKAZOWY** – Warszawa, ul. Świętokrzyska 23, tel. 561-00.

# 13 LAT DOŚWIADCZENIA W produkcji kondensatorów



Dobre kondensatory może wyprodukować jedynie dobry specjalista. Fabryka Elektrotechniczna inż. A. Horkiewicz posiada już 13-letnie doświadczenie. Jej kondensatory od lat cieszą się dobrą opinią. Jej powierzają swe zamówienia najważniejsi w Polsce odbiorcy.

Fabryka Elektrotechniczna  
**INŻ. A. HORKIEWICZ**

**|| WARSZAWA - STEPINSKA 26/28 TEL. 5.65-90 ||**



Okapturzon  
rozdzelnia wy-  
sokiego napięcia

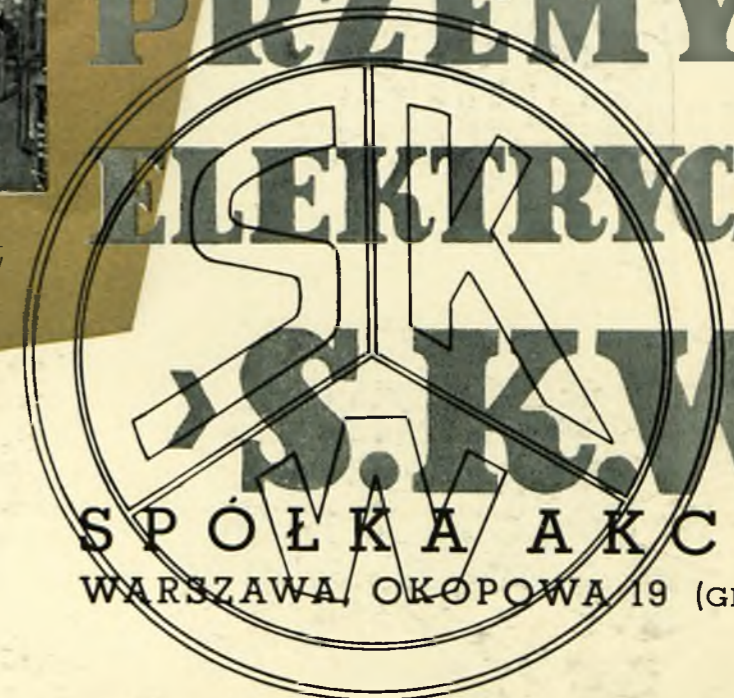


Podstacja napo-  
wietrzna 35 kV



Wyłączniki stru-  
mienowe 35 kV

# KRAJOWY PRZEMYSŁ ELEKTRYCZNY



**S.K.W.**  
SPÓŁKA AKCYJNA  
WARSZAWA, OKOPOWA 19 (GMACHY WŁASNE)



Tablica rozdzielcza

## ZAKRES NASZEJ

Wyłączniki wysokiego napięcia dla wszelkich napięć i najwyższej mocy odłączalnej, olejowe i bezolejowe.

Okapturzone wyłączniki wysokiego napięcia dla hut i kopalń, w wykonaniu normalnym i gazoszczelnym.

Aparaty i kompletne rozdzielnie wysokiego napięcia, wewnętrzne i napowietrzne.

Okapturzone rozdzielnie wysokiego napięcia.

Transformatory miernicze legalizowane.

Izolatory wiszące i armatury dla linii przesyłowych wysokiego napięcia.

Ochronniki katodowe wysokiego i niskiego napięcia.

Aparaty okapturzone i kompletne baterie rozdzielcze niskiego napięcia dla przemysłu.

## PRODUKCJI OBEJMUJE:

Wyłączniki samoczynne niskiego napięcia dla dowolnych prądów, suche i olejowe.

Przełączniki oraz wszelkie urządzenia sterowane elektrycznie z odległości dla kompletnej automatyzacji ruchu.

Kompletne wyposażenia elektryczne dla:

- dźwigów, suwnic,
- urządzeń transportowych, trakcji elektrycznej,
- wozów tramwajowych,
- określonych morskich.

Urządzenia całkowicie zautomatyzowane dla pomp i kompresorów.

Oporniki i regulatory.

Wyłączniki, przełączniki i bezpieczniki niskiego napięcia dla wszelkich prądów.

Mufy i masę kablową.



Okapturzona samoczynna bateria rozdzielcza



Wyłącznik olejowy z komorami wyrównawczymi w wykonaniu 35 kV 500 MVA

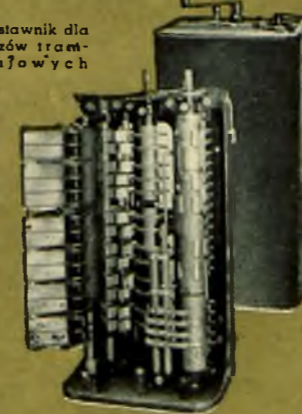
Wyłącznik samoczynny dla ochrony silników, sterowany elektrycznie



Nastawnik dla wozów tramwajowych



Wyłącznik samoczynny w wykonaniu przeciwybuchowym



Transformator mierniczy prądowy suchy (kocioł ochronny odjęty)



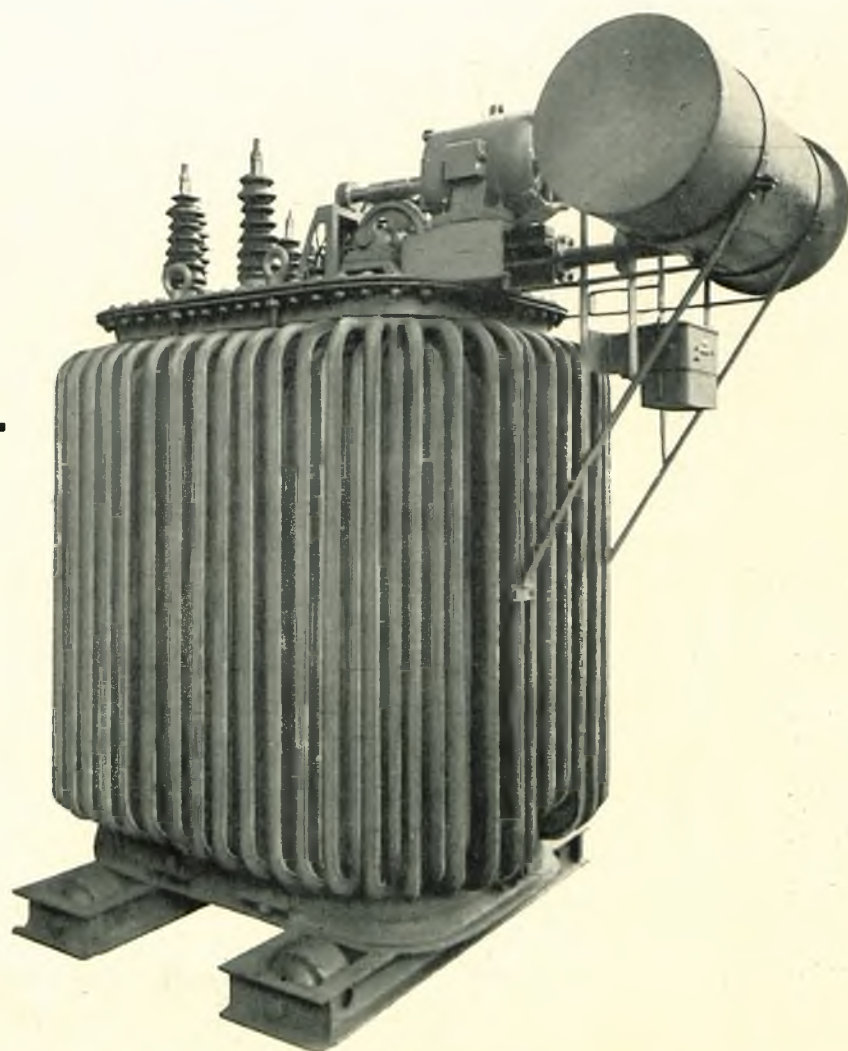
Wyłącznik samoczynny «US» dla ochrony instalacji świetlnych



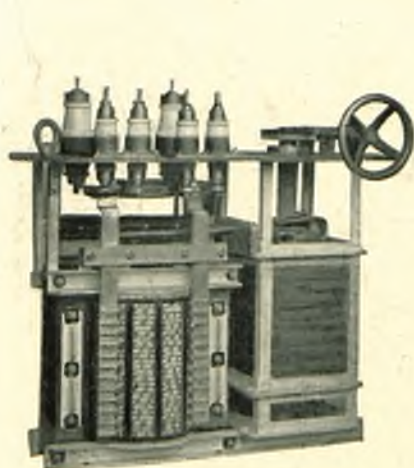
## WŁASNE LABORATORIA DOŚWIADCZALNE

1. PRĄDOWE 16.000 A.
2. ELEKTROMECHANICZNE 15.000 KG.
3. NAPIĘCIOWE 300.000 V
4. GENERATOR FAL USKOKOWYCH DO 1.250.000 V.

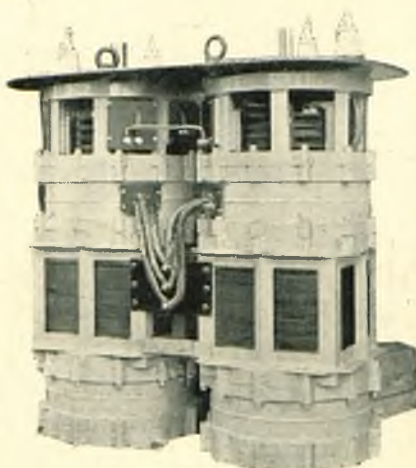




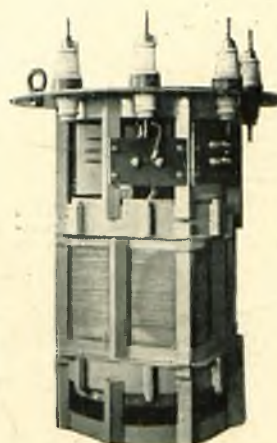
## TRANSFORMATORY O B R O T O W E



Zespół transformatora obrotowego ze stałym.



Transformator obrotowy podwójny o konstrukcji wzmocnionej przeciw zwarciom, 2000 kVA, 10000 V, 10% regulacji.



Transformator obrotowy pojedynczy 800 kVA, 3000 V, 13% regulacji.

# ELEKTROBUDOWA S. A.

ŁÓDŹ - KOPERNIKA 56-58, TEL. 111-77 i 191-77

# SAMOCZYNNNE WYŁĄCZNIKI SUCHE

typu WSk, budowy okapturzonej z wyzwalaczami termiczno-elektromagnetycznymi, sterowane elektrycznie z miejsca lub z odległości to najbardziej uniwersalne, najprostsze a bezwzględnie pewne zabezpieczenie urządzeń elektrycznych dla każdego rodzaju ruchu

Najwyższa precyzja działania  
Niezwyczajna trwałość kontaktów  
Całkowicie bezszmerowa praca  
Małe wymiary i łatwość zainstalowania  
Estetyczna forma  
Konkurencyjne w cenie

Oferty i katalogi na żądanie



**Erva**

**POLSKIE ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE**  
ZARZĄD i FABRYKA: WŁOCHY P, WARSZAWA, TEL. CENTRALA 548-88

# Ericsson

*Polska Akc. Sp. Elektryczna*

Centrala:  
Warszawa, Al. Ujazdowskie Nr. 47

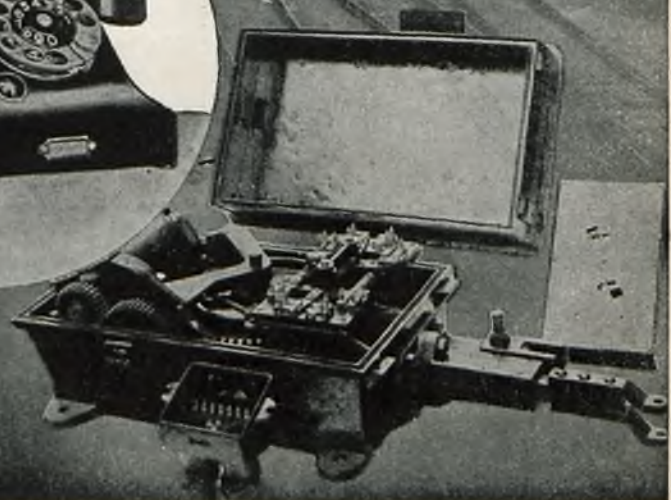
Fabryka:  
Radom, ul. Andrzeja Struga 50,

Urządzenia mechaniczne  
i elektryczne  
sygnalizacyjne **zabezpie-  
czenia ruchu kolejowego.**

Urządzenia wchodzące  
w zakres **prądów słabych.**

**Akumulatory** stalowo-  
niklowo - kadmowe.

**Zegary elektryczne** i kontroli  
czasu.



# STOWARZYSZENIE MECHANIKÓW POLSKICH Z AMERYKI S. A. W WARSZAWIE



Wytwórnia w Pruszkowie Zakłady Przemysłowe w Porębie

Biuro główne: Pruszków, ul. Sienkiewicza 19, tel. 21-34

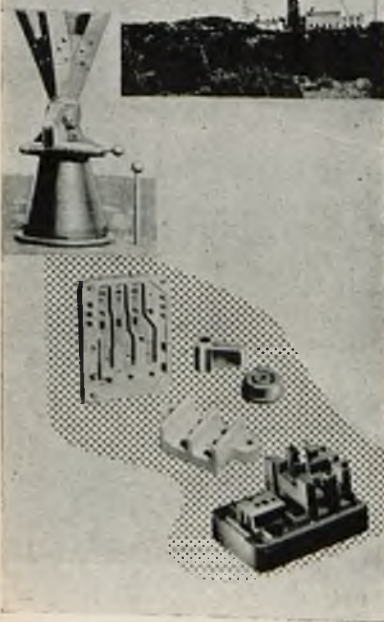
Biuro Warszawskie: Al. Jerozolimska 20, tel. 693-66, 623-88

OBRABIARKI DO METALI  
NARZĘDZIA TNĄCE  
PRZYRZĄDY  
KOŁA ZĘBATE  
ODLEWY ŻELIWNE MASZYNOWE,  
KWASO-IŁUGOODPORNE  
I PRZEMYSŁOWE



Nasze obrabiarki są reprezentowane na Wystawie Światowej w Nowym Jorku.  
Prosimy odwiedzić nasze stoisko na Wystawie Elektrotechnicznej w hali I.

1500 000 kg



## STEMAG

STEATIT-MAGNESIA A. G.  
BERLIN PANKOW,  
HOLENBRUNN, LAUF

### 1.500.000 kg.

spoczywa zupełnie bezpiecznie  
na tym izolatorze wsporczym  
z materiału „SM”-STEATIT, który  
posiada wysoką wytrzymałość  
mechaniczną, wysokie wartości  
izolacyjne, jest odporny na prądy  
powierzchniowe.

GENERALNE PRZEDSTAWICIELSTWO NA POLSKĘ:

# STATOR

 Elektrotechniczna  
Sp. z ogr. odp.

WARSZAWA I, UL. LWOWSKA 5, TEL. 951-43

**WSZELKIEGO  
R O D Z A J U**

# KABELE

**dla prądów silnych na niskie  
i wysokie napięcie do 60 kV  
oraz kable do prądów słabych**

p o l e c a j ą:

**KABEL POLSKI, S. A.**

B Y D G O S Z C Z

**FABRYKA KABLI, S. A.**

K R A K Ó W

**WARSZAWSKA WYTWÓRNIA KABLI, S. A.**

W A R S Z A W A -

- O K Ę C I E

**POLSKIE FABRYKI KABLI i WALCOWNIE MIEDZI S.A.**

O Ż A R Ó W

W A R S Z A W S K I

Polski Przemysł Elektryczny



» E L I N «



Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością



Nastawnia wykonana przez firmę „Elin”  
dla Elektrowni Okręgu Warszawskiego

dostarcza:

**GENERATORY, TRANSFORMATORY  
APARATY** dowolnej wielkości i napięć

buduje:

**KOMPLETNE ELEKTROWNIE  
STACJE ROZDZIELCZE  
STACJE TRANSFORMATOROWE  
LINIE DALEKONOŚNE  
SIECI ROZDZIELCZE**

PROSPEKTY, KOSZTORYSY, REFERENCJE  
NA ŻĄDANIE

**WARSZAWA**  
Jaworzyńska 8 m. 7  
Tel. 81213 i 71319.

**KRAKÓW**  
Kopernika 6/II p.  
Tel. 11137

**L W Ó W**  
Zimorowicza 15  
Tel. 27100

# CHAUVIN ARNOUX

REGULATOR



WSKAŹNIK

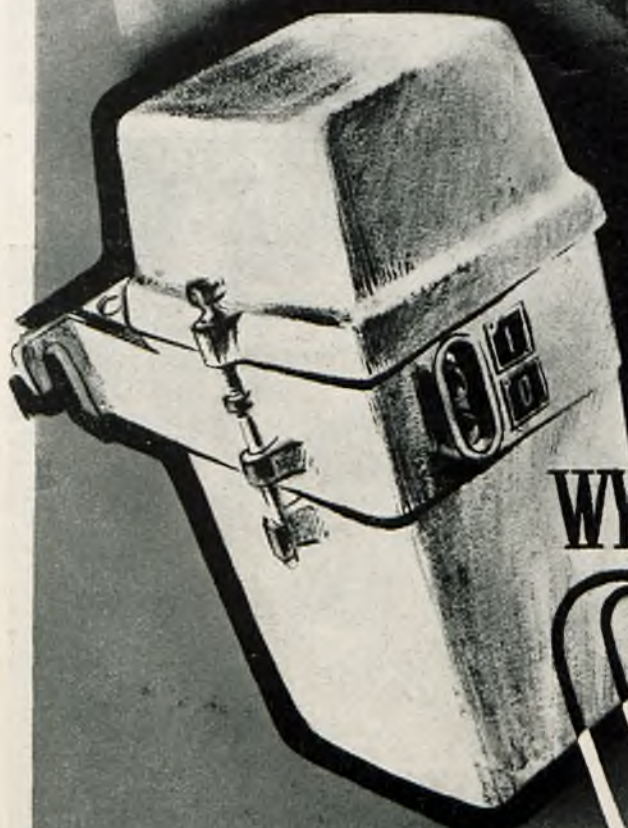
°C

Aparaty do  
sprawdzania  
i regulacji  
temperatury

FABRYKA APARATÓW POMIAROWYCH ELEKTRYCZNYCH W POLSCE SP. z O. O.  
WARSZAWA, UL. GÓRNOŚLĄSKA 26. TEL. 8-71-34, 7-36-21.

# ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE ELEKTROAUTOMAT

WARSZAWA, - DZIELNA 72, TEL. 11-94-77



WYŁĄCZNIKI NADMIAROWE

# SNTO

*W. S. 39*

## ZAKŁADY WILD-BARFIELD W POLSCE

WYTWÓRNIA PIECÓW ELEKTRYCZNYCH  
DLA OBRÓBKI TERMICZNEJ

Piece komorowe  
do 1400°C.

Piece dzwonowe.

Piece ze sztucznym  
obiegim  
powietrza.

Kąpiele solne  
do 1400°C.

Piece muflowe  
i rurowe.

Piece tyglowe.



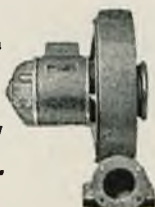
BIURO: WARSZAWA, MARSZAŁKOWSKA 25, tel. 8.21-40 i 8.41-40.

WYTWÓRNIA: WARSZAWA, WILEŃSKA 45, tel. 10.52-60.



### „ELEKTROPOL“

FABRYKA  
ELEKTROWENTYLATORÓW  
Warszawa, ul. Leszno Nr. 71,  
tel. 12-06-19



produkuje:

- Przewietrzniki śrubowe:  
ścienne, sufitowe, biurkowe.
- Dmuchawy kuzienne.
- Elektroszlifierki stołowe  
i suportowe.
- Dmuchawki do celów  
przemysłowych.
- Syreny alarmowe.
- Transformatory bezpieczeń-  
stwa.

## SPRZĘT NAPOWIETRZNY



BEZPIECZNIKI  
SŁUPOWE  
Z IZOLATOREM.  
WSZYSTKIE CZĘŚCI  
PROWADZĄCE PRĄD  
Z MIEDZI  
25 i 60 Amp.

ODGROMNIK  
NISKIEGO NAPIĘCIA  
Z WBUDOWANYM  
SZEREGOWO OPOREM  
OCELITOWYM



ZACISKI NAPOWIETRZNE  
MOSIĘŻNE LUB MIEDZIANE  
ZE ŚRUBAMI MOS.  
LUB STALOWYMI



ZŁĄCZA LINIJE – FALISTE DWUDZIELNE  
MIEDZIANE ZE ŚRUBAMI I NAKRĘTKAMI STALOWYMI



ZŁĄCZA MIEDZIANE RURKOWE DO KARBOWANIA

POZA TYM CAŁY SZEREG INNYCH ZACISKÓW  
NAPOWIETRZNYCH JAK:

UCHWYTOWO-ODCIĄGOWE, PĘTLICOWE,  
ORAZ DLA PĘTLI LINEK ODGROMOWYCH

FABRYKA ARTYKUŁÓW ELEKTROTECHNICZNYCH

## INŻ. STEFAN CISZEWSKI

SP. AKC.



BYDGOSZCZ





W dniu otwarcia XI Zjazdu Stowarzyszenia Elektryków Polskich w Katowicach t.j. 18 czerwca b.r. ukaże się

# drugi zeszyt zjazdowy

## »PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO«

Treść zeszytu: Słowo wstępne Prezesa SEP. Referaty zjazdowe (ciąg dalszy). Sprawozdanie z rocznej działalności Stowarzyszenia. Historia Organizacji Elektryków Polskich obejmująca okres od 1899 r. do 1939 r. Dział postępów polskiego przemysłu elektrotechnicznego, oraz dział p. t. Postępy elektryfikacji Polski. Zeszyt ten ukaże się w zwiększonym nakładzie i będzie rozesłany wszystkim poważniejszym zakładom przemysłowym w Polsce. Ogłoszenia do drugiego numeru zjazdowego (Nr. 12) przyjmowane będą do dnia 12 czerwca b. r.



Przewody rurowe do wysokich ciśnień

FABRYKA PRZEWODÓW RUROWYCH

# Compensator

W. MACIEJEWSKI I S-KA. WARSZAWA

The advertisement features a collection of various flexible hoses and pipes, some with different diameters and fittings. In the bottom right corner, there is an illustration of a vintage truck or heavy-duty vehicle. The text is arranged in a dynamic, overlapping manner, with the brand name 'Compensator' being the most prominent.



**ZAKŁADY ELEKTRO-MECHANICZNE  
K. i W. DWORAKOWSCY**  
WARSZAWA 1,

PRODUKUJĄ: ul. Wspólna 46, telefon 9-74-06  
**REKLAMY NEONOWE, TRANSFORMATORY, WENTYLATORY, MECHANIZMY DO EFEKTÓW ŚWIETLNYCH**

*Wyszedł z druku*  
**SŁOWNIK TECHNICZNY  
Angielsko-Polski**

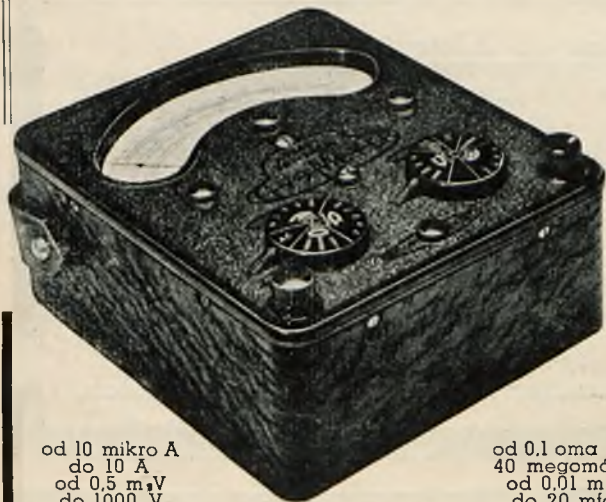
opr. LEONA BRYCZKOWSKIEGO

Na całość słownika składają się **trzy oprawne w płótno tomy** o łącznej objętości z górą 1300 stron druku i zawartości przeszło 50.000 technicznych terminów i zwrotów angielskich z najważniejszych dziedzin techniki i przemysłu oraz fizyki, chemii i matematyki.

**Wydawnictwo SŁOWNICTWO TECHNICZNE**  
w Warszawie, Sienna 46, m. 7. Telefon 5-39-31

# AVOMETER

JEDEN PRZYRZĄD - 46 ZAKRESÓW  
BEZPOŚREDNICH ODCZYTÓW  
PRĄDU STAŁEGO I ZMIENNEGO



od 10 mikro A  
do 10 A  
od 0,5 mV  
do 1000 V

od 0,1 oma do  
40 megomów  
od 0,01 mΩ  
do 20 mΩ

**DOKŁADNOŚĆ  
WSKAZAŃ ok. 0,8%**

Wbudowany wyłącznik samoczynny chroniący przed przepaleniem. Skale lustrzane - każda 130 mm długa. Automatyczna kompensacja wahań temperatury

DOSTARCZA

**INDUSTRIA**

LWÓW, UL. 3-go MAJA 7, TEL. 228-78

**SPRZĘT ALARMOWY  
I ŁĄCZNOŚCI  
TELEFONICZNEJ**



**OPL**

*dla*

**FABRYK, KOPALNI,  
HUT, SZPITALI ITD.**  
*wyrabiają-*

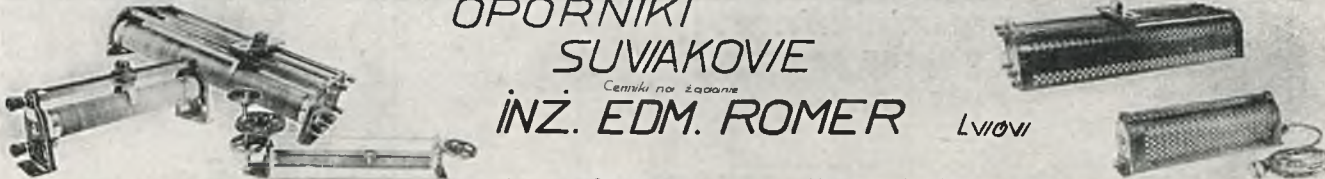
**PAŃSTWOWE  
ZAKŁADY TELE-  
I RADIOTECHNICZNE**

W WARSZAWIE

GROCHOWSKA 341 - TELEFON 10-45-00



WYSTAWIAMY NA WYSTAWIE S. E. P.  
W KATOWICACH W HALI N. 1.



**OPORNIKI  
SUVIAKOVIE**  
Ceniki na żądanie  
**INŻ. EDM. ROMER** Lviv

Lwow 14. ul. Obrniskiego 16 tel. 278-37    Warszawa: Nowy Świat 64 tel. 291-77

**Wawelberczyk-elektryk**

z trzynastoletnią praktyką elektryczną i mechaniczną w dużych elektrowniach, obecnie na samodzielnym stanowisku

**zmieni posadę.**

Zainteresowani proszeni są przesłać odpowiednie zapytania do Admin. „Przeglądu Elektrotechnicznego” Warszawa 1, Królewska 15, pod „K. K. M. S.”.

**Inżynier-elektryk,**

29 lat, 5 lat praktyki po dyplomie w ruchu elektrowni, kopalni, instalacjach, warsztatach; języki: francuski, niemiecki, angielski i rosyjski.

**Zmieni posadę.**

Oferty proszę nadsyłać pod adresem: Warszawa, Nowy Świat 55 m. 21.

**Inżynier - elektryk**

z dwuletnią praktyką w przemyśle Górnośląskim (projekty, budowy, ruch)

**zmieni posadę.**

Zgłoszenia proszę kierować do Administracji „Przeglądu Elektrotechnicznego”, Warszawa 1, ul. Królewska 15, pod „E. P.”

**Inżynier - elektryk**

na stanowisku kierownika jednej z większych elektrowni z długoletnią wszechstronną praktyką elektrownianą (wysokie i niskie napięcie) techniczną, administracyjną, organizacyjną i handlową, ze znajomością języków w słowie i piśmie oraz poważnymi referencjami od dnia I.VI.1939 r.

**zmieni posadę.**

Oferty proszę kierować do Administracji „Przeglądu Elektrotechnicznego”, Warszawa, Królewska 15, pod „Inżynier elektryk”.

**POWAŻNA FIRMA ELEKTROTECHNICZNA**

**POSZUKUJE  
inżyniera - elektryka**

obezanego z budową urządzeń elektrycznych prądu silnego oraz z akwizycją w dziedzinie maszyn i aparatów elektrycznych.

**Znajomość języka niemieckiego konieczna.**

Zgłoszenia z odpisami świadectw i z referencjami kierować do Administracji „PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO”, Warszawa, Królewska 15, pod „S. P.”



**POLSKI KNOCK-OUT**  
SPZOO.

**GASNICE**

*Warszawa  
Trębaczka 18  
tel. 5.22-85*

**Jest do odstąpienia patent**

względnie licencja z patentu polskiego Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson

Nr 16572 na:

**„ELEKTRYCZNE URZĄDZENIA DO PRZESTAWIANIA ZWROTNIC I SYGNAŁÓW”**

Oferty należy nadsyłać:

Biuro „War”, Warszawa, Sienkiewicza 2, pod „Patent.”

**MATERIAŁY OPOROWE**

najwyższej jakości

**CHROMONIKIELINĘ, NIKIELINĘ,  
KONSTANTAN** w drucie i taśmie

**DOSTARCZA**

**STANISŁAW COHN**

**Warszawa**

**Senatorska 36**

**Telefony 641-61, 641-62 i 641-65**

WYKONUJEMY I DOSTARCZAMY W POLSCE NA PODSTAWIE LICENCJI FIRMY:

**M. A. G. BALCKE, BOCHUM**

**CHŁODNIE** kominowe, **KONDENSACJE** różnych syst., **URZĄDZENIA:**

- do oczyszczania wody chłodzącej i zasilającej
- do odżelazniania i do odtleniania wody
- do przysposobienia wody przemysłowej dla browarów, pralni i t. p.
- do wykorzystania pary wylotowej i ogrzewania dużych ubikacji
- do suszenia drzewa, papieru skóry, wyrobów tkackich i t. d.
- do filtrowania powietrza i chłodzenia generatorów i motorów elektr. i wszystkie do tych urządzeń potrzebne maszyny, aparaty, przyrządy i akcesoria.
- Prospekty i kosztorysy bezpłatnie.

**BALCKE i Ska, Sp. z o. o. KATOWICE**

TEL. 335-64

UL. MARSZAŁKA PIŁSUDSKIEGO 53.

P. K. O. 302-504



FABRYKA PORCELANY  
I WYROBÓW CERAMICZNYCH

**ĆMIELÓW**

SPÓŁKA AKCYJNA

BIURO SPRZEDAŻY  
PORCELANY TECHNICZNEJ  
WARSZAWA I, SKRZ. POCZT. 531

produkuje **PORCELANĘ**  
wszelką **ELEKTROTECHNICZNA**

dostarcza **IZOLATORY WY-**  
wszelkie **SOKIEGO NAPIĘCIA**

wg katalogów, znormalizowane oraz  
wg otrzymanych rysunków lub wzorów



**JAN MAKOWSKI**

FABRYKA ELEKTROTECHNICZNA  
ŁÓDŹ, SIENKIEWICZA Nr 78

**POLECA:**

- Dzwonki i brzęczyki pod tynk.
- Numeratory pod tynk.
- Transformatory dzwonne.
- Przyciski i rozetki dzwonne.
- Gruszki dzwonne.
- Wyłączniki gruszkowe.
- Wyłączniki przyciskowe.
- Wyłączniki przelotowe.
- Wtyczki i gniazda wtyczkowe
- Wtyczki i gniazda 25 A.
- Przełączniki antenowe.
- Podstawki do lamp radiowych.
- Oprawki karzetkowe.
- Odgromniki antenowe.
- Gniazda wtyczkowe.
- Wyłączniki samochodowe.
- Przełączniki samochodowe.
- Wtyczki i gniazda prądu słabego.
- Wyłączniki nożowe.
- Przełączniki nożowe.
- Tablice motorowe.
- Wyłączniki w okapl. żeliwnym.
- Ograniczniki prądu.

**DZIAŁ PRASOWNI**

**poleca:** wszelkie tłoczywa z mas plastycznych (silesit, bakelit, polopas etc.) dla elektrotechniki, teletechniki, radia i galanterii.

**TABLICE ROZDZIELCZE**

z aparatami i przyrządami  
własnego wyrobu

dostarcza

**WEPP**

WYTWÓRNIA ELEKTRYCZNYCH APARATÓW  
I PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH Sp. z ogr. odp.  
Warszawa 1, ul. Żytnia 22, telefon 6.14-19





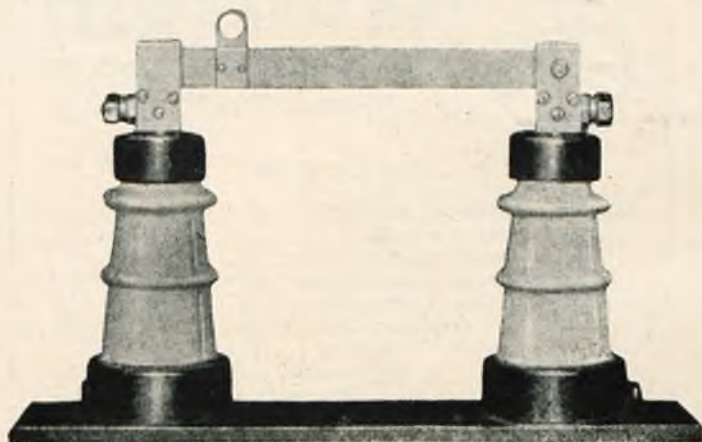
## Liczniki energii elektrycznej na prąd stały i zmienny do siły i światła

Sprzedaż • Naprawa • Urzędowa legalizacja

Koncesjonowany przez Główny Urząd Miar

ZAKŁAD  
ELEKTROMIERNICZY **JULIAN SZWEDE**

Warszawa, Kopernika 14, telefony: 250-03 i 631-31



# STATOR

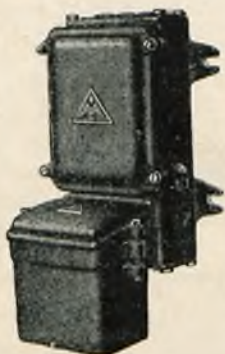
wykonywa we własnym zakresie  
i dostarcza w krótkich terminach:

**odłączniki wysokiego napięcia 1 i 3  
biegunowe,**

**samoczynne wyłączniki olejowe  
„Stator-Fanal” od 15 do 60 i od 120  
do 600 Amp.,**

**kompletne urządzenia rozdzielcze,  
rozdzielnie okapturzone, elektryczne  
piece przemysłowe,**

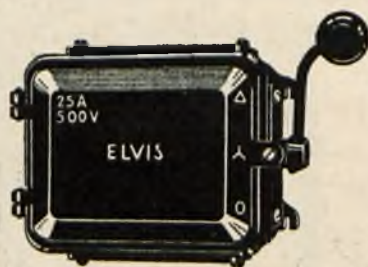
**grzejniki specjalne**



# STATOR

 Elektrotechniczna  
Sp. z ogr. odp.

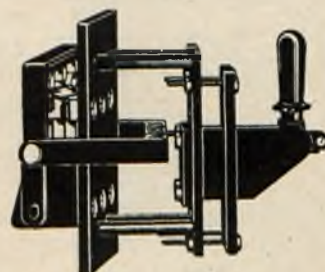
WARSZAWA 1, ul. Lwowska 5, tel. 951-43



**WYŁĄCZNIKI I PRZELĄCZNIKI**  
nożowe i walcowe.

**PRZELĄCZNIKI z gwiazdy w trójkąt.**  
**AUTOMATY SCHODOWE.**  
**TABLICE LICZNIKOWE.**  
**BEZPIECZNIKI. LAMPY RĘCZNE.**  
**KONTAKTY I WTYCZKI.**

Prasowane części ze sztucznej żywicy  
dla celów elektro- i radiotechnicznych



FABRYKA ELEKTROTECHNICZNA  
**PAWEŁ ZAUDER i S-ka**

Łódź, ul. Sienkiewicza 163, tel. 187-06 i 187-02

**PRZEDSTAWICIELSTWA: ==**

**H. Cegielski, Poznań,**

Wytw. obrabiarek w Rzeszowie.

**W. Krusche i Ska,**

Wytw. obrabiarek w Pabianicach.

**Tow. Starachowickich**

Zakł. Górń Hutn.

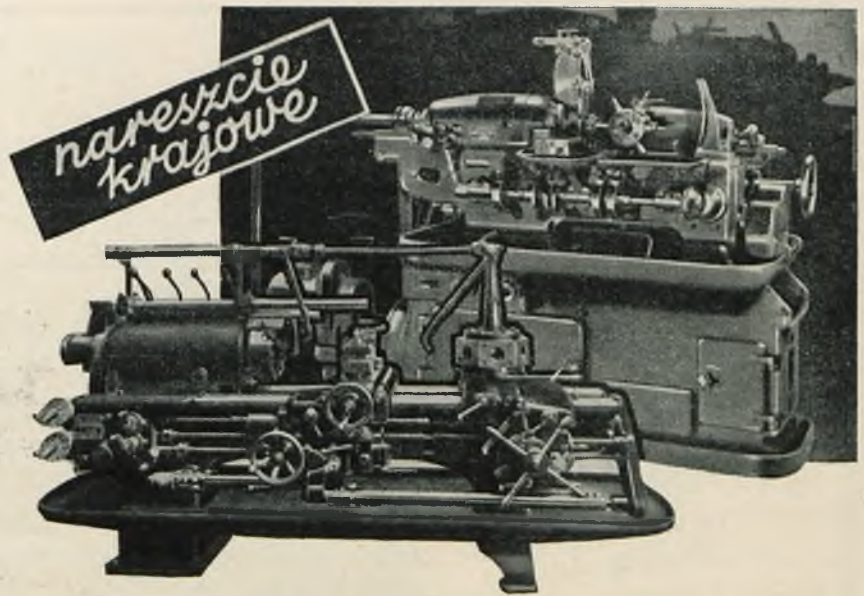
**Tłocznie i Maszyny Pomocnicze**

Sp. z o. o w Warszawie.

**J. E. Reinecker, A. G.**

Wytw. obrab. i narzędzi w Chemnitz.

**I WIELE INNYCH ==**



**BIURO TECHNICZNO-HANDLOWE**

**INŻ. JANIŚLAW KAWIENSKI**

**Warszawa, Al. Jerozolimska 26, tel. centr. 570-80**

Szereg narzędzi i obrabiarek posiadamy stale na składzie

**KRAJOWE**  
**i ZAGRANICZNE**

**OBRABIARKI:**  
DO METALI I DRZEWA

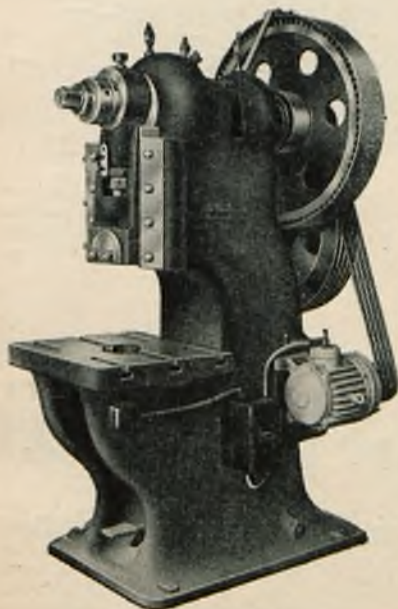
Tokarki prod. i spec., rewolwerówki, automaty. Wiertarki pojed., szeregowo i promieniowe. Frezarki Strugarki. Maszyny do obróbki kół zębat. Szlifierki do wałków, otworów i gwintów. Ostrzarki do narzędzi. Maszyny do nitowania. Maszyny odlewnicze. Maszyny walcownicze i do obróbki blach. Prasy. Młoty.

**NARZĘDZIA:**

Wiertła, frezy, rozwiertarki, narzynki, gwintowniki i przeciągacze. Noże z nakładkami metali twardych. Wiertarki elektryczne i powietrzne. Młotki pneumatyczne. Piły, segmenty, uchwyty, przyrządy do spawania i t. p.

**URZĄDZENIA WARSZTATU i SIŁOWNI:**

Piece przemysłowe elektr., ropowe, gazowe i koksowe. Aparaty do punktowego spawania. Aparaty wytrzymałościowe. Aparaty do wyważania. Wagi i dynamometry. Urządzenia laboratoryjne. Kompresory, sprężarki i dmuchawy. Maszyny gazowe i parowe. Diesle. Pompy odśrodkowe.

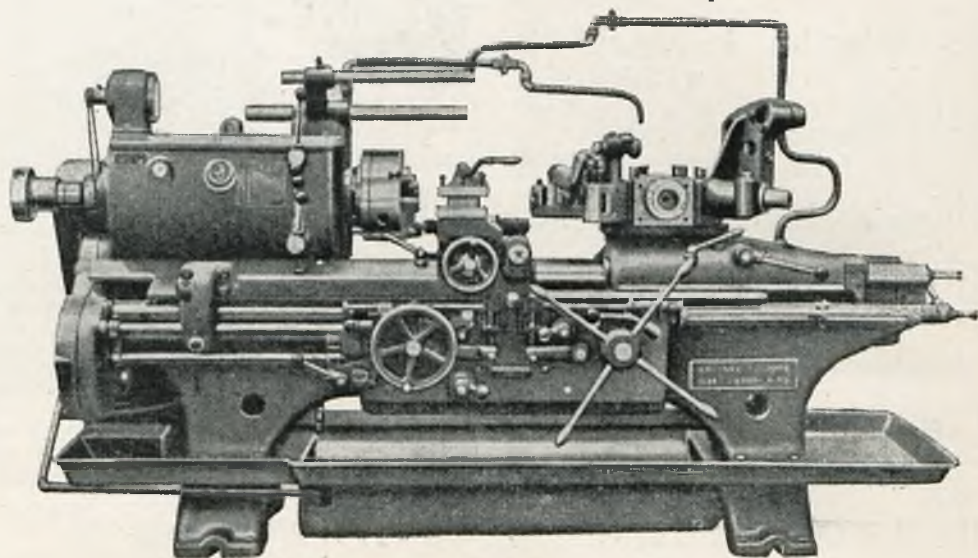


**Wysokiej jakości gwintowniki szlifowane**

**SKF**

Stale na składzie

**GWINTOWNIKI DO CELÓW SPECJALNYCH**



Rewolwerówka  
R 62

**TOKARKI** do metali najnowszej konstrukcji 9-ciu typów

**WIERTARKI** do metali słupowe i kadłubowe

**PRZEKŁADNIE ZĘBATE** i motoreduktory, przekładnie ślimakowe w skrzyniach oliwnych, motoreduktory słupowe do napędu indywidualnego obrabiarek i przekładnie o bezstopniowej zmianie obrotów

**KOŁA ZĘBATE** czołowe z zębami frezowanymi prostymi, skośnymi i daszkowymi oraz koła zębate stożkowe z zębami heblowanymi.

**PĘDNIE** (transmisje) naprężacze pasów, sprzęgła cierne, kłowe, sprężyste i id. Koła zamachowe

**NAPĘDY PASKAMI KLINOWYMI** (texropy)

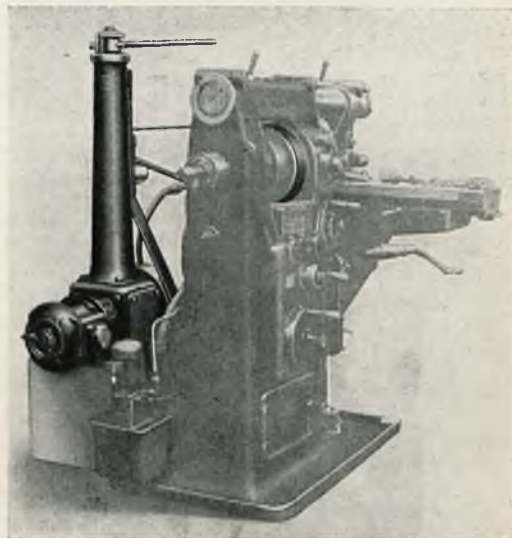
**GŁADZARKI** (kalandry) różnych typów dla przemysłu włókienniczego i papierniczego. Zapasowe walce z powłoką papierową, jutową i bawełnianą

**POSTAWY WALCOWE** (mławniki) typu Miaga i części do nich. Zapasowe walce żeliwne utwardzone

**KOTŁY ŻELIWNE** oryg. Strebela oraz radiatory (grzejniki) do ogrzewań centralnych

**ODLEWY** zwykle maszynowe z żeliwa wysokowartościowego, wytwarzanego metodą bezkoksową oraz odlewy dla przemysłu chemicznego z żeliwa kwaso-lugo i ognioodpornego

**PIECZE ŻELIWNE** szybkogrzejne cyrkulacyjne



Indywidualny napęd frezarki za pomocą motoreduktora słupowego typu „PZT”

# J. JOHNS. A. W ŁODZI

BIURA WŁASNE: Warszawa, Kraków, Poznań, Katowice, Gdynia

**Dynamometry**  
(silomierze)  
w precyzyjnym wykonaniu



poleca

Pierwsza krajowa wytwórnia sprężyn i wyrobów z drutu

**„Spiral”**  
WARSZAWA ŻYTNA 20  
TELEFONY: 636-39; 606-98; 321-02.  
**SPRĘŻYNY DO WSZELKICH CEŁÓW!**

Rok założenia 1920

FABRYKA MOTORÓW ELEKTRYCZNYCH

**L. KOREWA**

Warszawa - Wola, ul. Syreny 7, telefon 5.00.95

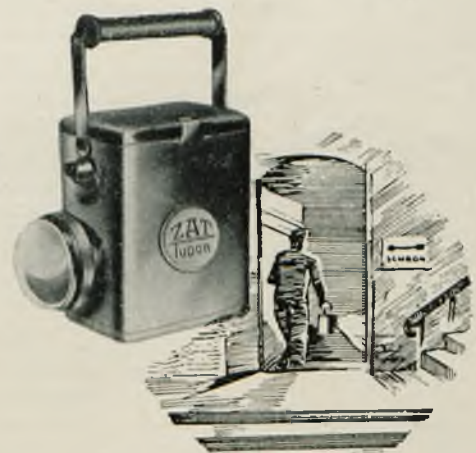


ZAKRES PRODUKCJI:

**SILNIKI** asynchroniczne zwarte i pierścionowe do 15 KM  
**SILNIKI i PRĄDNICE** prądu stałego  
**SILNIKI** komutatorowe prądu zmiennego  
**SILNIKI** repulsyjne specjalne do prób prądnic i „magneto” samochodowych i lotniczych  
**SILNIKI** specjalne do wbudowania  
**SILNIKI** do maszyn drukarskich, linotypów oraz intertypów  
**PRĄDNICE** niskowoltowe do galwanizacji  
**DMUCHAWY** elektryczne  
**NAPRAWY i PRZEWIJANIE** wszelkich maszyn elektrycznych



LATARKI GÓRNICZE



LATARKI ELEKTR. „NIKA”

ORAZ WSZELKIE AKUMULATORY RÓŻNYCH TYPÓW I POJEMNOŚCI

PRODUKUJĄ

ZAKŁADY AKUMULATOROWE

**TUDOR**

SYST.

SP. AKC.

CENTRALA WARSZAWA UL. ŻŁOTA 35 TEL. 562-60

ODDZIAŁY: KATOWICE MARIACKA 23 • LWÓW • BYDGOSZCZ • POZNAŃ



**SILNIKI ELEKTRYCZNE**

używane, 3000 V od 20 do 200 KM oraz niskiego napięcia i prądu stałego różnej mocy, stale na składzie:

Biuro Techniczne  
INŻ. S. LEBENHAFT  
Łódź, ul. Wólczańska 35,  
tel. 205-59.

**Młodego inżyniera-elektryka,**

możliwie z pewną praktyką kopalnianą,  
**poszukuje duże przedsiębiorstwo górnicze** od zaraz.

Zgłoszenia do Administracji „Przeglądu Elektrotechnicznego“ Warszawa 1, Królewska 15, pod „Zakłady Górnicze“.

Jednorazowe  
ogłoszenie tej  
wielkości kosztuje  
**zł 6.25**

**ZARZĄD MIEJSKI W RÓWNEM**  
ogłasza niniejszym dla potrzeb Elektrowni Miejskiej  
**NIEOGRANICZONY PISEMNY PRZETARG OFERTOWY**

**na dostawę 250 m kabla ziemnego  
K.F.i.A. 3×95 mm<sup>2</sup> na napięcie 6000 V.**

Oferty należy składać do specjalnej skrzynki, znajdującej się w Wydziale Prezydyalnym Zarządu Miejskiego lub nadsyłać pocztą do dnia 19 czerwca 1939 r. do godz. 12, w którym to czasie nastąpi otwarcie ofert.

Warunki przetargowe ogólne i techniczne można otrzymać w Biurze Elektrowni Miejskiej w Równem, ul. Ks. Budkiewicza 10.

Oferty nieodpowiadające przepisom rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 stycznia 1937 r. o dostawach i robotach na rzecz Skarbu Państwa, samorządu i instytucji prawa publicznego (Dz. U. R. P. Nr. 13, poz. 92) będą uznane za nieważne.

Prezydent m. Równego  
(—) Stanisław Wołk

**ELEKTROWNIA MIEJSKA W RÓWNEM**  
ogłasza niniejszym  
**NIEOGRANICZONY PISEMNY PRZETARG OFERTOWY**

**na dostawę 620 sztuk izolatorów  
porcelanowych wysokiego napięcia.**

Oferty należy składać do specjalnej skrzynki, znajdującej się w Wydziale Prezydyalnym Zarządu Miejskiego lub nadsyłać pocztą do dnia 15 czerwca 1939 r. do godziny 12-ej, w którym to czasie nastąpi otwarcie ofert.

Warunki przetargowe ogólne i techniczne można otrzymać w biurze Elektrowni Miejskiej w Równem, ul. Ks. Budkiewicza 10.

Oferty nieodpowiadające przepisom rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 stycznia 1937 r. o dostawach i robotach na rzecz Skarbu Państwa, Samorządu i instytucji prawa publicznego (Dz. U. R. P. Nr. 13, poz. 92) będą uznane za nieważne.

Prezydent m. Równego  
(—) Stanisław Wołk

**ZARZĄD MIEJSKI W RÓWNEM**  
ogłasza niniejszym dla potrzeb Elektrowni Miejskiej

**NIEOGRANICZONY PISEMNY  
PRZETARG OFERTOWY**

**na dostawę 591 trzonów o wadze ogólnej  
ca 4200 kg oraz 145 konstrukcji  
o wadze ogólnej ca 8000 kg; trzony  
i konstrukcje dla linii 30000 V.**

Oferty należy składać do specjalnej skrzynki, znajdującej się w Wydziale Prezydyalnym Zarządu Miejskiego lub nadsyłać pocztą do dnia 20 czerwca 1939 r. do godz. 12, w którym to czasie nastąpi otwarcie ofert.

Warunki przetargowe ogólne i techniczne można otrzymać w Biurze Elektrowni Miejskiej w Równem, ul. Ks. Budkiewicza 10, gdzie również można oglądać szkice i nabywać je za opłatą zł 20.—

Oferty nieodpowiadające przepisom rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 stycznia 1937 r. o dostawach i robotach na rzecz Skarbu Państwa, samorządu i instytucji prawa publicznego (Dz. U. R. P. Nr. 13, poz. 92) będą uznane za nieważne.

Prezydent m. Równego  
(—) Stanisław Wołk

**ZARZĄD MIEJSKI W RÓWNEM**  
ogłasza niniejszym dla potrzeb Elektrowni Miejskiej  
nieograniczony

**PRZETARG OFERTOWY  
NA DOSTAWĘ 7 TRANSFORMATORÓW**

o d a n y c h:

- a) 1 transformator 30000 ± 5%/3000 V, 1000 kVA
- b) 3 transformatory 30000 ± 5%/6000 V: 1)-500 kVA  
2)-300 kVA, 3) -150 kVA,
- c) 2 transformatory 30000 ± 5%/400/231 V: 1)-75 kVA  
2)-50 kVA,
- d) 1 transformator 6300 ± 5%/400/231 V — 100 kVA.

Oferty należy składać do specjalnej skrzynki, znajdującej się w Wydziale Prezydyalnym Zarządu Miejskiego lub nadsyłać pocztą do dnia 17 czerwca 1939 r. do godz. 12, w którym to czasie nastąpi otwarcie ofert.

Warunki przetargowe ogólne i techniczne można otrzymać w Biurze Elektrowni Miejskiej w Równem, ul. Ks. Budkiewicza 10.

Oferty nieodpowiadające przepisom rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 stycznia 1937 r. o dostawach i robotach na rzecz Skarbu Państwa, samorządu i instytucji prawa publicznego (Dz. U. R. P. Nr. 13, poz. 92) będą uznane za nieważne.

Prezydent m. Równego  
(—) Stanisław Wołk

**ZARZĄD MIEJSKI W RÓWNEM**  
ogłasza niniejszym dla potrzeb Elektrowni Miejskiej

**NIEOGRANICZONY PRZETARG OFERTOWY**

**na dostawę 5-samoczynnych wyłączników  
olejowych na napięcie robocze 6000 V i dla  
prądów nominalnych od 350 A do 40 A.**

Oferty należy składać do specjalnej skrzynki, znajdującej się w Wydziale Prezydyalnym Zarządu Miejskiego lub nadsyłać pocztą do dnia 19 czerwca 1939 r. do godz. 12, w którym to czasie nastąpi otwarcie ofert.

Warunki przetargowe ogólne i techniczne można otrzymać w Biurze Elektrowni Miejskiej w Równem, ul. Ks. Budkiewicza 10.

Oferty nieodpowiadające przepisom rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 stycznia 1937 r. o dostawach i robotach na rzecz Skarbu Państwa, samorządu i instytucji prawa publicznego (Dz. U. R. P. Nr. 13, poz. 92) będą uznane za nieważne.

Prezydent m. Równego  
(—) Stanisław Wołk

**ELEKTROWNIA MIEJSKA W RÓWNEM**  
ogłasza niniejszym

**NIEOGRANICZONY PRZETARG OFERTOWY**

**na dostawę 197 impregnowanych słupów  
sosnowych oraz 635 impregnowanych ustoi  
sosnowych.**

Oferty należy składać do specjalnej skrzynki, znajdującej się w Wydziale Prezydyalnym Zarządu Miejskiego w Równem, wzgl. nadsyłać pocztą do dnia 16 czerwca 1939 roku do godz. 12, w którym to czasie nastąpi otwarcie ofert.

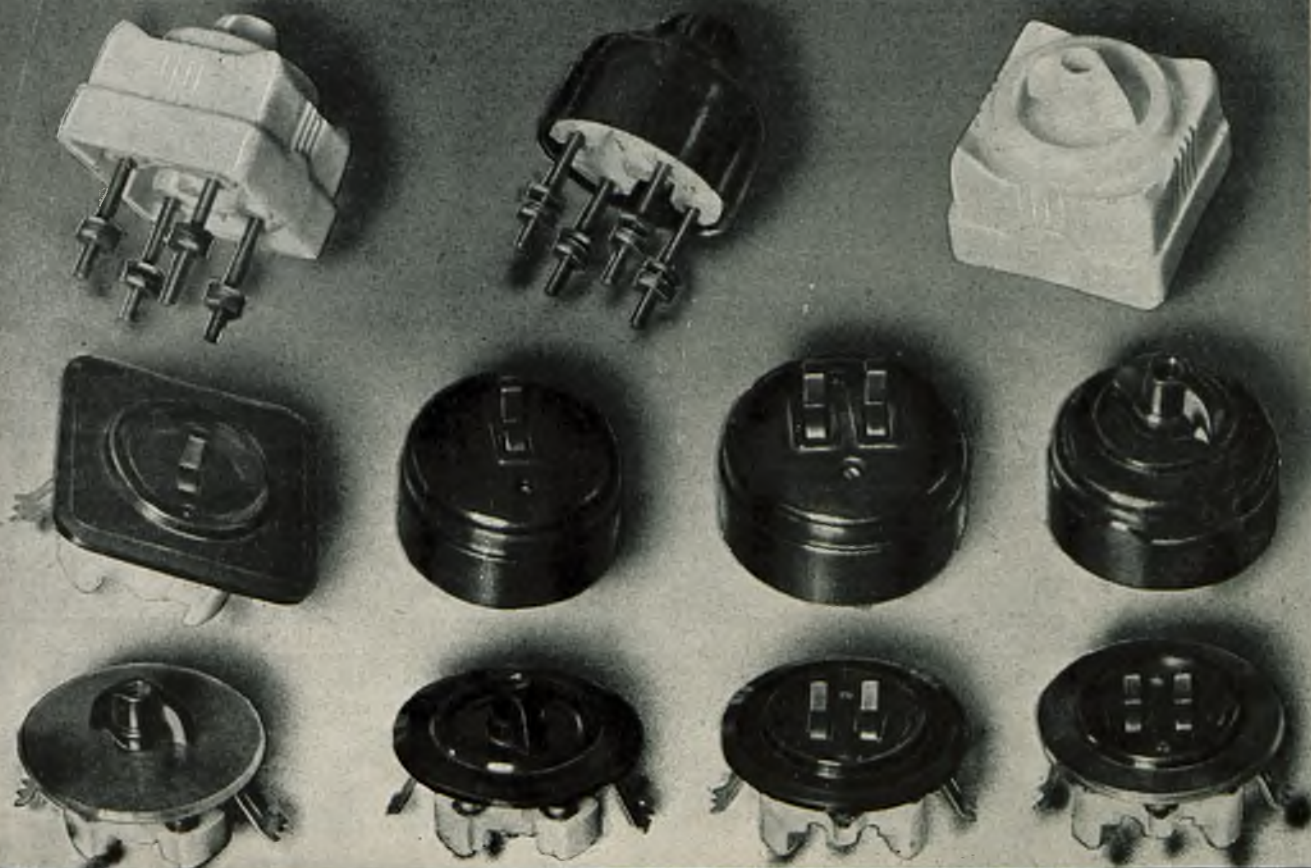
Szczegółowe wyjaśnienia i warunki techniczne na dostawę słupów i ustojów można otrzymać w Biurze Elektrowni Miejskiej w Równem, ul. Ks. Budkiewicza 10.

Oferty nieodpowiadające przepisom rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 stycznia 1937 r. o dostawach i robotach na rzecz Skarbu Państwa, samorządu i instytucji prawa publicznego (Dz. U. R. P. Nr. 13, poz. 92) będą uznane za nieważne.

Prezydent m. Równego  
(—) Stanisław Wołk

# W CIĘŻKICH WARUNKACH PRACY

RÓŻNORODNOŚĆ MATERIAŁÓW INSTALACYJNYCH „BRABOR” UMOŻLIWIA WYBRANIE Z POŚRODKU NICH TYPU NAJBARDZIEJ ODPOWIEDNIEGO W DANYCH WARUNKACH. OTO KILKA NOWYCH WZORÓW. MASYWNE, KONSTRUKCYJNIE DOBRZE OPRACOWANE I WYKONANE Z PIERWSZORZĘDNYCH SUROWCÓW SPROSTAJĄ I BARDZO TRUDNYM WARUNKOM. NALEŻĄ DO TYPU „CIĘŻKIEGO” (p. KATALOG)



## BRACIA BORKOWSCY S. A.

WARSZAWA, GROCHOWSKA 306/308, JEROZOLIMSKA 6,  
MARSZAŁKOWSKA 129, KATOWICE, STAWOWA 9, POZNAŃ, MARCIN-  
KOWSKIEGO 23, LWÓW, AKADEMICKA 7, BYDGOSZCZ, GDAŃSKA 28a.

# SILNIKI ELEKTRYCZNE ASYNCHRONICZNE

TRÓJFAZOWE: zwarte do 4 KM., pierścieniowe do 3 KM  
JEDNOFAZOWE: zwarte do 1 KM

ZAKŁAD ELEKTROMECHANICZNY

## ELEKTROMOTOR

INŻ. A. POCZYMOK  
WARSZAWA, LESZNO 61, TEL. 11.21-33

### DRAWSKA ODLEWNIA ŻELAZA I FABRYKA MASZYN

Inżynier LUDWIK KEMBLIŃSKI i S-ka  
DRAWSKI MŁYN (woj. Pozn.)

dosłarcza:

**ŁAŃCUCHY TRANSPORTOWE**, przegubowe  
systemu Ewart'a i sworzniowe

**ŻELIWO CIĄGLIWE**

- 1) europejskie (o białym rdzeniu)
- 2) amerykańskie (o czarnym rdzeniu)

o wysokich właściwościach wytrzymałościowych, wydłużeniowych i obróbczych  
Zastosowanie: przy częściach samochodów osobowych, ciężarowych, motocykli, armatury do sieci elektrycznej (linii wysokiego napięcia), obrabiarkach; dla wagonów, parowozów, armatury o wysokim ciśnieniu itp.

**ŻELIWO SZARE** o wadze do 3.000 kg

Części do pędni, pomp i maszyn rolniczych ● Odlewy budowlane — odlewy dla cukrownictwa ● Ruszty z materiału ogniotrwałego ● Ruszty do palenisk ruchomych

ELEKTROWNIA MIEJSKA W RÓWNEM  
ogłasza niniejszym

**NIEOGRANICZONY PISEMNY PRZETARG  
OFERTOWY**

na dostawę 16.900 kg  
przewodów miedzianych.

Oferty należy składać do specjalnej skrzynki, znajdującej się w Wydziale Prezydyjalnym Zarządu Miejskiego lub nadsyłać pocztą do dnia 15 czerwca 1939 r. do godz. 12, w którym to czasie nastąpi otwarcie ofert.

Warunki przetargowe ogólne i techniczne można otrzymać w Biurze Elektrowni Miejskiej w Równem, ul. Ks. Budkiewicza 10.

Oferty nieodpowiadające przepisom rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 29 stycznia 1937 r. o dostawach i robotach na rzecz Skarbu Państwa, samorządu i instytucji prawa publicznego (Dz. U. R. P. Nr. 13, poz. 92) będą uznane za nieważne.

Prezydent m. Równego  
(—) Stanisław Woik

### „STANDARD-KABEL”

FABRYKA PRZEWODÓW ELEKTRYCZNYCH

Wincenty KOSSAKOWSKI-Zofia KOSSAKOWSKA

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

Warszawa, ul. Kacza 4, telefon 11-34-33

wyrobia i poleca: kable oponowe do wiertarek, maszyn wrębowych i spawarek. Sznury warsztatowe i przemysłowe. Przewody lotnicze ekranowane. Pochwy do linek Bowdena. Przewody kompensacyjne do termoparów. Oploty metalowe. Kabelki samochodowe lakierowane, odporne na wodę, oliwę i paliwo. Sznury telefoniczne i łącznicowe. Druty schematowe. Przewody i sznury instalacyjne i specjalne.

Oferty kierowane do Administr. „Przeglądu Elektr.” w związku z ogłoszeniami okolicznościowymi (kupno, sprzedaż, poszukiwanie pracowników i t. p.), winny być przesyłane

## w 2-ch kopertach

z luźno dołączonym znaczkiem 25 groszowym na dalsze przesłanie do miejsca przeznaczenia. Na kopercie zewnętrznej prosimy umieszczać tylko adres Administracji, zaś na wewnętrznej godło wskazane przez zamawiającego ogłoszenie.

Oferty nadesłane bez znaczka, nie będą dostarczane do firmy wzgl. osoby zlecającej ogłoszenie.



## CHŁODNIE WIEŻOWE I TĘŻNIE DO WODY

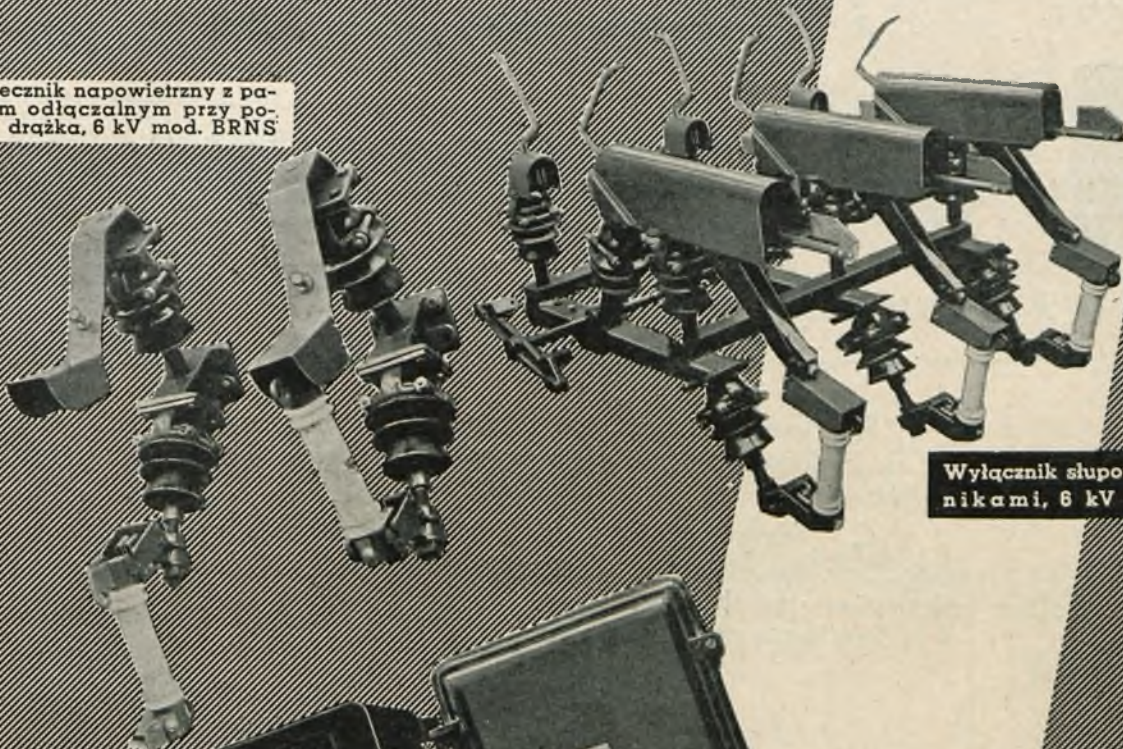
BRACIA T. i J. SŁUCCY, INŻYNIEROWIE

WARSZAWA, KRÓLEWSKA 27, TEL. 2-42-38 i 2-42-69

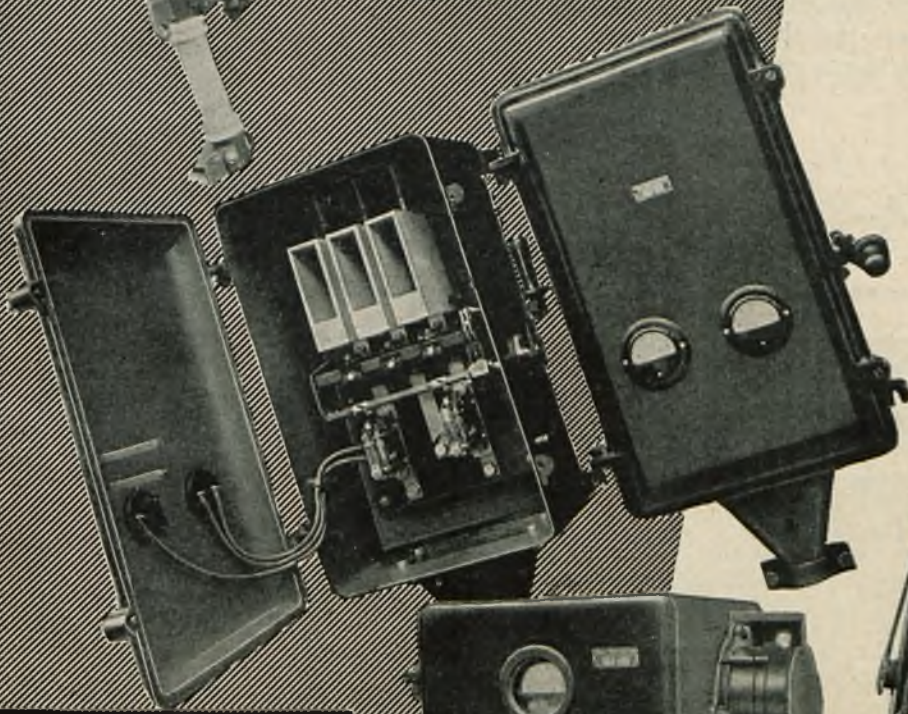
WENTYLACJA HAL FABRYCZNYCH syst. CHANARD'a (Pat. R. P.)

Nasz zakres produkcji: Cała aparatura wysokiego i niskiego napięcia

Bezpiecznik napowietrzny z patronem odłączalnym przy pomocy drążka, 6 kV mod. BRNS

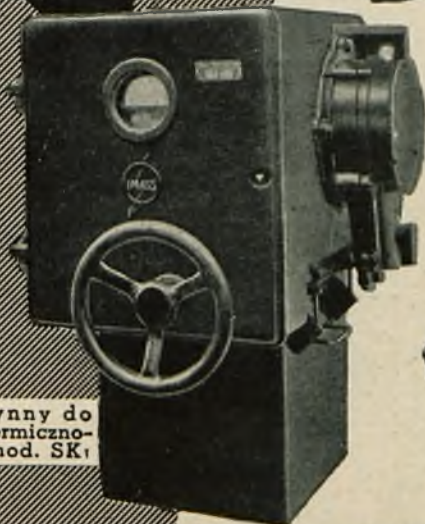


Wylącznik słupowy z bezpiecznikami, 6 kV mod. WRSB



Wylącznik samoczynny do 500 V w okapturzeniu zeliwnym mod. NZO

Wylącznik samoczynny do 3 kV z wyzwalaczami termiczno-elektromagnetyczn. mod. SK1



Wylącznik napowietrzny do 30 kV mod. SN

FABRYKA APARATÓW ELEKTRYCZNYCH  
**INŻ. JÓZEF IMASS**  
ŁÓDŹ, PIOTRKOWSKA 255, TEL. 138-96 i 111-39



Polecamy znane ze swej jakości

**A. Samoczynne regulatory szybko działające do wszelkich celów:**

1. regulatory napięcia do generatorów prądu stałego, zmiennego i trójfazowego oraz do sieci rozdzielczych
2. regulatory  $\cos \varphi$  i mocy bezwatowej w transformatorach
3. regulatory prądu do silników wyciągowych, do napędu walcarek i rozruszników samoczynnych
4. regulatory do elektrod w piecach łukowych
5. regulatory mocy i częstotliwości dla elektrowni równoległe pracujących.

**B. Generatory, transformatory i przetwornice; silniki synchroniczne i asynchroniczne synchronizowane większych mocy (ponad 100 kW).**

**C. Generatory prądu stałego wysokiego napięcia do 15000 V na każdy kolektor do telegrafii i telefonii bez drutu oraz dla celów laboratoryjnych.**

**D. Uniwersalne maszyny do spawania elektrycznego.**

WYTWÓRCY:

**SÉCHERON-WERKE S. A.**  
W GENEWIE (SZWAJCARIA)

PRZEDSTAWICIELSTWO:  
TOW. TECHN.-HANDL.

**„POLAM” Sp. z o. o.**  
WARSZAWA, WILCZA 47, TELEFON 9-27-64

# PRZEWODY IZOLOWANE

W WYKONANIU PRZEPISOWYM OZNACZONE ŻÓŁTĄ NITKĄ S. E. P.

CENTRALNE  
BIURO  
SPRZEDAŻY  
PRZEWODÓW

z następujących fabryk krajowych:

- Fabryka Kabli i Drutu Sp. z o. o. w Będzinie
- Kabel Polski S. A. w Bydgoszczy
- Fabryka Kabli Clement Zahm Sp. z o. o. w Dzierżycach
- Fabryka Kabli S. A. w Krakowie

# CENTROPRZEWÓD

SPÓŁKA Z OGR. ODP.  
WARSZAWA  
KRÓLEWSKA 23  
TELEFONY:  
3-40-31, 3-40-32,  
3-40-33, 3-40-34  
i 340-42.

- Polskie Fabryki Kabli i Walcownie Miedzi S. A. w Ożarowie Warszawskim
- Tow. Przemysłowe Kabel S. A. w Warszawie
- Warszawska Wytwórnia Kabli S.A. w Warszawie

**Przewodniki miedziane w emalii marki „B. I.”**  
wyr. BRITISH INSULATED CABLES LTD. PRESCOT



**D O S T A R C Z A**

PRZEDSTAWICIEL NA POLSKĘ

**STANISŁAW COHN**

W A R S Z A W A

SENATORSKA 36

TELEFONY: 641-61, 641-62 i 641-65.



**Legary**

**ELEKTRYCZNE**

BIUROWE  
SZKOLNE  
WIEŻOWE  
KONTROLNE

*Elektryk*

LWÓW

ul. Szajnochy 2

Biuro elektrotechniczne

ELEKTRYCZNE  
PRZYRZĄDY  
POMIAROWE

**WESTONA**

**ELEKTROPRODUKT**

Sp. z o. o.

WARSZAWA

Nowy Świat 5

Telefon 968-82

**Transformatory**

do regulacji lub utrzymania  
stałego napięcia. Urządze-  
nia do sprawdzania liczni-  
ków i transformatorów po-  
miar. Laboratoryjne urząd-  
zenia wysokiego napięcia

FIRMY

**KOCH i STERZEL**

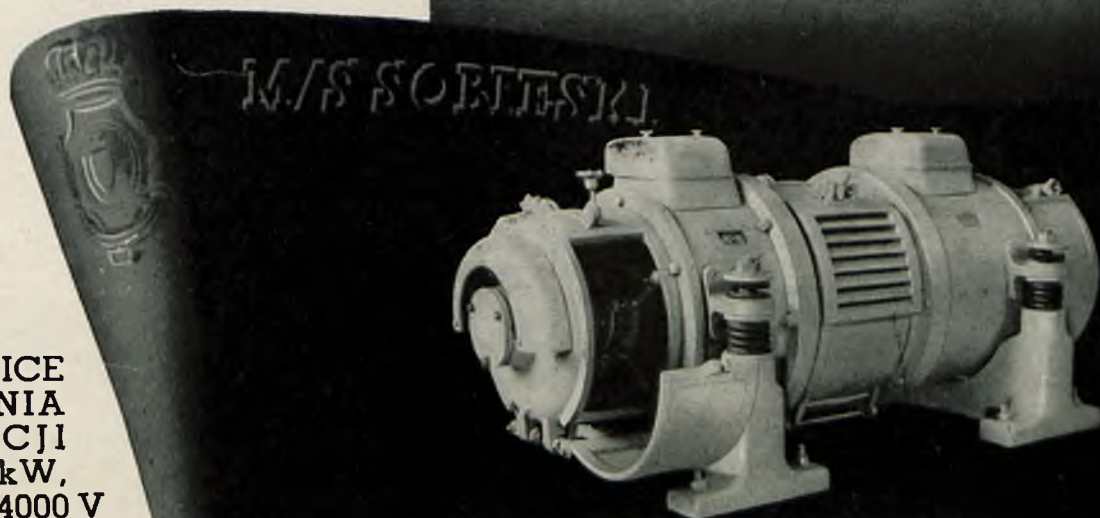
**ELEKTROPRODUKT**

Sp. z o. o.

Warszawa, Nowy Świat 5

Telefon 968-82.

NA STATKACH  
**M/S SOBIESKI, M/S CHROBRY**



PRZETWORNICE  
DO ZASILANIA  
RADIOSTACJI  
MOCY 5 kW,  
O NAPIĘCIU 4000 V  
PRĄDU STAŁEGO

WYKONAŁA:

WYTWÓRNIA  
APARATÓW  
ELEKTRYCZNYCH

**K.i.W. PUSTOŁA**

SPÓŁKA KOMANDYTOWA

WARSZAWA, JAGIELLOŃSKA 4/6, TELEFONY: 10.33-26, 10.33-30

SPÓŁKA AKCYJNA  
ZAKŁADÓW GRAFICZNYCH

# DRUKARNIA POLSKA

W DZIERŻAWIE  
SPÓŁKI WYDAWNICZEJ CZASOPISM  
SP. Z O. O.

WARSZAWA, UL. SZPITALNA 12

TELEFONY: 272-06, 587-98 i 643-33



DZIAŁY:

LINOTYPY. MONOTYPY, ZECERNIA AKCY-  
DENSOWA, MASZYNY PŁASKIE I ROTA-  
CYJNE. GISERNIA, FOTOCHEMIGRAFIA,  
INTROLIGATORNIA

WYKONYWA:

DZIENNIKI, CZASOPISMA, STATYSTYKI, SPRAWO-  
ZDANIA, PROSPEKTY, BROSZURY, KSIĄŻKI, KATA-  
LOGI, PŁAKATY, DRUKI ILUSTRACYJNE



## CIRKAL

transformator do spawania prądem zmiennym

O REGULACJI PRĄDU W SPOSÓB CIĄGŁY

CIRKAL 150 od 20 do 180 A

CIRKAL 300 od 30 do 300 A

CIRKAL 450 od 40 do 450 A

CIRKAL 600 od 30 do 600 A  
na 1 lub 2 spawaczy

CIRKAL 900 od 40 do 900 A  
na 1 lub 2 spawaczy

DO SIECI JEDNO-  
LUB TRÓJFAZOWEJ

•  
NA ŻĄDANIE SPECJALNE URZĄDZENIE DO STEROWANIA NA ODLEGŁOŚĆ

## P E R A L

przetwornica częstotliwości

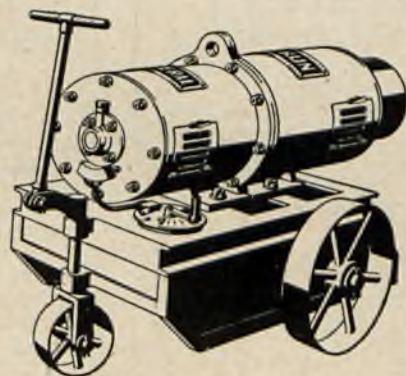
DO SPAWANIA PRĄDEM ZMIENNYM o 100 okr./sek.

Maximum sprawności | Równomierne obciążenie wszystkich faz sieci | Może być użyta równorzędnie do spawania i do napędu obrabiarek

SP. AKC. PERUN

WARSZAWA, JASNA Nr. 1

tel. 560-47



# POSTĘP

Gdy nasi pradziadowie wybierali się samochodem na wycieczkę, to jazdę z szybkością 60 km/godz. uważali za straszną szybkość i nakładali grube palta by uchronić się od zimna.

Od owych czasów nastąpił znaczny postęp i obecnie posiadamy nowoczesne opływowe limuzyny, w których wygodnie jeździmy. Podobny postęp zaznaczył się w dziedzinie elektrycznego grzejnictwa, drut z udoskonalonego stopu w 80/20 procentach niklu z chromem jest obecnie w sprzedaży pod nazwą:

## BRIGHTRAY SUPER

ODZNACZA SIĘ ON WYJĄTKOWĄ TRWAŁOŚCIĄ PRZY STAŁYM ŻARZENIU, AŻ DO TEMPERATUR 1150°C

WSZELKIE SZCZEGÓŁY PODANE SĄ W NASZYCH BROSZURACH, KTÓRE PRZESYŁAMY BEZPŁATNIE NA ŻĄDANIE.

Generalny przedstawiciel na Polskę  
firmy HENRY WIGGIN & CO Ltd. Londyn  
Inż. Walerian Wiśniewski  
Warszawa, ul. Marszałkowska 110. Tel. 502-30

Wyłączna sprzedaż  
na Polskę i Konsygnacyjny Skład Fabryczny  
Warszawska Spółka Elektryczna  
Warszawa, Al. Jerozolimskie 117. Telefon 667-15



**WŁASNE  
PATENTY**

**DŹWIGI ELEKTRYCZNE** (osobowe i towarowe)  
**SCHODY RUCHOME**  
**DŹWIGI OKRĘŻNE** (paternostry)  
**DŹWIGI POTRAWOWE I AKTOWE**  
**ELEKTROWCIĄGI**

**ROMAN GRONIOWSKI** S. A. Warszawa 1, Emilii Plater 10

JEDYNA SPECJALNA FABRYKA DŹWIGÓW W POLSCE

Adres telegraficzny ERGRON-WARSZAWA. Telefony (centrala): 8.00-80

**Technolog  
elektryk**

6 lat praktyki montażowej, elektryczne zabezpieczenia kolejowe, ewent. na wyjazd

**zmieni posadę.**

Zgłoszenia proszę kierować do Administracji „Przeгляdu Elektrotechnicznego“, Warszawa 1, Królewska 15, pod „Jęzki“.

**Inżynier-mechanik-  
elektryk**

b. dyrektor elektrowni, emeryt. Prowadzenie budowy wielkich zakładów, zakupy, kontrola

**poszukuje zajęcia.**

Oferty proszę kierować do Adm. „Przeгляdu Elektrotechnicznego“, Warszawa, ul. Królewska 15, pod „Karlsruheńczyk“.

**Inżynier -elektryk**, lat 36, polak, dypl. Pol. Warsz. 1937 (prądy silne), 6 lat praktyki zawodowej w czołowych instytucjach elektrycznych

**zmieni posadę.**

Zgłoszenia kierować do Administracji „Przeгляdu Elektrotechn.“, Warszawa 1, Królewska 15 pod „8520“.

**Fabryka Maszyn Elektrycznych**  
w Warszawie **poszukuje** od zaraz **elektryka chrześcijanina**, specjalność—budowa maszyn.

Warunki do omówienia. Zgłoszenia prosimy kierować do Administracji „Przeгляdu Elektrotechnicznego“, Warszawa 1, ul. Królewska 15, pod „Konstruktor“.

**WSZYSTKIE  
DROGI**

prowadzą elektryków  
polskich na XI Walne  
Zgromadzenie SEP

w

**KATOWICACH**

i

**CIESZYNIE**



**GDZIE USZKODZENIE?  
JAK JE WYKRYĆ?  
JAK USUNĄĆ?**  
odpowiedź daje książka  
**B. GIMBUTA**

**ZWARCIA  
W UWZOJENIACH  
MASZYN ELEKTRYCZNYCH  
I TRANSFORMATORÓW**

Wpłata na konto „Wiadomości Elektrotechnicznych” w P. K. O. Nr. 255, w kwocie zł. 3.95, obejmująca należność za książkę łącznie z kosztami przesyłki, jest równoznaczną z zamówieniem. Na odwrocie blankietu P. K. O. należy umieścić adnotację „za Zwarcia”.

ROK ZAŁOŻENIA 1920

**Inż. J. DRZEWIECKI**

**BUDOWA I DOSTAWA URZĄDZEŃ CHŁODNICZYCH**

Kraków, ul. Reformacka 3, telefon 107-60

KOMPLETNE BUDOWY I PRZEBUDOWY



**CHŁODNI  
KOMINOWYCH  
I TĘŻNICOWYCH**

FABRYKA KABLI

**I. M. FINKELSTEIN**

WARSZAWA, WRONIA 71. Tel. 230-37 i 311-92

wyrabia

**PRZEWODY  
IZOLOWANE**

w wykonaniu przepisowym, oznaczone **żółtą**  
**nitką S. E. P.**

(nitka fabryczna koloru zielonego)

**ZNORMALIZOWANE  
RURY ŻELIWNE  
PIONOWO LANE**

w średnicach od 40 do 1200 mm  
i długościach użytkowych do 5 m

**KSZTAŁTKI I ZASUWY**

do przewodów wodociągowych i gazowych

DOSTARCZA

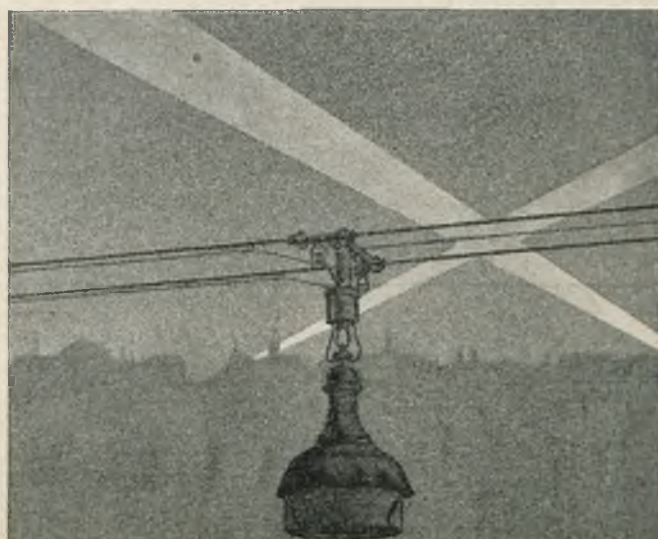
**„WĘGIERSKA GÓRKA”**

Górnicza i Hutnicza Spółka Akcyjna  
w Węgierskiej Górze powiat Żywiec

Rok założenia 1838

TRWAŁOŚĆ RUROCIĄGÓW, WYSOKA ODPOR-  
NOŚĆ NA KOROZJĘ, NAJNIŻSZY WSPÓŁCZYNNIK  
AMORTYZACYJNY ZAPEWNIĄ TYLKO

**RURA ŻELIWNA**



PRZESŁONY

**O P L**

**A. MARCINIAK S. A.**

WARSZAWA, UL. WRONIA 23

TEL. BIURA SPRZEDAŻY: 592-02 i 614-81

**Julian Kraushar, Inż.**

**BIURO TECHNICZNE  
WARSZAWA 1**

Wojciecha Górskiego 3  
Telefony: 227-83, 336-02.

**Przyrządy elektryczne** la-  
boratoryjne, techniczne, naukowe.  
Galwanometry. Urządzenia piro-  
metryczne. Potencjometry, Wibro-  
grafy. Akcelerometry itp. . . . .

**Cambridge**

**Spektrografy**, staloskopy  
Mikroskopy pomiarowe . . . . .

**Hilgera**

**Mikroskopy** metalograficzne . . . . .

**Reicherta**

**Wzorce częstotliwości** ge-  
neratory wzorcowe i inne aparaty

**General Radio**

**Przewodniki kompensacyj-  
ne**, radiowe, samochodowe  
i samolotowe wyrobu Fabryki  
Kabli w Dziedzicach . . . . .

**Cl. Zahm**

**Oscylografy katodowe**, ko-  
mórki fotoelektryczne do celów  
przemysłowych i telewizyjnych . . . . .

Katalogi, oferty, kosztorysy na żądanie.

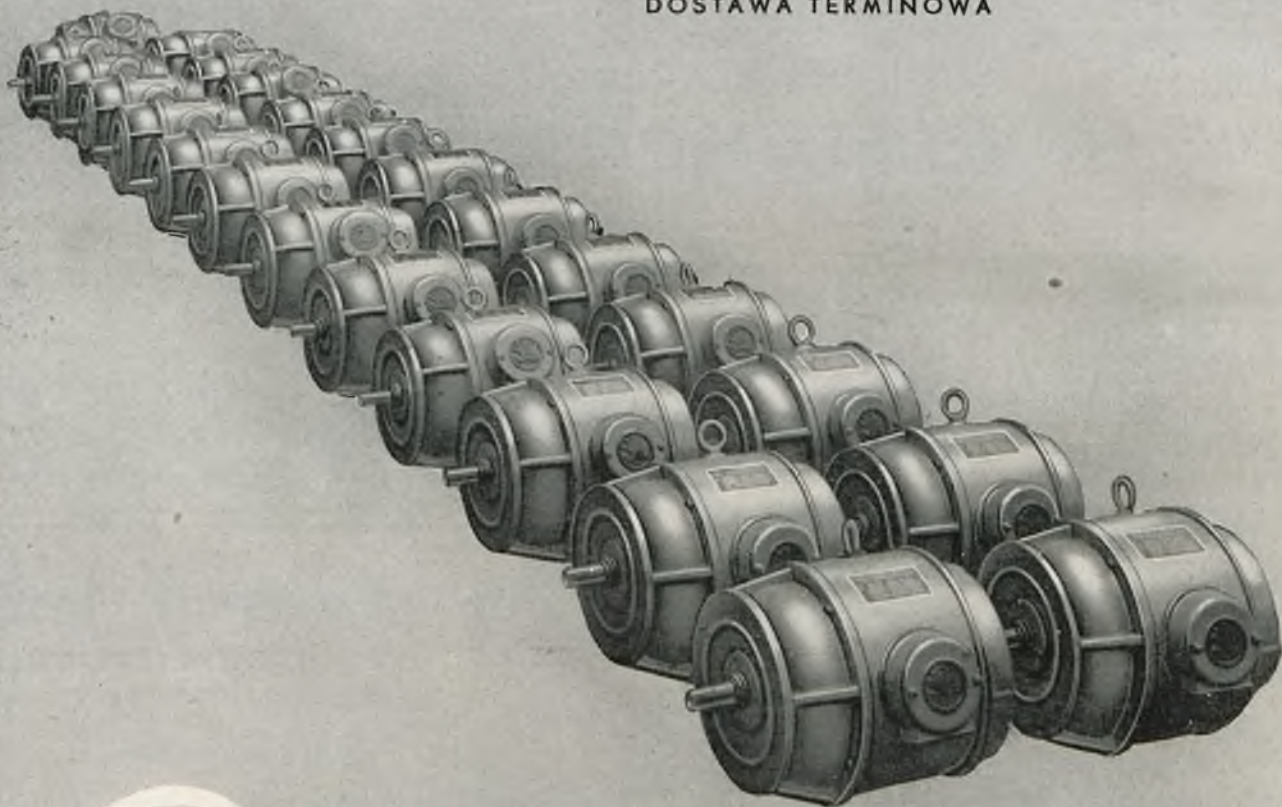
# SILNIKI WIELOBIEGOWE

W RÓŻNYCH WYKONANIACH

(dwu- trzy- czterobiegowe)

PRODUKCJA SERYJNA

DOSTAWA TERMINOWA



WARSZAWA

ZŁOTA 68

tel. 260-05, 287-60

WIELE TYPÓW NA SKŁADZIE

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Rok XXI.

21 Maja 1939 r.

Zeszyt 10.

Redaktor inż. WŁODZIMIERZ KOTELEWSKI

Warszawa, Królewska 15, tel. 690-23.

## GRUPA ELEKTRYFIKACYJNA

### Śląsk Zaolziański pod względem elektryfikacji

Inż. Paweł Dombke, Cieszyn

*Streszczenie.* Rola Elektrowni w Třebowicach w elektryfikacji Śląska Zaolziańskiego. Struktura gospodarcza Zaolzia. Organizacja Spółki. Sieci przesyłowe 100 i 22 kV; sieci rozdzielcze. Sprzedaż i produkcja energii elektrycznej. Taryfy za energię elektryczną i opłaty za liczniki. Uniezależnienie dostawy energii od zagranicy.

#### ELEKTROWNIA W TREBOWICACH.

Mówiąc o elektryfikacji Śląska Zaolziańskiego, nie sposób chociażby ogólnikowo wspomnieć o historii powstania Elektrowni w Třebowicach i nie podkreślić roli, jaką odegrały na tym terenie Morawsko-Śląskie Elektrownie, Sp. Akc. (MSE) w Morawskiej Ostrawie\*).

W roku 1930 dwa towarzystwa elektrowniane Ziemi Morawsko-Śląskiej, a mianowicie Morawsko-Śląskie Elektrownie oraz Środkowo Morawskie Elektrownie w Přerowie, zdecydowały zbudować nową elektrownię, która pod każdym względem odpowiadała by wymaganiom nowoczesnej techniki.

Opirając się na doświadczeniach zarówno wielkich elektrowni amerykańskich, jak i na zdobytych — zwłaszcza przy budowie kotłowni na kopalni Karolina — doświadczeniach własnych, a także na teoretycznych obliczeniach, postanowiono od razu zastosować bardzo wysokie ciśnienie.

Kotłownia została wyposażona w 3 kotły wysoko-prężne systemu Löfflera o danych: prężność 130 atm., temperatura pary przegrzanej 500°C, normalna wydajność pary 75 t/g.

Hala maszyn wyposażona została w 3 turbosespoły o ogólnej mocy 60 000 kW. Ciśnienie wlotowe turbin wynosi 124 atm., przegrzanie 480°C, liczba obrotów 3 000 na minutę; napięcie generatorów 6 600 V.

Nie będziemy omawiali innych urządzeń, jak młyn węglowy, kondensacja, podstacje napowietrzne 100 kV, rozdzielnie, nastawnie itd., gdyż nie jest to celem niniejszego referatu.

Istotą Morawsko-Śląskich Elektrowni było połączenie całego szeregu elektrowni w jeden wspólny system w celu współpracy energetycznej. Sposób, w jaki odbywa się ta współpraca, wielkość mocy poszczególnych elektrowni oraz linie, za pomocą których przesyła się dziś jeszcze energię elektryczną na teren Zaolzia, — wszystko to wynika z załączonego schematu na rys. 1.

Nadmienić jeszcze należy, że Elektrownia w Třebowicach stanowiła dumę czeskiego przemysłu i czeskich inżynierów, wszystkie bowiem urządzenia tej elektrowni zostały dostarczone przez przemysł czeski.

#### ŚLĄSK ZAOLZIAŃSKI W LICZBACH.

Przy ustaleniu liczby ludności Śląska Zaolziańskiego oparliśmy się o wykazy czeskie. Według spisu z 1930 r. ogólna liczba ludności wynosiła ok. 240 000 mieszkańców, przy czym powiat frysztacki liczy ok. 150 000 ludności, powiat zaś cieszyński — ok. 90 000. Ogólna powierzchnia odzyskanych ziem wynosi 801 km<sup>2</sup>. Ludność na tym obszarze wzrosła w ostatnim pięćdziesięcioleciu z 86 000 na 240 000 mieszkańców. Przyczyną tak ogromnego przyrostu było uprzemysłowienie tego obszaru, niezmiernie bogatego w węgiel, który można zaliczyć do najlepszych (dorównywa on całkowicie angielskiemu antracytowi); powstały tu wielkie koksownie, huty itd.

Wschodnie obszary Zaolzia posiadają charakter rolniczy, są górzyście, lesiste i, oczywiście, słabiej zaludnione. Najgęściej zaludniona jest północno-zachodnia część Zaolzia, która ma charakter wybitnie przemysłowy, i w której znajduje się też większość przemysłu fabrycznego oraz kopalń węgla. Przeciętne zaludnienie na całym tym obszarze wynosi ok. 300 osób na km<sup>2</sup>, przewyższając trzykrotnie przeciętne zaludnienie Polski.

Poniżej podajemy najważniejsze pozycje z ogłoszonych przez Czechosłowacki Główny Urząd Statystyczny danych (tabela I).

Tabela I.

Liczba zakładów na Zaolziu w r. 1930.

Rodzaj zakładów	Ogółem	Okręgi			
		Bogumin	Frysztat	Cieszyn	Jabłonków
Górnictwo . . . . .	17	3	14	—	—
Koksownie i brykielarnie . . . . .	6	1	4	1	—
Kamieniarstwo, ceramika i tp. . . . .	77	13	27	27	10
Przemysł metalowy . . . . .	318	60	115	110	33
„ włókienniczy . . . . .	39	9	12	14	4
„ drzewny . . . . .	324	46	87	122	69
„ spożywczy . . . . .	531	116	222	145	48
„ odzieżowy . . . . .					
„ i obuwniczy . . . . .	1.027	203	395	319	110
Handel, finanse i ubezpieczenia . . . . .	3.293	768	1.272	942	311
Teatr, muzyka, sport i widowiska . . . . .	59	21	27	9	2
Zdrowotność . . . . .	252	72	113	51	16

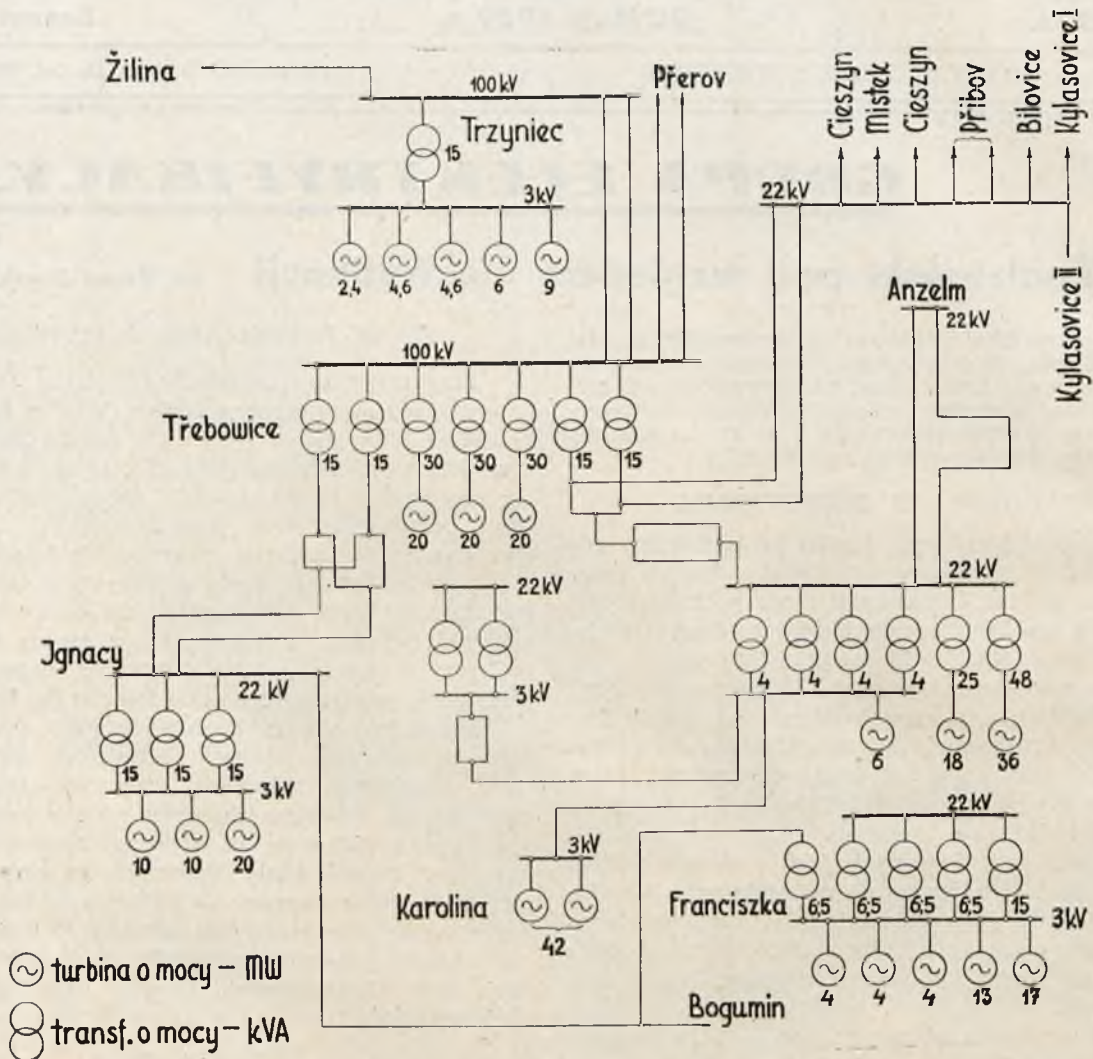
\*) patrz zeszyt 10/1938 r., Przegl. Elektr., str. 263.

Z powyższego zestawienia widzimy, jakie zakłady i w jakiej ilości znajdują się na terenie Zaolzia.

Udział produkcji przemysłowej Zaolzia jest dla ogólnego gospodarstwa polskiego bardzo duży, toteż potencjał przemysłowy Polski wzrósł — na skutek odzyskania Zaolzia — w b. wielkim stopniu, przede wszystkim, o ile chodzi o ciężki przemysł i kopalnie.

odbiorców, z funduszy własnych gminy, z pożyczek z zakładów kredytowych oraz subwencji państwowych.

Rada zarządzająca składała się z 24 członków, z czego 4 delegatów przypadało z ramienia samorządu krajowego, 4 delegatów przyłączonych gmin na Śląsku, 2 delegatów przyłączonych gmin na Morawach oraz 8 delegatów kapitału prywatnego.



Rys. 1.  
Schemat połączenia elektrowni w Třebowicach.

#### ORGANIZACJA SPÓŁKI

Morawsko-Sląskie Elektrownie, Sp. Akc. (MSE) działały na mocy uprawnienia otrzymanego przez Ministerstwo Robót Publicznych w Pradze w r. 1921. Obszar zasilania Spółki obejmował teren północno-wschodnich Moraw, Śląsk Cieszyński oraz Śląsk Wschodni — razem ok. 560 gmin miejskich i wiejskich

Organizacja Spółki, o ile chodzi o nasze stosunki, jest o tyle ciekawa, że łączy się w niej kapitał państwowy, samorządowy i prywatny.

Morawsko-Sląskie Elektrownie są zakładem użyteczności publicznej o kapitale mieszanym. Podział kapitału zakładowego był następujący: 20% posiadało Państwo, 20% — Ziemia Morawsko-Sląskie, 20% — gminy przyłączone, zaś 40% stanowił kapitał prywatny.

Co do udziału gmin przyłączonych w kosztach budowy sieci lokalnych, MSE nie stosowały zasady jednolitej; niektóre gminy poniosły bardzo wysokie koszty udziału, inne — znacznie mniejsze. Fundusze też czerpano z najrozmaitszych źródeł: ze składek przyszłych

#### SIECI ELEKTRYCZNE. LINIE 100 kV.

Mówiąc o sieciach elektrycznych na Zaolziu, należy podkreślić, że w r. 1928 istniały tu tylko lokalne zakłady elektryczne i to prawie wyłącznie przy zakładach górniczych i hutniczych. Zakłady te ograniczały swoją działalność do pokrywania własnych potrzeb i ewentualnego zaopatrywania w energię elektryczną miejscowości, na obszarze których się znajdowały.

Dopiero w r. 1926 rozpoczęły swoją działalność Morawsko-Sląskie Elektrownie, toteż rok ten możnaby nazwać przełomowym w elektryfikacji omawianego obszaru. Od tego czasu tempo rozbudowy nabiera rozmachu, rosnąc nieustannie, mimo, że wymagania uprawnień nadanego MSE zarówno pod względem rozmiarów rozbudowy sieci, jak i postępów elektryfikacji tej części Śląska Cieszyńskiego, nie przewidywało tak szybkiej realizacji nakreślonego programu.

Do napięć znormalizowanych na terenie Czechosłowacji należą następujące napięcia: 6, 22 i 100 kV. Sieci o napięciu 6 kV stosowano przy odległościach mniej-

szych, 22 kV dla odległości większych, a 100 kV — dla magistrali.

Bardzo dużym nakładem kosztów zostały wybudowane linie o napięciu 100 kV, które w przyszłości miały połączyć wszystkie większe elektrownie Republiki, stanowiące w ten sposób rezerwar energii dla całego Państwa.

Elektrownia w Trzebowicach połączona jest z jednej strony liniami o napięciu 100 kV z miastem Pferów, z drugiej zaś strony — z miastem Žilina na Słowaczynie. Linie do Žiliny biegną przez teren Zaolzia i do tych linii przyłączona jest podstacja w Trzyńcu z transformatorem o mocy 15 000 kVA.

Druga podstacja na otwartym powietrzu znajduje się na kopalni Barbara, która posiada transformator tej samej mocy co w Trzyńcu.

Energia dla Trzyńca i kopalni Barbara dostarczana jest za pośrednictwem sieci MSE przez elektrownię Ignacy, która leży na terytorium „Protektoratu“.

Co się tyczy Žiliny, to pod względem zaopatrywania w energię elektryczną Słowaczyny jest ona obsługiwana głównie przez Elektrownię w Puchowie — na rzece Wag.

Ilość energii przesłanej linią dalekosiężną 100 kV (rys. 2) na Słowaczynę wynosiła: w r. 1936 — 24 000 000 kWh, zaś w r. 1938 — 3 968 000 kWh.

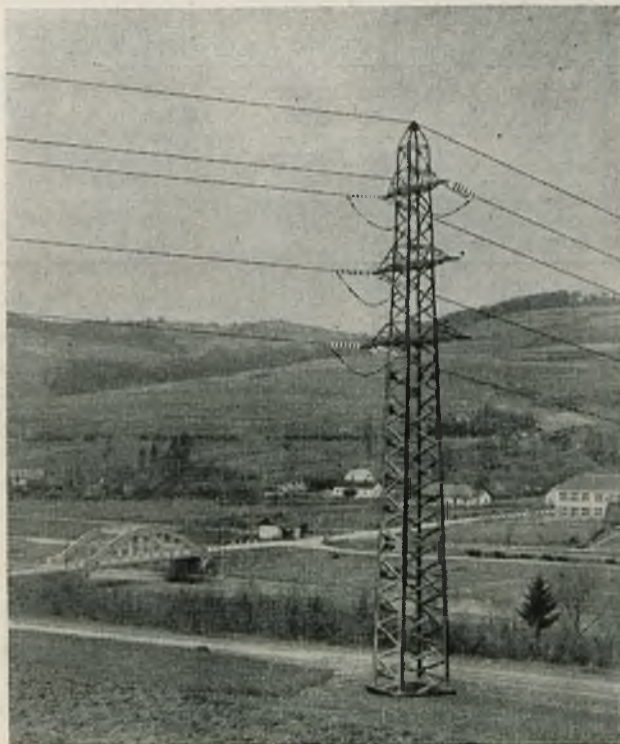
Linia ta z Trzyńca do Žiliny jest obecnie wyłączona z pod napięcia.

Pod względem zaopatrywania w energię elektryczną zakładów hutniczych i górniczych na obszarze Zaolzia, zakłady te należy podzielić na dwie grupy, a mianowicie na: zakłady posiadające własne wytwórnie oraz na zakłady pobierające energię z obcych elektrowni — całkowicie, względnie częściowo.

Dane dotyczące grupy pierwszej zakładów wynikają z tabeli II.

Grupa druga pobrała w r. 1937 ilości energii wyszczególnione w tabeli III.

O ile chodzi o linie kopalniane, to na wzmiankę zasługuje jeszcze linia, która stanowi wspólną własność



Rys. 2.  
Fragment linii dalekosiężnej.

Tabela II.  
Energia elektryczna wyprodukowana we własnych zakładach

Miejscowość	Elektrownia	Właściciel	Liczba jednostek	Nominalna moc zainstalowana kW	Użyteczna moc zainstalowana kW	Szczyt kW	Produkcja roczna mio kWh	Rok	U w a g i
Bogumin	Hahn	Hahn	3	7.800	7.800	3.500	14,5	1937	
Pietwałd	Jadwiga	Tow. Górn. Hutn. S.A.	3	1.850	1.850		0,6	1937	rezerwa (pobiera z Elektrowni Ignacy)
Poręba	Wacław	Państwowe	3	4.300	4.300	2.300	11,2	1937	tylko na potrzeby własne
Pietwałd	Eugeniusz	„	3	2.040	2 040	1.000	4,2	1937	
Sucha	Sucha	Gwarectwo Orłowa Łazy	3	17.000	15.000	8.000	33,3	1937	zasila: Łazy Suchą Górną Dolną, Porębę i Szumbark
Łazy	koks. Łazy	„	2	6.000	6.100	3.300	9,0	1937	
Dąbrowa	Eleonora	Witkowskie Gwarectwo	2	3.500	3.500	3.200	14,65	1937	
Karwina	Jan	Larisch - Mönich	4	13.250	12.000	4.400	24,6	1937	zasila część Karwiny kol. el. i fabr. Mücke-Melder S.A.
„	Hohenegger	T-wo Górn. Hut. S.A.	5	4.150	2.700	2 500	12,0	1936	3 faz. 26,5 zasil. część Karwiny
„	Gabriela	„	1	400	400				rezerwa
Trzyńciec	Huta Trzyńciec	„	5	26.600	24.500	18.000	104,0	1937	
Razem . . . . .			34	86.890	80.190	46.200	228,05	1937	

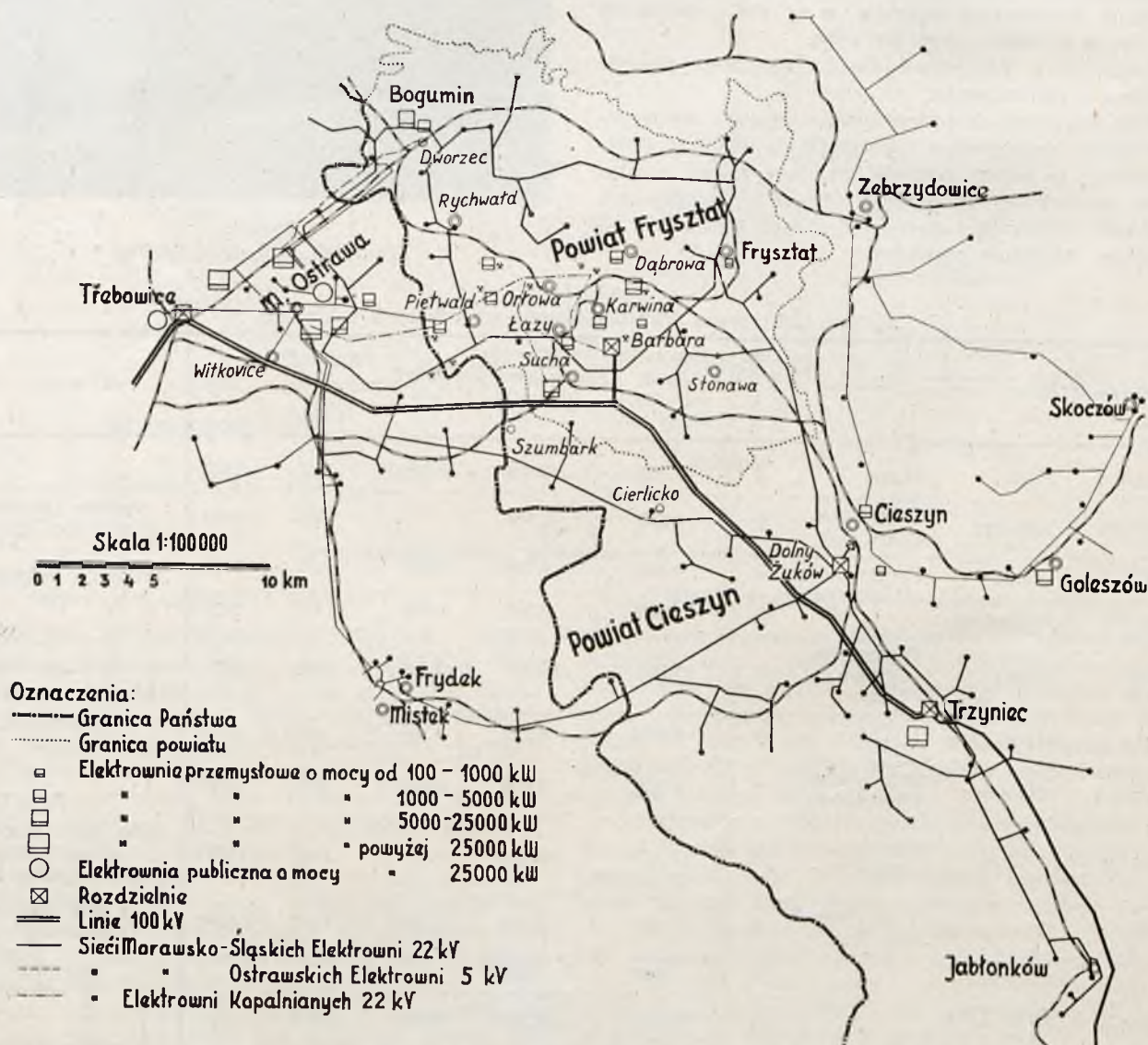
Tabela III.  
Energia pobierana

Miejscowość	Elektrownia	Właściciel	Szczyt kW	Ilość wyprodukowanej rocznie energii el. kWh	Rok	U w a g i
Trzyniec	Huta	T-wo Górn. Hutn. S.A.	8.000	4.000.000	1937	z sieci 100 kV dost. Elektr. Ignacy
Karwina	Kop. Barbara Hohenegger	T-wo Górn. Hutn. S.A.	3.500	10.500.000	1937	z sieci 100 kV dost. Elektr. Ignacy
Dąbrowa	Kop. Eleonora Bettina	Witkowskie Gwarectwo	700	4.800.000	1937	z sieci 22 kV dost. Elektr. Karolina
Fabryka drutu w Boguminie	Ignacy	T-wo Górn. Hutn. S.A.	2 800	10.900.000	1937	dost. Elektrownia Ignacy
Razem			15.000	30.200.000		

Witkowskich Kopalń i Górnico-Hutniczej Sp. Akc., a zasila kopalnie Jadwiga i Postęp Spółki Górnico-Hutniczej oraz kopalnie Eleonora i Bettina Witkowskich Kopalń; linia ta pracuje poza tym (jako rezerwa) z kopalnią Barbara, gdzie przyłączona jest do rozdzielni 22 kV, posiadającej połączenie z transforma-

torem o mocy 15 000 kVA oraz z linią dalekonośną 100 kV.

Kopalnie Jadwiga, Postęp i Eleonora leżą na terytorium Polski, Karolina — na terenie „Protektoratu“. Należy jeszcze dodać, że kopalnia Eleonora połączona jest na razie linią jednotorową 60 kV na słupach



Rys. 3.  
Plan sieci elektrycznej Śląska Zaolziańskiego.

żelaznych (na razie linia ta jest pod napięciem 22 kV) z elektrownią Karolina Witkowskiego Gwarectwa. W budowie znajduje się nowa podstacja o mocy 12 000 kVA, toteż w przyszłości cała energia elektryczna dla kopalni Eleonora i Bettina ma być pobierana z elektrowni Karolina.

Wreszcie z ważniejszych sieci kopalnianych zasługiwałaby jeszcze na wzmiankę linia 22 kV, która prowadzi z Elektrowni Sucha do kopalni Zofia Gwarectwa Orłowa-Łazy.

Opisane wyżej sieci jak również i sieci, o których mowa będzie niżej, zaznaczone są na planie (rys. 3).

#### LINIE 22 kV.

Druga sieć, która łączy Elektrownię w Trębowicach z całym prawie obszarem polskiego Zaolzia, jest to sieć o napięciu 22 kV. Główne arterie tej sieci stanowią trzy linie jednotorowe; jedna z nich doprowadza energię elektryczną przez Frydek i Mistek, druga — przez Cierlicko, trzecia zaś przez Frysztat. Punktem zbiorczym tych sieci jest rozdzielnia na terenie Cieszyna Zachodniego. Takie rozwiązanie zapewniało w szczególności dawniejszemu Czeskiemu Cieszynowi dużą pewność dostawy energii.

Wszystkie sieci o napięciu 22 kV posiadają łączną długość 198 km; wykonane są one z linki z miedzi twardej o przekroju  $3 \times 25 \text{ mm}^2$ , z wyjątkiem krótszych odgałęzień od linii głównych do poszczególnych gmin wiejskich. Dla tych sieci zastosowano linkę stalową o przekroju  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  na izolatorach stojących H-25. Wszystkie linie są zmontowane na słupach drewnianych, sosnowych, przeważnie A-owych, impregnowane olejem smołcowym syst. Rüpinga. Odległość między słupami wynosi od 90 do 100 m; odległości te są, oczywiście, różne — mniejsze i większe, zależnie od konfiguracji terenu. W miejscach, w których linie wysokiego napięcia krzyżują drogi lądowe, tory kolejowe, oraz ważniejsze linie telefoniczne, ustawione zostały żelazne słupy kratowe.

Omówiony wyżej stan rozbudowy sieci wysokiego napięcia, jako sieci przesyłowej, umożliwił elektryfikację znacznej części miejscowości o większym zaludnieniu, które nie korzystały dotąd z energii elektrycznej. Na ogólną liczbę 85 miejscowości znajdujących się na terenie Zaolzia 45 gmin jest zelektryfikowanych przez MSE, 5 gmin pobiera energię z Elektrowni w Morawskiej Ostrawie, 10 gmin — z elektrowni kopalnianych; 24 gminy nie zostały jeszcze zelektryfikowane, — są to jednak przeważnie małe gminy podgórskie, które w stosunku do ogółu mieszkańców stanowią zaledwie 7,5%.

Jak z powyższego wynika, dominującą rolę w zaopatrzeniu Zaolzia w energię elektryczną na potrzeby użyteczności publicznej odgrywają Morawsko-Śląskie Elektrownie w Morawskiej Ostrawie.

#### PODSTACJE TRANSFORMATOROWE MSE NISKIEGO NAPIĘCIA.

Doprowadzona do poszczególnych miejscowości za pomocą wyżej wymienionych linii energia elektryczna przetwarzana jest z 22 000 V na 380/220 V i rozprowadzana dalej przy pomocy sieci napowietrznej niskiego napięcia. Prawie wszystkie transformatory, niezależnie od wielkości zainstalowanej mocy, umieszczone są w budynkach murowanych.

Poniżej podajemy kilka liczb, dotyczących liczby oraz mocy zainstalowanych transformatorów.

Przekładnia transformatorów V	Stan w roku 1938	
	Liczba transformatorów	Moc łączna kVA
22.000/380/220	58	1220/2440

Transformatory są przeważnie typu rolniczego o mocy 15/30 — 50/100 kVA. Średnia moc przypadająca na jedną podstację transformatorową (rys. 4) wynosi 27 wzgl. 54 kVA.



Rys. 4.  
Typowa stacja transformatorowa.

Ogólna długość torów na terenie wymienionych 45 gmin wynosi 471 km.

Sieci niskiego napięcia, podobnie jak wysokiego, są zbudowane na całym terenie na słupach drewnianych, impregnowanych.

Dla sieci niskiego napięcia stosowano przekroje  $3 \times 16 + 10$  lub  $3 \times 25 + 16 \text{ mm}^2$ .

Jak już wspomnieliśmy, przy omawianiu sieci wysokiego napięcia, nie wszystkie gminy są zelektryfikowane przez MSE, gdyż poza Morawsko-Śląskimi Elektrowniami do kilku gmin dostarcza energię elektryczną Morawsko-Ostrawska Elektrownia, S. A. w Morawskiej Ostrawie (tak zwany M. O. E. L.), która oddaje energię elektryczną gminom: Nowy Bogumin, Pułków i Wierzbica. Elektrownia ta przesyła energię pod napięciem 5 kV; napięcie niskie 380/220 V.

Miasto Frysztat posiada własną małą elektrownię o mocy 170 kW i własną sieć  $2 \times 220 \text{ V}$ , wykonaną prywatnie i zużytą, toteż posiada ona przeważnie tylko wartość zużytego materiału. W przyszłości Frysztat przejdzie na pobór energii z sieci okręgowej.

Nie wymieniamy sieci w Orłowej, Łazach, Suchoj Średniej, Suchoj Dolnej, Karwinie i Dąbrowie, obsługiwanych przez miejscowe elektrownie kopalniane, które zresztą w publicznej elektryfikacji Śląska Zaolziańskiego nie odegrały większej roli.



Obecny Cieszyn Zachodni nabywał dawniej energię od MSE hurtowo, posiadał własną sieć kablową wysokiego napięcia 3 000 V oraz sieć niskiego napięcia 380/220 i 190/110 V. Od 1 stycznia 1939 r. Cieszyn Zachodni przyłączony został do szyn Elektrowni w Cieszynie Wschodnim.

#### SPRZEDAŻ I PRODUKCJA ENERGII ELEKTRYCZNEJ.

Jeśli chodzi o sprzedaż na obszarze Zaolzia przez Morawsko-Śląskie Elektrownie (MSE) i sprzedaż innych elektrowni publicznych, jak M. O. E. L. i miasto Frysztat, wreszcie o produkcję zakładów przemysłowych, to wszystkie te charakterystyczne dane wynikają z liczb umieszczonych w tabelach IV i V.

Tabela IV.

Sprzedaż energii elektrycznej przez MSE w r. 1937.

Rodzaj odbiorców	Moc przyłączonych odbiorców kW	Sprzedano energii kWh
Światło: miasta . . .	98,8	64 006
„ wsie . . . . .	1241,0	499 751
Siła: miasta . . . . .	54,2	16 579
„ wsie . . . . .	2787,6	140 475
Grzejnictwo: miasta .	169,0	} zużycie jest włączone do zużycia na światło
„ wsie . . . . .	1010,3	
Przemysł . . . . .	470,0	395 184
Trakcja . . . . .	300,0	147 360
Sprzedaż hurtowa . . .	1010,0	941 530
Oświetlenie uliczne .	23,0	87 872
Ogółem . . . . .	7163,9	2 292 757

W rubryce sprzedaży hurtowej figuruje również Cieszyn Zachodni, który od 1 stycznia 1939 r. został przyłączony do Elektrowni Cieszyna Wschodniego, dzięki czemu przywrócono stan z przed r. 1926.

Rubryka „trakcja“ obejmuje energię dostarczoną kolejkom Ostrawsko-Karwińskim.

Sprzedaż detaliczna obejmuje obecnie jedno miasto oraz 44 wsie.

Elektrownia Morawsko-Ostrawska (M.O.E.L.) sprzedała ogółem na terenie Zaolzia 1 186 019 kWh (przy szczytach 510 kW). Należy tu nadmienić, że M.O.E.L. jest wyłączną właścicielką sieci wysokiego i niskiego napięcia oraz podstacji transformatorowych, i że wszystkie te urządzenia były budowane bez subwencji państwowych lub samorządowych.

Wreszcie z elektrowni publicznych pozostaje do omówienia niewielka elektrownia m. Frysztatu, która wyprodukowała ogółem 100 276 kWh; moc zainstalowana elektrowni — ok. 170 kW.

Ogólny więc obrót energią elektryczną, moc zainstalowana oraz szczyty w poszczególnych zakładach przedstawiają się jak następuje:

W zestawieniu z liczbami za r. 1937 dla całej Polski, przyłączenie Zaolzia oznacza wzrost produkcji energii elektrycznej o ok. 6%.

Wielkość ogólnego zużycia energii, przypadająca przeciętnie na głowę ludności całego Zaolzia wynosi 1093 kWh.

Biorąc pod uwagę energię sprzedaną przez Morawsko-Śląskie Elektrownie 44 gminom wiejskim, widzimy, że na jedną gminę wypada średnio 14 550 kWh rocznie, a na jeden hektar 22 kWh; użytkowanie mocy szczytovej wynosi średnio 960 godzin rocznie.

Tabela V.

Rodzaj energii elektrycznej	Moc zainstalowana w kW	Moc szczytowa w kW	Ilość energii elektrycznej kWh
Energia wyprodukowana w zakładach przemysłowych (tabela II)	80 190	46 200	228 050 000
Energia pobierana z obcych elektrowni (tabela III) . . . . .	—	15 000	30 200 000
Energia sprzedana przez M.S.E. . . . .	6 844	1 650	2 892 757
Energia sprzedana przez M.O.E.L. . . . .	—	510	1 186 019
Energia sprzedana przez Elektrownię m. Frysztatu . . . . .	170	80	100 276
Ogółem . . . . .	87 204	63 440	262 429 052

W imię sprawiedliwości należy stwierdzić, że MSE odegrały pod względem elektryfikacji rolę pionierską na terenie ziem odzyskanych; zostały zelektryfikowane nawet takie gminy wiejskie, jak Rychwałd, gdzie długość sieci niskiego napięcia wynosi 30 km, Oldrzychowice — 24 km (1945 mieszkańców); na terenie każdej z tych miejscowości znajduje się po 3 stacje transformatorowe.

#### TARYFY. UWAGI OGÓLNE.

Wszelkie daniny publiczno-prawne, przypadające do zapłaty na odzyskanych ziemiach Śląska Cieszyńskiego zostały przeliczone w stosunku 16 złotych za 100 koron (Kc).

Maksymalna cena za energię elektryczną wynosi obecnie 50 gr./kWh — dla światła oraz 32 gr./kWh — dla siły.

Morawsko-Śląskie Elektrownie posiadają jedenaście różnych taryf dla światła, siły i grzejnictwa. Omówienie wszystkich tych taryf zajęłoby zbyt dużo miejsca, wobec czego zatrzymamy się jedynie na taryfach dla gospodarstwa domowego, jako na najbardziej ciekawych.

#### TARYFA DLA GOSPODARSTW DOMOWYCH (MSE).

Cena za kWh dla gospodarstwa domowego zależna jest od wykorzystania instalacji. Przez cały rok odbiorca płaci opłatę stałą, zależną od wielkości instalacji; opłata ta wynosi miesięcznie:

za kuchnię lub pierwszą ubikację . . . . .	zł 1,28
za pokój o powierzchni większej od 10 m <sup>2</sup> . . . . .	„ 0,48
z żarówką w stajni lub podwórzu . . . . .	„ 0,16
za pokój w hotelu . . . . .	„ 0,16
za żarówkę o mocy do 100 W lub gniazdo wtyczkowe w lokalach o charakterze dochodowym . . . . .	„ 0,64
za silniki o mocy większej od 300 W, za silniki w warsztatach rzemieślniczych oraz za aparaty zainstalowane u lekarzy lub dentystów — za każdy kW mocy zainstalowanej . . . . .	„ 5,76

Opłata za energię zależna jest od wysokości opłaty zasadniczej, mnożonej w pierwszym i drugim bloku przez 15,6 i wynosi 16 gr. wzgl. 8 gr./kWh, dalsze zaś zużycie — po 6,4 gr./kWh.

### PODWÓJNA TARYFA DLA OGRZEWANIA (MSE).

Taryfa ta jest przeznaczona dla takich aparatów, które są używane w ciągu całej doby, w szczególności zaś dla bulierów, werników, kuchni elektrycznych itd.

Taryfa nocna liczy się od poniedziałku do piątku od godz. 21 do godz. 7, oraz od soboty od godz. 14 do poniedziałku do godz. 7.

Wskazane przez licznik zużycie liczone jest po cenie 8 gr./kWh.

Energia pobierana w innych godzinach sprzedawana jest po 16 gr./kWh.

Wysokość opłat podstawowych pobieranych przez inne elektrownie, podana jest w tabeli VI.

Tabela VI.

Nazwa elektrowni	dla światła zł/kWh	dla siły zł/kWh
M. O. E L. . . . .	0,54	0,34
Frysztat . . . . .	0,63	0,35
Trzyniec . . . . .	0,35	0,25
Karwina i Dąbrowa . . . . .	0,27	0,17
Łazy . . . . .	0,33	0,22

Z tabeli VI wynika, że taryfy nie zostały jeszcze dotychczas unormowane, przypuszczać jednak należy, że zostaną one niebawem wyrównane w stosunku do cen, jakie obowiązują na innych obszarach województwa Śląskiego.

### OPLATY ZA ODNAJMOWANIE LICZNIKÓW (MSE).

Opłaty te są podzielone na dwie grupy: A i B. Licznik wzgl. ogranicznik pozostaje własnością Elektrowni, która utrzymuje, legalizuje i odnawia liczniki.

Grupa A. Opłata miesięczna za licznik wynosi:

za licznik jednofazowy do 10 A . . . . .	zł. 0,60
„ „ trójfazowy do 15 A . . . . .	„ 1,20
„ „ trójfazowy czteroprzewodowy do 15 A . . . . .	„ 1,45
„ „ podwójnej taryfy do 10 A . . . . .	„ 1,60
„ „ podwójnej taryfy trójfazowy do 30 A . . . . .	„ 2,40

Grupa B. Odbiorca wpłaca do kasy Elektrowni pełną sumę, nie podlegającą oprocentowaniu, którą otrzymuje z powrotem, o ile przestaje korzystać na stałe z energii elektrycznej.

Wpłaty te wynoszą:

za licznik jednofazowy (dla światła) do 10 A	zł. 56
„ „ jednofazowy dla podwójnej taryfy do 10 A . . . . .	„ 192
„ „ trójfazowy do 15 A . . . . .	„ 102
„ „ czteroprzewodowy — trójfazowy do 15 A . . . . .	„ 118
„ „ trójfazowy dla podwójnej taryfy do 30 A . . . . .	„ 270

Tytułem kosztów utrzymania i za legalizację opłaca poza tym odbiorca gr. 16 miesięcznie za licznik jednofazowy, gr. 32 — za licznik trójfazowy oraz gr. 64 — za licznik trójfazowy — czteroprzewodowy.

Na terenie zasilanym przez MSE jest zainstalowanych 7274 liczników dla światła, 792 dla siły oraz 212 ograniczników; liczba liczników dla odbiorców ryczałtowych wynosi 662.

Całkowita należność za sprzedaną energię wyniosła w r. 1937 2 867 597 Kç, a średnia cena za sprzedaną kWh — ok. 1 Kç.

Nadmieniamy, że wszystkie podane wyżej liczby odnoszą się do r. 1937.

### UWAGI KOŃCOWE.

Na zakończenie wspomnieć należy o programie, którego realizacja rozpoczęła się z chwilą, kiedy Armia nasza objęła Śląsk Zaolziański w posiadanie Rzeczypospolitej, oraz o programie prac dalszych. Pierwszą czynnością było zamianowanie komisarza rządowego nad sieciami MSE, którego zadaniem było zorganizowanie centralnego biura, biur rejonowych, przeprowadzenie odpowiednich zmian personalnych oraz dołożenie starań, by życie gospodarcze na tym odcinku nie doznało wstrząsów i aby dalsza elektryfikacja na terenie MSE rozwijała się spokojnie. Momentem drugim będzie zorganizowanie spółki polskiej i przejście z poboru energii z zagranicy na produkcję z własnego wzgl. własnych zakładów, oraz ewentualne wykupienie i przejęcie sieci stanowiących własność MSE przez jedną z Elektrowni Śląska Cieszyńskiego.

W jaki sposób zagadnienie to zostanie załatwione — w tej chwili trudno o tym mówić; w każdym razie od poboru energii z zagranicy należałoby się jak najszybciej uniezależnić, istniejące zaś trudności muszą być czym prędzej usunięte, gdyż wymaga tego interes Państwa.

Żywić też należy nadzieję, że problem zapewnienia dostawy energii elektrycznej z własnych źródeł krajowych zostanie już w niedługim czasie pomyślnie rozwiązany, i że prawdopodobnie dojdzie też do współpracy elektrowni oraz wzajemnej wymiany energii i zapewnienia sobie wzajemnych rezerw, tak ważnych pod względem technicznym, gospodarczym i obronnym.

W powyższym referacie staraliśmy się przedstawić pokrótce ogólny stan elektryfikacji Zaolzia i omówić możliwie wszystkie te szczegóły, które zdołaliśmy zebrać. Być może, że nie wszystkie liczby, umieszczone w szczególności w tabelach II i III, są zupełnie ścisłe; zostały one zebrane wkrótce po odzyskaniu Śląska Zaolziańskiego.

Schemat rys. 1 został użyczony przez MSE, jak również i zdjęcie wyobrażające fragment sieci 100 kV.

# Zagadnienia gospodarcze przy przesyłaniu energii elektrycznej

Inż. Tadeusz Ewaryst Kozłowski

**Streszczenie.** Badania niniejsze dotyczą kosztów przesyłania energii elektrycznej z elektrowni parowych i wodnych za pomocą napowietrznych linii przesyłowych wysokiego napięcia. Podano wzory dla określenia kosztów wszystkich elementów przesyłania, jak również dla obliczenia zachodzących w nich strat energii. Wyprowadzono wzory dla obliczenia ekonomicznej straty energii w przewodach w różnych warunkach pracy. Podano wzory i wykresy najmniejszych możliwych kosztów przesyłania energii elektrycznej w różnych warunkach eksploatacji.

Rozważono i podano na wykresach wpływ napięcia roboczego na koszty przesyłania. Zbadano różne możliwości pracy linii dalekosiężnych dla równoległego łączenia elektrowni, a także opłacalność przesyłania energii z elektrowni okręgowych oraz wielkość ekonomicznego zasięgu tych elektrowni.

Wyprowadzono szereg wniosków praktycznych, dotyczących przesyłania energii elektrycznej w naszych, polskich warunkach gospodarczych.

## TRUDNOŚCI BADAŃ ORAZ ICH ZAKRES.

Badanie zagadnień gospodarczych, występujących przy przesyłaniu energii elektrycznej, przedstawia duże trudności wskutek bardzo wielu czynników, wywierających wpływ na wyniki gospodarcze. Wielkości takie, jak: przesyłana moc, wysokość napięcia, straty energii w przewodach, odległość, charakter obciążenia, liczba godzin użytkowania rocznego, coroczny przyrost obciążenia szczytowego, wielkość i rodzaj elektrowni wytwórczej, wielkość rezerw, ceny rynkowe na urządzenia elektro-techniczne i materiały pędne, rodzaj podstacji i linii przesyłowej, ogólne stosunki gospodarcze w kraju, warunki komunikacji, koszty robocizny i świadczeń społecznych — oto szereg czynników, z których każdy wpływa poważnie na wyniki eksploatacji w sensie dodatnim lub ujemnym.

Praca niniejsza ma na celu zbadanie zagadnień gospodarczych występujących przy przesyłaniu energii elektrycznej, ograniczając się tylko do napowietrznych linii przesyłowych wysokiego napięcia, podstacji transformacyjnych oraz tej części wytwórni, która związana jest z przesyłaniem energii.

## OGÓLNE ZASADY BADANIA.

Dla otrzymania oceny wyników gospodarczych wykonano cały szereg obliczeń w różnych warunkach. Miały one na celu zbliżenie się, możliwie najdokładniejsze, do realnych warunków eksploatacji. Były to jakgdyby eksploatacje, wykonane na próbę, bez z góry przyjętych tendencji — tak, że dopiero wynik ostateczny dawał podstawę do dodatniej lub ujemnej oceny wybranego sposobu przesyłania energii. Wszystkie obliczenia oparte zostały na realnych naszych, polskich, stosunkach i cenach z końca roku 1938, a wyniki zostały przedstawione w złotych lub groszach na całym szeregu wykresów. Wyprowadzone wzory ogólne dają możliwość wykonania przeliczeń dla cen i warunków zmienionych.

Aby objąć możliwie wszystkie koszty, związane z przesyłaniem energii, obliczono osobno koszty budowy i eksploatacji końcowej podstacji transformacyjnej „odbiorczej”, osobno koszty linii przesyłowej, osobno „nadawczej” podstacji transformacyjnej oraz osobno tę część kosztów elektrowni wytwórczej, która związana jest bezpośrednio z przesyłaniem energii.

Natomiast nie zostały uwzględnione w obliczeniach koszty, które nie są bezpośrednio związane z przesyłaniem energii linią wysokiego napięcia, a więc koszty sieci rozdzielczej, zasilanej z podstacji transformacyjnej odbiorczej, koszty liczników, inkasa oraz administracji miejscowej. Również nie zostały uwzględnione koszty elektrowni wytwórczej, związane z wytwarzaniem energii.

## OZNACZENIA.

Przy wyprowadzeniu wzorów i obliczeń zostały przyjęte oznaczenia następujące:

- $P$  — szczytowa moc w kW pobierana na podstacji odbiorczej w danym roku eksploatacyjnym;
- $s$  — przekrój w  $\text{mm}^2$  przewodu miedzianego lub równoznacznego przewodu aluminiowego;
- $p$  — % maksymalna dozwolona strata energii w przewodach całej linii;
- $L$  — długość linii przesyłowej w km;
- $U$  — napięcie robocze w kV;
- $\gamma$  — przewodność właściwa w  $\frac{1}{\Omega} \text{ m/mm}^2$ ;
- $c$  — w zł/kVA — koszt inwestycyjny podstacji transformacyjnej;
- $d$  — w złotych/kW — koszt inwestycyjny elektrowni wytwórczej;
- $(A+bs)L$  — w zł. koszt inwestycyjny linii przesyłowej;
- $n$  — liczba lat okresu eksploatacyjnego;
- $\alpha$  — współczynnik corocznego przyrostu mocy szczytowej;
- $\beta$  — % odpis roczny na amortyzację kapitału, oprecontowanie i renowację urządzeń;
- $T$  — w godzinach roczny czas użytkowania każdego kW mocy szczytowej;
- $S$  — w zł. koszt bezpośredni wytworzenia jednej kWh w wytwórni (koszt materiałów pędnych, wody i smarów);
- $S'$  — ten sam koszt w groszach;
- $\epsilon$  — własne zapotrzebowanie mocy elektrycznej w elektrowni wytwórczej w % mocy szczytowej;
- $\eta_1$  — sprawność transformatorów odbiorczych;
- $\eta_2$  — sprawność transformatorów nadawczych;
- $\cos \varphi_1$  — współczynnik mocy na podstacji odbiorczej;
- $\cos \varphi_2$  — współczynnik mocy na podstacji nadawczej;
- $W = P.T.$  — liczba pobranych w ciągu roku kWh;
- $K$  — roczny koszt całkowity, związany z pracą wszystkich urządzeń do przesyłania energii elektrycznej;
- $K_{p.o.}$  — koszt roczny całkowity eksploatacji transformacyjnej podstacji odbiorczej;
- $K_{p.n.}$  — koszt roczny całkowity eksploatacji transformacyjnej podstacji nadawczej;
- $K_l$  — roczny koszt całkowity eksploatacji linii przesyłowej;
- $K_w$  — koszt roczny całkowity eksploatacji tej części wytwórni, która jest bezpośrednio związana z przesyłaniem energii;
- $\frac{K}{P}$  — roczny koszt całkowity wszystkich urządzeń do przesyłania, przypadający na 1 kW przesyłanej mocy szczytowej;

$\frac{K}{W}$  — koszt przesyłania jednej kWh;

$B, D, E, F, G, H, \mu$  — współczynniki, znaczenie których będzie wyjaśnione we właściwym miejscu.

**MOCE SZCZYTOWE**

Przy podanych wyżej oznaczeniach szczytowa moc pozorna w kVA na podstacji odbiorczej wyniesie:

$$P_0 = \frac{P}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \dots \dots \dots (1)$$

Moc szczytowa pozorna na podstacji nadawczej wyniesie

$$P_n = \left( \frac{P}{\eta_1} + \frac{P_p}{100} \right) \cdot \frac{1}{\eta_2 \cdot \cos \varphi_2}$$

skąd otrzymamy:

$$P_n = \frac{P}{\eta_2 \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Moc szczytowa czynna w kW w wytwórni dla zasilania danej podstacji nadawczej wyniesie:

$$P_w = \frac{P}{\eta_2} \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right) \dots \dots \dots (3)$$

**STRATY ENERGII**

Straty energii można podzielić na straty energii na podstacji odbiorczej, na linii, na podstacji nadawczej oraz na elektrowni wytwórczej. Na obu podstacjach straty energii występują w żelazie oraz w miedzi transformatorów. Straty w żelazie zachodzą nieprzerwanie w ciągu całego roku przy prawie nieziennej ich mocy. Procentowe straty energii w miedzi proporcjonalne są do wartości chwilowej mocy użytecznej.

Jeśli nominalną moc pozorną transformatora w kVA oznaczymy przez  $P'$ , to straty energii w żelazie w ciągu roku wyniosą:

$$P' \cdot (1 - \eta) \cdot 0,25 \cdot 8760 \text{ (kWh)},$$

gdzie współczynnik 0,25 oznacza, iż przy pełnym obciążeniu 25% strat całkowitych przypada na straty w żelazie, a reszta, tj. 75% — na straty w miedzi.

Podział strat przy pracy transformatora przy pełnym obciążeniu zwykle odpowiada podanym wyżej liczbom.

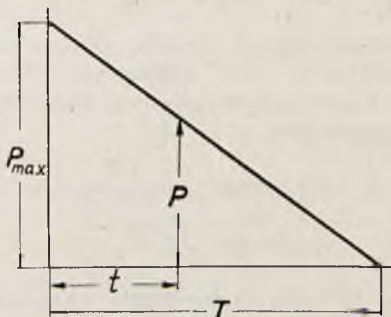
Co się tyczy strat w miedzi, to przy pełnym obciążeniu moc tych strat w kW wyniosłaby:

$$P' \cdot (1 - \eta) \cdot 0,75.$$

Gdyby w samej rzeczy energia, użytecznie oddana w ciągu roku, oddawana była przy mocy pozornej  $P^1$  w ciągu  $T$  godzin, to straty energii w miedzi wyniosłoby:

$$P' \cdot (1 - \eta) \cdot 0,75 \cdot T \text{ (kWh)}.$$

Ponieważ jednak w samej rzeczy energia oddawana była w ciągu roku przy różnych mocach pozornych mniejszych od  $P'$ , więc energia stracona w miedzi w rzeczy-



Rys. 1.

Wykres oddawanej mocy użytecznej przez transformator.

wistości będzie mniejsza. Jeśli przyjąć, że rzeczywista moc użyteczna przy pracy w ciągu roku zmieniała się od zera do  $P'$ , to wówczas z dostatecznym przybliżeniem można przyjąć, iż rzeczywiste straty energii w miedzi transformatora w ciągu roku wyniosą:

$$P' \cdot (1 - \eta) \cdot 0,75 \cdot 0,666 \cdot T = P' \cdot (1 - \eta) \cdot 0,5 \cdot T;$$

W samej rzeczy, jeśli przyjąć, iż oddawana moc użyteczna zmieniała się według prawa linii prostej (rys. 1), wówczas otrzymamy wartość na moc użyteczną chwilową

$$P = \frac{P_{\max} \cdot (T - t)}{T};$$

Jeśli procentowa strata mocy przy maksymalnym obciążeniu wynosi  $p\%$ , to procentowa strata chwilowa wyniesie:

$$\frac{p \cdot P}{P_{\max}} \%$$

Chwilowa stracona moc wyniesie:

$$\frac{P \cdot p \cdot P}{P_{\max} \cdot 100} = \frac{p \cdot P^2}{P_{\max} \cdot 100} = \frac{p \cdot T^2_{\max} (T - t)^2}{P_{\max} \cdot 100 \cdot T^2} = \frac{p \cdot P_{\max} \cdot (T - t)^2}{100 \cdot T^2}$$

Chwilowa stracona energia wyniesie:

$$\frac{p \cdot P_{\max}}{100 T^2} (T - t)^2 \cdot dt,$$

a całkowita energia stracona będzie

$$\frac{p \cdot P_{\max}}{100 \cdot T^2} \int_0^T (T - t)^2 \cdot dt = \frac{p \cdot P_{\max} \cdot T}{300}$$

Moc użyteczna oddana wyniesie:

$$\frac{P_{\max} \cdot T}{2};$$

przeciętna zaś procentowa strata energii wyniesie:

$$\frac{p \cdot P_{\max} \cdot T \cdot 2 \cdot 100}{300 \cdot P_{\max} \cdot T} = \frac{2}{3} p = 0,666 p.$$

Oczywiste jest, iż obciążenie użyteczne może składać się w ciągu roku z dowolnej liczby obciążeń trójkątnych, podobnych do wykresu (rys. 1) bez zmiany przeciętnej straty procentowej.

Powyższe obliczenie nie może pretendować do dużej dokładności, gdyż istotna zmienność obciążenia nie przebiega według prawa linii prostej; prócz tego wielkość współczynnika mocy  $\cos \varphi$  może podlegać dużym zmianom, czego podane wyżej obliczenie nie uwzględnia.

Nie mając danych o rzeczywistym przebiegu zmienności obciążenia oraz  $\cos \varphi$ , który w każdym wypadku może być inny, przyjmujemy wyprowadzony stosunek 0,666 przeciętnych strat procentowych do maksymalnych, jako liczbę umowną, a przy tym z całą świadomością niezbyt dużej dokładności tego rodzaju obliczenia.

Jeśli maksymalna procentowa strata energii w przewodach linii przesyłowej wynosi  $p\%$ , to na podstawie podanych wyżej rozumowań całkowitą stratę energii w przewodach możemy obliczyć z następującego wzoru:

$$\text{roczna strata energii} = \frac{0,666 \cdot p \cdot P \cdot T}{100} \text{ (kWh)}.$$

Wreszcie w samej elektrowni zachodzą również straty energii. Tu uwzględnione być powinny te tylko straty, które związane są bezpośrednio z przesyłaniem energii, a więc tylko część własnego zapotrzebowania energii elektrowni — ta mianowicie, która związana jest z większą mocą szczytową w elektrowni na skutek strat na podstacjach oraz na linii przesyłowej. Dla przesyłania  $P$  kW mocy szczytowej na podstacji odbiorczej musi być na elektrowni wytworzona moc szczytowa =

$$P_w = \frac{P}{\eta_2} \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right);$$

Gdyby podstacja odbiorcza znajdowała się na samej elektrowni, wówczas moc szczytowa w elektrowni wynosiłaby:

$$P_w' = \frac{P}{\gamma_1}$$

Konieczność przesyłania wymaga zatem powiększenia mocy szczytowej w elektrowni o wartość:

$$P_w - P_w' = P \left( \frac{1}{\gamma_1 \cdot \gamma_2} + \frac{p}{100 \cdot \gamma_2} - \frac{1}{\gamma_1} \right)$$

Odpowiednio do tego wzrośnie również zużycie energii na potrzeby własne elektrowni o wartość:

$$\frac{P \cdot \varepsilon}{100} \cdot \left( \frac{1}{\gamma_1 \cdot \gamma_2} + \frac{p}{100 \cdot \gamma_2} - \frac{1}{\gamma_1} \right) \cdot T;$$

#### CAŁKOWITY KOSZT ROCZNY PRZYPADAJĄCY NA POSZCZEGÓLNE ELEMENTY, NIEZBĘDNE DO PRZESYŁANIA ENERGII.

##### a) Podstacja odbiorcza.

Jeśli przyjąć, iż pozorna moc nominalna transformacyjnej podstacji odbiorczej równa się mocy pozornej obciążenia szczytowego, to wówczas całkowity koszt roczny, przypadający na podstację odbiorczą, wyniesie w złotych:

$$K_{p.o.} = \frac{\beta \cdot c \cdot P}{100 \cdot \gamma_1 \cdot \cos \varphi_1} + \frac{S \cdot P(1 - \gamma_1) \cdot 0,25 \cdot 8760}{\gamma_1 \cdot \cos \varphi_1} + \frac{S \cdot P(1 - \gamma_1) \cdot 0,5 \cdot T}{\gamma_1 \cdot \cos \varphi_1} \dots \dots \dots (4)$$

##### b) Linia przesyłowa.

$$K_1 = \frac{\beta}{100} (A + bs) \cdot L + \frac{S \cdot 0,666 \cdot p \cdot P \cdot T}{100}$$

Ponieważ dla linii trójfazowej

$$s = \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 \cdot \gamma \cdot p}$$

więc można napisać:

$$K_1 = \frac{\beta \cdot A \cdot L}{100} + \frac{\beta \cdot b \cdot P \cdot L^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 \cdot \gamma \cdot p} + \frac{S \cdot 0,666 \cdot p \cdot P \cdot T}{100} \dots \dots (5)$$

##### c) Podstacja nadawcza.

Jeśli przyjąć, że rozporządzalna moc pozorna podstacji nadawczej równa się pozornej mocy szczytowej

$$P_e = \frac{L}{U \cdot \cos \varphi_1} \sqrt{\frac{b \cdot \gamma_2 \cos \varphi_2 \cdot 10000}{\gamma \left\{ c + d \cos \varphi_2 + \frac{100 S}{\beta} \left[ (1 - \gamma_2) 2190 + (1 - \gamma_2) 0,5 \cdot T + \frac{\varepsilon \cdot T \cdot \cos \varphi_2}{100} + 0,666 \cdot T \cdot \gamma_2 \cdot \cos \varphi_2 \right] \right\}}} \quad (10)$$

Wzór ten można przepisać, jak następuje:

$$P_e = \frac{L \cdot \mu}{U \cdot \cos \varphi_1} \dots \dots \dots (11)$$

gdzie:

$$\mu = \sqrt{\frac{10000 \cdot b \cdot \gamma_2 \cdot \cos \varphi_2}{\gamma \cdot \left\{ c + d \cdot \cos \varphi_2 + \frac{S'}{\beta} \cdot \left[ (1 - \gamma_2) \cdot 2190 + (1 - \gamma_2) \cdot 0,5 \cdot T + \frac{\varepsilon \cdot T \cdot \cos \varphi_2}{100} + 0,666 \cdot T \cdot \gamma_2 \cdot \cos \varphi_2 \right] \right\}}} \dots \dots (12)$$

Wzór (12) dla określenia współczynnika  $\mu$  nie zawiera wielkości  $P$ ,  $L$  i  $U$ , wskutek czego spódczynnik  $\mu$  dla pewnych warunków eksploatacji może być uważany za wielkość stałą.

Stąd otrzymujemy ważny wniosek, że ekonomiczna % strata energii jest wprost proporcjonalna do odległości przesyłania i odwrotnie proporcjonalna do iloczynu  $U \cos \varphi_1$ .

Dla otrzymania możliwie korzystnych warunków eksploatacji należy zawsze wybierać stratę energii w przewodach

$$p = p_e$$

tej podstacji, to wówczas całkowity koszt roczny, przypadający na podstację nadawczą wyniesie:

$$K_{p.n.} = \frac{\beta \cdot c \cdot P}{100 \cdot \gamma_2 \cdot \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\gamma_1} + \frac{p}{100} \right) + \frac{S \cdot P}{\gamma_2 \cdot \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\gamma_1} + \frac{p}{100} \right) \cdot (1 - \gamma_2) \cdot 0,25 \cdot 8760 + \frac{S \cdot P}{\gamma_2 \cdot \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\gamma_1} + \frac{p}{100} \right) \cdot (1 - \gamma_2) \cdot 0,5 \cdot T \dots (6)$$

##### d) Elektrownia.

Koszt roczny, przypadający na elektrownię wyłączoną z powodu przesyłania energii o mocy szczytowej  $P$  na odległość  $L$ , wyniesie:

$$K_w = \frac{\beta \cdot d \cdot P}{100} \cdot \left( \frac{1}{\gamma_1 \cdot \gamma_2} + \frac{p}{100 \gamma_2} - \frac{1}{\gamma_1} \right) + \frac{S \cdot P \cdot \varepsilon}{100} \cdot \left( \frac{1}{\gamma_1 \cdot \gamma_2} + \frac{p}{100 \gamma_2} - \frac{1}{\gamma_1} \right) \cdot T \dots (7)$$

Całkowity koszt roczny.

Całkowity koszt roczny przesyłania mocy szczytowej  $P$  kW wynosi

$$K = K_{p.o.} + K_1 + K_{p.n.} + K_w$$

Koszt roczny przesłania jednego kW mocy szczytowej wynosi:

$$\frac{K}{P} = \frac{K_{p.o.} + K_1 + K_{p.n.} + K_w}{P} \dots \dots (8)$$

Koszt zaś przesłania jednej kWh wynosi:

$$\frac{K}{W} = \frac{K}{P \cdot T} = \frac{K_{p.o.} + K_1 + K_{p.n.} + K_w}{P \cdot T} \dots (9)$$

#### EKONOMICZNA STRATA ENERGII W PRZEWODACH I EKONOMICZNY PRZEKRÓJ PRZEWODU.

Ze wzorów 4, 5, 6 i 7 widać, iż koszty składają się zarówno z członów niezależnych od  $p$ , jak również i z członów zależnych od  $p$ . Biorąc pochodną  $K$  po  $p$  i przyrównując ją do zera, otrzymamy następujący wzór dla  $p_e$  tj. straty energii ekonomicznej, przy której roczne koszty przesyłania wypadną najmniejsze:

skąd

$$p = \frac{L \cdot \mu}{U \cdot \cos \varphi_1}$$

Wstawiając wartość powyższą we wzór dla określenia przekroju przewodów

$$s = \frac{P \cdot L \cdot 100}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 \cdot \gamma \cdot p}$$

otrzymamy:

$$s = \frac{P \cdot 100}{U \cdot \cos \varphi_1 \cdot \gamma \cdot \mu} \dots \dots (13)$$

Oznacza to, iż przy zastosowaniu ekonomicznej straty energii w przewodach przekrój przewodu jest niezależny od odległości, wprost proporcjonalny do przesyłanej mocy i odwrotnie proporcjonalny do iloczynu  $U \cos \varphi_1$ .

**NAJMNIEJSZY ROCZNY KOSZT PRZESYŁANIA ENERGII.**

Najmniejszy roczny koszt przesyłania energii otrzymamy, o ile do wzorów na:  $K_{p.o.}$ ,  $K_1$ ,  $K_{p.n.}$  i  $K_w$  wstawimy wartość:

$$p = \frac{L \cdot \mu}{U \cos \varphi_1};$$

wówczas, jak łatwo się przekonać, wzory dla określenia minimalnego kosztu rocznego przesyłania jednego kW mocy szczytowej oraz dla minimalnego kosztu przesyłania jednej kWh można przedstawić w postaci

$$\frac{K}{P} = \lambda_1 + \delta_1 \cdot L \quad \dots \quad (14)$$

oraz: 
$$\frac{K}{W} = \lambda_2 + \delta_2 \cdot L \quad \dots \quad (15)$$

Oznacza to, iż koszty przesyłania (np. jednej kWh) składają się z sumy dwu członów: jednego członu — stałego w danych warunkach i drugiego — wprost proporcjonalnego do odległości przesyłania. W samej rzeczy przez podstawienie wartości:  $p = \frac{L \cdot \mu}{U \cdot \cos \varphi_1}$  możemy otrzymać następujące wzory dla minimalnych kosztów przesyłania energii: koszty, przypadające na podstację odbiorczą wyniosą:

$$\frac{K_{p.o.}}{P} = \frac{\beta \cdot c}{100 \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_1} + \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 2190}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} + \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot T}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \quad \dots \quad (16)$$

Wszystkie człony, jak widać, są w danych warunkach stałe. Koszty, przypadające na linię przesyłową:

$$\frac{K_1}{P} = \frac{\beta \cdot A \cdot L}{100 \cdot P} + \frac{\beta \cdot b \cdot L}{U \cdot \cos \varphi_1 \cdot \gamma \cdot \mu} + \frac{S \cdot 0,66 \cdot T \cdot \mu \cdot L}{100 \cdot U \cos \varphi_1} \quad \dots \quad (17)$$

Wszystkie człony są proporcjonalne do  $L$ . Koszty podstacji nadawczej można przedstawić w następującej postaci:

$$\frac{K_{p.n.}}{P} = \frac{\beta \cdot c}{100 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \cos \varphi_2} + \frac{S \cdot (1 - \eta_2) \cdot 2190}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \cos \varphi_2} + \frac{S \cdot (1 - \eta_2) \cdot 0,5 \cdot T}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \cos \varphi_2} + \frac{\mu \cdot L}{U \cdot \cos \varphi_1} \left[ \frac{\beta \cdot c}{100^2 \cdot \eta_2 \cdot \cos \varphi_2} + \frac{S \cdot (1 - \eta_2) \cdot 2190}{100 \cdot \eta_2 \cdot \cos \varphi_2} + \frac{S \cdot (1 - \eta_2) \cdot 0,5 \cdot T}{100 \cdot \eta_2 \cdot \cos \varphi_2} \right] \quad \dots \quad (18)$$

Jak widać, część członów jest w danych warunkach stała, część zaś wprost proporcjonalna do długości  $L$ .

Koszty przesyłania związane z wytwórniami:

$$\frac{K_w}{P} = \frac{\beta \cdot d}{100} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1 \cdot \eta_2} - \frac{1}{\eta_1} \right) + \frac{S \cdot \varepsilon \cdot T}{100} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1 \cdot \eta_2} - \frac{1}{\eta_1} \right) + \frac{\mu \cdot L}{U \cdot \cos \varphi_1} \cdot \left[ \frac{\beta \cdot d}{100^2 \cdot \eta_2} + \frac{S \cdot \varepsilon \cdot T}{100^2 \cdot \eta_2} \right] \quad \dots \quad (19)$$

Znowu część członów jest w danych warunkach stała, część zaś wprost proporcjonalna do  $L$ .

Ponieważ:

$$\frac{K}{P} = \frac{K_{p.o.}}{P} + \frac{K_1}{P} + \frac{K_{p.n.}}{P} + \frac{K_w}{P},$$

więc jasne jest, iż całkowite koszty roczne, przypadające na jeden kW przesłanej mocy szczytowej, mogą być przedstawione za pomocą wzoru:

$$\frac{K}{P} = \lambda_1 + \delta_1 \cdot L.$$

Ponieważ koszt przesłania jednej kWh wynosi

$$\frac{K}{W} = \frac{K}{P \cdot T},$$

więc 
$$\frac{K}{W} = \frac{\lambda_1}{T} + \frac{\delta_1}{T} \cdot L,$$

skąd otrzymujemy podany już poprzednio wzór (15);

$$\frac{K}{W} = \lambda_2 + \delta_2 \cdot L.$$

**OKREŚLENIE WARTOŚCI SPÓŁCZYNNIKA  $\mu$  DLA PRZESYŁANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W WARUNKACH IDEALNYCH.**

Ponieważ koszty budowy podstacji oraz linii przesyłowej są znaczne, więc przesyłanie jednej kWh będzie kalkuluować się najtaniej wówczas, gdy moc nominalna urządzeń będzie wyzyskana w całej pełni, liczba zaś przesłanych kWh — będzie jak największa. W celu zbadania strony gospodarczej takiego przesyłania energii w warunkach idealnych (niesłychanie korzystnych, jakie w istocie nigdy się nie zdarzają) przyjęto, iż moce nominalne wszystkich urządzeń dokładnie odpowiadają mocy szczytowej  $P$ , liczba zaś godzin użytkowania mocy szczytowej wynosi 6000.

Aby tego rodzaju warunki pracy otrzymać w rzeczywistości, trzeba byłoby uzyskać gwarancję, iż moc szczytowa  $P$  rok rocznie będzie ta sama i że nie będzie ani wzrastać, ani się zmniejszać, liczba zaś godzin użytkowania stale wynosić będzie rok rocznie 6000 godzin.

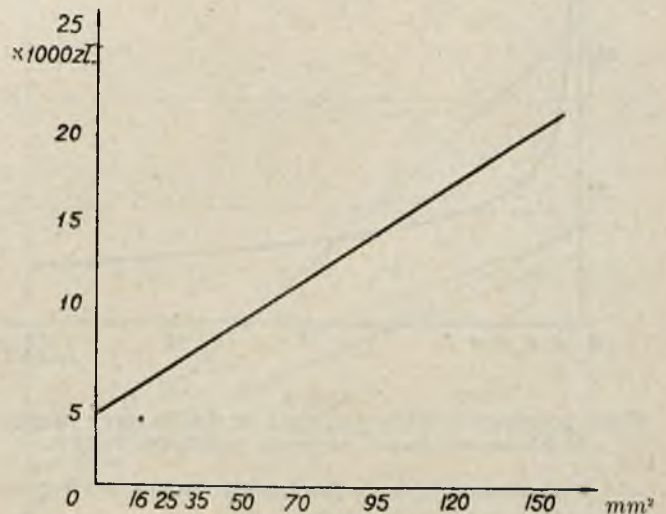
Uzyskanie takich warunków w praktyce jest, oczywiście, absolutnie niemożliwe, obliczenie zaś kosztów przesyłania energii w tego rodzaju warunkach zostało wykonane w tym tylko celu, aby przekonać się, jaka jest *najniższa granica kosztów przesyłania energii*.

Dla dalszych obliczeń rozpatrzono dwa przypadki: przesyłania energii z elektrowni o napędzie parowym oraz z elektrowni o napędzie wodnym. Dla każdej z tych elektrowni obliczono koszty przesyłania różnych mocy szczytowych, a mianowicie: 10 MW, 50 MW, 100 MW oraz 200 MW przy różnych napięciach roboczych, a mianowicie przy: 30 kV, 60 kV, 100 kV i 150 kV.

Niezbędne do obliczeń wartości otrzymano w sposób następujący. Z realnych kosztorysów z końca r. 1938 dla linii przesyłowych o napięciu 30 kV otrzymano wzór na koszt jednego km. linii przesyłowej.

$$K = 4000 + 108,5 \cdot s \text{ (zł.)}$$

Zależność ta została przedstawiona na wykresie (rys. 2).



Rys. 2.

Koszt jednego kilometra jednotorowej linii przesyłowej przy napięciu 30 kV w zależności od przekroju przewodu miedzianego.

Wynika stąd, iż przy  $U = 30$  kV,  $A = 4000$  zł, a  $b = 108,5$ . Dla przeliczenia tych wartości przy innych napięciach użyty został wykres rys. 3, sporządzony na podstawie danych, podanych przez inż. M. Altenberga \*)

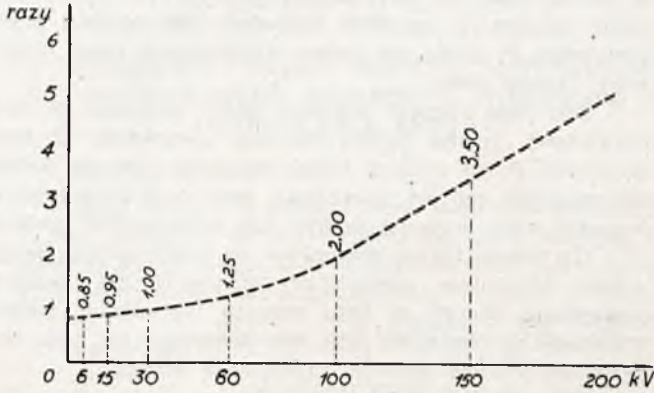
\*) Gospodarka Elektryczna, Lwów, 1936 r.

Dla określenia kosztu podstacji transformacyjnych przy napięciu 30 kV użyto następującej tabeli:

Tabela I.

Moc w MVA . . . . .	10	50	100	200
Wartość C w zł/kVA . . . . .	30	18	16	13

Tablicę tę otrzymano przez ekstrapolację wykresu rys. 4, sporządzonego na podstawie realnych kosztorysów z końca r. 1938.



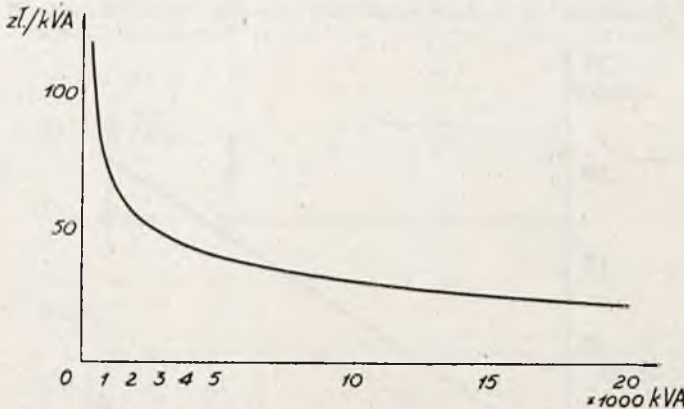
Rys. 3.

Stosunek kosztu jednego kilometra linii przesyłowej przy różnych napięciach i tym samym przekroju przewodów.

Dla przeliczenia kosztów podstacji przy innych napięciach użyto wykresu rys. 5, sporządzonego wg danych, zaczerpniętych z przytoczonej powyżej książki inż. M. Altenberga.

Koszty elektrowni wytwórczej przyjęto jak następuje:

- dla elektrowni parowej:  $d = 400$  zł/kW;
- a dla elektrowni wodnej:  $d = 1500$  zł/kW.



Rys. 4.

Koszt podstacji transformacyjnej w zł/kVA przy napięciu 30 kV w zależności od mocy podstacji w kVA.

Bezpośredni koszt wytworzenia jednej kWh (koszt materiałów pędnych) przyjęto:

- dla elektrowni parowej:  $S' = 2,0$  gr/kWh;
- dla elektrowni wodnej:  $S' = 0,1$  gr/kWh.

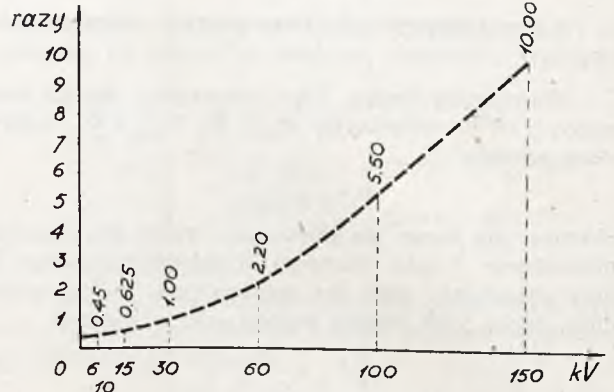
Procentowe zapotrzebowanie energii dla potrzeb własnych elektrowni przyjęto:

- dla elektrowni parowej  $\epsilon = 5\%$ ;
- dla elektrowni wodnej:  $\epsilon = 1\%$ .

Pozostałe wartości przyjęto, jak następuje:

$$\eta_1 = \eta_2 = 0,98;$$

$$\cos \varphi_1 = \cos \varphi_2 = 0,8; \quad \gamma = 57 \text{ (dla miedzi) oraz } T = 6000 \text{ godz.}$$



Rys. 5.

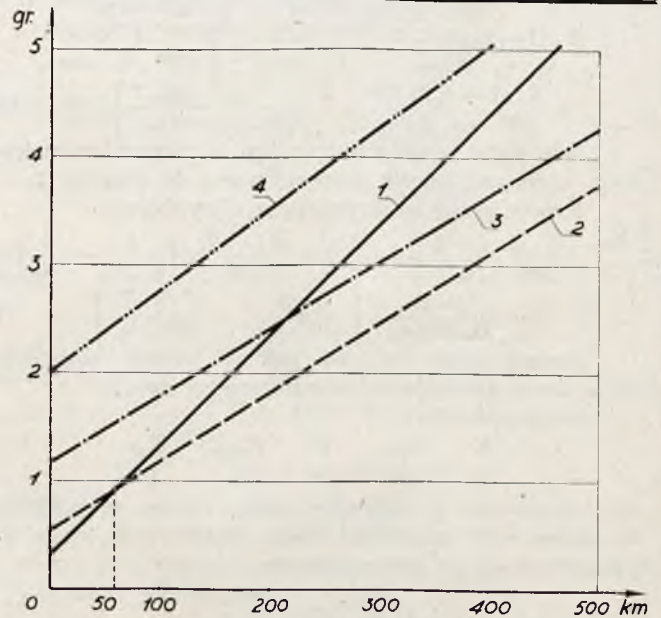
Stosunek kosztów podstacji transformacyjnych przy różnych napięciach i tej samej mocy.

Po wstawieniu właściwych wartości do wzoru (12) obliczono dla różnych przypadków współczynnik  $\mu$ . Rezultaty obliczeń zestawiono w tabeli II.

Tabela II.

Wartości współczynnika  $\mu$  dla przesyłania energii elektrycznej z wytwórni parowej lub wodnej w warunkach idealnych.

Napięcie w kV	Rodzaj wytwórni	Moc szczytowa w MW			
		10	50	100	200
30	Parowa	4,3	4,33	4,33	4,35
	Wodna	3,46	3,47	3,48	3,48
60	Parowa	4,70	4,77	4,78	4,81
	Wodna	3,80	3,84	3,86	3,87
100	Parowa	5,62	5,83	5,87	5,92
	Wodna	4,64	4,75	4,77	4,81
150	Parowa	6,96	7,38	7,45	7,59
	Wodna	5,86	6,10	6,15	6,22



Rys. 6.

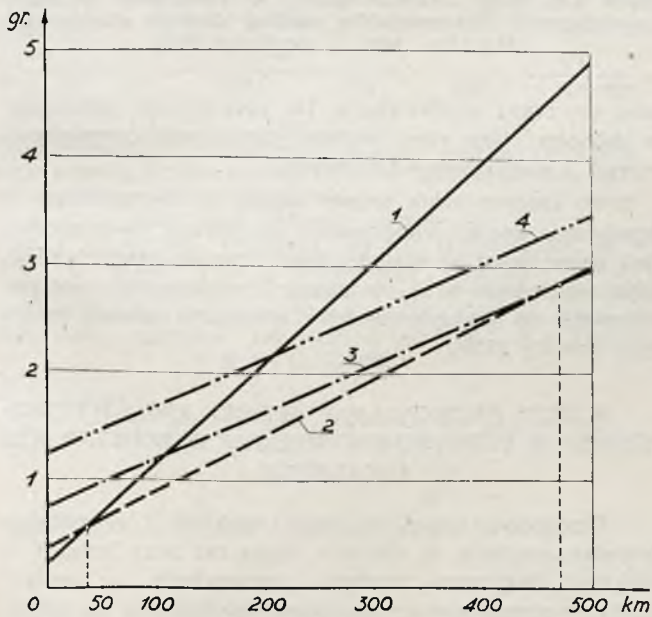
Koszt przesyłania jednej kWh z elektrowni parowej przy mocy szczytowej przesyłanej  $P = 10$  MW oraz przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin w zależności od odległości, przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,304 + L \cdot 0,0102$ ; linia 2 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,536 + L \cdot 0,00645$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 1,17 + L \cdot 0,00624$ ; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 2,05 + L \cdot 0,0075$ .

**KOSZT PRZESŁANIA JEDNEJ kWh Z ELEKTROWNI PAROWEJ W WARUNKACH IDEALNYCH.**

Na podstawie danych zawartych w tabelach: I i II oraz wzorów (16), (17), (18) i (19), obliczono dla każdego przypadku koszt przesłania jednej kWh w postaci wzoru (15). Wyniki obliczeń dla każdej mocy szczytowej zestawiono na wykresach. Na wykresie rys. 6 przedstawiono koszty przesłania jednej kWh z elektrowni parowej przy mocy szczytowej 10 MW oraz przy czasie użytkowania  $T=6000$  g., przy różnych napięciach. Jak widać z wykresu, przesyłanie tej mocy szczytowej do odległości 59 km winno się odbywać przy napięciu 30 kV, przy większych zaś odległościach — przy napięciu 60 kV. Napięcie 100 kV, a tym bardziej 150 kV, byłoby nieracjonalne. Na wykresie (rys. 7) przedstawiono koszt przesłania 1 kWh z elektrowni parowej przy mocy szczytowej 50 MW.

Jak widać z wykresu, moc powyższą należy przesyłać przy napięciu 30 kV do odległości 36,5 km., dalej — przy napięciu 60 kV aż do 470 km; poza tą odległością napięcia 60 kV i 100 kV dają prawie te same wyniki. Napięcie 150 kV w warunkach powyższych byłoby nieracjonalne. Podobnie zostały wykonane dla elektrowni parowej wykresy: rys. 8 — dla przesłanej mocy szczy-



Rys. 7.

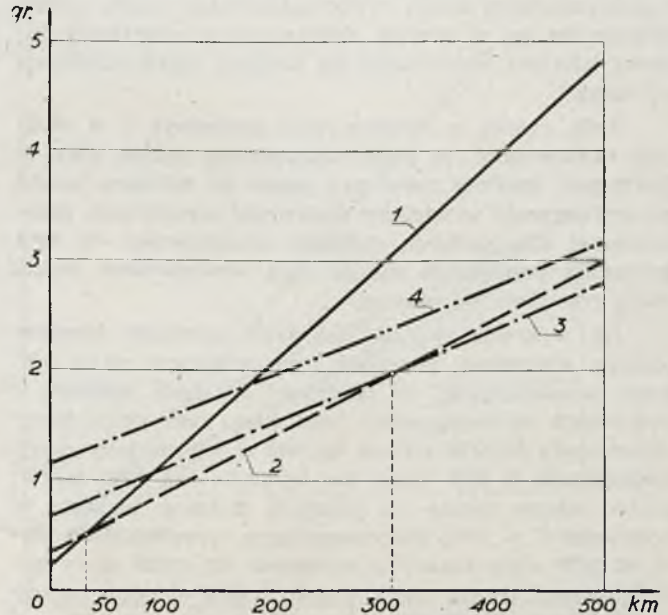
Koszt przesłania jednej kWh z elektrowni parowej przy mocy przesłanej szczytowej  $P = 50$  MW i czasie użytkowania  $T = 6000$  g. w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,227 + L \cdot 0,00935$ ; linia 2 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,366 + L \cdot 0,00544$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 0,749 + L \cdot 0,00448$ ; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 1,271 + L \cdot 0,00446$

tovej 100 MW oraz rys. 9 — dla przesłanej mocy szczytowej 200 MW. Jak widać z wykresów, napięcie 150 kV w obu przypadkach również się nie kalkuluje.

Z wykresów rys. 6, 7, 8 i 9 sporządzono wykres rys. 10, przedstawiający minimalne, możliwe do osiągnięcia w idealnych warunkach, koszty przesłania jednej kWh energii elektrycznej z elektrowni parowej przy zastosowaniu najbardziej odpowiedniej wysokości napięcia przy różnych przesyłanych mocach szczytowych w zależności od odległości. Na wykresie tym wrysowano, dla porównania, koszt przewiezienia kolejną ilość węgla, niezbędną do wyprodukowania jednej kWh energii elek-

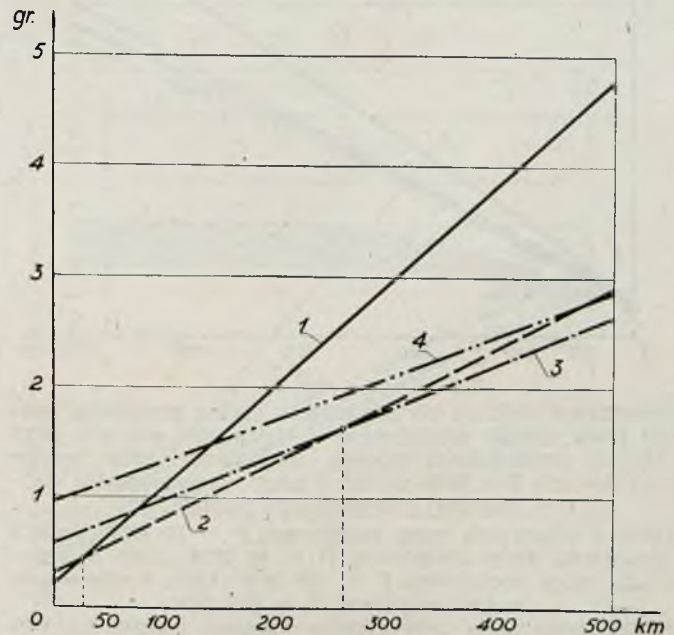
trycznej w elektrowni, zbudowanej na miejscu zapotrzebowania energii. Zakreskowano rozbieżność pomiędzy linią, odpowiadającą zużyciu węgla 0,9 kg/kWh a linią, odpowiadającą zużyciu węgla 0,6 kg/kWh. Koszty przewozu węgla odpowiadają obowiązującej na P. K. P. ta-



Rys. 8.

Koszt przesłania jednej kWh z elektrowni parowej przy szczytowej mocy przesyłanej  $P = 100$  MW i przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,214 + L \cdot 0,00925$ ; linia 2 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,338 + L \cdot 0,00532$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 0,677 + L \cdot 0,00425$ ; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 1,141 + L \cdot 0,00407$ .



Rys. 9.

Koszt przesłania jednej kWh z elektrowni parowej przy szczytowej przesłanej mocy  $P = 200$  MW i przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,195 + L \cdot 0,00919$ ; linia 2 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 0,295 + L \cdot 0,00522$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 0,571 + L \cdot 0,00416$ ; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 0,949 + L \cdot 0,00384$ .



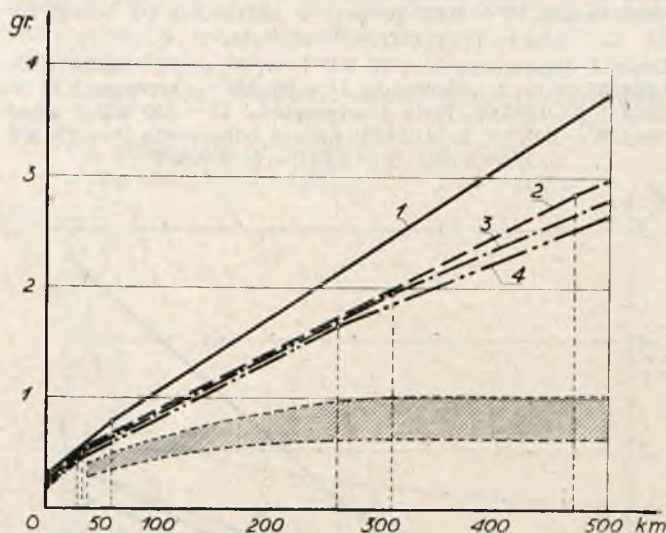
ryfie przewozowej i zacierpięte są z artykułu prof. G. Sokolnickiego\*).

Jak widać z wykresu rys. 10, przesyłanie energii elektrycznej linią przesyłową napięcia wysokiego nawet w warunkach idealnych nie kalkuluje się w porównaniu z przewiezieniem koleją równoważnej ilości węgla i przetworzeniem jej w energię elektryczną w elektrowni parowej lokalnej, zbudowanej na miejscu zapotrzebowania tej energii.

Jeśli chodzi o większą moc szczytową i o długi czas użytkowania, to koszt wytworzenia jednej kWh w elektrowni lokalnej może być bliski do takiegoż kosztu jej wytworzenia w wielkiej elektrowni wytwórczej, przeznaczony dla zasilania dalekich miejscowości. W tym przypadku przesyłanie energii linią dalekosiężną żadną miarą nie może się opłacać.

Na wykresie rys. 11 pokazano zależność kosztów budowy elektrowni parowej, przypadających na 1 kW mocy zainstalowanej, w zależności od mocy każdego z wybranych turbozespołów. Jeśli koszt ten przy mocy turbozespołu 50 MW wynosi np. 400 zł./kW, to przy mocy turbozespołu 2 MW koszt ten wyniesie już 1000 zł./kW. Licząc odpisy roczne na pokrycie kosztów kapitału w wysokości  $\beta = 15\%$ , otrzymamy przy turbozespołach o mocy 50 MW odpis roczny w wysokości 60 zł./kW mocy zainstalowanej, a przy mocy zespołu 2 MW — odpis roczny w wysokości 150 zł./kW.

Jak widać z powyższego, budowa i eksploatacja niewielkiej elektrowni lokalnej może się nie opłacać,



Rys. 10.

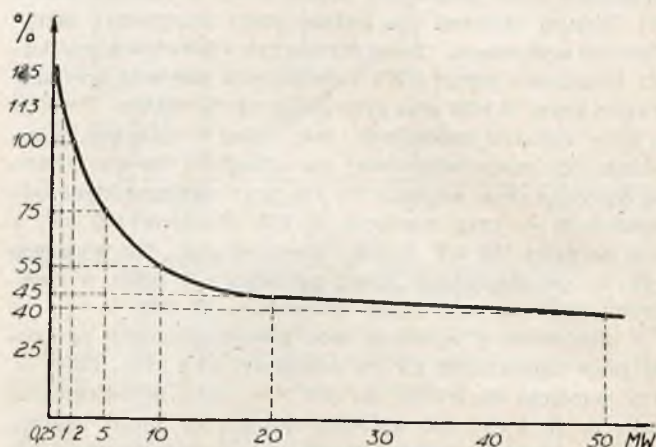
Minimalne możliwe do osiągnięcia koszty przesłania jednej kWh energii elektrycznej z elektrowni parowej przy różnych przesyłanych mocach szczytowych przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin i przy zastosowaniu najbardziej racjonalnych napięć.

Linia 1 odpowiada mocy szczytowej  $P = 10$  MW; linia 2 odpowiada mocy szczytowej  $P = 50$  MW; linia 3 odpowiada mocy szczytowej  $P = 100$  MW; linia 4 odpowiada mocy szczytowej  $P = 200$  MW.

Punkty załamania odpowiadają zmianie napięcia. Dla bliskich odległości przyjęto  $U = 30$  kV, dla dalszych  $U = 60$  kV, a dla najdalszych  $U = 100$  kV.

Punktowane linie z zakreskowaną przestrzenią między nimi podają — dla porównania — koszt przewiezienia koleją równoważnej ilości węgla, niezbędnej dla wytworzenia jednej kWh w elektrowni miejscowej (górną linią odpowiada zużyciu węgla 0,9 kg/kWh, dolną — zużyciu 0,6 kg/kWh).

i wówczas przesyłanie energii elektrycznej z wielkiej elektrowni okręgowej okazać się może rentownym. W tym jednak przypadku kalkulację przesyłania energii elektrycznej należałoby przeprowadzić z uwzględnieniem realnych warunków w odniesieniu do mocy szczytowej



Rys. 11.

Koszty inwestycyjne elektrowni parowej, przypadające na jeden kW mocy zainstalowanej, w zależności od mocy pojedynczych turbozespołów według danych niemieckich (Hütte tom 2, wydanie 26-e).

oraz do czasu użytkowania. Do sprawy tej powrócimy w dalszym ciągu przy badaniu rentowności przesyłania energii z elektrowni okręgowych.

W każdym razie należy uznać za dowiedzione, że przesyłanie energii elektrycznej za pomocą dalekosiężnej linii przesyłowej w wielkiej ilości oraz na dalekie odległości nie opłaca się — w naszych warunkach — w porównaniu do przesyłania tejże energii w postaci węgla przy pomocy kolei.

#### KOSZT PRZESYŁANIA JEDNEJ kWh, WYTWORZONEJ W ELEKTROWNI WODNEJ W WARUNKACH IDEALNYCH.

Poprzednie nasze obliczenia, wykresy i rozważania dowodzą niezbicie, że spalanie węgla tuż przy kopalni w większej elektrowni parowej i przesyłanie — zamiast węgla — energii elektrycznej linią dalekosiężną do odległych i dużych ośrodków zapotrzebowania nie wytrzymuje krytyki z punktu widzenia gospodarczego.

Dla wyjaśnienia kwestii gospodarczej przy przesyłaniu energii elektrycznej z elektrowni wodnej zostały wykonane obliczenia, zestawione w postaci szeregu wykresów.

Na wykresie rys. 12 podane są koszty przesyłania z elektrowni wodnej jednej kWh przy mocy przesłanej szczytowej  $P = 10$  MW oraz przy czasie użytkowania  $T = 6000$  g. Jak widać z porównania tego wykresu z wykresem rys. 6, koszty przesyłania z elektrowni wodnej są większe, niż to wypada dla elektrowni parowej. Rezultat taki wydaje się dość nieoczekiwany i paradoksalny, gdyż mały koszt bezpośredni wytworzenia jednej kWh w elektrowni wodnej (0,1 grosza/kWh) pozwalałby oczekiwać raczej stosunku odwrotnego.

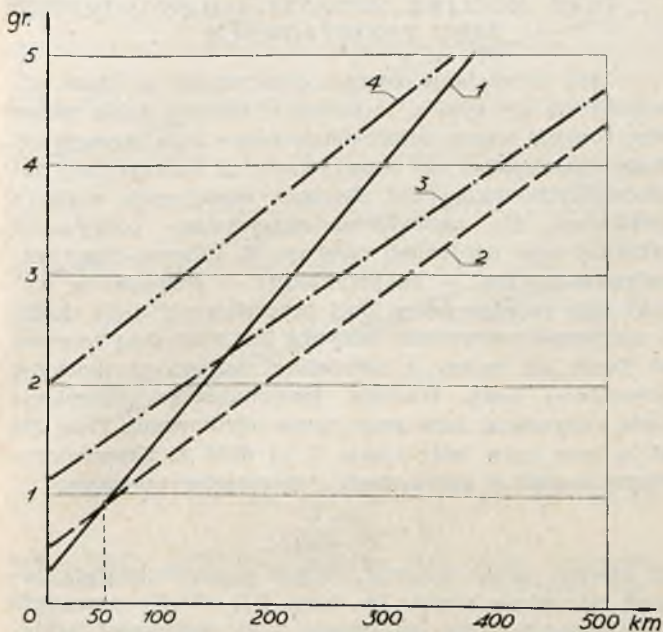
Przyczyną wyższych kosztów jest znacznie większy koszt inwestycyjny elektrowni wodnej, przypadający na 1 kW mocy szczytowej (przyjęto 1500 zł./kW), który to koszt (d) wchodzi do wzoru dla określenia kosztu przesyłania jednej kWh (patrz wzory 12 i 19).

\*) Przegl. Elektr., zeszyt 1/1939 r.

Na wykresie rys. 13 przedstawiono koszt przesłania jednej kWh z elektrowni wodnej przy mocy przesłanej szczytowej  $P = 50$  MW i czasie użytkowania  $T = 6000$  g. — w zależności od odległości przy różnych napięciach. Na wykresie rys. 14 podano analogiczny koszt przy  $P =$

$= 100$  MW, a na wykresie rys. 15 — koszt przy  $P =$

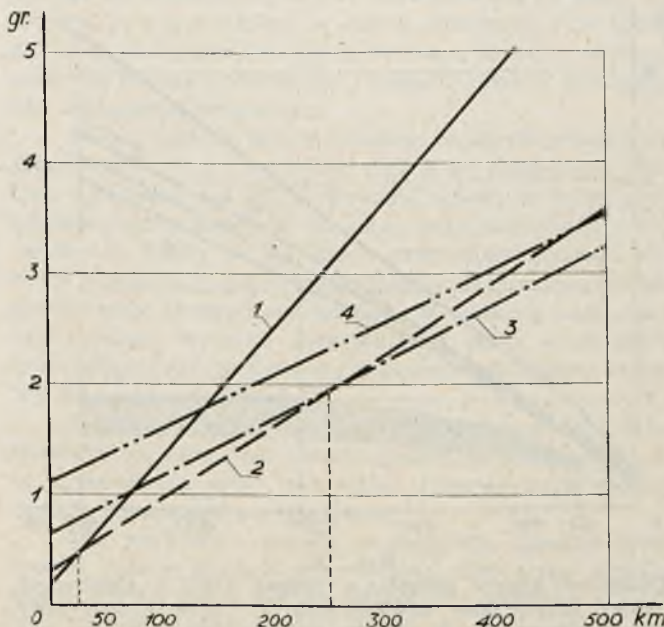
$= 200$  MW. Na podstawie wykresów rys. 12, 13, 14 i 15 sporządzono wykres rys. 16, na którym podano minimalne możliwe do osiągnięcia w warunkach idealnych koszty



Rys. 12.

Koszt przesłania z elektrowni wodnej jednej kWh przy mocy przesłanej szczytowej  $P = 10$  MW oraz przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin w zależności od odległości przy różnych napięciach.

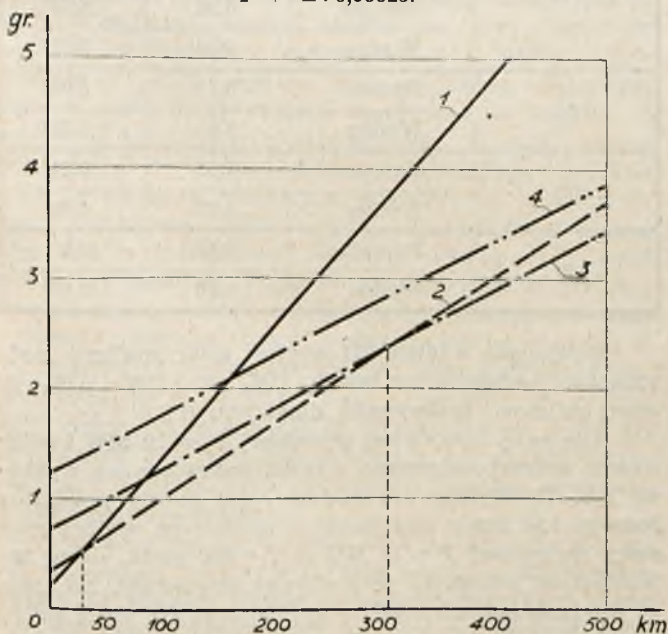
Linia 1 odpowiada napięciu 30 kV i wzorowi  $K = 0,263 + L \cdot 0,0125$ ; linia 2 odpowiada napięciu 60 kV i wzorowi  $K = 0,505 + L \cdot 0,00777$ ; linia 3 odpowiada napięciu 100 kV i wzorowi  $K = 1,14 + L \cdot 0,00714$ ; linia 4 odpowiada napięciu 150 kV i wzorowi  $K = 2,01 + 1 + L \cdot 0,00825$ .



Rys. 14.

Koszt przesłania jednej kWh z elektrowni wodnej przy mocy przesłanej szczytowej  $P = 100$  MW oraz przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin w zależności od odległości przy różnych napięciach.

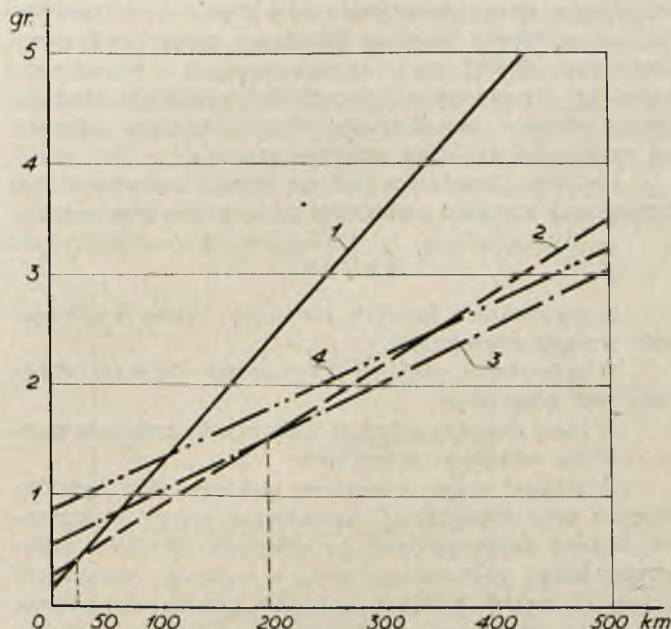
Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,1825 + L \cdot 0,01154$ ; linia 2 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,3065 + L \cdot 0,006565$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 0,6455 + L \cdot 0,005188$ ; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 1,1095 + L \cdot 0,00487$ .



Rys. 13.

Koszt przesłania z elektrowni wodnej jednej kWh przy mocy przesłanej szczytowej  $P = 50$  MW i przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,1955 + L \cdot 0,01163$ ; linia 2 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,3345 + L \cdot 0,00671$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 0,7175 + L \cdot 0,00548$ ; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 1,240 + L \cdot 0,00526$ .

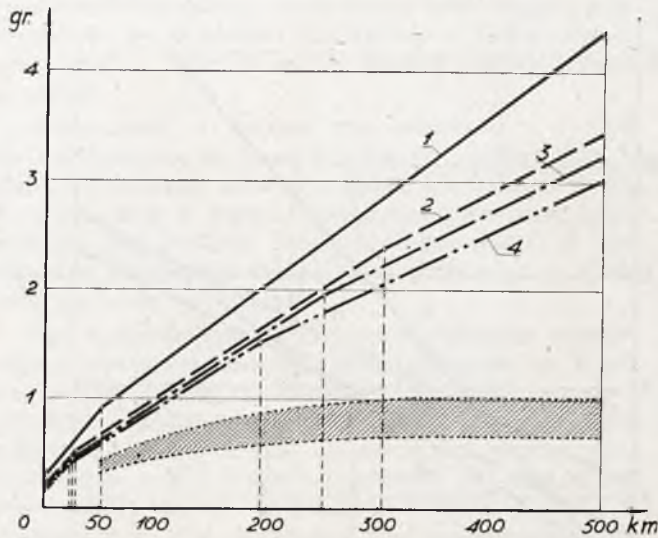


Rys. 15.

Koszt przesłania jednej kWh z elektrowni wodnej przy mocy przesłanej szczytowej  $P = 200$  MW i przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,1633 + L \cdot 0,01148$ ; linia 2 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,2635 + L \cdot 0,006486$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 0,5395 + L \cdot 0,005058$ ; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 0,9165 + L \cdot 0,004651$ .

przesyłania jednej kWh z elektrowni wodnej. Jakkolwiek, oczywiście nie może być mowy o wysyłaniu węgla z elektrowni wodnej, to jednak, dla porównania, i tu zostały wrysowane koszty przesłania równoważnej ilości węgla. Jak widać z wykresu rys. 16, minimalne koszty



Rys. 16.

Minimalne koszty przesłania jednej kWh z elektrowni wodnej przy czasie użytkowania  $T = 6000$  godzin przy różnych przesyłanych mocach szczytowych oraz przy zastosowaniu najbardziej racjonalnych napięć.

Linia 1 odpowiada mocy szczytowej  $P = 10$  MW; linia 2 odpowiada mocy szczytowej  $P = 50$  MW; linia 3 odpowiada mocy szczytowej  $P = 100$  MW; linia 4 odpowiada mocy szczytowej  $P = 200$  MW.

Punkty załamania linii odpowiadają zmianie napięcia roboczego. Dla bliskich odległości zastosowano  $U = 30$  kV, dla dalszych  $U = 60$  kV i dla najdalszych  $U = 100$  kV.

przesłania jednej kWh z elektrowni wodnej wahają się od ułamka grosza do przeszło 3–4 groszy — w zależności od odległości oraz od wielkości przesyłanej mocy szczytowej. Widać stąd, że pokonywanie wielkich odległości przy przesyłaniu energii elektrycznej jest jednak dość kosztowne, nawet w warunkach idealnych, dalekich od możliwości realnego urzeczywistnienia.

Podobne, lecz nieco niższe, wyniki otrzymano dla przesyłania energii z elektrowni parowej (wykres rys. 10).

#### WNIOSKI.

Z poprzednich naszych rozważań należy wyprowadzić wnioski następujące:

- 1) przesyłanie wielkich ilości energii na duże odległości jest kosztowne;
- 2) koszt przesłania jednej kWh szybko rośnie w miarę wzrostu odległości przesyłania;
- 3) zamiast spalania węgla w elektrowniach wybudowanych przy kopalniach i przesyłania energii elektrycznej liniami dalekosiężnymi do odległych ośrodków zapotrzebowania, racjonalniej jest w naszych warunkach przesyłać węgiel koleją i budować lokalne elektrownie parowe w ośrodkach zapotrzebowania energii przy dostatecznej wielkości tego zapotrzebowania;
- 4) mniejsze lokalne zapotrzebowanie energii należy pokrywać z niezbyt odległych elektrowni okręgowych;
- 5) energię wytwarzaną w elektrowniach wodnych zużywać należy w niezbyt wielkich odległościach od elektrowni;
- 6) w tym celu należy popierać powstawanie ośrodków przemysłowych w niezbyt wielkiej odległości od

elektrowni wodnej, gdyż dalekie przesyłanie energii elektrycznej wywołuje nadmierne koszty przesyłania;

7) budowa linii przesyłowych o napięciu 150 kV nie znajduje u nas gospodarczego uzasadnienia.

#### INNE MOŻLIWE ZADANIA DALEKOSIĘŻNYCH LINIJ PRZESYŁOWYCH.

Jeśli przesyłanie energii elektrycznej na duże odległości się nie opłaca, to powstaje pytanie, jakie wobec tego funkcje winny pełnić dalekosiężne linie przesyłowe? Rozpowszechnione jest zapatrywanie, iż funkcją linii dalekosiężnych winno być łączenie istniejących wielkich elektrowni dla zapewnienia wzajemnego pokrywania szczytów oraz wzajemnej rezerwy. W dalszym ciągu rozpatrzone zostaną — na przykładzie — gospodarcze wyniki tego rodzaju pracy linii przesyłowych. Jeśli chodzi o wzajemne pokrywanie szczytów lub wzajemną rezerwę, to liczyć się należy z niewielkim czasem użytkowania przesyłanej mocy. Warunki ekonomicznego przesyłania będą, oczywiście, inne przy czasie użytkowania  $T = 250$  g., a inne znów przy czasie  $T = 6000$  g. Ekonomiczną stratę energii w przewodach otrzymujemy ze wzoru:

$$p = \frac{\mu \cdot L}{U \cdot \cos \varphi_1},$$

do którego należy wstawić wartość  $\mu$ , odpowiadającą danym warunkom pracy. Ze wzoru (12) określono wartość współczynnika  $\mu$  dla przesyłania mocy szczytowej, zakładając, iż czas użytkowania  $T = 250$  godz. Otrzymane wartości  $\mu$  zestawiono w tabeli III.

Tabela III.

Wartości współczynnika  $\mu$  dla przesyłania mocy szczytowej.

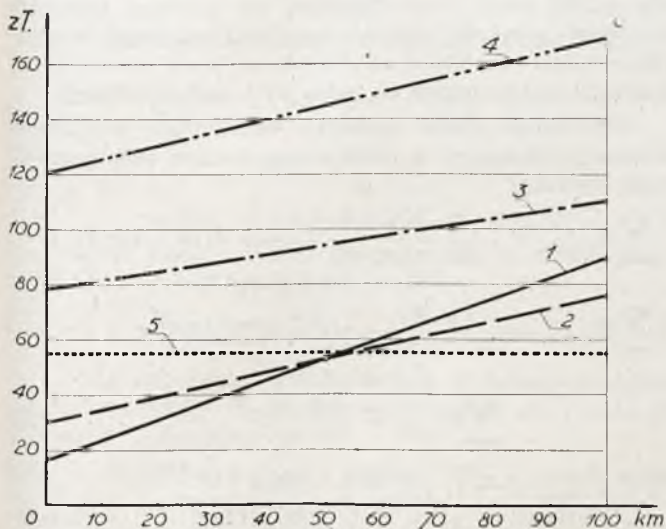
Napięcie kV	Rodzaj elektrowni	Moc szczytowa MW	
		10	50
30	Parowa	6,32	6,42
	Wodna	3,49	3,51
60	Parowa	6,74	6,98
	Wodna	3,85	3,88
100	Parowa	7,65	8,21
	Wodna	4,68	4,80
150	Parowa	9,00	10,0
	Wodna	5,90	6,16

Otrzymałą z tabeli III wartość współczynnika  $\mu$  podstawiono następnie we wzory (16), (17), (18) i (19), po czym obliczono współczynniki dla wzoru (14).

Dla mocy szczytowej przesyłanej  $P = 10$  MW i elektrowni wodnej otrzymane wyniki zestawiono na wykresie rys. 17. Wykres ten podaje koszt roczny przesyłania jednego kW mocy szczytowej z elektrowni wodnej przy mocy szczytowej  $P = 10$  MW i  $T = 250$  godz., — w zależności od odległości przy różnych napięciach. Na tymże wykresie podano koszt roczny jednego kW mocy szczytowej przy zainstalowaniu zespołu szczytowego na miejscu. Jak widać z tego wykresu, już przy odległości ok. 55 km koszt roczny przesyłania jednego kW mocy szczytowej równa się kosztowi rocznemu przy zainstalowaniu zespołu szczytowego na miejscu.

Jeśli chodzi o wzajemne przesyłanie mocy szczytowej, to tego rodzaju praca linii przesyłowej nie ma w ogóle racji bytu, gdyż czas szczytowego obciążenia dla różnych elektrowni w tym samym kraju, przy mniej

więcej jednakowym charakterze obciążenia, przypada mniej więcej w tym samym czasie. Wobec tego rozporządzalne moce dla pokrycia szczytów potrzebne będą w każdej z połączonych elektrowni na potrzeby własne. Z drugiej strony nie ma w ogóle żadnego uzasadnienia



Rys. 17.

Koszt roczny przesłania jednego kW mocy szczytowej z elektrowni wodnej przy całkowitej przesłanej mocy szczytowej  $P = 10$  MW, przy czasie użytkowania tej mocy  $T = 250$  godzin, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 16,22 + L \cdot 0,74$  zł; linia 2 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 30,12 + L \cdot 0,461$ ; linia 3 odpowiada  $U = 100$  kV i wzorowi  $K = 68,22 + L \cdot 0,424$  zł; linia 4 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 120,62 + L \cdot 0,492$  zł; linia 5 oznacza koszt roczny jednego kW mocy szczytowej przy zainstalowaniu na miejscu zespołu dla pokrycia szczytu.

co do rezerwowania sobie mocy szczytowej w elektrowni innej, w której roczne koszty poniesione dla zapewnienia pokrycia żądanego szczytu składać się będą z kosztów rocznych, związanych z przesyłaniem, plus koszty roczne, związane z zainstalowaniem. Jeśli zaś każda elektrownia zapewni sobie pokrycie mocy szczytowej na miejscu, to poniesione łączne koszty będą mniejsze. W samej rzeczy, jeśli przyjąć, że w obu połączonych równolegle elektrowniach występujące obciążenia szczytowe są co do wielkości jednakowe i koszt roczny dla pokrycia szczytu przy zespole szczytowym lokalnym wynosi  $a$  zł., koszt zaś roczny przesłania tego szczytu wynosi  $b$  zł., to przy zainstalowaniu zespołu szczytowego na potrzeby własne w każdej elektrowni łączne koszty roczne wyniosą  $2a$  zł.

Natomiast przy zainstalowaniu tejże niezbędnej mocy szczytowej w jednej tylko z połączonych równolegle elektrowni łączne koszty roczne wyniosą  $2a + b$  zł., czyli więcej. Tym sposobem wzajemne pokrywanie szczytów przy pomocy linii przesyłowej należy, właściwie, do złudzeń gospodarczych.

Pozostaje do rozpatrzenia kwestia zapewnienia sobie wzajemnej rezerwy. Tego rodzaju zapewnienie wzajemnej rezerwy należy do zagadnień realnych, gdyż potrzeba uruchomienia mocy rezerwowej nie musi przypadać w tym samym czasie w obu połączonych równolegle elektrowniach. Moc rezerwowa zbędna w danym czasie dla potrzeb własnych, może być z pożytkiem używana innej elektrowni za pośrednictwem linii przesyłowej. O ile koszt roczny przesyłania mocy rezerwowej wypada mniejszy od kosztów rocznych przy zapewnieniu sobie rezerwy na miejscu, to, oczywiście, zapewnienie sobie rezerwy przy pomocy linii przesyłowej byłoby go-

spodarczo uzasadnione ze względu na łączne koszty w obu elektrowniach.

Z wyjątkiem czasu obciążenia szczytowego, w każdej na ogół elektrowni istnieją aż nadto wystarczające rezerwy w postaci maszyn niewykorzystanych z powodu małego obciążenia elektrowni. Kwestia rezerwy staje się kwestią żywotną dopiero w czasie obciążenia szczytowego. Tym sposobem kalkulacja rocznych kosztów rezerwy staje się bardzo podobna do rocznych kosztów pokrywania obciążenia szczytowego.

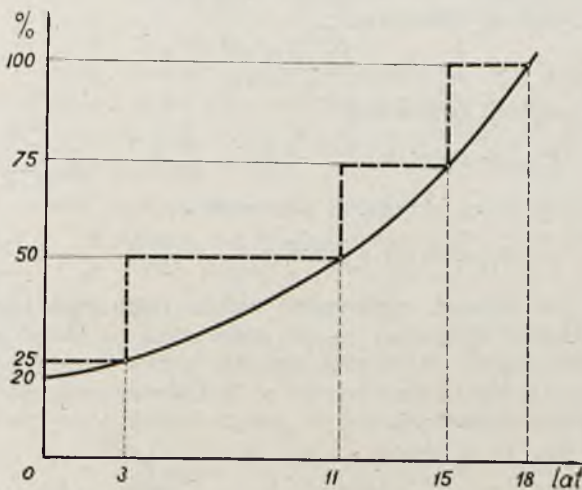
Wobec tego do oceny kosztów rocznych przesyłania jednego kW mocy rezerwowej można się posłużyć również wykresem rys. 17. Z wykresu widać, że tylko przy odległościach poniżej 50 km oraz przy napięciach roboczych nie wyżej 60 kV koszt przesyłania jednego kW mocy rezerwowej może być mniejszy od kosztów zapewnienia sobie rezerwy na miejscu. W każdym bądź razie tego rodzaju wspólne korzystanie z mocy rezerwowej musi zmniejszyć procentowy stosunek posiadanej rezerwy do mocy szczytowej.

Wynika z tego, że połączenie elektrowni linią dalekosiężną znajduje gospodarcze uzasadnienie jedynie w celu zapewnienia sobie wzajemnej rezerwy przy niezbyt dużych odległościach przesyłania.

We wszystkich innych przypadkach łączenie elektrowni liniami dalekosiężnymi może mieć różne uzasadnienie (zapewnienie dostawy energii dla obiektów o wielkim znaczeniu dla obrony kraju, praca w warunkach wojennych itp.), nie może mieć jednak uzasadnienia gospodarczego.

**LINIE PRZESYŁOWE ELEKTROWNI OKRĘGOWEJ. PRZYROST OBCIĄŻENIA SZCZYTOWEGO.**

Jak już wspomnieliśmy o tym poprzednio, przesyłanie energii z wielkiej elektrowni okręgowej, pomimo sporych kosztów przesyłania, może się opłacać wskutek mniejszych kosztów rocznych jednego kW mocy szczytowej w elektrowni wielkiej w porównaniu z podobnymi kosztami w małej elektrowni lokalnej, którą należałoby wybudować w razie niechęci korzystania z linii przesyłowej. Dla zbadania warunków gospodarczych przesyłania energii z elektrowni okręgowej konieczne jest dostosowanie linii przesyłowej do realnych warunków eksploatacji. Tak więc trzeba się liczyć z corocznym wzrostem obciążenia szczytowego, jak również przyjąć przy obliczeniach bliższy do rzeczywistości czas użytkowania.



Rys. 18.

Przebieg wzrostu obciążenia szczytowego i mocy rozporządzalnej urządzeń przesyłowych. Coroczny przyrost obciążenia szczytowego przyjęto  $\alpha = 0,1$ .

Na wykresie rys. 18 pokazano przebieg wzrostu obciążenia szczytowego w pewnym lokalnym ośrodku zapotrzebowania energii, który ma być zasilany z elektrowni okręgowej.

Obciążenie szczytowe w roku  $n$ -ym może być, jak wiadomo, wyrażone wzorem:

$$P_n = P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}$$

Na wykresie rys. 18 przyjęto, iż  $\alpha = 0,1$ , to znaczy, że coroczny przyrost obciążenia szczytowego wynosi 10% obciążenia z roku poprzedniego.

Dla okresu eksploatacyjnego w ciągu lat 18 obciążenie szczytowe wzrośnie w tych warunkach pięciokrotnie w porównaniu z obciążeniem szczytowym w roku pierwszym.

Dla pokrycia tego obciążenia szczytowego przyjęto, iż moc rozporządzalna urządzeń przesyłowych będzie w pewnych odstępach czasu powiększana o jednakowy przyrost mocy, wynoszący 25% mocy ostatecznej. Powiększenie mocy rozporządzalnej podstacji transformacyjnych odbywa się w trzech etapach: po 3-ch, po 11-tu i po 15-tu latach od początku eksploatacji. Co się tyczy linii przesyłowej, to przyjęto, iż początkowo założony będzie na słupach linii przesyłowej tylko jeden tor o przekroju, odpowiadającym 50% mocy ostatecznej, po 11-u zaś latach — dobudowany będzie na tychże słupach tor drugi o takim samym przekroju.

Wskutek zmienności obciążenia szczytowego oraz mocy rozporządzalnej urządzeń przesyłowych nie wystarczy teraz przeprowadzenie kalkulacji gospodarczej dla pierwszego roku eksploatacji. Trzeba będzie przeprowadzić kalkulację dla całego okresu eksploatacyjnego w ciągu lat 18-tu.

#### MOCE SZCZYTOWE I ROZPORZĄDZALNE.

Z powodu zmienności mocy szczytowych dokładne przystosowanie mocy rozporządzalnej urządzeń do każdorazowej mocy szczytowej nie jest możliwe. Jak już wspomnieliśmy poprzednio, moc rozporządzalna urządzeń powiększana jest etapami o pewien przyrost mocy, wynoszący 25% mocy ostatecznej. Tym sposobem moce rozporządzalne (patrz wykres rys. 18) będą wynosiły: w ciągu lat trzech — 25%, w ciągu dalszych lat ośmiu — 50%, w ciągu następnych lat czterech — 75% oraz w ciągu ostatnich lat trzech — 100% mocy rozporządzalnej ostatecznej. Moce ostateczne będą następujące: dla podstacji odbiorczej:

$$P_0 = \frac{P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \dots \dots \dots (20)$$

dla podstacji nadawczej:

$$P_{nad} = P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right) \cdot \frac{1}{\eta_2 \cdot \cos \varphi_2} \quad (21)$$

dla elektrowni okręgowej (wytwórni):

$$P_w = P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right) \cdot \frac{1}{\eta_2}$$

Do obliczeń wprowadzić należy tylko część mocy elektrowni okręgowej — tę mianowicie, o którą moc rozporządzalna elektrowni musiała zostać powiększona w celu pokrycia strat energii w linii przesyłowej oraz w podstacji nadawczej.

Moc ta wyniesie:

$$P_w' = P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1 \cdot \eta_2} + \frac{p}{100 \cdot \eta_2} - \frac{1}{\eta_1} \right) \quad (22)$$

We wszystkich wzorach powyższych  $P_1$  — oznacza moc szczytową w pierwszym roku eksploatacji.

#### OBLICZENIE KOSZTÓW KAPITAŁU.

Koszty kapitału winny być obliczone dla całego okresu eksploatacyjnego, tj. dla lat 18.

Z wykresu rys. 4 łącznie z wykresem rys. 5 można dla każdej mocy rozporządzalnej na podstacji transformacyjnej oraz dla każdego napięcia roboczego znaleźć odpowiednią wartość  $c$  w zł/kVA, tj. koszt inwestycyjny podstacji przypadający na jeden kVA mocy podstacji.

Wówczas koszty kapitału, obciążające urządzenie podstacji odbiorczej w ciągu całego okresu eksploatacyjnego wyniosą:

$$\sum K_{k.p.o.} = \frac{\beta \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{100 \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \cdot (0,25 \cdot c_1 \cdot 3 + 0,5 \cdot c_2 \cdot 8 + 0,75 \cdot c_3 \cdot 4 + 1,0 \cdot c_4 \cdot 3)$$

$$\sum K_{k.p.o.} = \frac{\beta \cdot P_1}{100 \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot (0,75 c_1 + 4 c_2 + 3 c_3 + 3 c_4)$$

$$\sum K_{k.p.o.} = \frac{\beta \cdot P_1 \cdot F}{100 \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \dots \dots \dots (23)$$

$$\text{gdzie } F = (1 + \alpha)^{n-1} \cdot [0,75 c_1 + 4 c_2 + 3 c_3 + 3 c_4] \dots \dots (24)$$

Wartości  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  i  $c_4$  należy określić z wykresów rys. 4 i 5 — odpowiednio do wartości mocy rozporządzalnej całej podstacji, to jest do:

$$\frac{0,25 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1}; \quad \frac{0,5 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1};$$

$$\frac{0,75 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \quad \text{i} \quad \frac{1,0 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1}$$

Dla obliczenia kosztów kapitału, obciążających urządzenie nadawczej podstacji transformacyjnej, można korzystać z tychże wzorów (23) i (24) z zamianą jednak wielkości:

$$\frac{P_1 (1 + \alpha)^{n-1}}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1}$$

na wielkość:

$$\frac{P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{\eta_2 \cdot \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right)$$

Wobec tego dla podstacji nadawczej otrzymamy zależność:

$$\sum K_{k.p.n.} = \frac{\beta \cdot P_1}{100 \cdot \eta_2 \cdot \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right) \cdot F \dots \dots (25)$$

Koszty kapitału, obciążające linię przesyłową w ciągu całego okresu eksploatacyjnego, obliczamy w sposób następujący:

$$\sum K_{k.l.} = \frac{\beta \cdot A \cdot L \cdot 18}{100} + \frac{\beta \cdot b \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot L^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot \gamma \cdot p} \cdot (18 - 0,5 \cdot 11) \dots \dots (26)$$

Od 18 lat okresu eksploatacyjnego odjęto wartość (0,5 · 11) w nawiasach drugiego członka z tego względu, że w ciągu pierwszych lat jedenastu na linii przesyłowej zawieszono były przewody tylko jednego toru dla połowy przesyłanej mocy ostatecznej.

Stąd otrzymamy:

$$\sum K_{k.l.} = \frac{\beta \cdot A \cdot L \cdot 18}{100} + \frac{\beta \cdot b \cdot P_1 \cdot L^2 \cdot E}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 \cdot \gamma \cdot p} \dots \dots (27)$$

gdzie

$$E = (1 + \alpha)^{n-1} \cdot (18 - 0,5 \cdot 11) \dots \dots \dots (28)$$

Koszty kapitału, spowodowane powiększeniem mocy rozporządzalnej elektrowni, obliczymy dla całego okresu eksploatacji, jak podano poniżej:

$$\sum K_{k.w.} = \frac{\beta \cdot d \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{100} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1 \cdot \eta_2} + \frac{p}{100 \cdot \eta_2} - \frac{1}{\eta_1} \right) \times (0,25 \cdot 3 + 0,5 \cdot 8 + 0,75 \cdot 4 + 1 \cdot 3)$$

$$\sum K_{k.w.} = \frac{\beta \cdot d \cdot P_1}{100} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1 \cdot \eta_2} + \frac{p}{100 \cdot \eta_2} - \frac{1}{\eta_1} \right) \cdot G \quad (29)$$

gdzie:

$$G = (1 + \alpha)^{n-1} \cdot (0,25 \cdot 3 + 0,5 \cdot 8 + 0,75 \cdot 4 + 1,0 \cdot 3) \quad (30)$$

**OBLICZENIE KOSZTU ENERGII STRACONEJ.**

Koszt energii straconej w żelazie transformatorów podstacji odbiorczej obliczono w sposób następujący:

$$\sum K_{s.e.z.o.} = \frac{S \cdot P_1 (1 + \alpha)^{n-1} \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,25 \cdot 8760}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \times (0,25 \cdot 3 + 0,5 \cdot 8 + 0,75 \cdot 4 + 1,0 \cdot 3)$$

Przy pomocy wzoru (30) zależność tę można przedstawić w sposób następujący:

$$\sum K_{s.e.z.o.} = \frac{S \cdot P_1 \cdot (1 - \eta_1)}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} 2190 G \dots (31)$$

Dla obliczenia kosztu energii straconej w żelazie transformatorów stacji nadawczej należy we wzorze (31) zamienić wyrażenie

$$\frac{(1 - \eta_1)}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \text{ przez } \frac{(1 - \eta_2)}{\eta_2 \cdot \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right)$$

Koszt energii straconej w miedzi transformatorów obliczono, przyjmując pod uwagę poprzednie wywody oraz pamiętając, że % straty energii w miedzi transformatora są proporcjonalne do mocy chwilowego obciążenia.

Wobec tego koszty strat w miedzi na podstacji odbiorczej dla pierwszego roku eksploatacji będą następujące:

$$K_{m1} = \frac{S \cdot P_1 \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,75 \cdot 0,66 \cdot P_1 \cdot T}{0,25 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_1} = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T}{0,25 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_1}$$

Dla drugiego roku eksploatacji będzie:

$$K_{m2} = \frac{S \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha) (1 - \eta_1) \cdot 0,74 \cdot 0,66 \cdot P_1 (1 + \alpha) \cdot T}{0,25 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_2} = \frac{S (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha)^2}{0,25 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot \eta_1 \cdot \cos \varphi_1}$$

Dla trzeciego roku eksploatacji otrzymamy:

$$K_{m3} = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha)^{2(3-1)}}{\eta_1 \cos \varphi_1 \cdot 0,25 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}$$

Łączne koszty strat w miedzi dla pierwszych trzech lat eksploatacji wyniosą:

$$\sum_{1-3} K_m = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1 \cdot 0,25 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \times [1 + (1 + \alpha)^{2(2-1)} + (1 + \alpha)^{2(3-1)}]$$

skąd otrzymamy:

$$\sum_{1-3} K_m = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1 \cdot 0,25 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot \frac{[(1 + \alpha)^{2 \cdot 3} - 1]}{[(1 + \alpha)^2 - 1]}$$

W podobny sposób dla ośmiu następnych lat eksploatacyjnych otrzymujemy:

$$\sum_{4-11} K_m = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1 \cdot 0,5 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot \frac{[(1 + \alpha)^{2 \cdot 11} - (1 + \alpha)^{2 \cdot 3}]}{[(1 + \alpha)^2 - 1]}$$

Podobnie dla dalszych czterech lat:

$$\sum_{12-15} K_m = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1 \cdot 0,75 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot \frac{[(1 + \alpha)^{2 \cdot 15} - (1 + \alpha)^{2 \cdot 11}]}{[(1 + \alpha)^2 - 1]}$$

I wreszcie dla ostatnich trzech lat:

$$\sum_{16-18} K_m = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1 \cdot 1,0 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot \frac{[(1 + \alpha)^{2 \cdot 18} - (1 + \alpha)^{2 \cdot 15}]}{[(1 + \alpha)^2 - 1]}$$

Dla całego okresu eksploatacji:

$$\sum_{1-18} K_m = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot [(1 + \alpha)^2 - 1]} \cdot \left\{ (1 + \alpha)^{2 \cdot 18} - (1 + \alpha)^{2 \cdot 15} + \frac{4}{3} (1 + \alpha)^{2 \cdot 15} - \frac{4}{3} (1 + \alpha)^{2 \cdot 11} + 2 (1 + \alpha)^{2 \cdot 11} - 2 (1 + \alpha)^{2 \cdot 3} + 4 (1 + \alpha)^{2 \cdot 3} - 4 \right\}$$

Wzór ten możemy przedstawić w postaci:

$$\sum_{1-18} K_m = \frac{S \cdot (1 - \eta_1) \cdot 0,5 \cdot P_1 \cdot T \cdot H}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1} \dots (32)$$

gdzie:

$$H = \frac{(1 + \alpha)^{36} + \frac{1}{3} (1 + \alpha)^{30} + \frac{2}{3} (1 + \alpha)^{22} + 2 (1 + \alpha)^6 - 4}{(1 + \alpha)^{n-1} \cdot [(1 + \alpha)^2 - 1]} \dots (33)$$

Przy obliczaniu kosztów strat w miedzi transformatorów podstacji nadawczej można zastosować również wzór (32) i (33), z zamianą wyrazu  $\frac{1 - \eta_1}{\eta_1 \cdot \cos \varphi_1}$  przez wyraz

$$\frac{(1 - \eta_2)}{\eta_2 \cdot \cos \varphi_2} \cdot \left( \frac{1}{\eta_1} + \frac{p}{100} \right)$$

Koszt straty energii w przewodach linii przesyłowej obliczono poniżej.

Dla pierwszego roku eksploatacji będzie:

$$K_{l1} = \frac{S \cdot 0,66 \cdot p \cdot P_1 \cdot P_1 \cdot T}{100 \cdot 0,5 \cdot P_1 (1 + \alpha)^{n-1}} = \frac{S \cdot 0,66 \cdot 2 p \cdot P_1 \cdot T}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}$$

Dla drugiego roku będzie:

$$K_{l2} = \frac{S \cdot 0,66 \cdot 2 p \cdot P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha)^2}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}$$

$$K_{l3} = \frac{S \cdot 0,66 \cdot 2 p \cdot P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha)^{2(3-1)}}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}$$

Wreszcie dla jedenastego roku otrzymamy:

$$K_{l11} = \frac{S \cdot 0,66 \cdot 2 p \cdot P_1 \cdot T}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot (1 + \alpha)^{2(11-1)}$$

Suma kosztów strat dla pierwszych jedenastu lat eksploatacji wyniesie:

$$\sum_{1-11} K_l = \frac{S \cdot 0,66 \cdot 2 p \cdot P_1 \cdot T}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot \frac{[(1 + \alpha)^{2 \cdot 11} - 1]}{[(1 + \alpha)^2 - 1]}$$

Od roku dwunastego pracować będą dwa tory przewodów, więc koszty strat w przewodach wynosić będą:

$$K_{l12} = \frac{S \cdot 0,66 \cdot p \cdot P_1 \cdot T}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot (1 + \alpha)^{2(12-1)}$$

$$K_{l13} = \dots$$

$$K_{l14} = \dots$$

$$K_{l18} = \frac{S \cdot 0,66 \cdot p \cdot P_1 \cdot T}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot (1 + \alpha)^{2(18-1)}$$

Suma kosztów energii straconej w linii za okres od 12-go do 18-go roku włącznie wyniesie:

$$\sum_{12-18} K_l = \frac{S \cdot 0,66 \cdot p \cdot P_1 \cdot T}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}} \cdot \frac{[(1 + \alpha)^{2 \cdot 18} - (1 + \alpha)^{2 \cdot 11}]}{[(1 + \alpha)^2 - 1]}$$

Stąd wynika, że:

$$\sum_{1-18} K_l = \frac{S \cdot 0,66 \cdot p \cdot P_1 \cdot T \cdot [(1 + \alpha)^{36} - (1 + \alpha)^{22} + 2(1 + \alpha)^{22} - 2]}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot [(1 + \alpha)^2 - 1]}$$

skąd otrzymamy:

$$\sum_{1-18} K_l = \frac{S \cdot 0,66 \cdot p \cdot P_1 \cdot T \cdot [(1 + \alpha)^{36} + (1 + \alpha)^{22} - 2]}{100 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot [(1 + \alpha)^2 - 1]} \quad (34)$$

Wzór ten przepisać można w postaci:

$$\sum_{1-18} K_l = \frac{S \cdot 0,66 \cdot p \cdot P_1 \cdot T \cdot B}{100} \dots (35)$$

gdzie:

$$B = \frac{(1 + \alpha)^{36} + (1 + \alpha)^{22} - 2}{(1 + \alpha)^{n-1} \cdot [(1 + \alpha)^2 - 1]} \dots (36)$$

Koszt energii, zużytej na *własne potrzeby elektrowni* wytwórczej, a związanej z powiększeniem mocy elektrowni dla pokrycia strat na przesyłanie, wyniesie:

$$\sum K_w = \frac{S \cdot \varepsilon \cdot P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{100} \cdot \left( \frac{1}{\eta_{11} \cdot \eta_{12}} + \frac{p}{100 \cdot \eta_{12}} - \frac{1}{\eta_{11}} \right) \times [0,25 \cdot 3 + 0,5 \cdot 8 + 0,75 \cdot 4 + 1,0 \cdot 3]$$

Wzór ten można przepisać w postaci:

$$\sum K_w = \frac{S \cdot \varepsilon \cdot P_1 \cdot T}{100} \cdot \left( \frac{1}{\eta_{11} \cdot \eta_{12}} + \frac{p}{100 \cdot \eta_{12}} - \frac{1}{\eta_{11}} \right) \cdot G \dots (37)$$

gdzie:

$$G = (1 + \alpha)^{n-1} \cdot (0,25 \cdot 3 + 0,5 \cdot 8 + 0,75 \cdot 4 + 1,0 \cdot 3) \dots (30)$$

IŁOŚĆ PRZESYŁANEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ W kWh.

Ilość energii, przesłanej w kolejnych latach eksploatacji, wyniesie:

$$\begin{aligned} W_1 &= P_1 \cdot T; \\ W_2 &= P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha); \\ W_3 &= P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha)^2; \\ &\dots \end{aligned}$$

$$W_n = P_1 \cdot T \cdot (1 + \alpha)^{n-1}$$

Sumując powyższe wyrazy dla lat 18-tu, otrzymamy:

$$\sum_{1-18} W = P_1 \cdot T \cdot [1 + (1 + \alpha) + (1 + \alpha)^2 + \dots + (1 + \alpha)^{n-1}]$$

skąd:

$$\sum_{1-18} W = \frac{P_1 \cdot T}{\alpha} \cdot [(1 + \alpha)^n - 1]$$

albo inaczej:

$$\sum_{1-18} W = P_1 \cdot T \cdot D \dots (38)$$

gdzie:

$$D = \frac{(1 + \alpha)^n - 1}{\alpha} \dots (39)$$

KOSZT PRZESŁANEJ kWh I EKONOMICZNA STRATA ENERGII W PRZEWODACH.

Jeśli podsumować wszystkie koszty w ciągu całego okresu eksploatacji i podzielić je przez liczbę dostarczonych w ciągu tegoż czasu kWh, to otrzymamy przeciętny koszt przesyłania jednej kWh. Jak łatwo zauważyć — przez rozpatrzenie wzorów na obliczenie wszystkich kosztów — wzory te składają się z członów wolnych od *p* (% strata energii w przewodach) oraz z członów zawierających *p*. Biorąc pochodną wielkości kosztów w zależności od wielkości *p* i przyrównując ją do zera (określenie minimum kosztów), otrzymamy wzór dla określenia ekonomicznej % straty energii w przewodach. Wzór ten posiada postać identyczną do wzoru (11) wyprowadzonego poprzednio, a mianowicie:

$$p_e = \frac{L \cdot \mu}{U \cdot \cos \varphi_1}$$

w tym jednak przypadku wzór na  $\mu$  będzie inny, a mianowicie:

$$\mu = \sqrt{\frac{10.000 \cdot b \cdot E \cdot \eta_{12} \cdot \cos \varphi_2}{\gamma \left\{ F + d \cos \varphi_2 \cdot G + \frac{S'}{\beta} \left[ (1 - \eta_{12}) \cdot 2190 G + (1 - \eta_{12}) \cdot 0,5 \cdot TH + \frac{s \cdot T \cdot \cos \varphi_2 \cdot G}{100^2} + 0,66 \cdot T \cdot \eta_{12} \cdot \cos \varphi_2 B \right] \right\}} \dots (40)$$

Ponieważ należy stosować zawsze stratę w przewodach ekonomiczną, więc

$$p = \frac{L \cdot \mu}{U \cdot \cos \varphi_1}$$

Dla różnych przypadków przesyłania energii z okręgowej elektrowni parowej przy  $T = 3000$  godzin obliczono wartości  $\mu$ , które zostały zestawione w tabeli IV.

Tabela IV.

Napięcie robocze U w kV	Moc szczytowa w MW				
	1	5	10	20	50
6	5,56	5,6	5,6	5,6	5,6
b. tr.	5,78	5,82	5,82	5,82	5,82
15 z tr.	5,45	5,61	5,63	5,68	5,69
30	5,58	5,76	5,85	5,90	5,91
60	5,72	6,20	6,30	6,42	6,49
150	—	—	—	9,24	9,56

Uwaga. W tabeli IV napięciu 15 kV odpowiadają dwa wiersze: górny — ze skrótem „b. tr.” oraz dolny — ze skrótem „z. tr.”. Skróty „b. tr.” oznacza, że energia pod napięciem 15 kV wytwarzana jest wprost w generatorach, skróty zaś „z. tr.” — że energię pod napięciem 15 kV otrzymano przy pomocy transformacji w górę. Innym napięciom pozostawiono po jednym tylko wierszu, przy czym napięciem 6 kV otrzymuje się wprost w generatorze, inne zaś napięcia (powyżej 15 kV) — wyłącznie za pomocą transformacji w górę.

Podstawiając wartości dla  $\mu$  do odpowiednich wzorów, otrzymujemy dla każdego przypadku przesyłania energii przeciętny koszt przesłania jednej kWh w postaci wzoru:

$$\frac{K}{W} = \lambda + \delta \cdot L$$

Stałe  $\lambda$  i  $\delta$  dla różnych warunków eksploatacji zostały obliczone, wzór zaś powyższy, przedstawiony w całym szeregu wykresów, które zostaną omówione w ciągu dalszym.

PORÓWNANIE KOSZTÓW KAPITAŁU PRZY WYTWARZANIU ENERGII W WIELKIEJ ELEKTROWNI OKRĘGOWEJ Z PODOBNYMI KOSZTAMI W NIEWIELKIEJ ELEKTROWNI LOKALNEJ.

Jakkolwiek niniejsza praca traktuje wyłącznie o kosztach związanych z przesyłaniem energii elektrycznej, to jednak nie sposób było nie poruszyć również sprawy wytwarzania energii.

Jak już wspomnieliśmy poprzednio, przesyłanie energii elektrycznej za pomocą linii przesyłowej może się opłacać przy dużej różnicy między mocą elektrowni okręgowej a mocą szczytowego lokalnego zapotrzebowania energii.

Opłacalność w tym przypadku wynika nie jako skutek obniżenia kosztów przesyłania energii (które to koszty nie mogą zostać obniżone poniżej pewnego minimum), lecz na skutek oszczędności w kosztach wytwarzania energii w wielkiej elektrowni okręgowej — w porów-

naniu z takimiż kosztami jej wytwarzania w niewielkiej elektrowni lokalnej.

Jeśli koszt wytwarzania w elektrowni okręgowej łącznie z kosztem przesyłania energii wypada mniejszy

od kosztów jej wytwarzania w elektrowni lokalnej, to przesyłanie energii będzie opłacalne. W razie przeciwnym kalkuluje się raczej budowa i eksploatacja elektrowni lokalnej. Inaczej mówiąc, jeśli różnica pomiędzy kosztami wytwarzania energii w elektrowni lokalnej a kosztami jej wytwarzania w elektrowni okręgowej pokrywa z nadmiarem koszty przesyłania, to przesyłanie energii będzie gospodarczo uzasadnione.

Innymi słowy, oszczędność w wytwarzaniu winna przewyższyć koszty przesyłania.

Największą część kosztów wytwarzania stanowią zazwyczaj koszty kapitału. Koszty kapitału przy wytwarzaniu w wielkiej elektrowni okręgowej dla całego okresu eksploatacji obliczamy na podstawie wykresu rys. 18. Koszty te w każdym roku eksploatacji będą proporcjonalne do mocy szczytowej.

Dla kolejnych lat eksploatacji otrzymamy następujące koszty:

$$K_{01} = \frac{\beta \cdot P_1 \cdot d}{100}$$

$$K_{02} = \frac{\beta \cdot P_1 \cdot d \cdot (1 + \alpha)}{100}$$

$$K_{0n} = \frac{\beta \cdot P_1 \cdot d \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{100}$$

Suma kosztów wyniesie:

$$\sum_{1-n} K_0 = \frac{\beta \cdot d \cdot P_1}{100} \cdot [1 + (1 + \alpha) + \dots + (1 + \alpha)^{n-1}]$$

Skąd otrzymamy:

$$\sum_{1-n} K_0 = \frac{\beta \cdot d \cdot P_1}{100} \cdot \frac{[(1 + \alpha)^n - 1]}{\alpha} \dots (41)$$

W razie wytwarzania energii w elektrowni lokalnej obliczenie kosztów należy opierać nie na mocy szczytowej, lecz na mocy rozporządzalnej plus moc rezerwy. Jak widać z wykresu rys. 18, w ciągu pierwszych trzech lat eksploatacji moc rozporządzalna = 25% mocy szczytowej ostatniego roku eksploatacji. Aby uniknąć ustawiania zbyt małych zespołów, należy tę moc uzyskać w jednym zespole, przeznaczając drugi — taki sam zespół — na rezerwę. Przy każdym powiększeniu mocy rozporządzalnej przybywać będzie jeszcze jeden taki sam zespół, tak że w ciągu pierwszych trzech lat elektrownia będzie posiadała dwa zespoły, w ciągu dalszych lat ośmiu — trzy zespoły, w ciągu następnych lat czterech — cztery zespoły, w ciągu zaś ostatnich lat trzech — pięć zespołów.

Wobec tego całkowity koszt kapitału w ciągu lat osiemnastu wyniesie:

$$\sum_{1-n} K_{L.E.} = \frac{\beta \cdot d_1 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1}}{100} \cdot (0,25 \cdot 2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 3 \cdot 8 + 0,25 \cdot 4 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 \cdot 3)$$

$$\sum_{1-18} K_{L.E.} = \frac{\beta \cdot d_1 \cdot P_1 \cdot (1 + \alpha)^{n-1} \cdot 15,25}{100} \dots (42)$$

Różnica  $\sum_{1-18} K_{L.E.} - \sum_{1-18} K_0$  stanowi oszczędność ko-

szków kapitału w ciągu całego okresu eksploatacyjnego przy wytwarzaniu energii w elektrowni okręgowej w porównaniu z wytwarzaniem w elektrowni lokalnej. Dzieląc otrzymaną oszczędność przez liczbę wytworzonych kWh w ciągu całego okresu eksploatacyjnego, otrzymamy oszczędność na wytwarzaniu w odniesieniu do jednej kWh.

Po wykonaniu uproszczeń otrzymamy oszczędność w wytwarzaniu jednej kWh w groszach (na kosztach kapitału):

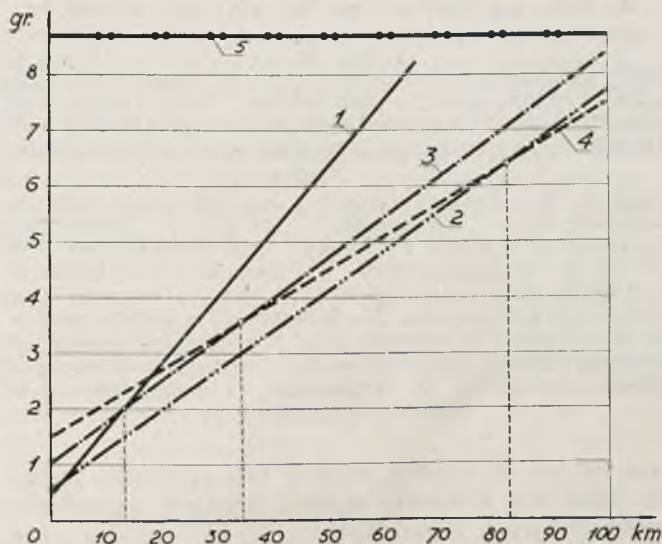
$$\frac{O}{W} = 0,0085 d_1 - 2 \dots (43)$$

gdzie  $d_1$  — oznacza koszt inwestycyjny w złotych jednego kW mocy zainstalowanej w elektrowni lokalnej.

Koszt ten można otrzymać z wykresu rys. 11, przyjmując, iż przy zespołach o mocy 50 MW koszt ten wynosi 400 zł/kW.

#### BADANIE KOSZTÓW PRZESYŁANIA, PRZEDSTAWIONYCH NA WYKRESACH.

Na wykresie rys. 19 przedstawiony jest koszt przesyłania jednej kWh przy czasie użytkowania  $T = 3000$  godzin (w zależności od odległości przy różnych napięciach) przy mocy szczytowej, wzrastającej w ciągu lat osiemnastu od 0,2 MW do 1,0 MW.



Rys. 19.

Koszt przesłania z elektrowni parowej jednej kWh przy czasie użytkowania  $T = 3000$  godzin, przy mocy szczytowej, wzrastającej w ciągu lat osiemnastu od 0,2 MW do 1,0 MW, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

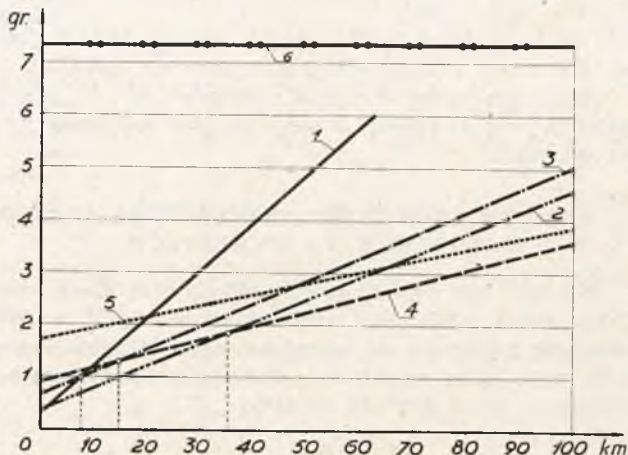
Linia 1 odpowiada napięciu  $U = 6$  kV i wzorowi  $K = 0,4351 + L \cdot 0,1195$ ; linia 2 odpowiada napięciu  $U = 15$  kV (z generatora) i wzorowi  $K = 0,5411 + L \cdot 0,07203$ ; linia 3 odpowiada napięciu  $U = 15$  kV (z transformatora) i  $K = 1,0173 + L \cdot 0,07416$ ; linia 4 odpowiada napięciu  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 1,4813 + L \cdot 0,06053$ ; linia 5 podaje oszczędność w kosztach kapitału przy wytwarzaniu energii w dużej elektrowni okręgowej w porównaniu z wytworzeniem energii w elektrowni lokalnej.

Jak widać z wykresu rys. 19, najekonomiczniej byłoby przesyłać energię przy napięciu roboczym 15 kV, wytworzonym w generatorze (bez transformacji w górę) do odległości = 82 km. Przy odległościach dalszych nieco lepsze (zresztą niewiele) rezultaty dałoby napięcie 30 kV. Przy odległości ok. 120 km nastąpi przecięcie linii 4 oraz linii 5. Oznacza to, iż koszty przesyłania pochłoną oszczędność na wytwarzaniu energii, czyli że przesyłanie na dalszą odległość już się nie opłaca.

Wniosek taki jest jednakże nie zupełnie ścisły, gdyż wytwarzanie energii w wielkiej elektrowni okręgowej — w porównaniu z małą elektrownią lokalną — daje oszczędność nie tylko w kosztach kapitału, lecz również w kosztach administracyjnych, handlowych, kosztach obsługi



oraz kosztach bezpośrednich (materiałów pędnych), które to koszty łącznie w elektrowni małej mogą wynosić nawet ponad 30 gr./kWh. Tym sposobem opłacalność przesyłania energii może się przesunąć po za podany wyżej



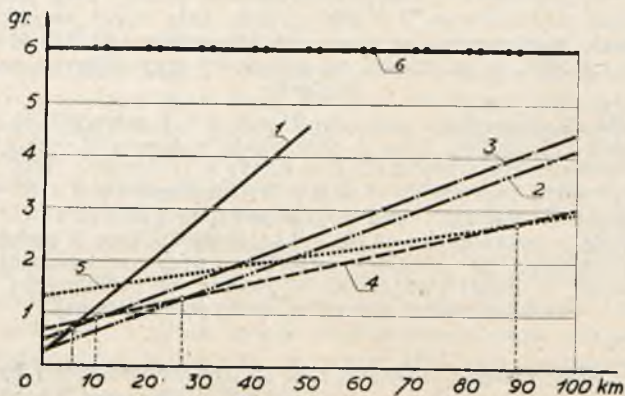
Rys. 20.

Koszt przesyłania z elektrowni parowej jednej kWh przy czasie użytkowania  $T = 3000$  godzin mocy szczytowej, wzrastającej w ciągu lat osiemnastu od 1,0 MW do 5,0 MW, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 6$  kV i wzorowi  $K = 0,3091 + L \cdot 0,0918$ ; linia 2 odpowiada  $U = 15$  kV (z generatora) i wzorowi  $K = 0,3661 + L \cdot 0,0425$ ; linia 3 odpowiada  $U = 15$  kV (z transformatora) i wzorowi  $K = 0,6623 + L \cdot 0,04382$ ; linia 4 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,9153 + L \cdot 0,02746$ ; linia 5 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 1,7223 + L \cdot 0,02145$ ; linia 6 podaje oszczędność w kosztach kapitału przy wytwarzaniu energii w dużej elektrowni okręgowej w porównaniu z wytwarzaniem w elektrowni lokalnej.

kres 120 km. W każdym razie, w tym przypadku należy się liczyć już z bardzo dużymi kosztami przesyłania, przekraczającymi 9 gr./kWh.

Inne wykresy (rys. 20, 21, 22 i 23) zostały zbudowane podobnie do wykresu rys. 19 i różnią się jedynie



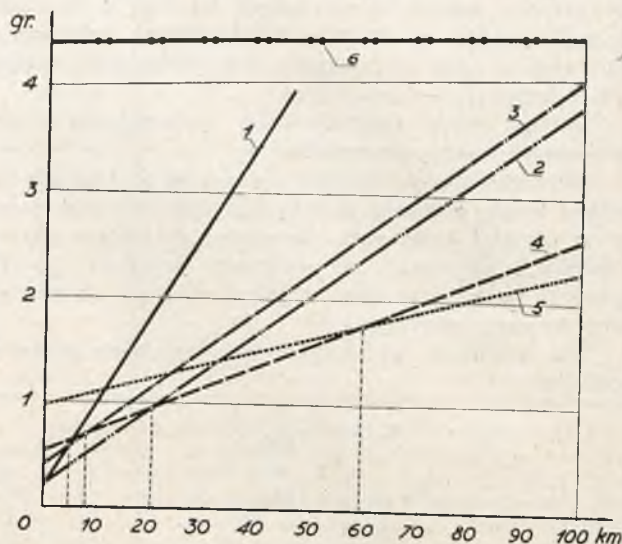
Rys. 21.

Koszt przesyłania z elektrowni parowej jednej kWh przy  $T = 3000$  godzin, przy mocy szczytowej  $P$  wzrastającej od 2,0 MW do 10,0 MW w ciągu lat 18-u, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 6$  kV i wzorowi  $K = 0,2205 + L \cdot 0,08764$ ; linia 2 odpowiada  $U = 15$  kV (z generatora) i wzorowi  $K = 0,2655 + L \cdot 0,03869$ ; linia 3 odpowiada  $U = 15$  kV (z transformatora) i wzorowi  $K = 0,4825 + L \cdot 0,03966$ ; linia 4 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,6755 + L \cdot 0,02311$ ; linia 5 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 1,2905 + L \cdot 0,0161$ ; linia 6 podaje oszczędność w kosztach kapitału przy wytwarzaniu energii w dużej elektrowni okręgowej w porównaniu z wytwarzaniem w elektrowni lokalnej.

wielkością ostatecznej mocy szczytowej oraz wysokością napięć roboczych.

Przy mocy szczytowej od 1 do 5 MW (wykres na rys. 20) opłaca się przesyłanie przy napięciu  $U = 15$  kV



Rys. 22.

Koszt przesyłania z elektrowni parowej jednej kWh przy  $T = 3000$  godzin, przy mocy szczytowej wzrastającej od 4,0 MW do 20,0 MW w ciągu lat osiemnastu, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 6$  kV i wzorowi  $K = 0,1875 + L \cdot 0,08597$ ; linia 2 odpowiada  $U = 15$  kV (z generatora) i wzorowi  $K = 0,2191 + L \cdot 0,03668$ ; linia 3 odpowiada  $U = 15$  kV (z transformatora) i wzorowi  $K = 0,3901 + L \cdot 0,03753$ ; linia 4 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,5285 + L \cdot 0,0209$ ; linia 5 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,9695 + L \cdot 0,01335$ ; linia 6 podaje oszczędność w kosztach kapitału przy wytwarzaniu energii w dużej elektrowni okręgowej w porównaniu z wytwarzaniem w elektrowni lokalnej.

(z generatora) tylko do 35 km, dalej stosować już należy  $U = 30$  kV. Przy mocy szczytowej od 2 do 10 MW (wykres rys. 21) przesyłać należy energię przy napięciu  $U = 15$  kV (z generatora) do odległości 26 km, poza tą odległością — aż do prawie 90 km — najlepiej nadaje się  $U = 30$  kV, po czym napięcie 30 kV i 60 kV dają prawie te same koszty przesyłania. Co się tyczy kresu opłacalnej odległości, to w danym przypadku przesuwają się on znacznie po za 100 km.

Przy przesyłaniu mocy szczytowej od 4 MW do 20 MW (wykres na rys. 22) napięcie  $U = 15$  kV (z generatora) opłaca się zaledwie do 20 km, po czym do 60 km najlepiej nadaje się  $U = 30$  kV, a jeszcze dalej —  $U = 60$  kV. Kres racjonalnego przesyłania przesuwają się daleko po za 100 km.

Przy przesyłaniu mocy szczytowej od 10 MW — do 50 MW napięcie  $U = 15$  kV (z generatora) opłaca się tylko do 15 km, dalej — do 43 km należałoby przejść na  $U = 30$  kV, a poza tą odległością —  $U = 60$  kV. Kres racjonalnej odległości zasilanej niewiele przekracza 100 km. Przy tak dużej mocy przesyłanej różnica na innych kosztach wytwarzania, jak materiały pędne, obsługa, koszty handlowe i administracyjne będzie już bardzo niewielka.

Wynika z tego, iż przy oczekiwanym rozwoju obciążenia szczytowego od 10 MW do 50 MW właściwie rozpoczyna się już granica, powyżej której należy budować elektrownię lokalną. Na wykresie rys. 23 wrysowane są również koszty przesyłania przy napięciu  $U = 150$  kV. Widoczne jest, iż napięcie 150 kV dla danych warunków zupełnie się nie nadaje. Ponieważ moc 10 — 50 MW sta-

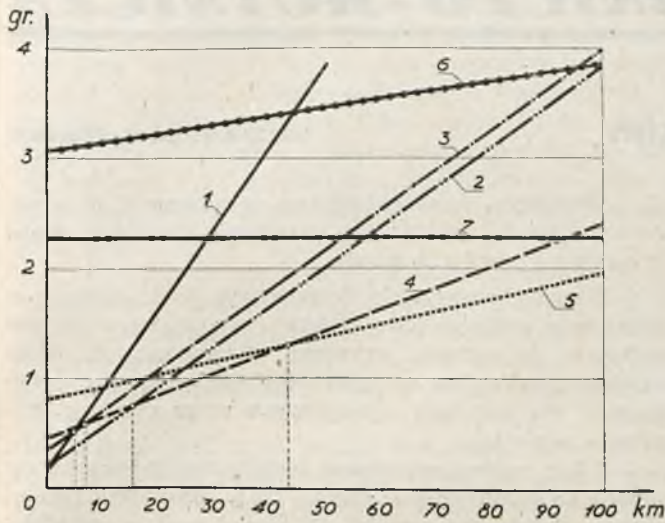
nowi kres mocy, nadającej się do przesyłania z dodatnim skutkiem gospodarczym, przy mniejszych zaś mocach rentują się, oczywiście napięcia niższe, trzeba więc stwierdzić, że w naszych, polskich, warunkach stosowanie na-

go napięcia może być opłacalne — w celu stworzenia wzajemnej rezerwy oraz zwiększenia pewności ruchu — tylko przy odległościach nie przekraczających 50 km oraz przy napięciu nie przekraczającym  $U = 60$  kV. Stosowanie dłuższych linii połączeniowych oraz wyższych napięć gospodarczego uzasadnienia nie znajduje.

Obliczenia wyżej przeprowadzone z konieczności opierać się musiały na danych przybliżonych oraz na założeniach, ułatwiających ujęcie zagadnienia, z natury bardzo skomplikowanego. Poza tym obliczenia te zostały wykonane dla naszych polskich warunków, cechowanych obfitością węgla, taniością przewozu i robocizny oraz koniecznością importowania wielu surowców, niezbędnych dla przemysłu elektrotechnicznego, jak miedź, glin, guma, kaolina, bawełna i in.

To też wyprowadzone wyżej wnioski nie mogą być przenoszone na inne kraje o innych bogactwach surowcowych oraz o innej strukturze gospodarczej.

Z drugiej strony modne dziś i zasadniczo słuszne hasła zwalczania tzw. „kompleksu niższości“ nie powinny pozabawiać nas krytycyzmu w stosunku do rozwiązań zagranicznych, które nie zawsze mogą okazać się praktyczne w warunkach naszych. Oszczędne, świadome, celowe i rentowne użycie wszelkich wysiłków gospodarczych szczególnie winno obowiązywać w Polsce, gdzie tyle potrzeb najkonieczniejszych i najpilniejszych wciąż jeszcze czeka na zaspokojenie.



Rys. 23.

Koszt przesyłania z elektrowni parowej jednej kWh przy  $T = 3000$  godzin, przy mocy szczytowej, wzrastającej od 10,0 MW do 50,0 MW w ciągu lat osiemnastu, w zależności od odległości przy różnych napięciach.

Linia 1 odpowiada  $U = 6$  kV i wzorowi  $K = 0,1697 + L \cdot 0,08529$ ; linia 2 odpowiada  $U = 15$  kV (z generatora) i wzorowi  $K = 0,1947 + L \cdot 0,035688$ ; linia 3 odpowiada  $U = 15$  kV (z transformatora) i wzorowi  $K = 0,3417 + L \cdot 0,036384$ ; linia 4 odpowiada  $U = 30$  kV i wzorowi  $K = 0,4505 + L \cdot 0,019626$ ; linia 5 odpowiada  $U = 60$  kV i wzorowi  $K = 0,7979 + L \cdot 0,011765$ ; linia 6 odpowiada  $U = 150$  kV i wzorowi  $K = 3,0605 + L \cdot 0,008058$ ; linia 7 podaje oszczędność w kosztach kapitału przy wytwarzaniu energii w dużej elektrowni okręgowej w porównaniu z wytwarzaniem w elektrowni lokalnej.

pięć ponad 60 kV gospodarczego uzasadnienia nie znajduje.

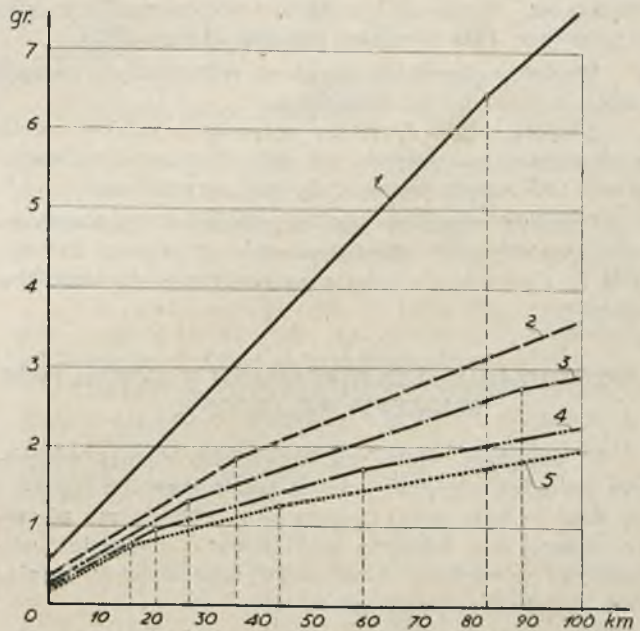
Na wykresie rys. 24 podane są minimalne możliwe do osiągnięcia koszty przesyłania jednej kWh z elektrowni okręgowej parowej — w zależności od odległości — przy różnych mocach przesyłanych.

WNIOSKI.

Prócz wniosków, wymienionych już poprzednio, z rozważenia treści niniejszego artykułu narzucają się wnioski następujące:

1. Obszar zasilania elektrowni okręgowej, racjonalny z punktu widzenia gospodarczego, nie powinien przekraczać promienia 100 — 150 km.
2. Zapotrzebowanie mocy szczytowej ponad wartości od 10 do 50 MW winno być pokrywane z własnej elektrowni lokalnej.
3. Napięcie robocze sieci okręgowej nie powinno przekraczać wartości  $U = 60$  kV.
4. Dla przesyłania mniejszych mocy na bliższe odległości wystarczy napięcie  $U = 30$  kV, a nawet  $U = 15$  kV.
5. Godnym zalecenia jest wytwarzanie energii o napięciu  $U = 15$  kV bezpośrednio w generatorach.

Łączenie elektrowni okręgowych, i w ogóle elektrowni wielkich, pomiędzy sobą za pomocą linii wysokie-



Rys. 24.

Najmniejsze możliwe do osiągnięcia koszty przesyłania z elektrowni parowej jednej kWh przy  $T = 3000$  godzin w zależności od odległości przy różnych przesyłanych mocach szczytowych, wzrastających w ciągu lat osiemnastu od  $P_1$  do  $P_2$ .

Linia 1 dla  $P_1 = 0,2$  i  $P_2 = 1,0$  MW; linia 2 dla  $P_1 = 1,0$  i  $P_2 = 5,0$  MW; linia 3 dla  $P_1 = 2,0$  i  $P_2 = 10,0$  MW; linia 4 dla  $P_1 = 4,0$  i  $P_2 = 20,0$  MW; linia 5 dla  $P_1 = 10,0$  i  $P_2 = 50,0$  MW.

Załamania linii oznacza zmianę napięcia roboczego. Dla odległości bliskich użyto napięcia  $U = 15$  kV (z generatora), dla dalszych  $U = 30$  kV i dla najdalszych  $U = 60$  kV.

# GRUPA GÓRNICZO-HUTNICZA

## Elektryczność w górnictwie polskim

Inż. Stanisław Kulejewski

**Streszczenie.** Kilka danych ilustrujących rolę górnictwa na tle całokształtu gospodarki polskiej.

Zastosowanie elektryczności w górnictwie: maszyny wyciągowe, odwadnianie, przewietrzanie, kompresory, przewóz, elektryfikacja właściwa, oświetlenie, powierchnia.

Wytwarzanie energii elektrycznej. Prace przepisowe. Opis kilku udoskonaleń (wynalazków) z zakresu elektrotechniki kopalnianej.

### WSTĘP. DANE OGÓLNE.

Przemysł węglowy zajmuje w Polsce, jako warsztat pracy, naczelną rolę w dziedzinie przemysłu, zaś w całokształcie naszego życia gospodarczego — drugie po rolnictwie.

Roczne wydobycie węgla wynosiło w roku 1938 (bez Zaolzia) przeszło 38 milionów ton, z czego 11,6 milionów poszło na eksport. Górnictwo zatrudnia blisko 80 tys. robotników. Wysokość zarobków wypłaconych w górnictwie w r. 1938 wynosiła 280 mil. zł.

Wartość wszystkich urządzeń technicznych naszych kopalń wynosi ok. 1,6 miliarda zł.

Eksport węgla dostarcza gospodarce polskiej dewiz zagranicznych na przeszło 217 mil. zł rocznie, co stanowi ok. 19% całego naszego obrotu zagranicznego.

Przemysł węglowy jest największym konsumentem energii elektrycznej, zużył bowiem w r. 1938 ok. 811 mio kWh, tj. z górą 20,5% całej w owym roku wytwórczości w Polsce.

### ZASTOSOWANIE ELEKTRYCZNOŚCI W GÓRNICTWIE. MASZYNY WYCIĄGOWE.

W ubiegłym wieku na kopalniach niemal wyłącznym rodzajem napędu — jeżeli pominiemy siłę ludzką i siłę koni — była para. Dopiero w r. 1898 po raz pierwszy ukazuje się maszyna wyciągowa o napędzie elektrycznym; w większej ilości elektryczne maszyny wyciągowe spotykamy dopiero po r. 1907.

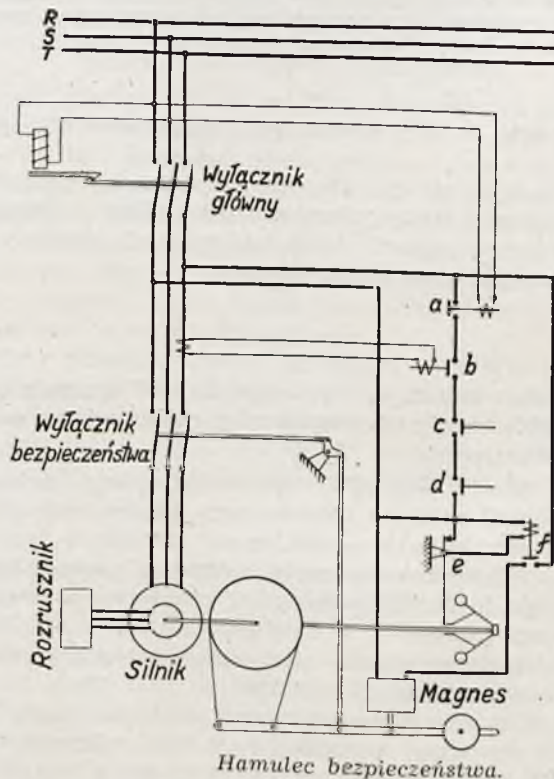
Wprowadzanie elektryczności do górnictwa napotykało początkowo na duże trudności. Specyficzne bowiem warunki pracy górnika nie sprzyjały rozwojowi zastosowania tu prądu elektrycznego. Wilgoć, ciasnota, kurz i brud, brak przejrzystości, zła obsługa — wszystko to były czynniki, które rozpowszechnianie korzystania z energii elektrycznej wybitnie hamowały. Jeżeli do wymienionych wyżej ciężkich warunków panujących pod ziemią dodamy spotykaną na wielu kopalniach obecność metanu i gazów wybuchowych — okoliczność, która z natury rzeczy nakazywała obawę przed elektrycznością, widząc w niej niebezpieczeństwo iskry i wybuchu, — to zrozumiemy, że jeżeli, mimo wszystko, energia elektryczna zdołała, zwłaszcza w niektórych działach górnictwa zyskać sobie prawo obywatelstwa, — stało się to jedynie dzięki licznym jej zaletom.

Pierwszym i najważniejszym urządzeniem maszynowym na każdej kopalni jest urządzenie zjazdowe, zwane maszyną wyciągową.

Napęd elektryczny podstawowych tych maszyn w górnictwie posiada liczne zalety i ma tę wyższość nad parowym, że pozwala prostymi, stosunkowo środkami uzyskać niezawodne warunki bezpieczeństwa pracy, wymagane dla instalacji wyciągowych przez przepisy górnictwa - policyjne.

I tak, można zastosować elektryczne zabezpieczenie przeciwko nadmiernej szybkości jazdy, przeciwko przejechaniu klatki zbyt wysoko, tj. ponad poziom wyładunku we wieży, przeciwko zagrożeniu jadącym w przypadku zewnętrznym uszkodzeń, jak np. nagły zanik napięcia, zwarcie w silniku i inn., wreszcie przeciwko uruchomieniu maszyny w niewłaściwym kierunku.

Wszystkie te urządzenia ochronne włączone są szeregowo, jako specjalne wyłączniki — a, b, c, d, e, (rys. 1) — w elektryczny obwód magnes hamulca spadowego maszyny. W razie zadziałania jednego z tych wyłączników, zostaje przerwany zarówno prąd w cewce zanikowej silnika wydobywczego, jak również i prąd



Rys. 1.

Uproszczony schemat zabezpieczeń elektrycznego urządzenia wyciągowego.

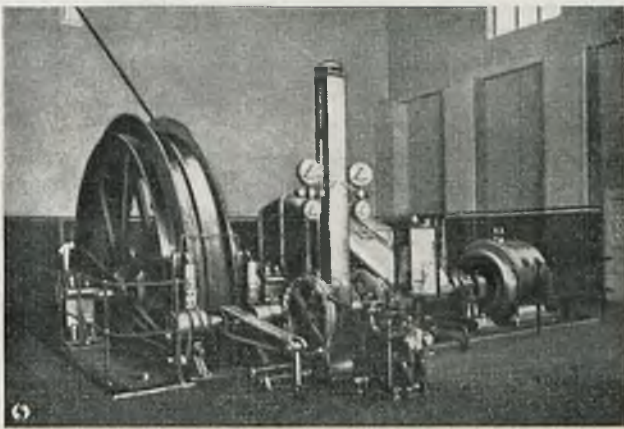
a — wyłącznik napięciowy; b — wyłącznik przetężeniowy; c — wyłącznik końcowy w szybie; d — wyłącznik końcowy przy wskaźniku głębokości; e — wyłącznik odśrodkowy; f — przekaźnik bezpieczeństwa.

w obwodzie magnesu, wskutek czego zostaje wypuszczone powietrze z cylindra (którego tłok utrzymuje ciężar hamulca spadowego) i maszyna zostaje natychmiast zahamowana.

Regulator jazdy przy elektrycznych maszynach wyciągowych jest tak prosty i pewny w działaniu, że uruchomiony wyciąg można spokojnie pozostawić bez obsługi (np. wypadek nagłego zasłabnięcia maszynisty), w każdym bowiem przypadku klatka sama — bez udziału maszynisty — dojedzie z przepisaną szybkością do stacji końcowej i tu się zatrzyma. Bezpieczeństwo jazdy w tych warunkach jest tak duże, że nie ma sobie równego przy innych napędach.

W ostatnich latach nawet duże maszyny wyciągowe, napędzane w dalszym ciągu z reguły prądem stałym (układ Leonarda), wykonywane są często z przekładniami zębatymi (rys. 2). Przy napędzie zasilanym prądem trójfazowym przekładnia zębata — wobec zbyt wysokich obrotów silnika — jest wprost nieodzowna. Pośredni ten element przyczynił się do znacznego potaniaenia całości urządzenia wydobywczego, wobec zaś nowoczesnego wykonania, przy którym koła zębata pracują w oleju, posiada on wysoką sprawność i cichy bieg.

Z podanego na rys. 3 wykresu — mimo wielkich zalet — wynika, że na ogólną moc 129 271 KM, zainstalowanych w maszynach wyciągowych w polskim górnictwie, napęd elektryczny posiada zaledwie 34,4%, a 65,6% maszyn ma napęd parowy. Postęp elektryfikacji jest tu więc niewielki; pochodzi to stąd, że żywotność maszyn parowych jest wyjątkowo długa. Tak np. w naszym Zagłębiu Węglowym jest sporo maszyn wyciągowych, których wiek przekracza 60 i 70 lat. Za to niemal wszystkie maszyny wyciągowe zainstalowane po wojnie, są to już maszyny elektryczne.

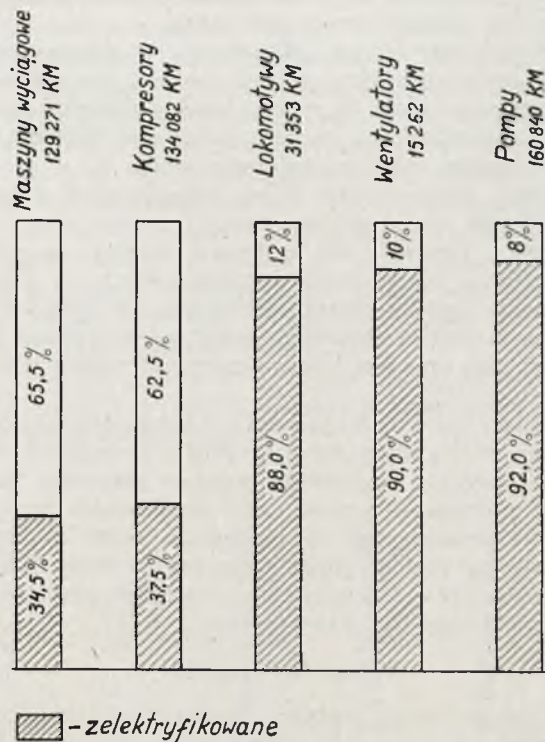


Rys. 2.

Napęd maszyny wyciągowej przy pomocy silnika asynchronicznego i przekładni zębatej.

Duży krok naprzód w dziedzinie przewozu urobku w szybie stanowią nowoczesne urządzenia skipowe, przy których odpada konieczność wydobywania węgla na powierzchnię w wózkach; węgiel wysypuje się na podszyciu do specjalnych kubłów (skipów), zastępujących dawne klatki, i tymi kubłami wydobywa się go na powierzchnię. W urządzeniach skipowych automatyzacja przewozu posunięta jest do najwyższych granic. Jedną dźwignią, względnie przyciskiem, obsługujący uruchamia zapychacz, wszystkie zaś dalsze czynności odbywają się już samoczynnie. A więc po zapchnięciu wózka, wywrot się obraca i napełnia zbiornik na podszyciu; gdy

zbiornik jest pełny, otwiera się zasuwka i węgiel wysypuje się do kubła, po czym zaświeca się sygnał w maszynie wyciągowej i maszynista rusza. Po przybyciu kubła na nadszycie, następuje samoczynne wysypanie węgla na taśmę sortowniczą. W tym czasie drugi kubel



■ - zelektryfikowane

Rys. 3.

Stopień zelektryfikowania maszyn głównych.

przyszedł już na podszycie, został tu napełniony i jest gotów do jazdy w górę. Wszystko odbywa się b. szybko i składowo, niemal bez udziału człowieka. Przerwa w wydobywaniu skręcona jest do granic możliwości; wydajność szybu — maksymalna.

Nie ulega wątpliwości, że powyższa automatyzacja jest możliwą tylko przy jak najszerszym zastosowaniu elektrycznych bloków i sygnalizacji.

Ostatnio wykonane w Polsce instalacje skipowe posiadają ponadto nowoczesnie urządzone tablice świetlne, które ilustrują każdorazowy stan napełnienia zbiornika na podszyciu i uwidaczniają pozycję kubłów w szybie\*).

#### ODWADNIANIE.

Po maszynach wyciągowych drugi podstawowy napęd w górnictwie stanowią pompy, które w każdej kopalni muszą być czynne w dzień i w nocy. Muszą one przy tym być w takiej liczbie i takiej mocy, by zdołały zawsze opanować nie tylko normalny dla danej kopalni dopływ wody — wynoszący od 2 do 30 m<sup>3</sup>/min. — lecz również by mogły pokonać ewentualny nagły i zwiększony przypływ tejsze (wdarcie się). W razie uszkodzenia pomp nastąpiłoby stopniowe zatopienie chodników, wyrobisk i maszyn, co uniemożliwiłoby wszelką pracę na długi okres czasu.

Woda jest jednym z głównych wrogów górnictwa, toteż dawniej — wobec braku sprawnych urządzeń odwadniających — stanowiła ona niepokonaną przeszkodę do jego rozwoju.

\*) Patrz artykuł inż. J. Grzywaka pt. „Sygnalizacja szybowa w kopalniach — dla wydobywania klatkowego i skipowego“, w niniejszym zeszycie, str. 297.

Do roku 1900 używano do napędu pomp wyłącznie maszyn parowych. Były to duże jednostki (pompy tłokowe) o mocy kilkuset KM, zajmujące wiele cennego na dole miejsca; zarówno same te pompy, jak i doprowadzające parę rurociągi parowe, b. silnie nagrzewały powietrze, przez co w wysokim stopniu pogarszały i tak już ciężkie warunki pracy pod ziemią.

Elektryczna pompa odśrodkowa w zgrabnej swej, bardzo mało zajmującej miejsca postaci, nie nagrzewająca powietrza, stała się wprost idealną maszyną odwadniającą dla górnictwa. Dopiero dzięki niej kopalnie zdobyły skuteczną broń w zwalczaniu wody.

Toteż wprowadzenie pomp odśrodkowych oraz ich zastosowanie stało się w szybkim czasie niemal powszechne. Obecnie, jak wykazuje wykres na rys. 3, 92% ogólnej mocy pomp zainstalowanych w polskim górnictwie, posiada napęd elektryczny. W tych warunkach woda została obecnie najzupełniej opanowana i nie jest już tym groźnym, niezwalczonym wrogiem górnika, co dawniej.

Oprócz głównych urządzeń odwadniających, zainstalowanych na stałe na podszybiu i podających wodę na powierzchnię, nowoczesne kopalnie posiadają jeszcze pompy mniejsze — czynne przy odwadnianiu pomocniczym — przeznaczone do podawania wody z dolnych wyrobisk na poziom główny. Na ogólną liczbę 959 takich pomp, 526 — są to pompy o napędzie powietrznym, a 472 — o napędzie elektrycznym.

#### PRZEWIETRZANIE.

Trzecim bardzo ważnym działem ruchu każdej kopalni jest jej przewietrzanie, tj. usuwanie zużytego powietrza i dostarczanie na jego miejsce świeżego.

Dawniej, gdy kopalnie były płytkie i nie tak rozgałęzione, niezbędny ruch powietrza uzyskiwano bądź dzięki naturalnej depresji, pochodzącej od niejednako-owego nagrzania powietrza na dole i na górze, bądź też przy pomocy zwiększenia tej depresji przez podgrzanie rurociągami parowymi lub zwykłymi piecami.

Obecnie podawanie dużych ilości powietrza i pokonywanie znacznych oporów rozgałęzionych dróg kopalni odbywa się wyłącznie za pośrednictwem wentylatorów. Przy czym i tutaj, jak przy pompach, bezapelacyjnie panuje silnik elektryczny. Obecnie zaledwie 10% (wykres na rys. 3) licząc wg mocy, a 2,2% wg ilości, mamy wentylatorów o napędzie parowym. Tych 2,2% (4 szt.), o łącznej mocy 1525 KM, są to jedne z zwiększonych wentylatorów, znajdujące się bezpośrednio w pobliżu kotłowni i dlatego są to jednostki o napędzie parowym.

Dużą zaletą wentylatorów o napędzie parowym jest to, że umożliwiają one regulację bez strat swych obrotów, pozwalając w ten sposób dostosowywać wydajność wentylatora do zmieniającego się na kopalni z biegiem lat zapotrzebowania powietrza.

Jednakże i przy elektrycznym napędzie można brakowi temu zaradzić — bądź przy pomocy późniejszej zmiany przekładni zębatej lub pasowej, bądź też przy pomocy silnika asynchronicznego o przełączalnej liczbie biegów, albo też wreszcie przy pomocy silnika komutatorowego.

Poza tym nie należy zapominać, że większość wentylatorów znajduje się na szbach bocznych, które nie posiadają kotłowni. W tych warunkach napęd elektryczny ma znaczną przewagę, a to z powodu łatwości przesyłania energii elektrycznej, małych kosztów zakładowych oraz małych kosztów ruchu.

#### KOMPRESORY.

Oprócz napędu za pomocą pary oraz napędu elektrycznego kopalnie nasze stosują trzeci rodzaj napędu, a mianowicie — sprzężone powietrze.

Ideałem byłoby, gdyby ciągnące się na dziesiątki kilometrów chodniki i roboty górnicze, mogły być obsługiwane tylko jedną postacią energii, a mianowicie łatwo za pomocą kabli przesyłaną energią elektryczną: Niestety, na kopalniach, jak dotychczas, musi być prowadzony ruch mieszany: energia elektryczna przesyłana kablami, a obok niej przesyłane rurociągami powietrze sprzężone. Istnieje bowiem szereg maszyn — o ruchu drgającym ew. posuwistym — służących bądź do urabiania węgla, bądź do jego transportu, które tylko przy napędzie powietrzem dają zadowalające rezultaty. Dotychczas maszyn tych nie udało się przerobić z dobrym skutkiem na napęd elektryczny.

Dla wytwarzania sprzężonego powietrza (o ciśnieniu 6—7 atm.) są zainstalowane na powierzchni urządzenia kompresorowe. Sprężarki mogą być napędzane bądź parą, bądź elektrycznością. W Zagłębiu Polskim na ogólną moc sprężarek (rys. 3) wynoszącą 134 082 KM, — 37,5% jest zelektryzowane (wg liczby — 58%).

Przyczyną małego stopnia zelektryfikowania sprężarek stanowi głównie ta okoliczność, że produkcja sprzężonego powietrza jest zwykle scentralizowana w pobliżu głównej kotłowni, to też wytwarzanie przy pomocy turbosprężarek o napędzie parowym jest tańsze pod względem kosztów instalacji i kosztów ruchu od procesu na drodze wytwarzania: turbina - prądnica - silnik - sprężarka. Dopiero przy większych odległościach przeniesienia energii ostatni proces ten może się lepiej opłacać. Aby uniknąć przesyłania powietrza na zbyt duże odległości, instaluje się obecnie coraz częściej sprężarki na bocznych szbach, w pobliżu miejsc zużycia powietrza sprzężonego. W tych przypadkach napęd elektryczny ma przewagę nad parowym.

Napęd parowy kompresorów, podobnie jak i wentylatorów, posiada tę dużą zaletę, że umożliwia regulowanie obrotów, a przez to zmianę wydajności maszyn. Przy napędzie elektrycznym obroty są stałe — zależne od częstotliwości prądu w sieci. Toteż zmiana wydajności uzyskiwana jest zwykle przez nieekonomiczną regulację ilości zasysanego powietrza.

Jeżeli uwzględnimy, że w Niemczech\*) zelektryfikowane jest zaledwie 10% mocy kompresorów, to nasze 37,5% nie stanowi bynajmniej mało.

#### PRZEWÓZ GŁÓWNY.

Ogólna liczba lokomotyw na dole wynosi 717, o łącznej mocy 31 353 KM. Według rodzaju napędu na pierwszym miejscu stoją lokomotywy elektryczne ślizgowe (prąd stały 220 woltów), stanowiące ok. 75% ogólnej liczby lokomotyw oraz 88% łącznej ich mocy (wykres rys. 3). Na drugim miejscu stoją lokomotywy spalinowe, stanowiące 20% ogólnej ilości oraz 8% łącznej mocy.

Główną zaletę trakcji elektrycznej stanowi brak gazów spalinowych, które przy lokomotywach benzolowych silnie zanieczyszczają powietrze, utrudniają wentylację, a niejednokrotnie powodują niebezpieczne zacczadzenia załogi dołowej. Poza tym elektryczne lokomotywy odznaczają się dużą siłą pociagową, przeciążalnością i szyb-

\*) Elektrizität im Bergbau Nr. 3, 1938, str. 39.

kością. Trakcja elektryczna jest też tańszą od innych (np. tonokm przy trakcji elektrycznej kosztuje ok. 8 gr, a przy benzolowej — przeszło 20 gr.). Wadę trakcji elektrycznej stanowi sieć zasilająca oraz konieczność ciągłej jej — w miarę posuwania się robót górniczych — rozbudowy, w kopalniach zaś gazowych — niebezpieczeństwo eksplozji (iskry). Pod tym względem dogodniejsze są ostatnio wprowadzane lokomotywy Diesela, napędzane ropą naftową. Spalanie w tych lokomotywach jest kompletne, a że wydmuch odbywa się przez wodę, więc mogą one pracować nawet w kopalniach gazowych. Koszt tonokilometra wynosi, — wg praktyki polskiej — ok. 13 gr. Wobec tych zalet lokomotywy Diesela stanowią silną konkurencję dla lokomotyw akumulatorowych.

**ELEKTRYFIKACJA DOŁOWA WŁAŚCIWA.**

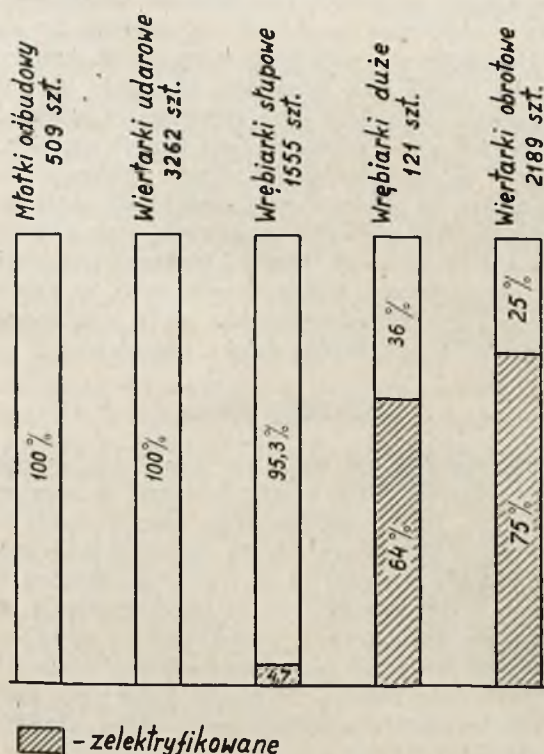
Zwyczajowo przyjęło się, że pod elektryfikacją pod ziemią rozumie się nie tyle elektryfikacja napędu głównego odwadniania, wentylacji oraz głównego przewozu, ile ruch w głębi kopalni — w tzw. przodku, a więc: urabianie węgla, transport urobku, przewóz w szybkach, lokalne przewietrzanie i odwadnianie, oświetlenie miejsca odbudowy oraz szereg innych, mniej ważnych, działań.

Zanim opiszemy stan pojętej w ten sposób elektryfikacji naszych kopalń, należy zaznaczyć, że wymienione przed chwilą działy ruchu górniczego są nie tylko w małym stopniu zelektryfikowane, lecz wogóle mało zmechanizowane, i to zarówno u nas, jak i za granicą. Górnictwo bowiem tym się różni od innych gałęzi przemysłu, że jest mniej przystępne dla mechanizacji i w większym stopniu skazane na posługiwanie się pracą ludzką. Cały szereg czynności górnika nie nadaje się wogóle do zmechanizowania, a zwłaszcza w specyficznych warunkach górnictwa polskiego (duża miąższość pokładów, twardość węgla). Nic przeto dziwnego, „że dwie najważniejsze funkcje na kopalni, a mianowicie

urabianie i ładowanie, przy których jest zatrudnionych 30% całej załogi, są wskutek specjalnych naturalnych warunków słabo zmechanizowane“\*).

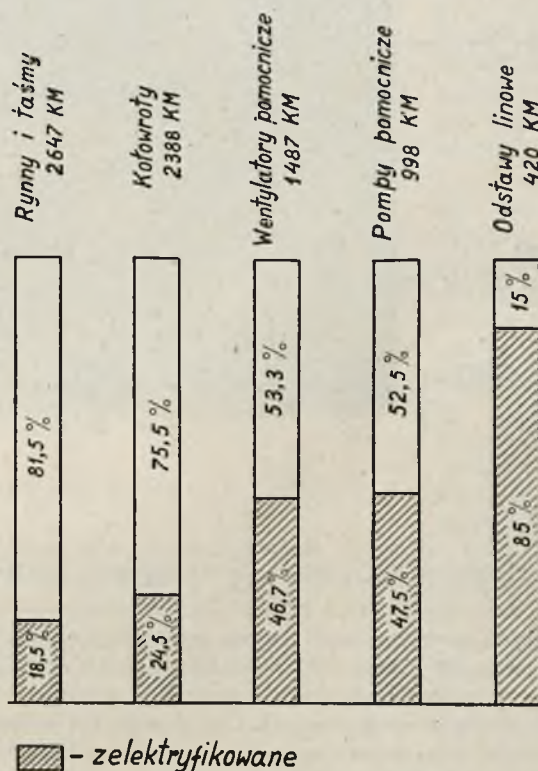
Drugą cechą omawianych czynności jest to, że o ile dają się one zmechanizować, to raczej przy pomocy napędu powietrzem sprężonym, niż przy pomocy elektryczności. Do takich napędów należą wrębówki słupowe, wiertarki udarowe, młotki odbudowy oraz rynnny potrzęsalsne. Te cztery rodzaje maszyn górniczych stanowią tak ważny i duży dział ruchu na dole, że dla nich samych rozprowadzamy po całej kopalni rozległą sieć rurociągów powietrznych. Z chwilą zaś, gdy sprężone powietrze jest już wszędzie doprowadzone, to — wobec wielostronnych zalet napędu powietrznego — górnik bardzo chętnie z niego korzysta, stosując go nawet do takich maszyn, które normalnie mogłyby posiadać napęd elektryczny. Do tych maszyn należą: kołowroty, pompy pochylniane, wentylatory pomocnicze, odstawy linowe i inn.

Z przytoczonych wyżej powodów stopień elektryfikacji dołu — jak to wykazują wykresy podane na rys. 4 i 5 — jest jeszcze bardzo mały.



Rys. 4.

Stopień zelektryfikowania maszyn urabiających.



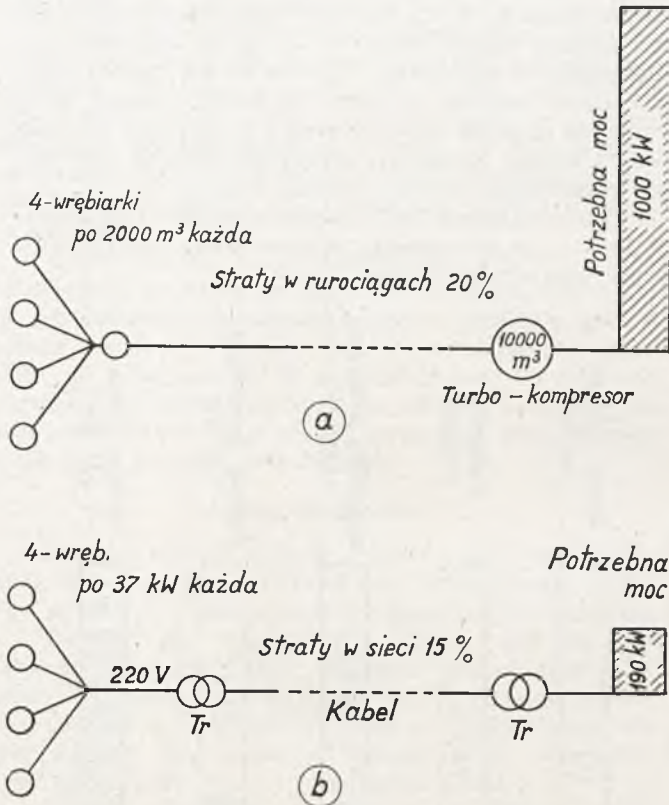
Rys. 5.

Stopień zelektryfikowania urządzeń pomocniczych.

W wiertarkach udarowych, młotkach odbudowy i wrębówkach słupowych sprężone powietrze panuje bezapelacyjnie, tj. w 100 procentach. Wrębówki duże są zelektryfikowane w 64%, a wiertarki — w 75%. Rynnny potrzęsalsne razem z taśmami transportowymi są zelektryfikowane zaledwie w 18,5%, a kołowroty — w 24,5%. Nieco lepiej przedstawia się sprawa z pompami pochylnianymi i z wentylatorami pomocniczymi, gdyż pierwszych mamy z napędem elektrycznym 47,5%, a drugich — 46,7%. W wysokim stopniu są zelektryfikowane odstawy linowe, a mianowicie w 85%.

\*) Inż. J. Blitek. — Zarys Stanu Technicznego Polskiego Przemysłu Węglowego, Przegląd Górniczy r. 1936, str. 612.

Dla właściwej oceny znaczenia pod względem energetycznym elektryfikacji dołu należy podkreślić, że napęd elektryczny jest 5 do 7 razy ekonomiczniejszy od powietrznego\*). Z własnej praktyki podajemy graficzne zestawienie (rys. 6) potrzebnej mocy dla napędu czterech dużych maszyn wrębowych w przypadkach, gdy będą one posiadały napęd powietrzny oraz elektryczny, przy jednakowej ich wydajności efektywnej w obu przypadkach. W pierwszym przypadku moc ta wyniesie 1000 kW, podczas gdy w drugim — zaledwie 190 kW.



Rys. 6.

Zapotrzebowanie mocy przez cztery maszyny wrębowe.

Biorąc powyższe pod uwagę, powinniśmy, jako naczelną zasadę, postawić, by powietrze sprężone używać do napędu jedynie tych maszyn, aparatów i narzędzi górniczych, które z racji swego przeznaczenia i konstrukcji nieodzownie tego wymagają.

Będą to stosunkowo małe maszyny, jak: wrębówki słupowe, młotki odbudowy i wiertarki udarowe. Natomiast wszystkie większe jednostki, tj.: wrębówki łańcuchowe, kołowroty, taśmy transportowe, pompy i wentylatory winny bezwzględnie posiadać napędy elektryczne (rys. 7).

Wprowadzane ostatnio zmiany w metodach odbudowy górniczej i związana z tym koncentracja wydobycia, kasująca między innymi rynnę potrzęsalską, a wprowadzająca gumowe taśmy transportowe, stanowi z natury rzeczy czynnik korzystny i wybitnie dla elektryfikacji przychylny.

\*) Interesujących się bliżej tym zagadnieniem odsyłamy do artykułów inż. W. Spiekera (Elektrizität im Bergbau, zeszyt 1/1938 r., oraz inż. I. Haacka (E. im B. zeszyt 1/1939 r.).

## OŚWIETLENIE.

Energia elektryczna nie tylko, że nie wprowadza do kopalń nowego źródła niebezpieczeństwa (dzięki surowym przepisom, normującym wykonanie aparatów i maszyn) — lecz przeciwnie, jest ona w stanie skutecznie pomagać w zwalczaniu tych różnorodnych niebezpieczeństw, które na górnika na dole czyhają, spełniając w ten sposób również w górnictwie to dobroczynne zadanie, jakie spełniała ona od dawna zarówno w naszym życiu codziennym, jak i we wszystkich pozostałych dziedzinach ludzkiej pracy.

Dobre oświetlenie pozwala górnikowi dostrzec w porę grożące mu niebezpieczeństwo — w postaci zwisających skał lub pęknięć stropu — oraz pozwala zapobiec ogromnej ilości drobnych wypadków, o które tak łatwo w ciemności lub półmroku.

Od jakości oświetlenia robót górniczych zależy:

- wydajność robotnika, a tym samym jego zarobek i poczucie;
- stopień zmęczenia robotnika, a więc i jego samopoczucie;
- stopień bezpieczeństwa pracy i zmniejszenie liczby nieszczęśliwych wypadków;
- czystość urobku, tj. zmniejszenie zawartości skał piennej.

Danych liczbowych, ilustrujących faktyczny stan oświetlenia naszych kopalń, nie udało mi się, niestety zebrać. Można jednak śmiało twierdzić, że stan ten jest więcej niż niedostateczny. Stosowane dotychczas powszechnie przenośne lampy górnicze wystarczają zaledwie do oświetlenia drogi robotnika, są natomiast zupełnie niedostateczne, jeżeli chodzi o oświetlenie miejsc pracy. Tu winno się dążyć do oświetlenia wyrobisk (przodków) przy pomocy lamp zasilanych z sieci elektrycznej, przy czym w kopalniach niegazowych można stosować dowolne rodzaje armatur, zaś w kopalniach gazowych — tylko specjalne armatury gazobezpieczne. Instalacje do oświetlenia tzw. ścian muszą być przystosowane do codziennego przekładania ich w inne miejsce i dlatego winny być one wykonane z kabli gumowych (bez płaszcza ołowianego).

Na wielokrotnie spotykane zastrzeżenia, że ciężkie warunki przodka nie nadają się do przyjęcia tak czułego urządzenia, jakim jest przenośna instalacja oświetlenia elektrycznego, pozwolimy sobie zauważyć, że przekładanie na każdej ścianie — co noc w tych samych ciężkich warunkach — po sto kilkadziesiąt metrów rynnien potrzęsalskich lub, jak to ostatnio coraz częściej się spotyka, całych ciągów transporterów gumowych, jest najlepszym dowodem, że przełożenie lekkiej i nieskomplikowanej instalacji oświetleniowej będzie również możliwe. Dowiodło tego zresztą górnictwo niemieckie, gdzie elektryczne oświetlenie ścian jest bardzo daleko posunięte\*).

## POWIERZCHNIA.

Przy napędzie parowym konieczne było stosowanie napędów grupowych. Nic przeto dziwnego, że przy wprowadzaniu do ruchu maszynowego energii elektrycznej starano się w pierwszym rzędzie dotychczasowe zespoły parowe zastąpić równymi co do wielkości silnikami elektrycznymi. W ten sposób — po za indywidualnymi napędami maszyn wyciągowych, wentylatorów i pomp — instalowano na płóczkach, sortowniach, koksoowniach i brykietowniach duże pojedyncze silniki, które przy pomocy rozległych transmisji napędały poszczególne urządzenia.

\*) Elektrizität im Bergbau, zeszyt 2/1938 r. str. 29.

Dopiero znacznie później, mianowicie w ostatnim dziesięciu lat, zdano sobie i w górnictwie sprawę, iż silnik elektryczny doskonale nadaje się do umieszczenia go w bezpośrednim sąsiedztwie maszyny roboczej, względnie do dobudowania go do poszczególnych maszyn i aparatów, i że napęd indywidualny daje — w przeciwstawieniu do stosowanego dotychczas systemu napędu grupowego — liczne korzyści, a mianowicie:

- 1) brak transmisji i pasów;
- 2) dużo wolnej przestrzeni;
- 3) więcej światła i przejrzystości;
- 4) łatwy dostęp do maszyn i aparatów;
- 5) więcej swobody w ustawianiu samych maszyn;
- 6) możliwość

dobrania dla każdej maszyny właściwego napędu;

7) łatwość w uruchamianiu i zatrzymaniu każdej poszczególniej maszyny;

8) łatwość kontroli mocy, jaką każda maszyna pobiera;

9) większe bezpieczeństwo pracy, oraz

10) zmniejszenie ilości kurzu.

Zwiększenie liczby silników w większości wypadków nie spowodowało bynajmniej wzrostu kosztów instalacyjnych, stosowane bowiem przy napędach indywidualnych silniki zwarte są proste i tanie. Silniki te mają poza tym tę zaletę, że nie wymagają rozruszników, a więc można je uruchamiać z odległości przy pomocy przycisków i przekazników, porozmieszczanych w miejscach najodpowiedniejszych zarówno ze względu na obsługę, jak i na rodzaje pracy danej maszyny.

Toteż wszystkie nowoczesne instalacje kopalniane są ze reguły wyposażane w napędy indywidualne. Przy tym poszczególne napędy — zarówno w sortowniach, jak i na płuczkach czy koksośniach — są tak nawzajem ze sobą powiązane i od siebie uzależnione, że w wypadku nagłego zatrzymania się jednego elementu urządzenia, zostają samoczynnie zatrzymane wszystkie pozostałe, z nim współpracujące. Jeżeli np. zatrzyma się taśma transportowa, odbierająca węgiel z pod wywrotu, zatrzymuje się automatycznie wywrot, jak i wszystko, co „na wywrot pracuje“, a to w tym celu, aby uniknąć niepożądanego nagromadzenia się materiału w uszkodzonym miejscu. Po usunięciu uszkodzenia powtórne uruchomienie całości następuje samoczynnie kolejno „pod prąd“, tj. w kierunku odwrotnym do ruchu urobku.

#### WYTWARZANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ.

Jak już zaznaczyliśmy na wstępie, przemysł węglowy w ubiegłym roku — z wytworzonej w Polsce energii ele-

ktrycznej w ilości 3.950 mio kWh — zużył na własne potrzeby przeszło 811 mio, czyli ok. 21,3 kWh na tonę wydobytego węgla.

Kopalnie potrzebują im energię elektryczną wytwarzając przeważnie we własnych siłowniach, gdyż daje im to możliwość zużycia pod kotłami szlamu węglowego i innych odpadów.

Wzorem Belgii i Anglii rozpowszechnia się u nas dostarczanie przez liczne elektrownie kopalniane zbywającej energii elektrycznej do wspólnej sieci, do której dołączeni są zarówno odbiorcy prywatni, jak i kopalnie nie prowadzące własnych elektrowni. Sieć taka stanowi dla połączonych elektrowni wzajemną rezerwę oraz ceną ase-

kurację na wypadek uszkodzenia własnych urządzeń prądotwórczych.

Ogólna zainstalowana moc w 39 kopalnianych elektrowniach wynosi 397 895 kW, produkują zaś za rok 1938 — 917 mio kWh.

Wobec tego, że suma szczytów wymienionych elektrowni wynosi ok. 220 000 kW, widzimy, że elektrownie te są w dużym stopniu niewykorzystane i wobec tego słuszny jest plan wy-



Rys. 7.  
Elektryczna maszyna wrębowa przy pracy.

budowania w najbliższym czasie linii 150 kV w kierunku Warszawy i Mościc, aby w ten sposób zaprząć Śląsk do dostarczania wolnej energii elektrycznej zarówno do stolicy, jak i do Centralnego Okręgu Przemysłowego.

Zapas energii, które w ten sposób Zagłębie nasze może stale w głąb kraju dostarczać, stanie się — po odpowiednim powiększeniu urządzeń prądotwórczych — niemal nieograniczony. Kopalnie chętnie zamieniać będą u siebie w kotłowniach nieużyteczne gatunki węgla na energię elektryczną, co z punktu widzenia ogólnej gospodarki energetycznej kraju będzie bardzo cenne; wchodzące tu bowiem w grę gatunki węgla (szlam, przerosty) nie nadają się do dalszego transportu koleją i przeto, jeżeli nie spalimy ich pod kotłami w miejscu powstawania, będą musiały być wywalone na zwał i stracone w ogólnym bilansie energetycznym.

#### PRACE PRZEPISOWE.

Elektryczność należy do specyficznego rodzaju energii, który nie znosi półśrodków i partactwa. Urządzenie elektryczne albo jest w porządku i wtedy w sposób bezpieczny dla otoczenia daje to, co od niego wymagamy, albo nie jest w porządku i wtedy — dopóki błąd nie zostanie usunięty — nie może ono pracować. Pod tym względem napęd przy pomocy zgęszczonego powietrza jest mniej wymagający; mogą być np. w rurociągach



bardzo poważne nieszczelności, może być silnik powietrzny zniszczony, łożyska czy tuleje w niewiarygodny sposób wyrobione, tym nie mniej silnik — wprawdzie bardzo wolno i przy zmniejszonej mocy — pracuje jednak dalej i pracować będzie „do ostatka swego tchu“. Inaczej jest przy elektryczności. Energia elektryczna, ta arystokratka energii, ma swe wymagania, którym w praktyce musi się bezwzględnie zadość uczynić. Dotyczy to zarówno trasy, po której prąd dochodzi do odbiorników, jak i samych odbiorników.

Stąd zarówno szczegółowe „przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego“, jak i coraz powszechniejsze zrozumienie, że instalacje elektryczne, aby były bezpieczne i ekonomiczne, muszą być wykonane solidnie, przepisowo.

Jeżeli dotrzymanie omawianych wymagań obowiązuje wszystkie urządzenia elektryczne na powierzchni, to w tym większym stopniu dotyczy to urządzeń pod ziemią. A że, jak to już uprzednio zauważyliśmy, warunki na dole są wyjątkowo dla elektryczności nieprzychylnie i znacznie trudniejsze niż na powierzchni, dlatego też od dawna było jasne, że dla urządzeń elektrycznych, mających pracować w podziemiach kopalń, winny być opracowane przepisy specjalne, ostrzejsze od tych, które obowiązują na górze. Opracowanie takich przepisów było — z uwagi na wspomnianą wyżej właściwość elektryczności — wprost nieodzownym warunkiem powodzenia elektryfikacji w górnictwie.

Toteż nad wydaniem podobnych przepisów pracowały zrzeszenia elektryków niemal wszystkich krajów. Polski Komitet Elektrotechniczny wydał je już w trzech kolejnych redakcjach jako „Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych w podziemiach kopalń — PNE-17/1929, 1930 i 1938. Przy opracowaniu tych przepisów położyły niespożyte zasługi Stowarzyszenie Dozoru Kotłów Parowych w Katowicach, a specjalnie Dyrektor Stowarzyszenia, inż. J. Obrąpalski.

Zarządzeniem Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 15 lipca 1938 r. omawiane przepisy uzyskały moc obowiązującą.

Ważnym pomocniczym czynnikiem w dziele elektryfikacji podziemi kopalń gazowych, a zwłaszcza w zapewnieniu im bezpieczeństwa jest Kopalnia doświadczalna „Barbara“ w Mikołowie, która z urzędu przeprowadza badania typów i ustala, czy dana konstrukcja może być dopuszczona do pracy w pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem wybuchowym.

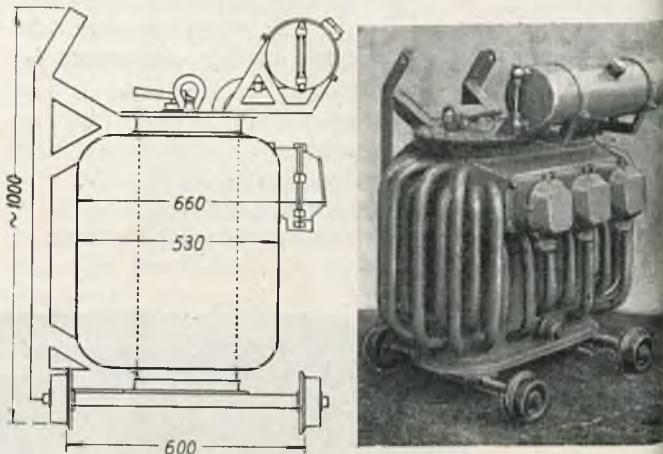
#### KILKA UDOSKONAŁEŃ Z ZAKRESU ELEKTROTECHNIKI KOPALNIANEJ.

Na zakończenie wymienimy kilka udoskonażeń, względnie wynalazków polskich, które dla rozwoju zastosowania elektryczności pod ziemią mają pokaźne znaczenie.

Na rys. 8 pokazany jest *przewoźny transformator kopalniany* o mocy 60 kVA, znamieny tym, że do transportu po szynach posiada kółka, a do wciągania go w pozycji leżącej po pochylni — specjalnie dobudowane sianie. Aby poziom oleju w konserwatorze mógł być obserwowany w obydwóch pozycjach, są zabudowane dwa wskaźniki oleju, pod kątem prostym do siebie.

Rys. 9 przedstawia przekrój *kabla oponowego górniczego*, stosowanego zarówno do wiertarek elektrycznych, jak i do dużych wrębówek w mocach od 50 do 60 KM. Kabel ten wyróżnia się tym, że:

a) opona nie posiada ani zewnątrz, ani wewnątrz żadnego uzbrojenia z drutów metalowych (uzbrojenie to było dawniej uważane za bezwzględnie, dla celów uziemiających, konieczne);



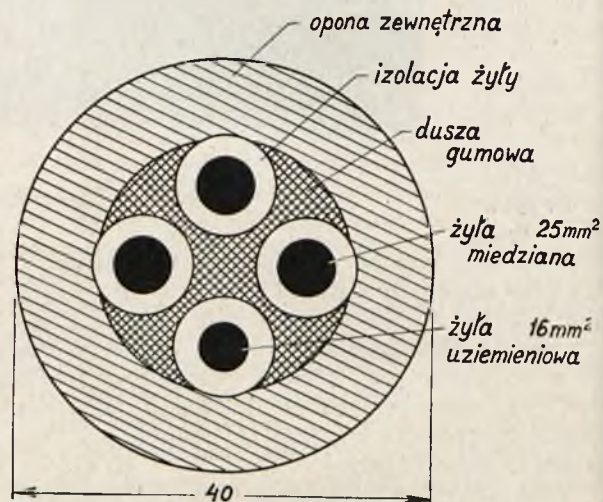
Rys. 8.

Transformator kopalniany wyposażony w kółka i sianie

b) dusza jest wykonana z gumy o kształcie krzyża maltańskiego;

c) zarówno opona, jak i żyły, nie mogą być oddzielane od duszy żadnymi przekładkami płóciennymi;

d) żyły muszą być przesuwne w stosunku do duszy oraz w stosunku do opony.



Rys. 9.

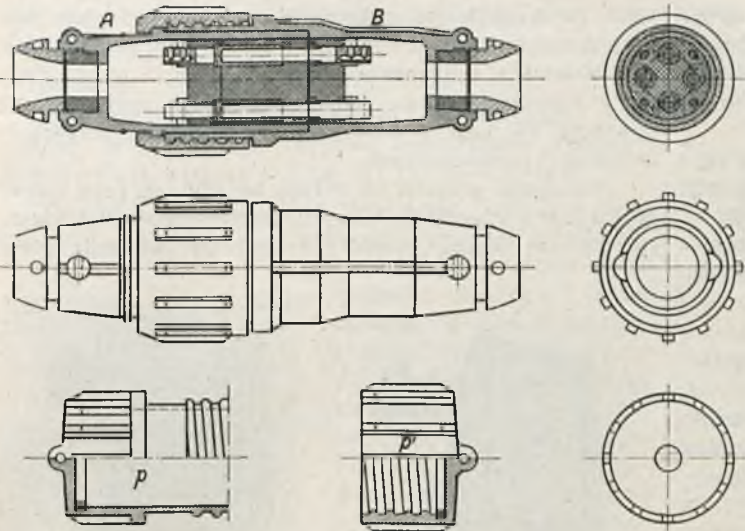
Kabel oponowy górniczy  $3 \times 25 \text{ mm}^2 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$ .

Opisany typ kabla, stosowany od dawna na kopalni Brzeszcze, przed pięcioma laty został z małymi zmianami obrany, jako znormalizowany, i obecnie jest powszechnie stosowany. Konstrukcją swoją i właściwościami przewyższa on znacznie kable oponowe zagraniczne.



Rys. 10.

Mufa połączeniowa do kabli oponowych o  $\varnothing 40 \text{ mm}$ .



Rys. 11.

Sprzęgło gazoszczelne dla kabli oponowych.

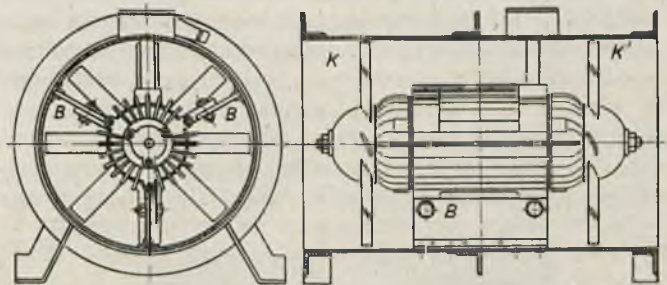
Na rys. 10 pokazana jest stała mufa połączeniowa, gazo- i wodoszczelna dla kabli kopalnianych oponowych od  $4 \times 6$  do  $4 \times 50$  mm<sup>2</sup>. Mufy te służą do przedłużania kabla na dole względnie do zreparowania go w miejscu poważnie uszkodzonym.

Rys. 11 przedstawia sprzęgło, tj. gniazdo i wtyczkę (w stanie złączonym) czterobiegunowe, gazo- i wodoszczelne dla kabli oponowych o przekrojach od 6 do 35 mm<sup>2</sup>. Sprzęgła te służą do szybkiego włączenia wzgl. rozłączenia kabla; posiadają one opływowe linie, co ułatwia przesuwanie kabla na dole bez zaczepiania o przeszkody. Są one 4 razy lżejsze od sprzęgieł zagranicznych tego samego typu. Dla zabezpieczenia rozłączonych połówek A i B od zanieczyszczenia służą pokrywki p, p', wkręcane na gwint.

Wreszcie rys. 12 przedstawia kopalniany wentylator o średnicy 300 i 400 mm, o wydajności (przy 50 mtr. długości lutni) 110 m<sup>3</sup>/min., tj. prawie o 100% większej niż inne wentylatory tego typu firm krajowych i zagranicznych.

Wydajność tego rzędu została uzyskana przez:

- wydłużenie silnika napędowego przy jednoczesnym zmniejszeniu jego średnicy, dzięki czemu powiększono znacznie przekrój przepływu powietrza;
- zastosowanie dwóch kół wirnikowych K i K' o specjalnej konstrukcji skrzydełek; koła te pracują szeregowo;
- wprowadzenie trzech przegród B, wykonanych z blachy, zapobiegających tworzeniu się wirów powietrza pomiędzy kołami wirnikowymi i nadających mu



Rys. 12.

Przekroje wentylatora kopalnianego o dużej wydajności.

właściwy kierunek. Przegrody te służą jednocześnie do podtrzymania silnika w lutni.

## Sygnalizacja szybowa w kopalniach – dla wydobycia klatkowego i skipowego

lnż. Jerzy Grzywak

**Streszczenie.** Po krótkim wstępie, w którym podane są sposoby sygnalizacji mechanicznej oraz zalety i ulepszenia sygnalizacji elektrycznej optyczno-akustycznej, autor opisuje poszczególne elementy sygnalizacji szybowej, po czym przechodzi do schematów sygnalizacji elektrycznej, a mianowicie najprostszej sygnalizacji akustycznej, sygnalizacji akustyczno-optycznej z blokowaniem poziomów oraz sygnalizacji automatycznej dla wydobycia skipowego.

### WSTĘP.

Z jednej strony dążenie do jak największego usprawnienia wydobycia, z drugiej zaś wymagania władz nadzorczych odnośnie bezpieczeństwa pracy — stawiają przed elektrykiem coraz to nowe zagadnienia udoskonalania sygnalizacji szybowej zarówno pod względem szybkości nadawanych sygnałów, jak i ich niezawodności.

Dzięki temu stosowane jeszcze do niedawna prymitywne sygnalizacje mechaniczne ustępują miejsca nowoczesnym urządzeniom elektrycznym akustyczno-optycznym. Dawniej używane sposoby porozumiewania się podszybia z nadszymbiem i halą maszyny wyciągowej polegały na uderzaniu kawałkiem żelaza w pręt żelazny,

umocowany wzdłuż szybu, lub — przy większych głębokościach — na pociąganiu za linkę stalową, uruchamiającą dźwignię młotka gongu umieszczonego na nadszymbiu, względnie u maszynisty, i wreszcie na sygnałach gwizdkowych przy pomocy sprężonego powietrza. Dziś tego rodzaju urządzenia spotyka się jedynie, jako rezerwy na wypadek unieruchomienia sygnalizacji elektrycznej.

Główne zasady sygnalizowania pozostały jednakże te same, a więc: 1) sygnały nadaje się przez naciśnięcie lub pociągnięcie ręką; 2) sygnały z dołu podaje się do nadszymbia, a stąd do maszyny wyciągowej.

Udoskonalenia w nowoczesnych sygnalizacjach elektrycznych poszły w kierunku:

- kontroli sygnałów dźwiękowych — wzrokowymi i rejestracji;
- blokowania, tj. przerywania prądu z tych poziomów, z których wydobycie się nie odbywa, co w dużym stopniu zmniejsza możliwość omyłek, gdyż nadawać może sygnały tylko ten poziom, dla którego klatka jest przeznaczona, oraz
- zupelnego zautomatyzowania sygnalizacji — przy wydobyciu skipowym.

Normy obowiązujące dotychczas w Polsce dla sygnalizacji w kopalniach ujęte są w następujących przepisach:

1. przepisy wydane przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich — PNE-17/1937;

2. projekt przepisów technicznych dla przewozu ludzi w szybach, opracowany w r. 1931 przez specjalną Komisję, powołaną przez Stowarzyszenie Dozoru Kotłowni w Katowicach, na życzenie Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach, i uznany obecnie w Polsce przez wszystkie instytucje, jako miarodajny;

3. ogólne przepisy Górniczo-Policyjne, oraz

4. Bergpolizei - Verordnung für die Seilfahrt, ostatnie wydanie z 23.XII. 1936 r.

Należałoby tu wyrazić życzenie, aby powyższe przepisy, które wzajemnie się uzupełniają, zostały zebrane w jedną całość, mogącą służyć za podstawę do projektowania sygnalizacji kopalnianych.

Aparaty wchodzące w skład elektrycznych urządzeń sygnalizacyjnych w kopalniach — ze względu na ciężkie warunki, w jakich mają one pracować — posiadają mocną budowę wodo- i gazoszczelną, dostatecznie chroniącą je od uszkodzeń mechanicznych, wody i pyłu węglowego. W kopalniach zagrożonych gazami wybuchowymi aparaty te posiadają nadto budowę przeciwwybuchową. Normy dla tego rodzaju urządzeń przeciwwybuchowych przewidziane są w przepisach PNE-17/1937 r., a instytucją orzekającą, czy dany aparat odpowiada powyższym normom, jest stacja doświadczalna przy kopalni „Barbara“ w Mikołowie Śl.

#### OPIS APARATÓW SYGNALIZACYJNYCH.

##### Przyciski.

Najważniejszą część każdej sygnalizacji stanowią przyciski, czyli kontakty. Służą one do nadawania wszelkich sygnałów, zarówno przy manipulacjach ręcznych, jak i automatycznych, tj. kiedy przyciski sygnalizacyjne sterowane są ruchomymi częściami urządzeń wydobywczych.

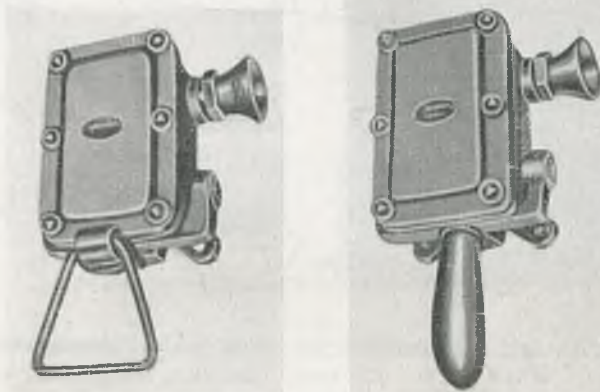
Budowa ich musi odpowiadać zadaniu, jakie mają one spełniać. Jeżeli przycisk ma być często w użyciu, jak np. przycisk wykonawczy przy wydobywaniu, — powinien on posiadać mocną budowę i kontakty nie ulegające szybkiemu spalaniu. Najodpowiedniejsze do tego celu są przyciski olejowe (rys. 1), których styki zanurzone są stale w oleju. Stosować je można dla napięć do 150 woltów i do 1000 watów mocy załączanej.

Również silną budową odznaczają się przyciski (rys. 2) z chwytami do pociągania, lub przyciskania; mogą one być także stosowane przy sygnałach często nadawa-

nych. Ze względu na wykonanie przeciwwybuchowe mają one zastosowanie w kopalniach z gazami wybuchowymi.

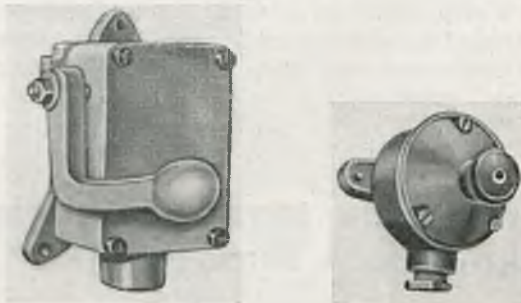
Kontakty przyciskowe (rys. 3) mają budowę lżejszą i używane są tam, gdzie nadawanie sygnałów nie powtarza się często, a więc przy sygnałach niebezpieczeństwa i wezwawczych.

Działanie przycisków polega na tym, że przy naciśnięciu lub pociągnięciu chwytu dźwigni następuje zwarcie obwodu prądu. Powrót dźwigni do położenia pier-



Rys. 2.  
Przyciski w wykonaniu przeciwwybuchowym.

wotnego odbywa się pod działaniem sprężyny. W specjalnych wypadkach używa się takie przyciski, które stale zamykają obwód, a przy naciśnięciu powodują przerwę w obwodzie prądu.

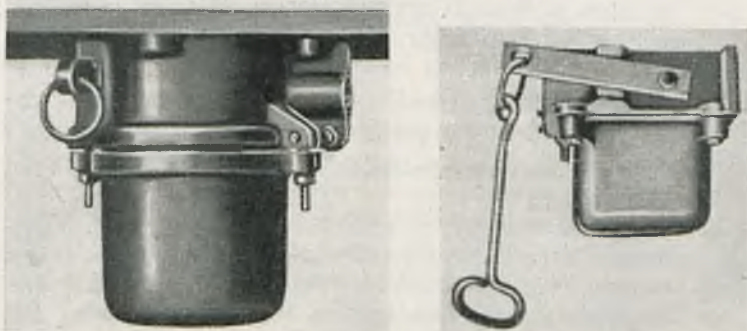


Rys. 3.  
Widok kontaktów przyciskowych.

Gdy kilka przycisków — do różnych celów — instaluje się obok siebie, należy zwracać uwagę, ażeby różniły się kształtem lub rodzajem chwytów; w ten sposób ułatwia się sygnaliście kojarzenie odnośnego sygnału z kształtem przycisku. Jeżeli więc umieszczamy np. obok siebie dwa przyciski, z których jeden ma służyć do nadawania sygnałów wykonawczych, a drugi — porozumiewawczych, to jeden z nich powinien być zaopatrzony w chwyt do pociągania, a drugi — do przyciskania.

Ważny jest także wybór miejsca umieszczenia przycisków, które powinny mieć takie położenie, ażeby sygnalizującemu było najwygodniej nimi operować. Wskazane jest poza tym umieszczenie na przyciskach tabliczek z oznaczeniem celu, do którego służą.

Przyciski do sygnalizowania automatycznego posiadają budowę, jak wyżej opisano, i różnią się jedynie formą dźwigni, której kształt zależy jest



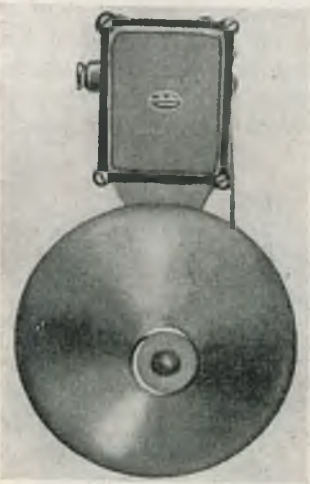
Rys. 1.  
Widok przycisków olejowych.

wtedy od urządzeń wydobywczych, z którymi mają one współpracować.

#### Dzwonki.

Najpopularniejszym sygnałem akustycznym jest dzwonek. W sygnalizacji szybowej rozróżniamy dzwonki jednouderzeniowe oraz grzechotkowe.

Dzwonki jednouderzeniowe (rys. 4) dają przy każdym załączeniu obwodu dzwonek jedno tylko uderzenie; można nimi nadawać dowolną liczbę uderzeń, w dowolnych odstępach czasu. Zasadniczą część ich budowy stanowi elektromagnes, przyciągający przy każdym włączeniu prądu dźwignię elektromagnesu, do której przymocowany jest młoteczek. Dzwonki te nie posiadają przerywacza, skutkiem czego są one pewniejsze w działaniu i trwalsze od dzwonek grzechotkowych. Dzwonki jednouderzeniowe używane są tam, gdzie zależy nam na niezawodności sygnałów i gdzie obowiązuje umówiona liczba uderzeń, co ma np. miejsce przy jeździe ludzi oraz przy wydobywaniu.



Rys. 4.  
Widok dzwonka jednouderzeniowego.

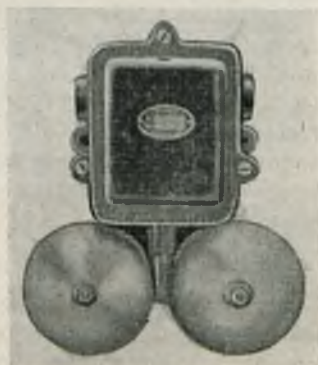
Ażeby głos dzwonek jednouderzeniowych był wyraźny i donośny, czasie ich posiadają duże rozmiary — od 250 do 350 mm średnicy.

Sygnalizujący musi sam słyszeć nadawane przez siebie sygnały; do tego celu służą tzw. dzwonki kontrolne.

O ile obok siebie umieszcza się dwa dzwonki, otrzymują one czasie o odmiennym głosie. Ma to zwykle miejsce na podszybiu, gdzie bywa umieszczony dzwonek porozumiewawczy z poziomami, tj. taki, którym poziom dają sygnały do nadszybia, oraz dzwonek kontrolny, którego uderzenia słyszy sygnalista nadszybowy, podając otrzymane z dołu sygnały do maszyny wyciągowej.



Rys. 5.  
Dzwonek grzechotkowy.



Rys. 6.  
Dzwonek grzechotkowy spolaryzowany.

Dzwonki grzechotkowe (rys. 5 i 6), wydają dźwięk ciągły, przerywany, spowodowany działaniem przerywacza. Dźwignia, przyciągana przez cewki elektromagnesu, wprawia w ruch wibracyjny membranę, do

której z zewnętrznej strony przymocowany jest młoteczek, uderzający w czasie dzwonka. W ten sposób, nie naruszając szczelności dzwonka, membrana przekazuje nazewnątrz do młotka wibracje dźwigni wewnętrznej.

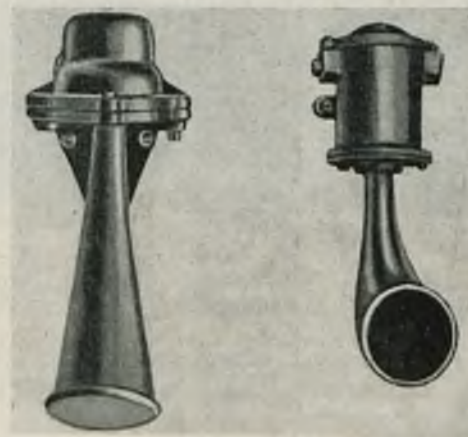
Budowane są również dzwonki grzechotkowe bez przerywaczy, ze stałymi magnesami, tzw. polaryzowane (rys. 6).

Budowa tych dzwonek przedstawia się, jak następuje: na dnie skrzynki dzwonka umieszczona jest w odpowiedniej tulejce ośka, do której zewnętrznego końca przymocowany jest pręt młoteczka, a do wewnętrznego — dwuramienna kotwica; kotwica wraz z prętem młoteczka wprawiana jest w szybki ruch wahadłowy przez wzajemne oddziaływanie pól magnetycznych magnesów stałych oraz elektromagnesów zasilanych prądem zmiennym.

Dzwonki polaryzowane mogą być uruchamiane tylko prądem zmiennym lub induktorowym. Dzwonki grzechotkowe używane są do sygnałów rzadziej nadawanych — najczęściej w celu zwrócenia uwagi maszynisty lub sygnalisty na ukazujący się równocześnie sygnał optyczny, jak np. zmiana poziomu lub szybkość (jazda ludzi, wydobywanie).

#### Buczki.

Drugim sygnałem akustycznym, stosowanym w sygnalizacji kopalnianych, jest buczek (rys. 7), którego działanie oparte jest na drganiach membrany wpra-



Rys. 7.  
Buczki elektryczne membranowe w okapturzeniach wodo- i gazoszczelnych.

wianej w ruch przez elektromagnesy. Buczki na prąd stały posiadają wbudowany przerywacz z kontaktami wolframowymi, odpornymi na działania iskry, powstającej przy przerywaniu prądu, oraz kondensator dla zmniejszenia iskrzenia. Pewniejszymi w działaniu są buczki na prąd zmienny, a to ze względu na prostszą budowę — wskutek braku przerywaczy.

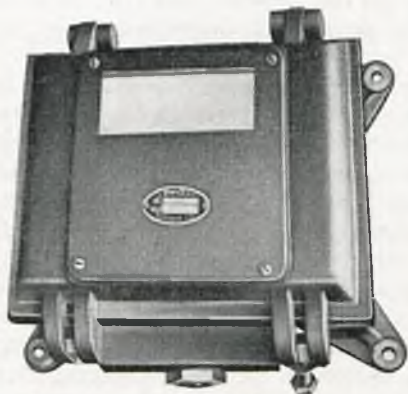
Buczki stosuje się najczęściej dla sygnałów, których wynikiem ma być niezwłoczne zatrzymanie maszyny wyciągowej, a więc dla sygnalizowania: 1) niebezpieczeństwa, 2) zatrzymania taśmy odbierającej węgiel na sortowni oraz 3) przepełnienia zbiornika na górze, skąd taśma zabiera węgiel; dwa ostatnie przypadki odnoszą się do wydobywania skipowego.

Siła głosu tych buczek wynosi około 70—80 fonów.

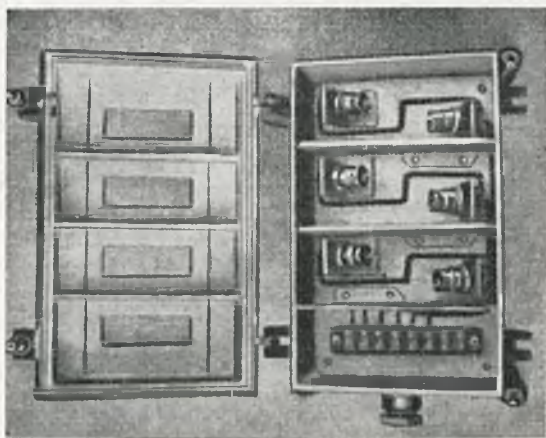
#### Tablice świetlne.

Tablice świetlne buduje się w formie prostokątnej skrzynki (rys. 8), podzielonej wewnątrz przegródkami na tyle części, ile jest okienek. W przedziałach tych

umieszcza się żarówki, w ostatniej zaś—prócz żarówki—listwę z materiału izolacyjnego z zaciskami dla przyłączenia przewodów. W pokrywie — w otworach okienek — są szczelnie oprawione kolorowe szkła matowe,



a.



b.

Rys. 8.

Tablice świetlne z jednym (a) i trzema (b) okienkami.

o barwach lub nazwach odpowiadających wyświetlanym sygnałom; w ściankach umieszczone są dławiki dla uszczelnienia przewodów.

Za pomocą znaków świetlnych sygnalizuje się poziomy, z których jazda ma się odbywać, oraz charakter jazdy, tj. jazdę ludzi, wzgl. wydobyć. Sygnałami tymi dysponuje sygnalista nadszybia, jako odpowiedzialny za przebieg sygnalizacji.



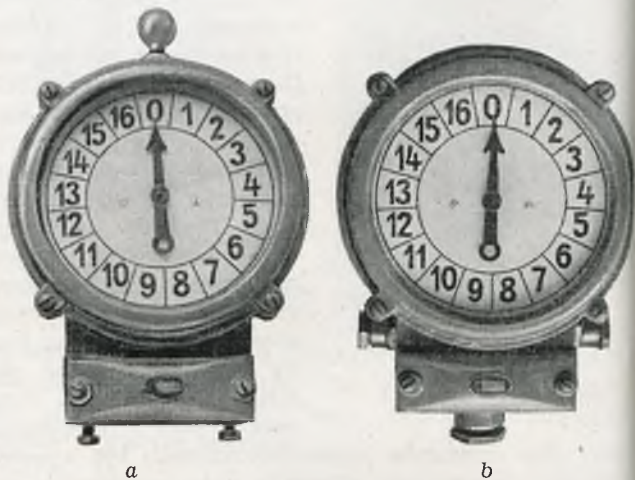
Rys. 9.

Tablica przedstawia obrazowo wykonywane czynności: a — świeci, kiedy skip jest na dole; b — kiedy kłapa jest otwarta; c — oznacza: „gotowe, odjazd”; 1, 2, 3 — stopień napełnienia rękawa zbiornika; „zał.” — prąd załączony.

W związku z coraz szerszym zastosowaniem urządzeń skipowych dla szybszego wydobywania przystosowano odpowiednio i sygnalizację szybową. Najgłówniejszym i charakterystycznym elementem sygnalizacji szybowej dla wydobywania skipowego jest tablica świetlna (rys. 9) przedstawiająca obrazowo odbywające się czynności, jak: dojdzie naczyń wydobywczych na dół, otwarcie i zamknięcie kłap zszpów, napełnianie rękawów zbiornika oraz sygnał odjazdu.

#### Wskaźniki kontrolne.

Wskaźniki kontrolne (rys. 10) służą do kontrolowania liczby uderzeń dzwonów jednoudzerzeniowych. Umieszcza się je zwykle na nadszymbiu oraz w hali maszyny wyciągowej; ten ostatni wskaźnik zaopatrzone jest w czerwoną lampkę.



a

b

Rys. 10.

Wskaźniki kontrolne, wskazujące liczbę sygnałów akustycznych; a — wskaźnik z lampką, przeznaczony jest dla maszyny wyciągowej, b — wskaźnik bez lampki dla nadszybia.

Gdy poziom podaje sygnały do nadszybia, strzałka wskaźnika pokazuje liczbę uderzeń, posuwając się w miarę uderzeń dzwonka stopniowo naprzód. Kiedy nastąpi sygnał do maszyny wyciągowej, jego wskaźnik kontrolny cofa się, strzałka zaś wskaźnika maszynisty posuwa się naprzód. Równocześnie z uderzeniem pierwszego sygnału z poziomu zapala się na wskaźniku maszyny wyciągowej czerwona lampka i pali się tak długo, dopóki sygnalista nadszybowy nie wybiśnie wszystkich otrzymanych sygnałów, tj. dopóki strzałka jego wskaźnika nie wróci do zera. Zgaśnięcie czerwonej lampki stanowi dla maszynisty znak, że dalsze uderzenia nie nastąpią i może on już uruchomić maszynę — odpowiednio do otrzymanego sygnału.

#### Aparaty rejestrujące sygnały.

Opisany wyżej wskaźnik kontrolny wskazuje liczbę podanych sygnałów, umożliwiając maszyniście sprawdzenie, czy nie przesłyszał się on co do liczby uderzeń dzwonka. Wskaźnik ten nie pozostawia jednak żadnych trwałych śladów przebiegu sygnalizowania, które mogłyby stanowić w przyszłości świadectwo w razie nie szczęśliwego wypadku.

Brak ten wypełniają aparaty rejestrujące, które pozostawiają na taśmie papierowej, poruszanej mechanizmem zegarowym, znaki odpowiadające otrzymanym przez maszynistę sygnałom.

W kopalniach stosowane są dwa rodzaje aparatów rejestrujących, a mianowicie: piszące oraz wybijające na taśmie otwory; przerwy pomiędzy znakami odpowiadają odstępom czasu, w jakich sygnały były nadane.

Budowa aparatów rejestrujących oparta jest na działaniu elektromagnesów, które otrzymują impulsy równocześnie z uderzeniami dzwonka jednoudereniowego.

#### Łącznik blokujący.

Ażeby sygnały z dwóch różnych poziomów nie zbiegły się, stosuje się tzw. łączniki blokujące poziomy (rys. 11), które instaluje się na nadszymbiu. Przy pomocy tych łączników sygnalista nadszymbia załącza prąd do tego poziomu, z którego ma się odbywać sygnalizowanie. Równocześnie z przekręceniem łącznika na potrzebny poziom zapala się w tablicy świetlnej u maszynisty okienko z oznaczeniem tego poziomu, a na podszybiu odblokowanego poziomu zapala się również światło — w tablicy świetlnej jednookienkowej na znak, że prąd jest załączony i sygnalizowanie może się rozpocząć.



Rys. 11.

Łącznik blokujący poziomy.

Do innych poziomów obwód prądu w tym czasie jest przerwany.

#### Łącznik dyspozycyjny.

Ruchem klatki dysponuje sygnałowy nadszymbia; on informuje maszynistę o tym, czy ma się odbywać jazda ludzi, czy też wydobyć; on też przekazuje do maszynisty otrzymane z poziomów sygnały.

W tym celu sygnałowy nadszymbia ma pod ręką łącznik dyspozycyjny (rys. 12), którym podaje odnośne dyspozycje maszyniście — przez przekręcanie odpowiednich uchwytyów.



Rys. 12.

Łącznik dyspozycyjny dla jazdy ludzi, opuszczania materiałów oraz rewizji szybu z dwu poziomów.

Ponieważ szybkość ruchu klatki przy jeździe ludzi powinna być mniejsza od szybkości przy wydobywaniu węgla, kontakty łącznika dyspozycyjnego bywają połączone z uzwojeniem cewek elektromagnesów maszyny wyciągowej w ten sposób, że nawet pomimo nieuwagi maszynisty nie może on uruchomić maszyny z szybkością nie odpowiadającą zadysponowanej czynności.

#### Aparaty klapkowe.

Dla umożliwienia szybkiej i pewnej sygnalizacji w przypadkach, kiedy ładowanie wozów lub wsiadanie ludzi odbywa się z dwóch lub trzech pomostów równocześnie — przy klatce dwu lub trzypiętrowej — stosuje się

aparaty klapkowe (rys. 13).

Przyrządy te posiadają wewnątrz elektromagnes oraz kilka kontaktów, z których jeden przy podnoszeniu ręką klapki zamyka obwód elektromagnesu, przez co klapka pozostaje w położeniu podniesionym; drugi kontakt włącza światło do jednego z okienek tablic świetlnych na głównym pomoście danego poziomu — u sygnalisty nadszymbowego i w maszynie wyciągowej; trzeci wreszcie kontakt zamyka obwód prądu do przycisku wykonawczego. Kiedy wszystkie klapki są podniesione, główny sygnalista podszybia otrzymuje prąd w swoim przycisku wykonawczym i może dać sygnał odjazdu. Analogiczny przebieg sygnalizowania odbywa się i na nadszymbiu.



Rys. 13.

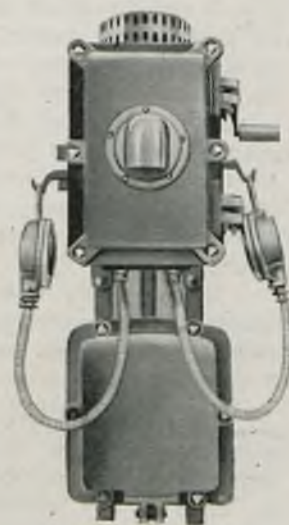
Aparat klapkowy do szybkiej sygnalizacji przy wydobywaniu i jeździe ludzi.

System ten wyłącza możliwość zbyt wczesnego podania sygnału odjazdu, gdyż przyciski wykonawcze głównych sygnalistów podszybia i nadszymbia reagują dopiero po podniesieniu wszystkich kłapek. Poza tym posiadają one również kontrolę optyczną w postaci rozświetlonych okienek, oznaczających pomosty gotowe do odjazdu. Te same znaki optyczne widać i maszynista na swej tablicy świetlnej. Z chwilą, kiedy maszyna rusza, opadają wszystkie klapki i gasną światła.

Przy zastosowaniu aparatów klapkowych można pójść jeszcze dalej w zaoszczędzaniu czasu na sygnalizowanie; odrzuca się mianowicie zupełnie przyciski wykonawcze, których rolę spełniają całkowicie aparaty klapkowe. Kontakty podnoszonych na poziomie i na nadszymbiu kłapek zamykają kolejno obwód buczka lub dzwonka „gotowości“ w maszynie wyciągowej. Podniesienie ostatniej klapki powoduje zamknięcie obwodu i uruchomienie sygnału „gotowości“, na skutek którego maszynista wprawia w ruch maszynę. Kolejność podnoszenia kłapek nie ma przy tym znaczenia.

#### Telefony.

Niezależny i równoległy element każdej sygnalizacji szybkiej stanowią telefony (rys. 14), które służą do wzajemnego porozumiewania się poziomów z nadszymbiem i halą maszyny wyciągowej. Są one do dyspozycji nawet wówczas, kiedy źródło prądu, zasilającego ogólną sygnalizację, zostaje odcięte. Budowa telefonów musi być również przystosowana do ciężkich warunków pracy w kopalniach. Stosowane są tu zwykle telefony ze skrzynką baterijną dla baterii miejscowej.



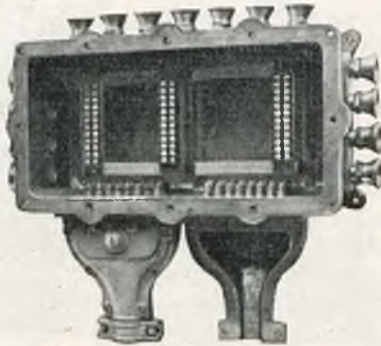
Rys. 14.

Telefon kopalniany w okapturzeniu wodo- i pyłoszczelnym z dwoma słuchawkami, dzwonkiem indukcyjnym i skrzynką baterijną.

#### Skrzynki rozdzielcze.

Skrzynki rozdzielcze służą do łączenia żył kabli szy-

bowych z odgałęzieniami do poszczególnych aparatów (rys. 15). Składają się one ze skrzynki żeliwnej — hermetycznie zamykanej, sztuków kablowych dla doprowadzenia i odprowadzenia głównych kabli oraz dławiki-



Rys. 15.  
Skrzynka rozdzielcza bez pokrywy.

ków dla uszczelnienia przewodów wychodzących do poszczególnych aparatów sygnalizacyjnych. Wewnątrz skrzynek umieszczone są listwy wykonane z materiału izolacyjnego z zaciskami do przyłączania żył przewodów.

#### Zródła prądu.

W celu uniezależnienia sygnalizacji od jakichkolwiek ubocznych zakłóceń przepisy władz nadzorczych wymagają, ażeby dla sygnalizacji stosowane były odrębne, niezależne źródła prądu, którymi mogą być baterie akumulatorów, przetwornice, prostowniki oraz transformatory. Ze źródeł tych nie można czerpać prądu dla innych urządzeń; podobnie nie mogą być zasilane sygnalizacje dwóch wyciągów z jednego źródła (PNE-17).

Poza tym muszą być przewidziane zapasowe źródła prądu na wypadek uszkodzenia jednego z nich lub przy akumulatorach — na czas ich ładowania (przepisy górnicze).

O ile urządzenia sygnalizacyjne zasilane są prądem zmiennym, to używane bywa najczęściej napięcie 110 woltów, przy czym — o ile w sieci jest również do dyspozycji prąd o napięciu 110 woltów, stosuje się transformator o przekładni napięć 110/110 V, ażeby uczynić zadość przepisowi o odrębnym źródle prądu.

Potrzebna do obsługi jednego urządzenia sygnalizacyjnego moc źródła prądu wynosi ok. 1 000 VA.

#### Kable.

W celu połączenia aparatów sygnalizacyjnych w hali maszyny wyciągowej z nadszybiem stosuje się kabel ziemny wielożyłowy; izolacja żył — papierowa. Nadszybie i poziomy łączy się kablem sygnalizacyjnym szybowym, opancerzonym płaszczem ołowianym oraz podwójną drucianą spiralą przeciwskrętną, bez zewnętrznej juty, która w razie pożaru mogłaby stanowić drogę dla

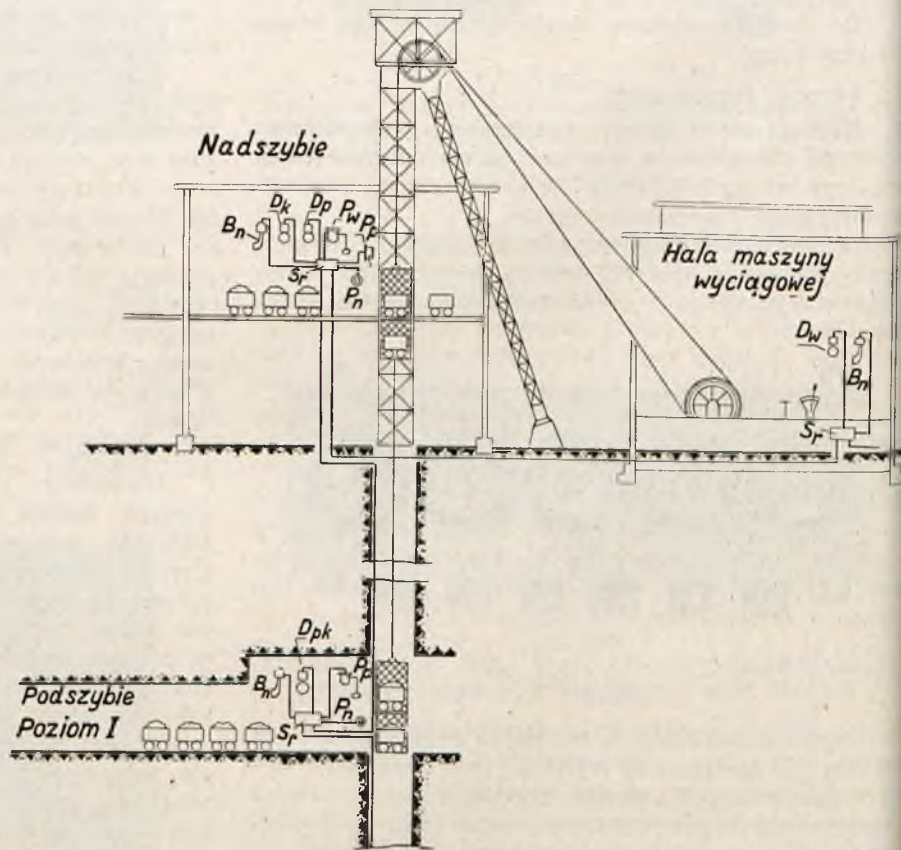
przenoszenia ognia wzdłuż całego szybu. W szybach zwłaszcza mokrych, pożądana jest izolacja żył gumowa.

Do połączeń między skrzynkami rozdzielczymi a poszczególnymi aparatami służą dwu-, cztero- lub sześćżyłowe kable ziemne z izolacją żył gumową. Przekrój żył kabli używanych do sygnalizacji wynosi 1,5 mm<sup>2</sup> dla wszystkich aparatów, z wyjątkiem telefonów, dla których stosuje się żyły o średnicy 0,8 mm. Przy projektowaniu sygnalizacji należy przewidywać zawsze kilka żył (1,5 mm<sup>2</sup>) zapasowych, ponieważ może zajść potrzeba dołączenia w przyszłości nowych aparatów wzgl. dalszych poziomów. Kable stanowią bardzo kosztowną część urządzenia sygnalizacyjnego, powinno się je zatem tak projektować, ażeby nie zaszła potrzeba zakładania nowego kabla.

Przy montowaniu kabli szybowych należy zwracać baczną uwagę na dokładne zabezpieczenie od wilgoci końców kabli przyłączanych do skrzynek rozdzielczych w szczególności zaś jeśli chodzi o kable z izolacją żył papierową. Zdarza się bowiem, że wskutek niedokładnego zabezpieczenia kable nasiąkają na końcach wilgocią na długości 1—2 metrów, co może spowodować niedomagania sygnalizacji.

#### NAJPROSTSZA SYGNALIZACJA AKUSTYCZNA.

Na rys. 16 pokazany jest schemat szybu kopalni węgla z wyciągiem klatkowym o dwóch piętrach z sygnalizacją akustyczną o rozwiązaniu najprostszym. W hali



Rys. 16.

Schemat szybu kopalnianego z sygnalizacją akustyczną dla jazdy ludzi, wzdobywania i na wypadek niebezpieczeństwa.

$B_n$  — buczki niebezpieczeństwa;  $D_k$  — dzwonek kontrolny;  $D_p$  — dzwonek porozumiewawczy;  $D_{pk}$  — dzwonek porozumiewawczy kontrolny;  $D_w$  — dzwonek wykonawczy;  $P_n$  — przyciski niebezpieczeństwa;  $P_p$  — przyciski porozumiewawcze;  $P_w$  — przycisk wykonawczy;  $S_r$  — skrzynki rozdzielcze

maszyny wyciągowej znajduje się dzwonek jednouderzeniowy  $D_w$  jako sygnał wykonawczy, oraz buczek  $B_n$  — dla nadawania sygnałów w razie niebezpieczeństwa.

**Sygnalizacja szybowa.**

Na nadszymbiu zainstalowane są: buczek niebezpieczeństwa, oraz dwa dzwoniki jednouderzeniowe, z których jeden służy do sygnałów podawanych z podszymbia  $D_p$ , drugi zaś — jako sygnał kontrolny  $D_k$  przy podawaniu sygnałów wykonawczych do maszyny wyciągowej. Prócz tego na nadszymbiu są zainstalowane przyciski ( $P_w, P_p, P_n$ ), z których pierwszy służy do nadawania sygnałów wykonawczych dla maszyny wyciągowej, drugi — do porozumiewania się z poziomami, trzeci zaś — do uruchamiania buczków niebezpieczeństwa.

Na podszymbiu zainstalowany jest dzwonek jednouderzeniowy  $D_{pk}$  który ma do spełnienia podwójne zadanie: jako sygnał kontrolny przy nadawaniu sygnałów do nadszymbia oraz jako sygnał porozumiewawczy. Do nadawania sygnałów wykonawczych i porozumiewania się z sygnalistą nadszymbia służy przycisk  $P_p$ , a dla sygnalizacji niebezpieczeństwa przycisk  $P_n$ .

Przebieg sygnalizowania przy jeździe ludzi i wydobytciu jest następujący: kiedy na poziomie klatka została załadowana, sygnałowy podszymbia za pomocą przycisku  $P_n$  daje sygnał odjazdu do nadszymbiowego, przy czym liczbę podanych sygnałów wybija równocześnie dzwonek kontrolny  $D_{pk}$ .

Jeżeli sygnałowy nadszymbia ma klatkę również gotową — daje on sygnał odjazdu do maszynisty.

Sygnalizowanie niebezpieczeństwa odbywa się za pomocą przycisków niebezpieczeństwa  $P_n$ , przy czym przy naciśnięciu któregośkolwiek z nich odzywają się wszystkie buczki niebezpieczeństwa, łącznie z buczkiem u maszynisty, który na ten sygnał obowiązany jest niezwłocznie maszynę zatrzymać.

**SYGNALIZACJA AKUSTYCZNO-OPTYCZNA Z BLOKOWANIEM POZIOMÓW.**

Rys. 17 przedstawia schemat sygnalizacji dla wyciągu klatkowego z dwóch poziomów, wyposażoną w urządzenie do blokowania poziomów, wskaźniki kontrolne dla kontroli sygnałów akustycznych, oraz tablice świetlne dla wyświetlania odbywających się czynności i poziomów. Sygnalizacja ta dzieli się na:

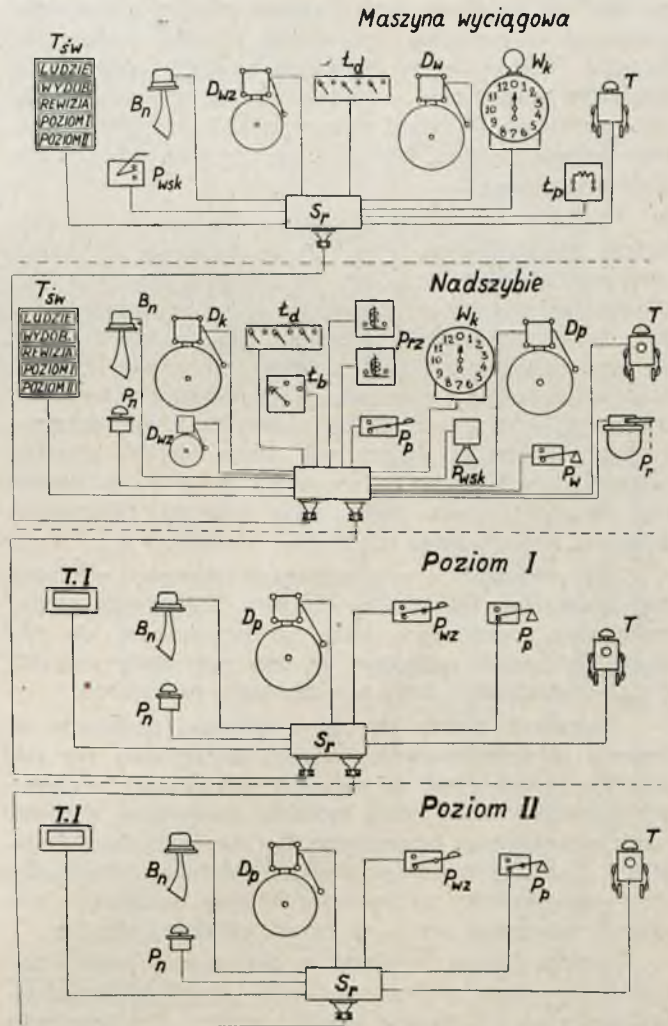
1. sygnalizację przy jeździe ludzi,
2. sygnalizację przy wydobytciu,
3. sygnalizację przy naprawach i rewizji szybu,
4. sygnalizację niebezpieczeństwa, oraz
5. telefony.

**Sygnalizacja przy jeździe ludzi.**

Sygnałowy nadszymbia zawiadamia maszynistę o mającej się odbywać jeździe ludzi przez przekręcenie rączki łącznika dyspozycyjnego  $\mathcal{L}_d$  na literę  $L$ , tj. „ludzie“; na skutek tego w tablicy świetlnej  $T_{\mathcal{L}w}$  w hali maszyny wyciągowej zapala się okienko z napisem „ludzie“; jednocześnie — dla zwrócenia uwagi maszynisty na ten sygnał optyczny — odzywa się dzwonek wezwawczy  $D_{wz}$ , którym zwykle bywa dzwonek grzechotkowy. Maszynista potwierdza zrozumienie sygnału nadszymbowemu przez przekręcenie swego łącznika dyspozycyjnego na  $L$ , przerywając tym działanie dzwonka i zapalając światło w okienku z napisem „ludzie“ w tablicy świetlnej na nadszymbiu. Sygnalista nadszymbia ma obecnie potwierdzony odbiór dyspozycji co do rodzaju czynności, jaka będzie się odbywać, i wie, że maszynista nada wyciągowi szybkość, odpowiednią do dysponowanej czynności.

Następnie sygnałowy nadszymbia ustala poziom, na który ma się odbywać zjazd ludzi, — przez odpowiednie przekręcenie łącznika blokującego  $\mathcal{L}_b$ , na skutek czego w tablicach świetlnych u maszynisty i na nadszymbiu zapala się okienko z oznaczeniem danego poziomu. Równocześnie zostaje włączony prąd do przewodów kontaktu porozumiewawczego obsługiwanego poziomu i na znak, że poziom został „odblokowany“ zapala się światło w okienku jego tablicy świetlnej  $T$ .

Na tym kończą się przygotowania do rozpoczęcia właściwego sygnalizowania jazdy ludzi; sygnałowy podszymbia może już teraz podawać do nadszymbia sygnały



Rys. 17.

Schemat sygnalizacji akustyczno-optycznej z blokowaniem poziomów, wyświetlaniem odbywających się czynności i wskaźnikami kontrolnymi.

$T_{\mathcal{L}w}$  — tablica świetlna 5-cio okienkowa;  $T.I$  — tablica świetlna jednookienkowa;  $B_n$  — buczek niebezpieczeństwa;  $D_{wz}$  — dzwonek wezwawczy grzechotkowy;  $D_w$  — dzwonek wykonawczy jednouderzeniowy;  $D_k$  — dzwonek kontrolny jednouderzeniowy;  $D_p$  — dzwonek porozumiewawczy jednouderzeniowy;  $P_{wsk}$  — przycisk do sprowadzania na zero wskaźnika kontrolnego;  $P_w$  — przycisk wykonawczy;  $P_{wz}$  — przycisk wezwawczy;  $P_p$  — przycisk porozumiewawczy;  $P_n$  — przycisk niebezpieczeństwa;  $P_r$  — przycisk dla rewizji i napraw szybu;  $\mathcal{L}_d$  — łącznik dyspozycyjny;  $\mathcal{L}_b$  — łącznik blokujący;  $\mathcal{L}_p$  — łącznik z bezpiecznikami i lampą wskazującą obecność prądu;  $Prz$  — przekaźniki;  $T$  — telefony;  $S_r$  — skrzynka rozdzielcza;  $W_k$  — wskaźnik kontrolny.



przyciskiem porozumiewawczym  $P_p$ . Każde pociągnięcie chwytu tego kontaktu powoduje jedno uderzenie dzwonka porozumiewawczego na nadszybiu i przesunięcie strzałki wskaźnika kontrolnego  $W_k$  o jedną podziałkę. W ten sposób sygnałowy nadszybia słyszy i widzi, ile sygnałów otrzymał z poziomu.

Sygnałowy podszybia również słyszy liczbę podanych przez siebie uderzeń, gdyż jego dzwonek jednoczesny  $D_p$  odzywa się jednocześnie z dzwonkiem na nadszybiu. Otrzymane z podszybia sygnały podaje sygnałowy nadszybia do maszynisty przyciskiem wykonawczym  $P_w$ , przy czym strzałka jego wskaźnika kontrolnego cofa się stopniowo przy każdym uderzeniu dzwonka, natomiast w maszynie wyciągowej strzałka posuwa się naprzód. Ma on zatem podwójną kontrolę podawanych sygnałów: akustyczną — od dzwonka kontrolnego  $D_k$  oraz wzrokową — dzięki wskaźnikowi kontrolnemu, którego powrót do zera jest znakiem, że seria uderzeń została wyczerpana.

Zachodzi tu jeszcze obawa, że maszynista może się okazać niecierpliwym, i że, nie doczekawszy do końca całej serii uderzeń, uruchomi on maszynę wcześniej. Dla uniemożliwienia tej ewentualności służy wspomniana już przy opisie wskaźników czerwona lampka, która zapala się u maszynisty z chwilą podania pierwszego sygnału przez sygnalistę na poziomie, tj. w momencie wychylenia się strzałki wskaźnika na nadszybiu z położenia zerowego. Lampa ta świeci tak długo, dopóki strzałka wskaźnika nadszybowego nie wróci do zera, tj. dopóki nie zostanie wybita pełna seria uderzeń. Maszynista wówczas dopiero może uruchomić maszynę.

Równocześnie z uruchomieniem maszyny wyciągowej maszynista sprowadza do zera wskazówkę swego wskaźnika kontrolnego, ażeby go przygotować do odbioru następnych sygnałów; do tego celu służy przycisk  $P_{wsk}$  uruchamiany nogą lub dźwignią hamulcową.

Ponieważ zdarza się, że z poziomu nadawane są sygnały porozumiewawcze, których nadszybowy nie potrzebuje przekazywać do maszyny wyciągowej, sygnałowy nadszybia musi mieć możliwość kasowania wskazań swojego wskaźnika kontrolnego. Do tego celu służy przycisk  $P_{wsk}$ , który może być również zastąpiony w budowanym na wskaźniku przyciskiem, którego naciśnięcie powoduje włączenie prądu do cewki, cofającej strzałkę.

Należy jeszcze wyjaśnić, w jaki sposób poziom zablokowany może zwrócić na siebie uwagę nadszybowego, kiedy ma on zamiar zażądać klatki. Do tego celu służą przyciski wezwawcze  $P_{wz}$ , których naciśnięcie wprawia w ruch dzwonek wezwawczy  $D_{wz}$  na nadszybiu i zapala czerwone światło w okienku danego poziomu. Sygnałowy nadszybia przerywa działanie dzwonka przez naciśnięcie guzika przekaźnika  $Prz$  i przełącza łącznik blokujący  $L_b$  na dany poziom, o ile nie jest on w danej chwili zajęty sygnałami z innego poziomu. Na skutek tego zostaje włączony prąd do przewodów przycisku  $P_p$  i sygnałowy podszybia może rozpocząć nadawanie sygnałów. Okienka z oznaczeniem czynnego poziomu w tablicach świetlnych w maszynie wyciągowej, nadszybiu i podszybiu stale świecą. Inne poziomy nadawać sygnałów w tym czasie nie mogą.

#### *Sygnalizacja przy wydobyciu.*

Sygnalizacja ta odbywa się w ten sam sposób, jak przy jeździe ludzi, — z tą różnicą, że po zakończeniu zjazdu ludzi sygnałowy nadszybia przełącza łącznik dyspozycyjny  $L_d$  na  $W$ , tj. na „wydobyć”, przez co zapala

światło w okienku z napisem „wydobyć” u maszynisty. Maszynista potwierdza zrozumienie dyspozycji przekreśleniem swojego łącznika dyspozycyjnego na  $W$  z równoczesnym zapaleniem okienka „wydobyć” na nadszybiu i zmienia przekładnię maszyny wyciągowej na większą szybkość. Dalej sygnalizowanie następuje, jak wyżej.

#### *Sygnalizowanie przy rewizji i naprawach szybu.*

Przy tej czynności musi być umożliwione nadawanie sygnałów z każdego położenia klatki w szybie. W tym celu przewidziany jest na nadszybiu specjalny przycisk  $P_r$ , do którego dźwigni przymocowana jest stalowa linka opuszczona przez całą głębokość szybu. Sygnalizowanie odbywa się bezpośrednio do maszyny wyciągowej, bez udziału sygnałowego nadszybia, którego rola w tym przypadku ogranicza się do włączenia łącznika dyspozycyjnego na rewizję, a tym samym do wyświetlenia napisu „rewizja” na tablicy świetlnej u maszynisty, który ze swej strony potwierdza otrzymaną dyspozycję, jak poprzednio.

#### *Sygnalizacja w razie niebezpieczeństwa.*

Sygnalizacja na wypadek niebezpieczeństwa odbywa się podobnie, jak opisano w poprzednim przykładzie sygnalizacji akustycznej — za pomocą przycisków  $P_n$  i buczków  $B_n$ .

#### *Telefony.*

Telefony są zwykle instalowane w maszynie wyciągowej, nadszybiu i na wszystkich poziomach. Są one niezależne od źródła prądu w sygnalizacji, a tym samym stanowią element zastępczy na wypadek unieruchomienia sygnalizacji z jakiegokolwiek powodu.

Na rys. 18 i 19 pokazane są układy połączeń skomplikowanych sygnalizacji szybowych, których szczegółowy opis — dla braku miejsca — pomijamy.

### SYGNALIZACJA AUTOMATYCZNA DLA WYDOBYCIA SKIPOWEGO.

#### *Zasada wydobywania skipowego.*

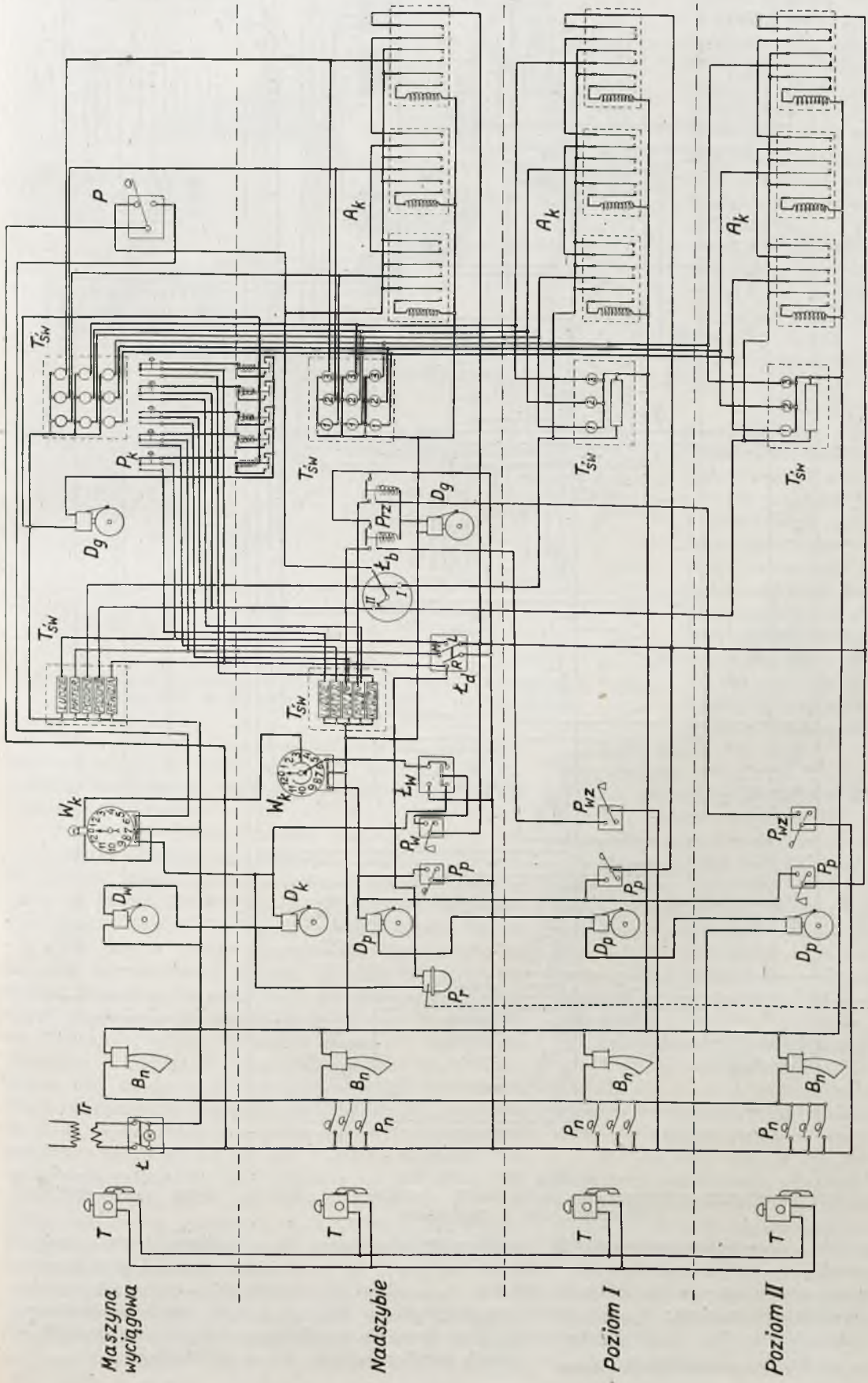
Coraz szersze zastosowanie urządzeń skipowych w kopalnictwie węglowym wywołało konieczność odpowiedniego przystosowania doń sygnalizacji.

Zasada wydobywania skipowego przedstawiona jest na rys. 20 i polega na tym, że z głębi kopalni na powierzchnię nie wydobywa się wózków z węglem, jak ma to miejsce przy wydobywaniu klatkowym, lecz sam tylko węgiel, zatem stosunek wagi użytecznej do wagi martwej przedstawia się korzystniej.

Węgiel na dole dostarczany jest wózkami, które zapychane są — po jednym lub po dwa naraz — na wywrot, gdzie przez obrót zawartość ich zostaje wysypywana do dwóch rękawów zbiornika, w równych ilościach. Po kilku obrotach wywrotu rękawy zbiornika zostają napełnione węglem i są gotowe do opróżnienia. Opróżnianie rękawów zbiornika nie następuje jednak równocześnie, lecz kolejno, gdyż w czasie, kiedy jeden skip znajduje się na dole, drugi jest na górze. Aby napełnianie zbiorników następowało nie jednocześnie — mimo równomiernego dosypywania węgla — napełnia się na początku jeden z rękawów częściowo, np. do połowy lub do  $\frac{1}{3}$  części, a po tym dosypuje się do obydwu równe ilości węgla. Kiedy jeden z rękawów zbiornika jest napełniony i naczynie wydobywcze — tzw. skip — znajduje się naprzeciwko jego wylotu, maszynista obsługujący urządzenie wywrotu, przekreśla odpowiednią dźwignię, na skutek czego otwiera się kłapa pełnego rękawa

i jego zawartość wysypuje się do skipu. Gdy kłapa zostanie zamknięta, skip rusza do góry, drugi zaś zostaje opuszczony na dół i zatrzymuje się przed drugim rękawem, który w czasie ruchu skipów został dopełniony

węglem. Na górze — dzięki odpowiednio zakrzywionej prowadnicy — ruchome dno skipu otwiera się i węgiel wysypuje się do zbiornika, skąd zabierany jest taśmą transportową do sortowni.



Rys. 18.

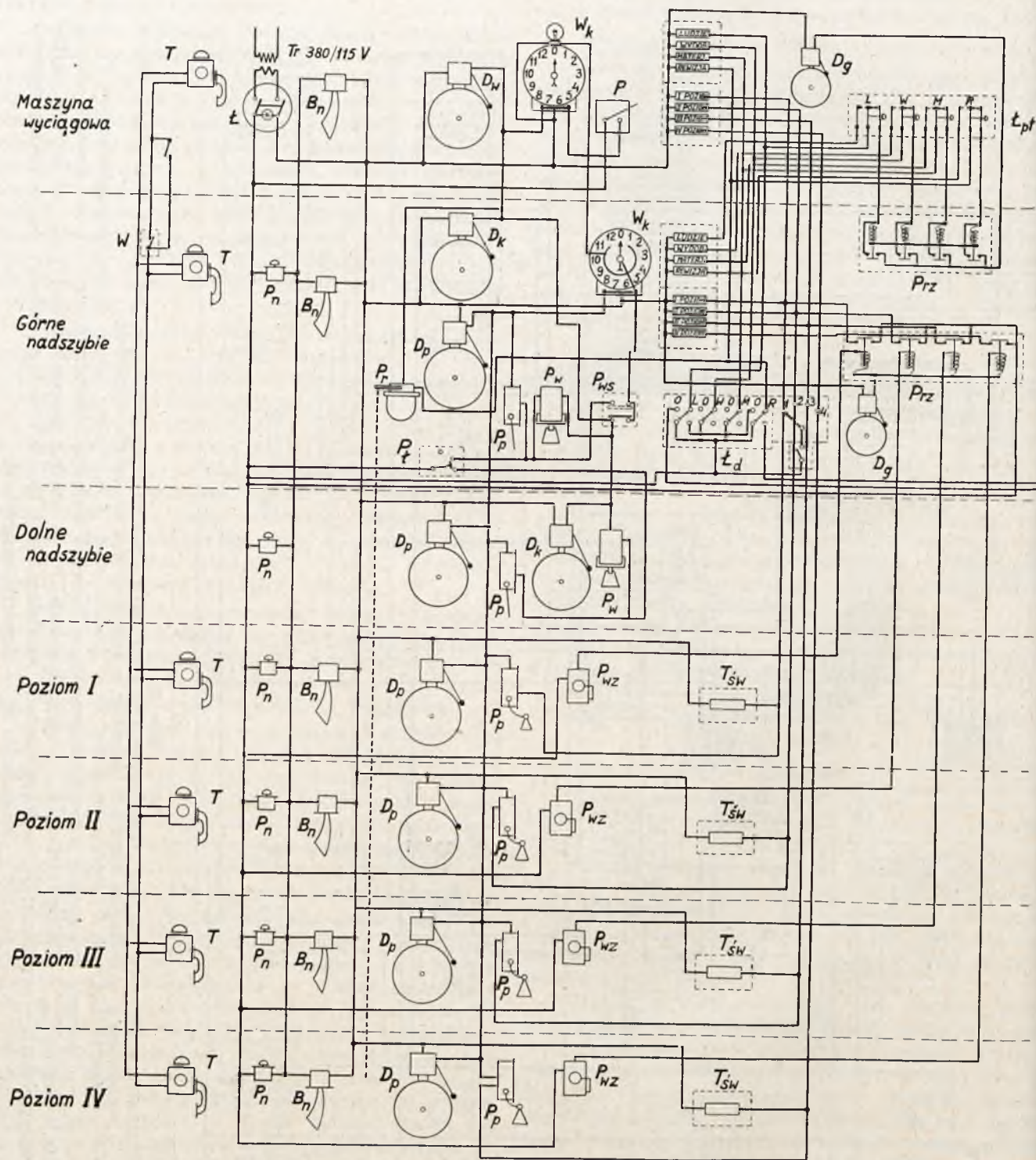
Układ połączeń sygnalizacji akustyczno-optycznej dla jazdy ludzi, opuszczania materiałów i rewizji szybu przy klatce 3-piętrowej z równoczesnym wsiadaniem i wysiadaniem ludzi z 3 pomostów, z zastosowaniem urządzenia kłapkowego.

$P_k$  — przycisk kwitujący;  $P$  — przycisk nożny;  $A_k$  — aparaty kłapkowe;  $Tr$  — transformator;  $T$  — telefony;  $B_n$  — buczki niebezpieczeństwa;  $P_n$  — przyciski niebezpieczeństwa;  $D_w$  — dzwonek wykończony;  $W_k$  — tablice świetlne;  $P_r$  — przycisk porozumiewawczy;  $D_p$  — dzwonek porozumiewawczy;  $P_wz$  — przycisk wykończony;  $P_{wz}$  — przycisk cofania wskaźnika;  $L_w$  — łącznik cofający poziomy;  $L_d$  — łącznik dyspozycyjny;  $P_{wz}$  — przełącznik;  $D_g$  — dzwonek grzechotkowy.

Opisane powyżej czynności odbywają się bardzo szybko, gdyż z prędkością ok. 60 wyciągów na godzinę — zależnie od głębokości szybu.

Ponieważ jedną z główniejszych zalet skipów, jak

to wynika z powyższego opisu, jest szybkość wydobywania — sygnalizację należało tu przystosować w ten sposób, ażeby przy zupełnej pewności sygnałów nie tracić czasu na ręczne sygnalizowanie i nie zatrudniać specjalnych sygnalowych



Rys. 19.

Układ połączeń sygnalizacji akustyczno-optycznej dla jazdy ludzi, wydobywania i rewizji szybu przy wyciągu klatkowym dla 4 poziomów.

$P$  — przycisk nożny;  $P_{ws}$  — przycisk wskaźnika;  $W$  — wyłącznik telefoniczny;  $\mathcal{L}$  — wyłącznik;  $Tr$  — transformator;  $T$  — telefony;  $D_w$  — dzwonek wykonawczy jednoudzerzeniowy;  $D_k$  — dzwonek kontrolny jednoudzerzeniowy;  $D_p$  — dzwonek porozumiewawczy jednoudzerzeniowy;  $P_r$  — przycisk rewizja;  $P_p$  — przycisk porozumiewawczy;  $P_w$  — przycisk wykonawczy;  $P_{wz}$  — przycisk wezwawczy;  $B_n$  — buczyk niebezpieczeństwa;  $P_n$  — przycisk niebezpieczeństwa;  $T_{sw}$  — tablica świetlna;  $D_g$  — dzwonek grzechotkowy;  $W_k$  — wskaźnik kontrolny;  $\mathcal{L}_d$  — łącznik dyspozycyjny;  $\mathcal{L}_{pt}$  — łącznik potwierdzający;  $Prz$  — przekaźniki.

Sygnalizacja zatem do wydobycia skipowego jest całkowicie zautomatyzowana.

Zadaniem jej jest informowanie pracownika, ob-

strony okienek 2 i 3. Jednocześnie z lewej strony zapalają się okienka 1 i 2. Teraz może nastąpić opróżnienie prawego zbiornika itd.

Okienko w środku tablicy na dole z napisem „zatkane“ koloru niebieskiego świeci się stale, kiedy sygnalizacja jest czynna, tj. kiedy jest ona pod prądem.

Maszynista kierujący maszyną wyciągową musi być także informowany o tym, co się dzieje na podszybiu. Ma więc on u siebie podobną tablicę świetlną z okienkami: *a* — wskazującymi prawidłowe ustawienie skipu na dole, *b* — sygnalizującymi otwarcie klap zbiorników oraz strzałkami gotowości, *c* — rozświetlającymi się równocześnie z sygnałem akustycznym.

Rozświetlanie okienek w tablicach świetlnych następuje automatycznie — przez działanie ruchomych części urządzeń skipowych na odpowiednio ustawione przyciski, które włączają bezpośrednio (lub za pomocą przekładników) prąd do żarówek w tablicach świetlnych.

Ponieważ wyciągi skipu następują często, do sygnalizacji automatycznej przy wydobyciu skipowym należy stosować przyciski o budowie wytrzymałej.

Na wypadek uszkodzenia sygnalizacji automatycznej wydobycia skipowego należy przewidzieć sygnalizację zastępczą, którą może być sygnalizacja dla jazdy ludzi, lub — w braku tejże — specjalny przycisk, którym obsługa wywrotu mogłaby nadawać sygnały gotowości do maszyny wyciągowej. Sygnalizowanie odbywa się wówczas już tylko sygnałami akustycznymi oraz ręcznie, co, oczywiście, powoduje znaczną stratę czasu.

*Sygnalizacja na wypadek unieruchomienia taśmy transportowej.*

Dla maszynisty ważne jest jeszcze, czy wysypywany ze skipu na górze węgiel jest odbierany przez taśmę transportową, przewożącą go do sortowni.

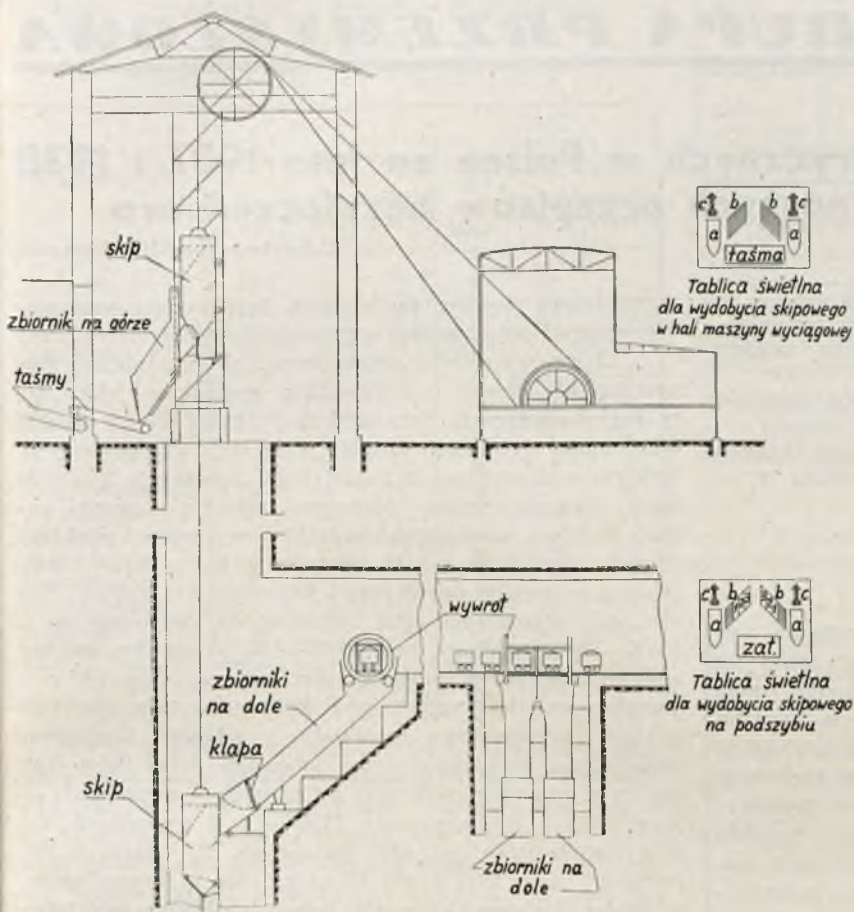
Ma on w tym celu na swej tablicy okienko z napisem „taśma w ruchu“ (koloru zielonego), które stale świeci, dopóki taśma znajduje się w ruchu. W chwili zatrzymania się taśmy okienko to gaśnie i rozlega się głos buczenia alarmowego — na znak, że wydobycie trzeba zatrzymać. Urządzenie to uruchamiane jest za pomocą przekładnika wbudowanego w obwód silnika poruszającego taśmę.

*Sygnalizacja na wypadek przeszkód w zbiorniku na górze.*

Może się również zdarzyć, że w zbiorniku na górze utworzy się zator z większych brył węgla, co również wymaga natychmiastowego zatrzymania skipu w drodze, ażeby nie wysypać węgla z powrotem do szybu.

W tym celu stosuje się automatyczne urządzenie, które przy podniesieniu się poziomu węgla w zbiorniku ponad miarę, wprawia — za pomocą odpowiednich przycisków — w ruch buczenia alarmowego i ewentualnie rozświetla okienko z napisem „zbiornik pełny“.

O ile skipy są wyposażone w pomosty dla przewozu ludzi, należy do opisanej sygnalizacji wydobycia dodać sygnalizację dla jazdy ludzi, jak to zostało już poprzednio omówione.



Rys. 20.

Schemat urządzenia skipowego wraz z tablicami sygnalizacyjnymi w maszynie wyciągowej i na podszybiu.

sługującego wywrot, oraz maszynisty co do czynności, jakie się odbywają, ażeby mogli oni we właściwej kolejności manipulować dźwigniami mechanizmów oraz maszyną wyciągową.

*Sygnalizacja przy wydobyciu skipowym.*

Tablica świetlna na podszybiu, pokazana na rys. 20, posiada szereg okienek rozmieszczonych symetrycznie — po stronie lewej i prawej; jedna strona obsługuje skip lewy, druga — prawy. Okienko *a* koloru białego rozświetla się w chwili prawidłowego zatrzymania się naczynia wydobywczego (skipu) na dole na przeciwko wylotu zbiornika. Okienka 1, 2 i 3 świecą kolejno w miarę napełniania się zbiornika do  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{3}$  i  $\frac{3}{3}$  zawartości. Następnie — przy otwarciu kłapy dla opróżnienia zbiornika — zapala się okienko *b* koloru czerwonego; gaśnie ono, kiedy kłapa zostaje zamknięta. Zamknięcie kłapy następuje po wysypaniu całej zawartości zbiornika do skipu. W tej chwili skip gotów jest do drogi i na znak gotowości zapala się strzałka *c* koloru zielonego. Równocześnie rozlega się głos dzwonka na podszybiu i w maszynie wyciągowej, jako sygnał gotowości. Na ten sygnał maszynista uruchamia maszynę, działanie dzwonka przerywa się, a jednocześnie gaśnie okienko *a*, oznaczające postój skipu na dole.

Po dojściu lewego skipu do góry, a prawego na dół, gaśnie lewa strzałka *c*, a zapala się prawe okienko *a*. W tym czasie następuje napełnienie zbiornika prawego co na tablicy sygnalizowane jest zapaleniem się z prawej

# GRUPA PRZEMYSŁOWA

## Statystyka porażen elektrycznych w Polsce za lata 1937 i 1938 oraz ich analiza na tle naszych przepisów bezpieczeństwa

Inż. Zdzisław Rychlik, Katowice

*Streszczenie.* Uzyskane z różnych źródeł informacje o wypadkach porażenia elektrycznego zostały sprawdzone w drodze korespondencji lub zbadania na miejscu wypadku oraz zestawione w szereg tabel.

Część II — zawiera rozważania na temat przyczyn wypadków.

Część III — najobszerniejsza — stanowi krótkie streszczenie przebiegu kilkudziesięciu wypadków z lat 1937 i 1938.

### I. CZĘŚĆ STATYSTYCZNA.

Statystyka porażen elektrycznych prowadzona jest przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich od kilku lat celem wykorzystania doświadczeń praktycznych, jakie płyną niewątpliwie z każdego wypadku, a tym bardziej wypadku śmiertelnego. Warunkiem jednak nieodzownym jest, aby każdy wypadek był dokładnie zbadany pod względem wszystkich okoliczności, jakie mu towarzyszyły, pod względem zachowania przepisów budowy i ruchu, czynności i sposobu zachowania się osób zatrudnionych oraz wszelkich innych czynników, wchodzących w rachubę.

W tym celu S. E. P. stara się dotrzeć w każdym poszczególnym przypadku możliwie blisko źródła informacji o porażeniu, a więc albo przez bezpośrednie oględziny miejsca wypadku, albo przynajmniej przez wypytanie osób, które były świadkami porażenia. Dla możliwie dokładnego i szczegółowego zbadania wszelkich okoliczności towarzyszących najlepiej jest, jeśli badanie takie przeprowadza na miejscu inżynier-elektryk; również opisy przesyłane przez monterów-elektryków zawierają zazwyczaj wiele cennych szczegółów. Dlatego zwracałem się zwykle z prośbą o zbadanie na miejscu najchętniej do miejscowej elektrowni, która zawsze rozporządza odpowiednio fachowym personelem i w której interesie leży również dokładne zbadanie przyczyny porażenia.

Przez zarządzenie wymiany nieodpowiednich instalacji zarówno w danym miejscu, jak czasem i w całej sieci, czy też przez wydanie odpowiednich zarządzeń ruchowych, ma elektrownia możliwość poprawienia stanu bezpieczeństwa u siebie, a przez podanie szczegółów wypadku do S. E. P. — przyczynienia się do dobra ogólnego. Stowarzyszenie Elektryków Polskich wykorzystuje bowiem materiał, zebrany przy zbieraniu statystyki porażen elektrycznych w celu poprawiania i rozwijania przepisów bezpieczeństwa, dążąc pośrednio do zmniejszenia liczby oraz złagodzenia skutków porażen elektrycznych.

Liczba wypadków porażen elektrycznych nie jest na ogół bardzo duża, a więc nie dosięga ona np. liczby wypadków samochodowych lub górniczych, tym niemniej jest to liczba poważna, obejmująca setki osób z naj-

rozmaitszych warstw społecznych, które miały nieszczęście zetknąć się z gołymi przewodami elektrycznymi.

Liczba wypadków uchwyconych przez niniejszą statystykę nie obejmuje wszystkich wypadków, które się w Polsce wydarzyły, lecz jedynie te, które doszły do mej wiadomości z różnych źródeł, jakie stoją do dyspozycji. Jednym z najobfitszych źródeł była Informacja Prasowa czyli agencja, która dostarcza wycinki z prasy całego państwa, zawierające notatki o wypadkach elektrycznych. Wycinków takich otrzymano w r. 1937 — 240. (w tym naprawdę użytecznych 220) oraz w r. 1938 — 236 (w tym użytecznych 222). Wycinki te dotyczyły w r. 1937 — 83 wypadków, w r. 1938 — 77 wypadków. Pp. inspektorowie pracy przesłali szczegółowe opisy 10 wypadków w r. 1937 oraz 3 wypadków w r. 1938. Niektóre zakłady przemysłowe nadesłały z własnej inicjatywy wypełnione kwestionariusze dotyczące wypadków lub odpisy z własnych raportów służbowych o wypadkach — za r. 1937 — w 3 oraz za r. 1938 — w 5 wypadkach. Do powyższych liczb dochodzi jeszcze ok. 20 własnych informacji w r. 1937 i ok. 15 w r. 1938 z terenu województwa śląskiego, które się jednak częściowo pokrywają z notatkami dziennikarskimi. Razem zebrano — po odrzuceniu informacji niezgodnych, wypadków z końmi itp. — wypadków porażen elektrycznych: za rok 1937 — 104 oraz za rok 1938 — 89.

W porównaniu z latami 1933—1936 uderza duża liczba uchwyconych statystycznie wypadków (zwłaszcza śmiertelnych), który to objaw należy przypisać przede wszystkim dwu czynnikom: po pierwsze ożywieniu życia gospodarczego, a co zatem idzie ożywieniu wymiany energii elektrycznej oraz zwiększeniu tempa rozbudowy sieci elektrycznych, po drugie zaś — coraz lepszemu uchwyceniu wszystkich porażen elektrycznych w Polsce w statystyce S. E. P. Odsetek wypadków uchwyconych jest mimo to jednak i tak jeszcze daleki od pełności. Należy sądzić, że — o ile chodzi o wypadki śmiertelne i ciężkie — to dowiadujemy się najwyżej o 80% wypadkach w województwach zachodnich, oraz o ok. 25% w województwach wschodnich; wypadki lekkie pozostają natomiast przeważnie nieznanne.

Opisane wypadki dotyczyły osób, których liczby podane są w tabeli I.

Tabela I.  
Liczba osób porażonych.

Rok	liczba wypadków	liczba osób porażonych	w tym śmiertelnie	mężczyzn		kobiet	
				osób	śmiertelnie	osób	śmiertelnie
1937	104	115	56	102	52	13	4
1938	89	106	68	95	61	11	7

Według podziału terytorialnego Rzeczypospolitej powyższe wypadki można podzielić, w sposób podany w tabeli II (obszary Śląska Zaolziańskiego, odzyskane w r. ub., zostały uwzględnione w województwie śląskim).

Tabela II.  
Podział wypadków na Województwa.

Województwo	1937 r.			1938 r.		
	liczba wypadków	osób poraż.		liczba wypadków	osób poraż.	
		w ogól.	śmiertelnie		w ogól.	śmiertelnie
m. st. Warszawa	12	12	3	9	10	4
warszawskie . .	11	11	6	14	15	11
pomorskie . . .	10	12	8	3	3	2
poznańskie . . .	3	3	2	4	4	3
łódzkie . . . . .	5	5	3	5	6	4
kieleckie . . . .	8	12	7	10	12	6
śląskie . . . . .	31	32	11	23	30	18
krakowskie . . .	8	9	3	7	8	5
lwowskie . . . .	5	6	3	4	6	6
stanisławowskie	2	2	2	5	5	4
tarnopolskie . .	1	2	—	—	—	—
lubelskie . . . .	2	2	2	—	—	—
wołyńskie . . .	1	1	1	2	2	2
białostockie . .	2	3	2	1	2	2
nowogrodzkie . .	—	—	—	—	—	—
wileńskie . . . .	3	3	3	1	2	—
poleskie . . . . .	—	—	—	1	1	1
<b>R a z e m</b>	<b>104</b>	<b>115</b>	<b>56</b>	<b>59</b>	<b>106</b>	<b>68</b>

Wypadki porażen można podzielić na lekkie, ciężkie i śmiertelne. Jako lekkie określam takie, które spowodowały jedynie lekkie przemijające oparzenia lub omdlenie, albo nawet tylko przestrasz, nie pozostawiły natomiast trwałych uszkodzeń ciała. Wypadki, które pozostawiły trwałe skutki, zaliczam do ciężkich, do śmiertelnych zaś zaliczam wypadek porażenia także i wtedy, gdy śmierć nie nastąpiła bezpośrednio na skutek porażenia, ale dopiero w następstwie poniesionych przy wypadku obrażeń (np. poparzenie, złamanie przy upadku ze słupa itp.). Zaznaczyć należy, że podawane zazwyczaj w prasie codziennej informacje o ciężkich uszkodzeniach poniesionych wskutek zetknięcia się z przewodami wysokiego napięcia okazują się zazwyczaj — przy bliższym zbadaniu — lekkim porażeniem; napięcie zaś bywa z reguły niskie (por. niżej). O ile przeprowadzana w każdym poszczególnym wypadku korespondencja nie wyjaśniła bliżej tych szczegółów, uważam napięcie dla danego wypadku za nieznanne, skutki zaś porażenia za lekkie (tabela III).

Tabela III.  
Rodzaje napięcia.

Napięcie	1937 r.			1938 r.				
	Razem	skutki porażenia		Razem	skutki porażenia			
		lek-kie	cięż-kie		śmier-telne	lek-kie	cięż-kie	śmier-telne
wysokie	34	13	8	13	28	1	4	23
niskie	52	19	2	31	53	17	4	32
nieznane	29	16	1	12	25	10	2	13
<b>Ogółem</b>	<b>115</b>	<b>48</b>	<b>11</b>	<b>56</b>	<b>106</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>68</b>

Przy napięciu niskim wydarzyło się zatem ponad 60% wszystkich znanych wypadków, a również ponad 60% wypadków śmiertelnych. Napięcie 220 V (lub 380/220 V) było przyczyną śmiertelnego porażenia w r. 1937 27 razy, w r. 1938 — 28 razy. Przy prądzie stałym zanotowano liczbę wypadków podaną w tabeli IV.

Tabela IV.  
Porażenia prądem stałym.

Napięcie	1937 r.				1938 r.			
	Ra-zem	lek-kie	cięż-kie	śmier-telne	Ra-zem	lek-kie	cięż-kie	śmier-telne
niskie	9	7	1	1	7	4	—	3
wysokie	8	4	3	1	5	—	—	5
<b>Ogółem</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>—</b>	<b>8</b>

Wszystkie inne wypadki wydarzyły się przy prądzie zmiennym lub trójfazowym. Co do uziemienia punktu zerowego — podano tylko 8 razy w r. 1937, a 4 razy w r. 1938, że punkt zerowy jest uziemiony, a raz tylko, że połączenie jest w trójkąt. Opory uziemień podano w r. 1937 trzykrotnie: 25 Ω, 30 Ω i 2 Ω, zaś w r. 1938 też trzykrotnie: 10 Ω, 1,27 Ω oraz 1 Ω.

Wypadki wydarzyły się przy urządzeniach elektrycznych podanych w tabeli V.

Tabela V.  
Urządzenia elektryczne, jako miejsce wypadków.

Rodzaj urządzenia elektrycznego	1937 r.			1938 r.		
	Liczba wypadków	w tym osób porażonych	śmiertelnie	Liczba wypadków	w tym osób porażonych	śmiertelnie
przewody napowietrzne wysokiego napięcia . . . . .	6	7	4	10	15	14
przewody napowietrzne niskiego napięcia . . . . .	13	14	9	16	19	12
przewody napowietrzne nieznanego napięcia . . . . .	5	10	4	5	6	5
anteny (przewody napowietrzne) . . . . .	5	7	3	9	13	7
gołe druty ślizgowe (kolejki)	11	12	2	10	11	6
przewody izolowane na zewnątrz budynków . . . .	4	4	1	3	3	2
kable . . . . .	4	4	1	6	8	2
szyny zbiorcze . . . . .	5	5	2	—	—	—
łączniki . . . . .	8	8	3	2	2	2
urządzenia rozdzielcze . . .	5	5	2	2	2	1
instalacje wewnętrzne (oświetlenie) . . . . .	14	14	11	5	5	3
różne przedmioty metalowe	2	2	1	—	—	—
żarówki . . . . .	—	—	—	3	3	2
lampy ręczne i przenośne . .	10	11	8	6	6	4
przyrządy ruchome (wiertarka) . . . . .	2	2	1	—	—	—
transformator . . . . .	1	1	1	—	—	—
przyrządy pomiarowe . . . .	2	2	—	2	2	2
aparaty medyczne . . . . .	—	—	—	2	2	2
nieznane . . . . .	7	7	3	8	9	4
<b>Razem</b>	<b>104</b>	<b>115</b>	<b>56</b>	<b>89</b>	<b>106</b>	<b>68</b>

Najliczniejsze źródło porażen, przekraczające niejednokrotnie (np. w r. 1938) połowę wszystkich zanotowanych porażen, stanowią przewody napowietrzne. W tabeli V podzielono przewody te według napięcia na wysokie, niskie i nieznanne napięcie oraz na pozycję „anteny”. Przyczyna porażenia bywała zwykle w każdej grupie inna; tak np. przy wysokim napięciu przyczyną bywało najczęściej lekkomyślne wylazenie na słup; przy niskim napięciu przyczyną była najczęściej praca na sieci lub w jej sąsiedztwie; przy wypadkach antenowych antena w czasie montażu lub z powodu zerwania się bywała pośrednikiem między porażonym, a przewodem pod napięciem; wreszcie przy napięciu nieznanym przyczyny bywały bardzo rozmaite. Bywały również wypadki zer-

wania się przewodów napowietrznych pod wpływem burzy lub tp. Konstrukcja samych przewodów znana była jednak tylko w bardzo nielicznych przypadkach i to wtedy, gdy szczegółowy opis wypadku nadesłany został na podstawie dokładnego zbadania przez fachowca; materiał ten jest jednakże zbyt szczupły dla wysnuwania wniosków.

W innych działach zauważono dużą śmiertelność przy instalacjach elektrycznych, przy lampach przenośnych oraz gołych przewodach ślizgowych. W tej ostatniej grupie duży odsetek stanowią wypadki zaobserwowane po uruchomieniu trakcji elektrycznej w węzle kolejowym warszawskim. Niestety, władze kolejowe nie udzielają na ten temat żadnych wyjaśnień ani szczegółów.

Jako „różne przedmioty metalowe“ wynieniono 2 wypadki, w których płot lub tp. przedmioty zostały „dla postrachu“ przyłączone przez niesumienne właścicieli do sieci oświetleniowej.

Tabela VI.

Pomieszczenia, w których miały miejsce wypadki porażen.

Miejsce wypadku	1937 r.			1938 r.		
	wypadków	osób porażonych	śmiertelnie	wypadków	osób porażonych	śmiertelnie
pomieszczenie ruchu elektrycznego (rozdzielnia) . .	17	17	8	6	7	2
fabryka . . . . .	13	13	4	5	5	3
warsztat . . . . .	7	8	5	3	3	2
kopalnia na powierzchni . .	3	3	1	1	1	1
„ pod ziemią . . . . .	6	6	1	8	9	4
dach budynku . . . . .	4	4	4	2	2	1
budowa . . . . .	2	2	1	4	5	4
mieszkanie . . . . .	5	5	4	6	6	3
ulica (droga, plac) . . . . .	13	20	7	17	19	13
pole — łąka . . . . .	7	7	5	7	12	10
las lub ogród . . . . .	3	4	2	2	3	2
podwórze . . . . .	8	10	4	10	14	8
piwnica . . . . .	4	4	4	3	3	3
stajnia, obora . . . . .	2	2	2	1	1	—
tor kolejowy . . . . .	4	4	1	5	5	5
stodoła . . . . .	—	—	—	1	1	1
szpital . . . . .	—	—	—	2	2	2
garaż . . . . .	—	—	—	1	1	1
nieznane . . . . .	6	6	3	5	7	3
Ogółem	104	115	56	89	106	68

Tabela VII.

Wiek osób porażonych.

Wiek	1937 r.						1938 r.					
	ogółem			śmier- telnie			ogółem			śmier- telnie		
	mężczyzn	kobiet	razem	mężczyzn	kobiet	razem	mężczyzn	kobiet	razem	mężczyzn	kobiet	razem
do 10 lat . . . . .	2	1	3	1	—	1	6	1	7	4	—	4
11 — 20 „ . . . . .	23	3	26	19	2	21	23	2	25	17	1	18
21 — 30 „ . . . . .	20	1	21	13	—	13	28	2	30	16	2	18
31 — 40 „ . . . . .	21	1	22	6	—	6	10	2	12	7	1	8
41 — 50 „ . . . . .	9	—	9	4	—	4	3	1	4	3	1	4
51 — 60 „ . . . . .	3	—	3	2	—	2	3	—	3	2	—	2
powyżej 60 lat . . . . .	—	2	2	—	2	2	—	—	—	—	—	—
nieznany . . . . .	24	5	29	7	—	7	21	4	25	12	2	14
Ogółem	102	13	115	52	4	56	94	12	106	61	7	68

Pod względem miejsca porażenia można wypadki podzielić w sposób przytoczony w tabeli VI.

Jak widać z tabeli VII, najliczniejszą grupę wśród porażonych tworzą, niestety, dzieci, a właściwie młodzież od 5 do kilkunastu lat i — co najgorsze — odsetek wypadków śmiertelnych jest tu bardzo wysoki. Druga z kolei grupa — monterów elektryków (tabela VIII) i w ogóle osób kwalifikowanych — wykazuje śmiertelność znacznie mniejszą, jak również i grupa pomocników monterów, słowem osób mniej kwalifikowanych, stykających się jednak zawodowo z niebezpieczeństwem porażenia. Natomiast inne zawody pracujące fizycznie, jak np. robotnicy wszelkich kategorii oraz rzemieślnicy, wykazują stosunkowo liczne wypadki przy dość znacznej śmiertelności. Najwyższą śmiertelność wykazują robotnicy rolni — prawdopodobnie wskutek braku fachowej pomocy. Pomiędzy „inne zawody“ zaliczono żołnierzy, kolejarzy, szoferów, bezrobotnych, żony bez określonego zawodu itp.

Tabela VIII.

Zawód osób porażonych.

Zawód	1937 r.		1938 r.	
	ogółem	śmiert.	ogółem	śmiert.
inżynierowie-elektrycy, wermistrzowie itp. . .	2	1	1	—
monterzy-elektrycy . . .	18	8	12	6
pomocnicy monterów, praktykanci, maszy- niści itp. . . . .	11	3	11	4
robotnicy przemysłowi . . .	8	4	7	4
„ budowlani . . . . .	6	4	11	8
„ rolni lub leśni . . . . .	11	7	5	5
górnicy . . . . .	9	1	6	3
rzemieślnicy . . . . .	12	7	5	5
urzędnicy, inteligenci, kupcy . . . . .	3	1	6	2
służba . . . . .	3	2	2	—
dzieci, młodzież . . . . .	11	8	20	13
inne zawody . . . . .	10	5	11	10
nieznani . . . . .	11	5	9	8
Razem	115	56	106	68

## II. PRZYCZYNY WYPADKÓW.

Podział wypadków według przyczyn nie może być nigdy całkiem ścisły — z tego powodu, że obiektywna ocena przyczyny jest w większości wypadków bardzo trudna, w wielu zaś — prawie niemożliwa. Dla właściwej oceny przyczyny jest bowiem przede wszystkim konieczna dokładna znajomość wszystkich szczegółów danego wypadku, a więc zarówno stanu samych urządzeń elektrycznych, jak i zachowania się osób porażonych; często nie są obojętne nawet zamiary tych osób lub wydane poprzednio instrukcje.

Tymczasem w wielu zgłoszonych wypadkach nie są znane nawet takie szczegóły, jak wysokość napięcia, sposób zawieszenia przewodów lub ich izolacja, kwalifikacje osób zatrudnionych przy obsłudze urządzeń elektrycznych itp. Wszystkie te dane mają wpływ nie tylko na przebieg samego wypadku, ale i na jego możliwie obiektywną ocenę, gdyż np. inne przepisy znajdują zastosowanie, gdy tę samą czynność spełnia osoba kwalifikowana, a inne — przy osobie niepowołanej.

Dużą trudność stanowi następnie fakt, że w niewiele tylko przypadkach można wskazać jednoznacznie i bez zastrzeżeń jakiś określony fakt, jako przyczynę wypadku. Najczęściej przyczyna bywa bardziej skomplikowana i wypadek powstaje na skutek różnych faktów, których

zależność od siebie nie zawsze jest dostatecznie przejrzysta. Wyłuskanie najważniejszego z tych faktów, jako najistotniejszej przyczyny, jest przeważnie rzeczą nie łatwą, jakkolwiek to jest właśnie jednym z celów niniejszej pracy.

Jak zwykle w podobnych sprawach, tak i tu, wchodzi w rachubę kwestia, z jakiego punktu widzenia traktuje się dany wypadek. Nieraz przedstawia się on inaczej z punktu widzenia instalatora, inaczej z punktu widzenia konsumenta, inaczej z punktu widzenia przechodnia, inaczej wreszcie — z punktu widzenia kierownictwa ruchu elektrowni. Dla S. E. P. najważniejszym jest spojrzenie na wypadek z punktu widzenia przepisów bezpieczeństwa i zastanowienie się nad tym, czy z punktu widzenia zdrowego rozsądku przepisy te uznaje — na tle opisywanego wypadku — za wystarczające oraz dostatecznie jasno sprecyzowane. W części III poddano takiej właśnie analizie kilka wypadków specjalnie wybranych, wyróżniających się albo dokładnym zbadaniem, albo też specjalnie charakterystycznych.

W tabelach IX i X zestawiono wszystkie znane wypadki z r. 1937 i 1938, przyjmując, że w każdym z nich

Tabela IX.

Przyczyny wypadków porażenia.

Przyczyna	1937 r.		1938 r.	
	Liczba wypadków		Liczba wypadków	
	w ogóle	śmiertelnych	w ogóle	śmiertelnych
własna nieostrożność . . . . .	29	17	17	9
nieuwaga . . . . .	4	1	6	5
lekkomyślność . . . . .	7	4	15	14
nieprzestrzeżenie przepisów . . . . .	11	5	3	1
zaniedbanie . . . . .	1	—	1	—
samobójstwo . . . . .	3	2	2	2
usiłowana kradzież . . . . .	3	2	2	1
jazda na gapę . . . . .	1	—	1	1
fałszywe ratowanie . . . . .	2	1	4	2
cudze przewinienie . . . . .	3	2	1	—
brak pouczenia . . . . .	—	—	1	1
niedostateczna ochrona . . . . .	—	—	6	5
zbieg okoliczności . . . . .	1	1	—	—
wadliwa instalacja . . . . .	26	15	19	11
przypadek . . . . .	9	2	7	3
burza . . . . .	2	—	3	2
nieznana . . . . .	13	5	18	11
<b>Razem</b>	<b>115</b>	<b>57</b>	<b>106</b>	<b>68</b>

Tabela X.

Co robił porażony w chwili wypadku.

Czynność	1937 r.		1938 r.	
	Liczba wypadków		Liczba wypadków	
	w ogóle	śmiertelnych	w ogóle	śmiertelnych
obsługa urządzeń elektrycznych . . . . .	15	3	10	5
montaż urządzeń elektrycznych . . . . .	18	8	12	3
praca zawodowa . . . . .	28	18	25	18
zajęcia domowe . . . . .	6	4	7	5
zabawa, spacer . . . . .	10	6	19	16
jazda koleją . . . . .	3	—	2	2
niedozwolone manipulacje . . . . .	5	5	—	—
ratowanie porażonego . . . . .	5	1	4	2
ćwiczenia . . . . .	2	—	3	3
zakładanie anteny . . . . .	9	4	7	3
kradzież . . . . .	2	1	2	1
zamach samobójczy . . . . .	3	2	2	2
niewiadomo . . . . .	9	5	13	8
<b>Razem</b>	<b>115</b>	<b>57</b>	<b>106</b>	<b>68</b>

przyczyna była tylko jedna; tabela X zawiera liczby ilustrujące, co robił w chwili wypadku porażony. Wszystkie liczby obu tych tabel nie mogą mieć pretensji do statystycznej ścisłości, tak jak tabele części I, gdyż poza wyżej wymienionymi czynnikami przy tego rodzaju ocenie wchodzi jeszcze w grę w mniejszym lub większym stopniu czynnik subiektywny, którego przy największej ostrożności nie podobna całkowicie wyeliminować.

Z tabeli IX wynika, że ponad 50% wszystkich wypadków, a blisko 60% lepiej znanych wypadków, spowodowanych było przez własną nieostrożność porażonych lub przyczyny podobne, tylko zaś ok. 10% — a nawet mniej — można przypisać przypadkowi, czyli okolicznościom trudnym do przewidzenia i do uniknięcia. Ok. 20%—25% wypadków spowodowanych było przez wadliwe instalacje, zakładane przeważnie przez domorosłych instalatorów bez wiedzy elektrowni; resztę stanowią wypadki bliżej nieznanne.

### III. OPISY WYPADKÓW ORAZ ICH ANALIZA.

#### Uwagi ogólne.

Poniżej opisano kilkadziesiąt wypadków objętych statystyką za lata 1937 i 1938, przy czym wypadki te podzielono na grupy według rodzaju urządzenia elektrycznego, przy którym się wydarzyły. W obrębie tego samego urządzenia dzielono je na podgrupy — według spełnianej czynności lub według zawodu osób porażonych. Aby się nie powtarzać, opuszczono wypadki zbadane w zakładach przemysłowych Górnośląskiego, gdyż wypadki te (zresztą przeważnie gruntownie zbadane), omawiane są co roku w sprawozdaniach Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Katowicach.

Nie wszystkie zamieszczone tu opisy są podane ze wszystkimi szczegółami. Przy wypadkach o przebiegu podobnym łączono je razem, podając kilka zaobserwowanych wariantów przy wspólnym opisie.

*Wypadki na liniach wysokiego napięcia, spowodowane przez wyłazienie na stęp.*

Typowym przykładem może być wypadek 11-letniego chłopca C., który bawił się z kolegami na szosie w pobliżu skrzyżowania linii 15 kV z torem kolejowym. Chłopcy zaczęli się zabawiać wspinaniem na słupy żelazne kratowe, przy czym jeden z nich dotknął zawieszonych na poprzeczkach przewodów napowietrznych, będących pod napięciem 15 kV. Chłopiec C. został silnie poparzony w lewą rękę i nogę, a po tygodniu zmarł w szpitalu.

Analogicznych wypadków przytoczyć można kilka. Tak np. 12-letni pastuszek O. wyłaził na słup linii i dotknął przewodów napowietrznych, będących pod napięciem, spadł ze słupa. Na skutek obrażeń wewnętrznych oraz poparzenia zmarł on po 7 godzinach w szpitalu. Podobny wypadek zanotowano nawet przy napięciu 150 kV. 18-letni uczeń gimnazjalny N. nie poniósł jednak śmierci przez dotknięcie przewodu pod napięciem 150 kV, został jedynie ciężko poparzony.

Dwa podobne wypadki miały jeszcze miejsce przy napięciach 6 kV i 2 kV; obydwie były śmiertelne. Nie zawsze tu jednak było wiadome, od czego śmierć nastąpiła — od porażenia elektrycznego, od upadku ze słupa, czy też wreszcie od skutków poparzenia.

We wszystkich wspomnianych wypadkach linie wysokiego napięcia były wykonane przepisowo i zaopatrzone w przepisowe tabliczki ostrzegawcze.



Motywy działania w wymienionych wypadkach była przeważnie pustota lub lekkomyślność. Młodzież jednak, która tu przeważnie padła ofiarą śmierci lub trwałego kalectwa, była już w wieku szkolnym, odpowiednie więc jej pouczenie o skutkach porażenia byłoby ją z pewnością powstrzymało od wyczynów akrobatycznych na słupach linii elektrycznych. Jest bowiem rzeczą charakterystyczną, że wypadki tego rodzaju zdarzają się przeważnie w okolicach niedawno wyposażonych w linie wysokiego napięcia. Po tym pierwszym, krwawym chrzcie wypadki wdrapywania się na słupy ustają zwykle na czas dłuższy. To też celowym wydaje się — wraz z ustawieniem każdej nowej linii elektrycznej — przeprowadzenie w miejscowościach, przez które ona przebiega, odpowiedniej akcji ostrzegawczej przez gminy oraz szkoły powszechne i średnie, przy której należałoby posługiwać się przykładami, fotografiami i omówieniem wypadków, jakie się wydarzyły.

Osobną grupę wypadków tego samego rodzaju stanowią z a m a c h y s a m o b ó j c z e, których — podobnie jak co roku — było kilka. W latach 1937 i 1938 kończyły się one przeważnie śmiercią (w latach poprzednich kończyły się przeważnie ciężkim kalectwem). Z pośród opisywanych w obecnym zestawieniu zamachów samobójczych zaledwie 1 zakończył się kalectwem.

*Wypadki na liniach wysokiego napięcia, spowodowane przez inne przyczyny.*

Inne przyczyny wypadków porażenia przy przewodach napowietrznych wysokiego napięcia nie występowały tak licznie, jak grupa poprzednia; były to raczej sporadyczne wypadki, z których najważniejsze omówiono niżej.

Tragiczny wypadek, który pewnego niedzielnego popołudnia spowodował śmierć 4 chłopców w wieku od 8 do 12 lat, miał przebieg następujący: w linii 6 kV zerwała się w pewnym prześle linka uziemiająca; linka założona była na słupach betonowych, przy czym przewody były zawieszane na izolatorach stojących na poprzeczkach, a na wierzchołkach słupów umocowana była jeszcze żelazna linka uziemiająca o przekroju 35 mm<sup>2</sup>; linka ta była już mocno zardzewiała i w niektórych przesłach linii została już usunięta. Po zerwaniu się linka spadła pomiędzy przewodami, nie wywołując zresztą zwarcia. Kiedy jednak chłopcy zaczęli szarpać za linkę, czy może hustać się, wówczas linka zetknęła się z jednym z przewodów będących pod napięciem 6 000 V. co spowodowało śmierć 4 chłopców, 5-ty zaś uciekł. Należy zaznaczyć, że w linii brak było przepisowych tabliczek ostrzegawczych. Datę zerwania linki uziemiającej trudno było ustalić, są jednak pewne dane, że nastąpiło ono w dniu wypadku. Stan linii elektrycznej był zatem niezbyt dobry; wypadek spowodowali jednakże w dużej mierze sami chłopcy, gdyż szarpanie za zwisające druty i linki jest niedozwolone. To również winno być tematem pouczenia przy pogadankach szkolnych o niebezpieczeństwie porażenia.

Inny wypadek zbiorowego porażenia nastąpił przy zakładaniu prowizorycznej linii telefonicznej w poprzek istniejącej linii wysokiego napięcia, która przebiegała w dolinie. Zetknięcie linii telefonicznej z przewodami wysokiego napięcia nastąpiło podczas naprężania linki. Trzech pracowników zostało porażonych, w tym 2 śmiertelnie. Najniżej zawieszona linka dwutorowej linii wysokiego napięcia o przekroju 35 mm<sup>2</sup> została przy tym

przepalona, jak również jeden przewód telefoniczny. Oba wyłączniki liniowe w elektrowni zadziałały. Przyczyną wypadku była nieuwaga.

Podobny wypadek wydarzył się również przy zakładaniu anteny.

Wreszcie należy wspomnieć o wypadku, który miał miejsce w rozdzielni napowietrznej 60 kV. Przy malowaniu słupa żelaznego spadło malarzowi wiaderko z farbą; spadając odbiło się ono od linki uziemiającej. Malarz zszedł z drabiny i zauważył przy tym, że izolatory przy odłączniku, oddalone o ok. 3,2 m, są zbryzgane farbą. Skorzystał więc z nieuwagi werkmistrza, który właśnie oddalił się o 20 m, wziął do ręki szmatę i przeszedł przez barierę ogrodzenia w zamiarze oczyszczenia izolatorów z farby. Po dotknięciu nastąpiło śmiertelne porażenie malarza prądem elektrycznym z wyraźnymi śladami na prawej ręce i prawej nodze. Malarz został na 10 minut przed wypadkiem ostrzeżony o zakazie dotykania jakichkolwiek innych przedmiotów poza słupem, który miał malować, porażony jednak (17-letni uczeń malarski) ostrzeżenie to zlekceważył. Linia elektryczna nie została wyłączona, gdyż w sieci zastosowane były cewki dysonancyjne, które zgasiły łuk.

*Wypadki na liniach wysokiego napięcia przy robotach budowlanych.*

Wszystkie te wypadki mają tę wspólną cechę, że wydarzyły się na rusztowaniach lub na dachu budynku. Większość takich wypadków miała przebieg śmiertelny, przebieg ich zaś był przeważnie taki, że robotnik budowlany (murarz lub pomocnik) przypadkowo dotknął niedostatecznie chronionych przewodów ręką, głową lub inną częścią ciała, czasem przez naczynie murarskie, wiadro lub t. p. Często zdarza się również uchwycenie przewodu z powodu utraty równowagi na rusztowaniu. W ogóle należy zauważyć, że właśnie przy takich pracach, przy których z natury rzeczy, miejsce do stania jest ograniczone (a więc np. na rusztowaniu), robotnik w żadnym wypadku nie powinien być narażony na niebezpieczeństwo zetknięcia się z przewodami elektrycznymi. W przypadkach więc robót budowlanych na budynkach (jak np. odnawianie fasady), na których wiszą czynne przewody elektryczne, przewody te winny być bezwzględnie odłączone albo tak daleko odsunięte, aby ich przypadkowe dotknięcie było niemożliwe. Roboty te wykona na pewno elektrownia we własnym interesie, należą ją tylko o tym uprzedzić. W przepisach PNE-10 moment ten jest tu może zbyt słabo podkreślony. Poza tym wydaje się celowym opracowanie instrukcji dla architektów i budowniczych o sposobie zakładania instalacji elektrycznych w nowych budynkach oraz o zachowaniu się robotników budowlanych w stosunku do istniejących linii elektrycznych.

Kilka wypadków wydarzyło się również przy oczyszczaniu dachu lub przy innych robotach dachowych z powodu niezwrócenia uwagi na zainstalowane na dachu gołe przewody elektryczne niskiego napięcia.

Okazuje się, że najbardziej niebezpieczne są roboty dokonywane przy odnawianiu fasad oraz przy czyszczeniu dachów, na których są już założone przewody napowietrzne. Wypadki przy budowie nowych domów są rzadsze, gdyż wówczas instalacja elektryczna najczęściej nie jest jeszcze przeprowadzona. Wypadki, które zdarzają się przy tego rodzaju budowach, opisane są niżej w działach wypadków przy instalacjach oświetleniowych.

### Wypadki na liniach niskiego napięcia przy robotach montażowych.

Wypadki przy robotach montażowych zdarzają się przeważnie dlatego, że wykonujący prace montażowe pracownik, stojąc na drabinie lub na słupie, pracuje pod napięciem i straciwszy równowagę, chwytając za przewód albo też styka się w czasie pracy — przez narzędzie — z przewodem będącym pod napięciem.

Jako zasadniczą należy wysunąć sprawę pracy pod napięciem. Przepisy zasadniczo słusznie nie pozwalają na pracę pod napięciem, czyniąc wyjątek tylko wtedy, gdy ze względu na warunki ruchu nie jest możliwe odłączenie tych przewodów, przy których lub w pobliżu których praca ma być wykonywana. Przy pracach tych należy jednak zachować cały szereg środków ostrożności, wymienionych w PNE-10, § 58. Opisane niżej wypadki ilustrują dość wyraźnie najczęściej popełniane niedopatrzenia.

Pomocnik monter R. był zajęty przyłączaniem przewodów do nowego abonenta na słupie do sieci będącej pod napięciem 220 V. Jakiś nieuważny przechodzień zaplątał się w zwoje drutu, którego koniec trzymał właśnie R. i szarpnął drutem. Wówczas R. stracił równowagę i chwycił odruchowo za przewód pod napięciem, którego już nie mógł wypuścić. W ten sposób wisiał on podobno ok. 45 minut, zanim został uwolniony i zniesiony ze słupa na ziemię; R. stracił przytomność i dopiero pomoc lekarska przywróciła go do życia — po jednogodzinnych zabiegach. Niestety, rodzaju tych zabiegów, ani innych szczegółów wypadku, nie udało się sprawdzić.

Podobny przebieg miał wypadek pomocnika montera T., który pracował przy naprawie przewodów na słupie sieci o napięciu 380/220 V. Dotknął on przewodów i zawisł na pasie bezpieczeństwa. Dzięki temu, że wypadek miał miejsce tuż obok posterunku policji, zarządczo natychmiast zdjęcie porażonego ze słupa i zawezwano miejscowego lekarza; wskutek zastosowania odpowiednich zastrzyków T. odzyskał w krótkim czasie przytomność.

Inne wypadki miały przebieg mniej pomyślny. Tak np. pomocnik monter M. wylazł na słup w celu przyłączenia abonenta i pracował pod napięciem 380/220 V. Przez nieuwagę chwycił on naraz dwu przewodów i nie mógł ich puścić. Prąd w podstacji wyłączono po upływie 2—3 minut, porażonego jednak nie udało się już uratować. Opór uziemienia punktu zerowego sieci wynosił ok. 10  $\Omega$ .

Robotnik G. otrzymał polecenie zrzucenie desek z przewodów sieci 380/220 V; stał on na drabinie, w pewnej jednak chwili zleciał — nie wiadomo, czy wskutek porażenia prądem elektrycznym, czy też wskutek poślizgnięcia się. Spadłszy doznał pęknięcia kości podstawy czaszki i po godzinie zmarł w szpitalu.

Wykwalifikowany monter H. przyłączał na słupie linię abonenta pod napięciem 220/380 V. Stojąc na słupie drewnianym, dotknął on przegubem ręki przewodu i został porażony; na krzyk porażonego przybiegł pomocnik i stracił rękę porażonego z przewodów. Wszelkie, podobno dwugodzinne, zabiegi lekarskie okazały się jednak niestety bezskuteczne. W opisywanym wypadku praca pod napięciem, jak się okazało, nie była konieczna; wyłączenie możliwe było do skutecznego wyłączeniem w odległości ok. 300 m. Zapewne i wiele innych wypadków przy pracy pod napięciem dałoby się uniknąć przez wyłączenie linii na krótki czas; krótka ta przerwa w dostawie prądu nie przyniosłaby w wielu wypadkach, przy

odpowiednio dobranej porze dnia straty ani elektrowni, ani abonentowi.

Wypadków, podobnych do opisanych, zdarza się dużo. Opiszemy jeszcze jeden nieco skomplikowany, dotyczący monter sieci telefonicznej. Monter S. stał na słupie kablowym zaczepiony na słupolazach i pasie; słup był drewniany, na słupie jednak był przymocowany grubo drut uziemiający. Pogoda była dżdżysta; pracownik naciągał goły drut telefoniczny (brązowy, o średnicy 1 mm) do sąsiedniego domu. Drut zaczepił się i S., chcąc go zwolnić, szarpnął, przez co drut zarzucił się na izolator prądu silnego znajdujący się nieco niżej w odległości poziomej ok. 4 m. Monter został porażony, gdyż linia prądu silnego nie była izolowana; izolowane było tylko odgałęzienie krzyżujące się z przewodem telefonicznym. Wypadek był śmiertelny.

### Wypadki na liniach niskiego napięcia, spowodowane przez anteny radiowe.

Wypadki przy antenach radiowych "achodzą zarówno przy zakładaniu anteny, jak i wskutek zerwania anten już istniejących. Ponieważ antenę stanowi zawsze goła linka metalowa, przeto każde skrzyżowanie anteny z linią elektryczną kryje w sobie niebezpieczeństwo. Dlatego krzyżowanie anteny z gołymi przewodami prądu silnego jest przez przepisy zasadniczo wzbronione, a nawet odnośne przepisy budowy anten radiowych (PNE — 25/1932) zakazują umieszczania anteny po tej samej stronie dachu, co przewody napowietrzne. Przy przewodach izolowanych niebezpieczeństwo jest znacznie mniejsze, zdarza się jednak i w takich przypadkach przerzut napięcia z przewodu izolowanego na linkę antenową w miejscach z przetartą izolacją — np. na izolatorach.

Nie wszystkie wypadki z antenami należą do śmiertelnych; było jednak wśród nich kilka wypadków, przy których zostało zabitych naraz kilka osób. Tak np. 9-letni syn blacharza G. wszedł na podwórze sąsiedniej willi i, chcąc ściągnąć antenę dachową, chwycił za odprowadzenie; w czasie szarpania przewód antenowy, przyciągnięty w stronę złącza, spowodował zwarcie między przewodami napowietrznymi o napięciu 220/380 V a dachem i rynnami blaszanymi, a nawet siatkowym ogrodzeniem willi. Trzymając za odprowadzenie anteny, G. został śmiertelnie porażony i upadł na ziemię. Rodzice jego, zawiadomieni o wypadku przez sąsiadów, pośpieszyli na ratunek i również dotknęli nieopatrznie któregoś z wymienionych przedmiotów, ponosząc śmierć na miejscu. Podczas przewodu sądowego okazało się, że willa była już niezamieszkała, a licznik wybudowany; przewód zasilający, odgałęziony od sieci miejskiej, był jednak pod napięciem. Do wypadku przyczynił się prawdopodobnie najwięcej sam 9-letni G., szarpając za odprowadzenie anteny.

Podobny wypadek wydarzył się, gdy burza zerwała antenę i zarzuciła ją na przewód napowietrzny, a matka z córką, wychodząc z domu, natknęli się na wiszącą antenę i, chwyciwszy ją ręką, zostały śmiertelnie porażone.

Przy zakładaniu anten zdarzają się nieszczęśliwe wypadki zazwyczaj wtedy, gdy do tej czynności zabierają się osoby niefachowe. Tak np. dwu uczniów zostało porażonych pod nieobecność nauczyciela, gdy, nie czekając na niego, zaczęli podnosić antenę przygotowaną do założenia.

Z powodu wielkiego rozpowszechnienia radia, liczba

wypadków spowodowanych przez anteny rośnie z roku na rok. Przyczyna tych wypadków leży zarówno w niewłaściwym materiale antenowym, jak i w sposobach zakładania anten, nie zawsze zgodnych z przepisami, co potwierdzają raporty elektrowni. Niestety, szczegółowych danych o zerwanych linkach nie nadesłano. Należałoby przestrzegać, aby nieczynne lub uszkodzone anteny były jaknajrychlej likwidowane przez fachowych monterów, istniejące zaś anteny czynne — były kontrolowane co kilka lat pod względem wytrzymałości mechanicznej.

#### *Inne wypadki przy urządzeniach radiowych.*

Poza wypadkami spowodowanymi przez anteny zanotowano również kilka wypadków porażenia przy aparatach radiowych, przy których to wypadkach antena nie odgrywała żadnej roli. 13-letni uczeń szkoły powszechnej G. złapał za przewód, uziemiający aparat radiowy, i został śmiertelnie porażony. Zachodziło podejrzenie, że napięcie przedostało się do uziemienia z anteny — poprzez łącznik, którym antena była za dnia uziemiona; jednakże według opinii kierownika elektrowni, który badał tę sprawę na miejscu, ewentualność taka nie zachodziła, gdyż antena była założona po przeciwnej stronie dachu, aniżeli przewody napowietrzne prądu silnego, te ostatnie zaś były ponadto izolowane. Uziemienie wykonane było starannie; opór uziemienia nie jest jednak, niestety, znany. Wypadek ten pozostał więc niewyjaśniony. Przypuszczają, że miał tu miejsce aneurizm serca, co jednak w tak młodym wieku nie wydaje się prawdopodobne. Moim zdaniem należałoby zbadać stan izolacji wewnątrz samego aparatu radiowego, który był prawdopodobnie zasilany z sieci prądu zmiennego; przypuszczalnie aparat był stale połączony z uziemieniem, jak to się zwykle dzieje.

Drugi podobny wypadek wydarzył się w mieszkaniu inżyniera S. Inż. S. wypoczywał po południu, leżąc na łóżku. Po pewnym czasie został on znaleziony w następującej pozycji: S. leżał w łóżku, trzymając w ręku lampę z twarzą dotknięta do metalowej oprawy abażura; oprawa abażura dotykała z kolei gwintu żarówki. Na opuszczonej z łóżka bocznej nodze leżała uziemiająca linka antenowa. Przy łóżku stał stolik z aparatem radiowym, przeznaczony prawdopodobnie również do ustawiania lampy przenośnej. Pozycja ta pozwala przypuszczać, że denat chciał coś znaleźć na podłodze i świecił sobie lampą, przy czym miał nieszczęście zaplątać się równocześnie w linkę uziemiającą i dotknąć ręką lub twarzą przewodu będącego pod napięciem 220 V.

#### *Wypadki na liniach niskiego napięcia u przechodniów i dzieci.*

Wypadki tego rodzaju nie są zbyt liczne, jakkolwiek obejmują wszelkie kategorie osób — od najmłodszych do najstarszych — oraz wszelkie zawody. Są one liczniejsze jedynie wśród dzieci; jeżeli natomiast chodzi o osoby ostrożniejsze lub więcej krytyczne, to nie zachodzi tu obawa wypadku tego typu. Zdarzają się natomiast wypadki podwójne spowodowane nieumiejętnym ratowaniem.

Wypadki te nie są tak liczne również i z tego powodu, że dla powstania warunków wypadku musiałyby się przedtem zerwać jakiś przewód będący pod napięciem, takie zaś wypadki nie są bądź co bądź częste.

Zaliczone tu zostały także wypadki spowodowane przez chwytanie przez przechodnia linki odciążowej, któ-

ra w jakiś sposób znalazła się pod napięciem. Śmiertelność w tej grupie wypadków jest duża. Natomiast w wypadkach, kiedy przechodnie zetknęli się z zerwanymi przewodami izolowanymi, wynik nie zawsze był śmiertelny, chyba że lokalne warunki (jak wilgoć itd.) przyczyniały się do pogorszenia warunków.

#### *Wypadki przy gołych drutach ślizgowych.*

Wypadki w tej grupie dadzą się podzielić na 3 podgrupy; są to wypadki:

1) przy kolejkach elektrycznych pod ziemią przy napięciu 250 V prądu stałego; wszystkie wypadki tej podgrupy zostały opisane w sprawozdaniu rocznym Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Katowicach;

2) przy kolei normalnotorowej w obrębie zelektryfikowanego węzła kolejowego warszawskiego przy napięciu 3 000 V; do tego dochodzi jeden wypadek tramwajowy. Wypadki na kolejach elektrycznych są spowodowane przez różne przyczyny. Pominąwszy wypadki o wyniku śmiertelnym jazdy bez biletu na dachu wagonu, zanotowano kilka wypadków wśród pracowników kolejowych, którzy podczas pracy zetknęli się z przewodami o napięciu 3 000 V prądu stałego. Tylko nieliczne spośród tych wypadków były śmiertelne; przeważnie kończyły się one ciężkim lub lekkim poparzeniem. Śmiertelny wypadek zdarzył się np. wtedy, gdy robotnik spadł z drabiny na skutek porażenia, nadjeżdżający zaś pociąg przejechał go. Inne wypadki zanotowano na torze lub w warsztacie przy obsłudze lub przy naprawie elektrowozu — z powodu nieuważnego dotknięcia jakichś części elektrowozu lub drutu ślizgowego pod napięciem;

3) wypadki na żórawiach itp. nie zawsze były śmiertelne. W jednym z nich kierowca żórawia chciał wprowadzić z powrotem rolkę zbieracza ślizgowego, która zeskokczyła z drutu; uczynił on to pod napięciem 500 V prądu zmiennego, jakkolwiek można było uprzednio przewody wyłączyć. Wyłączono je jednakże dopiero po wypadku, kiedy zauważono, że kierowca leży bezwładnie; na szczęście, skończyło się na oparzeniu rąk 2 stopnia i na wstrząsie nerwowym.

Drugi wypadek zdarzył się przy prądzie stałym 220 V. Kierowca żórawia chciał po skończonej dniówce nasmarować rolki i lał olej z oliwiarki na rolkę; dotknął on przy tym oliwiarką rolki albo przewodu i spowodował silne zwarcie, którego łuk dotkliwie mu poparzył prawą rękę. Warto zaznaczyć, że w opisanym wypadku u porażonego po upływie ok. roku od wypadku wystąpiły objawy chorobowe, które były kierowca przypisuje skutkom wypadku, a których związek z wypadkiem nie jest dla lekarzy dostatecznie jasny.

#### *Wypadki przy kablach.*

Wypadki przy kablach były dość rozmaite. Jeden wydarzył się przy zakładaniu mufy — na skutek dotknięcia sąsiednich kabli, drugi — przy dotknięciu płaszcza kablowego z powodu błędu izolacji, inny znów — przy usuwaniu kabla ze ściany, inny wreszcie przy robotach montażowych. Śmiertelność przy wypadkach kablowych nie była duża.

Jeden z tych wypadków miał następujący przebieg. Robotnik przesuwiał wraz z innymi w fabryce maszynę, do której dołączony był kabel zasilający. Kabel ten przez przeoczenie zapomniano wyciągnąć z gniazdka i przy przenoszeniu maszyny żyły kabla zostały siłą wyciągnięte z zacisku. Zaciski kablowe, jak i silnik,

zmontowany były na maszynie, a więc po wyrwaniu żyły kablowej cały żelazny korpus maszyny znalazł się pod napięciem, które śmiertelnie poraziło robotnika. Korpus maszyny nie był jeszcze uziemiony, gdyż maszyna nie była jeszcze ustawiona na nowym miejscu. Przyczyną wypadku jest zatem niewyłączenie kabla spod napięcia na czas przesuwania maszyny.

#### *Wypadki przy silnikach i transformatorach.*

Wypadków przy silnikach było w ogóle bardzo mało; te zaś, które zanotowano przy silnikach, można by nawet odnieść do przewodów ruchomych, — jak np. wypadek przy wiertarce ręcznej, którą robotnik kotlarzki szlifował spoinę kotła, założywszy tarczę szlifierską zamiast wiertła. Prąd jednofazowy 220 V (z sieci 380/220 V) doprowadzony był dwoma przewodami, podobnymi do typu DG, z których jeden przewód porażony trzymał w czasie pracy w ręku. W pewnej chwili został on śmiertelnie porażony prądem elektrycznym i wpadł głową do kotła. Okazało się, że bezpieczniki były uszkodzone i „łatané“ grubym drutem.

Wypadki przy transformatorach wydarzyły się bądź przy omiataniu transformatora z kurzu, bądź też przy przypadkowym dotknięciu zacisków transformatora.

#### *Wypadki na szynach zbiorczych i w urządzeniach rozdzielczych.*

W grupie tej nie umieszczono wszystkich wypadków, jakie się zdarzyły przy urządzeniach rozdzielczych, gdyż grupę łączników wydzielono osobno. Najbardziej typowym jest może następujący wypadek, jaki miał miejsce przy czyszczeniu szyn zbiorczych. Monter - elektryk S. był zajęty czyszczeniem szyn zbiorczych oraz pól w rozdzielni głównej 6 kV. Pole przeznaczone do oczyszczenia było bez napięcia, natomiast obydwa sąsiednie pola były pod napięciem. Po oczyszczeniu przedziału odłącznikowego przeniesiono podwójną drabinkę i ustawiono ją — celem oczyszczenia szyn zbiorczych — w komórce wyłącznika olejowego. Mistrz rozdzielni montował obok odkurzacz, gdy już monter S. ustawił drabinkę wewnątrz pola rozdzielni i zaczął na nią wchodzić; w tym jednak stracił równowagę i machnął ręką tak blisko szyn sąsiedniego pola, że powstały łuk oparzył mu palce; S. stracił przytomność i zawisł na drzwiach siatkowych. Mistrz zdjął go zaraz z drzwi, po czym monter odzyskał przytomność i udał się o własnych siłach do szpitala. S., widocznie, nie trzymał się przy wchodzeniu na drabinkę. Zwraca tu uwagę przepis, który nakazuje przy tego rodzaju robotach zabezpieczenie od przypadkowego dotknięcia przewodów i szyn w sąsiednich polach oraz zapewnienie dobrego miejsca do stania.

Niektóre wypadki wydarzyły się np. przy sprawdzaniu stanu napięcia wskaźnikiem napięcia według systemu dr Zippa (aparatus nagle rozleciał się w ręku sprawdzającego) albo przy sprawdzaniu bezpieczników do transformatora napięciowego.

Inny znów wypadek miał następujący przebieg. Przy otwieraniu drzwi do podstacji transformatorowej zaciął się zamek; wówczas monter podważył je i wyrwał ramę; drzwi były drewniane, obite blachą. Przez dziurę w drzwiach wszedł on następnie do środka i usiłował wyłączyć napięcie przez wyjęcie bezpieczników wysokiego napięcia na 3 000 V prądu trójfazowego. Ponieważ to nie wystarczało dla pozabawienia stacji napięcia, monter

wszedł i udał się do innej podstacji, chcąc stamtąd wyłączyć omawianą podstację. Tym czasem zaś postawił on na straży przy wyważonych drzwiach swego pomocnika C. Po powrocie monter zastał C. leżącego na zewnątrz stacji przy drzwiach, drzwi zaś opierały się o kontakty wysokiego napięcia; porażony pomocnik dawał jeszcze tylko słabe znaki życia. Mimo natychmiastowej pomocy zmarł on. Przyczyna wypadku jest tu bardzo skomplikowana, gdyż na podstawie powyższego opisu należy przyjąć, że zarówno w instancji wysokiego napięcia nie były zachowane należyte odległości od drzwi, jak i sam sposób otwarcia drzwi nie był prawidłowy; również i porażony nie zachował się zgodnie z instrukcją, skoro — mimo zakazu — usiłował sam zamknąć drzwi do podstacji.

W innym wreszcie wypadku monter kotłowy B. przygotowywał się do wymiany kabla w rozdzielni 6 kV, która miała nastąpić nazajutrz po wyłączeniu komórki spod napięcia. Tymczasem B. wymierzał jej wymiary, nie dotykając żadnych części znajdujących się pod napięciem. W trakcie tego potknął się jednak i dotknął przy tym plecami szyny zbiorczej prowadzącej do transformatora prądowego. Mimo, że w podstacji znajdował się drugi monter, wypadek był śmiertelny.

#### *Wypadki przy łącznikach.*

Wypadki przy łącznikach dotyczą prawie wyłącznie fachowców, monterów-elektryków, a nawet werkmistrzów, którzy przy obsłudze wyłączników, a jeszcze częściej przy nastawianiu przekładników pod napięciem, weszli w styczność z częściami będącymi pod prądem. Zanotowano również wypadek, wywołany przez eksplozję wyłącznika przy 500 V; wypadek spowodował oparzenie i zranienie obsługującego robotnika. Nie jest wykluczone, że eksplozja wyłącznika spowodowana była przez włączenie silnika o mocy 50 kW przy zwartych pierścieniach ślizgowych. W innym podobnym wypadku przyczyną był prawdopodobnie pył koksowy nagromadzony wewnątrz wyłącznika, który spowodował zwarcie w chwili łączenia.

Częściej zdarzały się przy łącznikach wypadki o przebiegu zbliżonym do następującego opisu. Monter-elektryk D. wszedł do komórki wyłącznika olejowego 6 000 V, nie odłączony uprzednio noży odłącznikowych i tam dotknął wyzwalaczy prądowych; możliwe, że chciał je nastawić. Jedną z elektrowni życzy sobie — na tle opisu podobnego wypadku — aby kółka ręczne wyłączników były zawsze umieszczone na dostatecznie długiej osi, aby pomiędzy wyłącznikiem a kółkiem ręcznym można było ustawić siatkę ochronną. Pogląd ten nie jest dostatecznie uzasadniony; długość bowiem osi wyłączników, czyli odległość kółka ręcznego od izolatorów, podyktowana jest warunkami lokalnymi, najmniejsza zaś odległość określona jest przez przepisy zależnie od rodzaju zamykanej ochrony. Fabryczne wykonania posiadają takie wymiary, że o ile nie postawiono innych wymagań, można zachować wymaganą odległość przy pewnym rodzaju ochrony (np. z blachy), który wymaga najmniejszych długości. Gdy elektrownia życzy sobie zastosować inny rodzaj ochrony (np. siatki), to oś musi być przedłużona, co firma wykonuje za niewielką dopłatą. W opisanym wypadku nie miała ta odległość i tak znaczenia, bo skoro monter D. postanowił nastawić przekładnik pod napięciem, względnie zapomnieć odłączyć odłączniki, to długość osi oraz umieszczenie siatki ochronnej nie miały znaczenia, gdyż celem

wykonania tej czynności i tak musiał on otworzyć dostęp do przekaźników.

Zupełnie podobny przebieg miał wypadek inspektora montażowego X. Chcąc zbadać skok drążka izolacyjnego, który uruchamiał sprężynę wyłącznika olejowego 6 000 V, inspektor otworzył komórkę takiego wyłącznika, znajdującego się pod napięciem, i próbował działanie drążka izolacyjnego, trzymając równocześnie prawą dłoń na kole wyłącznika. Ponieważ drążek uruchomiony był wprost przez przekaźnik znajdujący się pod napięciem, inspektor X., chwyciwszy w pewnej chwili zbyt wysoko drążek, został śmiertelnie porażony. Porażony chciał przez opisaną próbę określić wielkość skoku przy naprawie innego wyłącznika tego samego typu, nie powinien był jednak brać miary pod napięciem; nawet pomoc montera, który stał obok niego przy tych czynnościach, nie przydała się na nic.

Inny wypadek wydarzył się przy wyłączniku od generatora. W dużej elektrowni został — zgodnie z rozkładem pracy turbin — uruchomiony ok. godz. 4<sup>45</sup> turbogenerator, który miał być przy wzrastającym obciążeniu przyłączony do szyn zbiorczych. W chwili przyłączenia odmówił napęd wyłącznika olejowego, zasilany prądem stałym 120 V. Ponieważ w tym czasie obciążenie szybko wzrasta, zarządził natychmiastowe uruchomienie zapasowej turbiny i wezwano mistrza elektryka do naprawy uszkodzonego napędu. Mistrz wziął sobie do pomocy 2 dyżurnych monterów-elektryków i przystąpił do naprawy od strony przejścia. Okazało się, że trzeba wymienić zapadkę w skomplikowanym mechanizmie napędu, i w tym celu musiał jeden z monterów przejść przez ściankę na stronę wyłącznika olejowego, aby przytrzymać jakąś śrubkę, czy też wałek. Odłączniki od strony szyn zbiorczych 30 kV były wyłączone, z drugiej zaś strony wyłącznika znajdował się generator 6 kV, który pracował na sieć przez transformator 6/30 kV. Generator, jakkolwiek pozbawiony napięcia (nie wzbudzony), posiadał jednak pełne obroty, wobec czego posiadał on napięcie szczytowe ok. 100—200 V, o czym widocznie zapomnieli pracujący monterzy. Napięcie to — dzięki transformatorowi przybrało wartość 5-krotnie wyższą. Napięcia tego dotknął się jeden z monterów, pracując od strony wyłącznika i został śmiertelnie porażony. Należało oczywiście, wyłączyć również odłączniki od strony generatora na 30 kV albo 6 kV.

#### *Wypadki przy instalacjach oświetleniowych.*

Największa liczba wypadków zachodzi przy instalacjach oświetleniowych — wskutek różnych niedozwolonych manipulacji podejmowanych na lampach lub wyłącznikach przez osoby niefachowe. Tak np. niejakiego L. znaleziono martwego w piwnicy, a obok niego lampę, którą rozkręcał. Robotnik P. manipulował przy wyłączniku do oświetlenia zewnętrznego uruchamianego czterokątnym kluczem. Nie wiadomo w jakim celu P. zdjął przykrywkę i wówczas został porażony.

Inny znów robotnik został śmiertelnie porażony wówczas, gdy demontował przy pomocy żelaznego widelca oprawkę oświetleniową, służącą do oświetlenia namiotów; poszkodowany stał boso na mokrej trawie. Instalacja była prowizoryczna, zbudowana na przeciąg kilku tygodni; nie to jednak było przyczyną porażenia, lecz niedozwolone manipulowanie. Przed przystąpieniem do demontażu należało bowiem zawiadomić elektrownię, aby wyłączyła instalację spod napięcia.

Zanotowano nawet taki wypadek, kiedy 11-letni chłopiec wsadził 2 druciki do gniazdka od żelazka elektrycznego do prasowania i został śmiertelnie porażony — przy napięciu 220 V.

Nie mniej liczną grupę, chociaż może zawierającą mniej wypadków śmiertelnych, stanowią wypadki przy wkręcaniu lub wykrcaniu żarówki. Śmiertelność jest tu dlatego mniejszą, że wypadki te zdarzają się najczęściej w lokalach suchych, a dotknięcie odbywa się nie pełną ręką, lecz np. jednym palcem. Przyczyną bywa najczęściej nieprawidłowa instalacja, a więc np. nieodpowiedni pierścione izolacyjny lub zupełny jego brak, albo też jakiś błąd izolacyjny wewnątrz lampy, wskutek czego zewnętrzne metalowe części oprawki są pod napięciem. Przy prawidłowej instalacji właściwie wykrcanie żarówki pod napięciem nie powinno być niebezpieczne.

Drugi wyjątkowy wypadek wydarzył się, gdy pomocnik murarski Sz. kuł przebijał dziury w ścianie. Sz. trafił na zamurowany w ścianie kabelek obołowiony i przebił go kilkakrotnie, po czym został śmiertelnie porażony; porażony nic nie wiedział o kabelku. Zachodzi tu nieszczęśliwy zbieg okoliczności, przy czym jednak należy się zastanowić, czy nie możnaby tego rodzaju wypadków uniknąć przez inny sposób zakładania instalacji oświetleniowych pod tynkiem. Tak np. kabelek obołowiony nie nadaje się do instalacji pod tynkiem; instalacje pod tynkiem zakładane krzywo lub na ukos pod ścianie mogą również wprowadzić w błąd pomocnika murarskiego. W opisywanym wypadku punkt zerowy sieci był uziemiony, a opór jego uziemienia wynosił 1,27 Ω. Przepalenie bezpiecznika nie nastąpiło — mimo bezpośredniego zwarcia metalicznego (i przez ziemię) oraz kilkakrotnego uszkodzenia kabelka.

#### *Wypadki przy lampach ręcznych i przenośnych.*

Lampy przenośne są jedną z najpospolitszych przyczyn wypadków porażen elektrycznych; można powiedzieć nawet, że po przewodach napowietrznych stanowią one przyczynę najliczniejszych porażen. Przyczyną tego jest przeważnie wadliwa instalacja oraz łatwość uszkodzenia lampy przenośnej. Kilka szczegółowych przykładów zilustruje rodzaje błędów.

Robotnik murarski P. pracował w piwnicy domu. Dla ułatwienia mu pracy jakiś pokątny, niekoncesjonowany „instalator“ wykonał prowizoryczną instalację ze starego przewodu w ołowiu i dołączył do istniejącej instalacji. Jako armatury, użyto zwykłej oprawki, przy czym metalowa część oprawki była przyłączona do fazy. Piwnica była bez podłogi; napięcie 220 V. Wypadek był śmiertelny.

W innym znów wypadku ofiarą porażenia był szofer, który przy naprawie wozu wszedł pod auto, posługując się przy tym lampą przenośną o napięciu 220 V. Lampa wykonana była niewłaściwie; zewnętrzna część oprawki, siatka druciana oraz mosiężny korpus, były połączone ze sobą metalicznie. Drut doprowadzający (bez opony gumowej) przetarł się w miejscu wprowadzenia do oprawki i napięcie przeniosło się na siatkę drucianą. Szofera znaleziono martwego dopiero po kilku godzinach. Stwierdzono, że bezpiecznik w obwodzie garażowym się przepalił.

W innym wypadku monter wodociągowy zamiast lampy na 24 V użył w mokrej ublikacji lampę na napięcie 220 V i dotknął gwintu od lampy. Widocznie

osłona od lampy nie była zadowalająca. Wynik porażenia — śmiertelny.

Kilka wypadków zdarzyło się w piekarniach, gdzie winny być stosowane do wyświetlania pieców piekarskich lampy ręczne o specjalnej konstrukcji. Jeden z takich wypadków miał przebieg następujący. Lampa w piekarni była bez siatki ochronnej i przyłączona była do instalacji zainstalowanej przez jakiegoś niekoncesjonowanego instalatora. Podłoga w piekarni była betonowa, a na lampie brak było nawet porcelanowego krążka; kiedy więc piekarka wzięła lampę do ręki, została rzucona głową o ścianę betonową, co stało się podobno przyczyną jej śmierci. Córka denatki, chcąc ją ratować, została również porażona — na szczęście lekko.

#### *Wypadki przy aparatach medycznych.*

Wypadki te są o tyle tragiczne, że prąd elektryczny przy pomocy tych właśnie aparatów miał służyć do przywrócenia zdrowia, nieszcześnie zaś zbiegiem wypadków przyczynił się do śmierci pacjenta, względnie lekarza. Niestety, zarządy szpitali nie zawsze miały dosyć zrozumienia dla współpracy między lekarzem a technikiem, mającej na celu uniknięcia na przyszłość podobnych wypadków, i nie przysłały w jednym wypadku żadnej odpowiedzi. W innych natomiast przypadkach, zwłaszcza przy osobistej interwencji, spotkałem się z pełnym zrozumieniem pp. lekarzy, którzy po zapewnieniu tajemnicy zawodowej okazali pełne zrozumienie dla prac i zamierzeń S. E. P. Składając im przy tej okazji podziękowanie za dotychczasową pomoc, chciałbym, aby ta współpraca rozwinęła się i przyniosła dobre wyniki.

Jeden wypadek wydarzył się w czasie dokonywania zabiegu przez siostrę szpitalną na chorym na reumatyzm. Nie wiadomo, czy natężenie prądu było zbyt duże, czy też — co jest prawdopodobniejsze — urządzenia ochronne (np. uziemienie) nie były w porządku.

W drugim wypadku student medycyny jednego z końcowych semestrów asystował przy badaniach wykonywanych za pomocą aparatu Roentgena. W pewnym momencie student wszedł do pomieszczenia pomocniczego, w którym stał transformator wysokiego napięcia i dotknął gołych przewodów pod napięciem 70 000 V prądu zmiennego (?). Sprawozdanie nadesłane przez lekarza — właściciela zakładu rentgenowskiego — nie zawierało, niestety, również wielu szczegółów.

#### *Wypadki przy przyrządach pomiarowych.*

Wypadki przy pomiarach zdarzają się na ogół rzadko, gdyż pomiary wykonywane bywają zazwyczaj przez personel wysoko wykwalifikowany, tym niemniej niebezpieczeństwo wypadku jest w czasie pomiarów

większe, gdyż z konieczności muszą być wprowadzone różne niedostatecznie osłonięte przyrządy, zarówno niskiego, jak i wysokiego napięcia, uwaga zaś osób zatrudnionych przy pomiarze skierowana jest przede wszystkim na odczytywanie przyrządów itp. Przez stosowanie transformatorów mierniczych można to niebezpieczeństwo poważnie zmniejszyć i dlatego większość wypadków przy pomiarach ma przebieg błahy.

Jeden z wypadków śmiertelnych wydarzył się przy badaniu silnika kolejowego na prąd stały wysokiego napięcia.

Inny wypadek wydarzył się również przy pomiarze silnika na napięciu 2 000 V prądu trójfazowego w kopalni pod ziemią i opisany jest w rocznym sprawozdaniu Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Katowicach za rok 1938.

Przy montażu licznika wszedł jeden z monterów na drabinę i dotknął przez nieuwagę przewodów będących pod napięciem 5 000 V.

#### *Wypadki przy różnych przedmiotach.*

Wypadki tego typu należą do kategorii karygodnych, a to z tego powodu, że przyczyną ich jest bądź złośliwość, bądź też swawola osób trzecich lub własna. Nazywamy je dlatego karygodnymi, że przyłączenie napięcia do pewnych przedmiotów ogólnie dostępnych w celu „elektryzowania“ określonych lub nieokreślonych osób stać się może i było w roku ubiegłym kilkakrotnie przyczyną śmiertelnego wypadku i dlatego winno być ścigane przez kodeks karny. Czasem skutek zwracał się przeciw samemu sprawcy, jak to widać z następujących kilku przykładów.

14-letni uczeń szkoły powszechnej M. przyłączył część ogrodzenia kiosku do sieci 220 V prądu zmiennego; ogrodzenie to było wykonane z drutu kolczastego. Z ogrodzeniem tym zetknął się sam M. i doznał śmiertelnego porażenia.

12-letnia uczennica L. dotknęła metalowej ramy szafki, zawierającej reklamy kinowe i upadła śmiertelnie porażona prądem elektrycznym. Podobno nieznanemu sprawcy połączyli ramę z instalacją elektryczną.

Kilkuletnia dziewczynka Sz. doznała porażenia prądem elektrycznym, dotknąwszy kłódki wiszącej na drzwiach remizy. Sz. była przez kilka chwil nieprzytomna, przysłała jednak, na szczęście, do siebie. Okazało się, że sąsiad przeprowadził przez okno z mieszkania przewód elektryczny, łącząc kłódkę z siecią 220 V. Podobnie przyłączona została do sieci klamka od drzwi oraz żelazna wycieraczka.

Podobnych wypadków było w latach ubiegłych bardzo dużo, to też dla ukrócenia tego rodzaju swawoli winny być podjęte odpowiednie kroki.

## Organizacja ruchu elektrycznego w dużym zakładzie przemysłowym

Inż. Adam Kowalski

*Streszczenie.* Omówienie organizacji ruchu elektrycznego, istniejącej od 10 lat w pewnym zakładzie przemysłowym.

Siłownia własna oraz prowadzenie jej statystyki. Prąd pobierany z siłowni obcych. Rozdział prądu i urządzenia odbiorcze.

Organizacja warsztatu elektrycznego. Cechowanie urządzeń oraz naprawa przyrządów pomiarowych. Prowadzenie inwentarza urządzeń elektrycznych; magazynowanie części rezerwowych i instalacyjnych.

Na zakończenie omówione jest zagadnienie współdziałania z firmami produkującymi urządzenia elektryczne oraz sprawy związane ze szkoleniem personelu fachowego.

### UWAGI WSTĘPNE.

Aby uzasadnić potrzebę postawienia na odpowiednim poziomie organizacji ruchu elektrycznego w dużym zakładzie przemysłowym, musimy zobrazować jej zakres działania oraz podać ilościowo poszczególne urządzenia wchodzące w zakres tego ruchu.

Zadaniem ruchu elektrycznego — jest zasadniczo dostarczenie energii elektrycznej do oddziałów produkcyjnych — czy to z własnej siłowni, czy też zakupioną z siłowni obcych — oraz troska o wszystkie urządzenia ruchowe, mające związek z przesyłaniem tej energii. Aby móc to zadanie należycie wypełnić, musimy przede wszystkim przyjąć za zasadę, że do ruchu elektrycznego nie może nikt się wtrącać z poza personelu należącego do oddziału ruchu elektrycznego, inaczej bowiem powstaje chaos organizacyjny ujawniający się w:

1) sporach kompetencyjnych; 2) zrzucaniu ze siebie odpowiedzialności w razie istnienia usterek ruchowych i przetrzucaniu winy na najmniej winne temu organa; 3) zwlekaniu w usunięciu usterek ruchowych; 4) trudnościach w rozplanowaniu pracy stałej załogi oraz 5) stosowaniu indywidualnej gospodarki urządzeniami i zapasami przez poszczególne oddziały produkcyjne.

Do oddziału produkcji powinno jedynie należeć:

1) ustalenie z oddziałem ruchu elektrycznego warunków pracy w danym oddziale; 2) zezwolenie na zatrzymanie pewnych działów w razie konieczności naprawy urządzeń elektrycznych; 3) ustalenie kolejności włączania poszczególnych oddziałów produkcyjnych w razie uprzedniego wyłączenia sieci; 4) doglądanie łożysk silników, ich uruchamianie i czyszczenie.

Oddział produkcji zadawała się zazwyczaj tym stanem rzeczy, woli on bowiem nie mieszać się do spraw elektrycznych, głównie z powodu nieznamość tej dziedziny, zdając jednocześnie sobie sprawę z doniosłości odpowiedzialności nie tylko za bezpieczeństwo, lecz również i za przerwy w ruchu, dające nieraz znaczne straty produkcyjne. Z drugiej strony ruch elektryczny musi dbać o to, aby było jak najmniej przerw z powodu defektów w urządzeniach elektrycznych. O ile defekty takie zostaną stwierdzone, muszą one być z miejsca usunięte; żadne usprawiedliwianie się „siłą wyższą” nie może mieć miejsca.

Dlatego też ruch elektryczny musi być tak zorganizowany, aby wszelkie możliwości poważniejszych usterek były z góry usuwane, uszkodzone zaś urządzenia aby mogły być łatwo zastąpione przez inne. Jest to trudne zadanie w ruchu wielkiego zakładu, gdzie jest duża różnorodność tych urządzeń. Jednakże przy ceło-

wej organizacji powyższe zadanie może być wykonane zadowalająco.

Ruch elektryczny obejmuje wszystkie odbiorniki energii elektrycznej, zainstalowane w danym zakładzie. Są to urządzenia najróżniejszej budowy, jak przeciw-wybuchowej, gazoszczelnej, pyłoszczelnej, chronionej z izolacją odporną na wilgoć, na różne opary i inn. Dla przykładu podamy zakład przemysłowy, posiadający następujące urządzenia w ruchu: zórawi — 41; silników — 1 430 (ogólnej mocy ok. 35 000 KM); transformatorów — 96 oraz wyłączników — 725.

Schemat organizacyjny takiego zakładu przemysłowego, obejmującego elektrownię i ruch fabryczny, przedstawiony jest na rys. 1.

Niniejszy referat obejmuje tylko część organizacyjną dotyczącą urządzeń elektrycznych (prąd silny i stacja cechownicza), natomiast dział prądu słabego, wymagający oddzielnego omówienia, pominięto.

### SIŁOWNIA WŁASNA I JEJ STATYSTYKA.

Wielkie zakłady posiadają zazwyczaj własną siłownię, w której ruch elektryczny ma głównie za zadanie nadzór nad generatorami, czyli częścią elektryczną. Generatory są przydzielone do konserwacji i nadzoru obsłudze rozdzielni, która powinna:

- 1) raz na zmianę obejrzeć generatory w ruchu;
- 2) okresowo przedmuchiwać komutatory oraz pierścienie ślizgowe i zmieniać zużyte szczotki;
- 3) uskutecznić lub dozorować — w razie potrzeby — szlifowanie komutatorów i pierścieni ślizgowych;
- 4) okresowo przeglądać generatory.

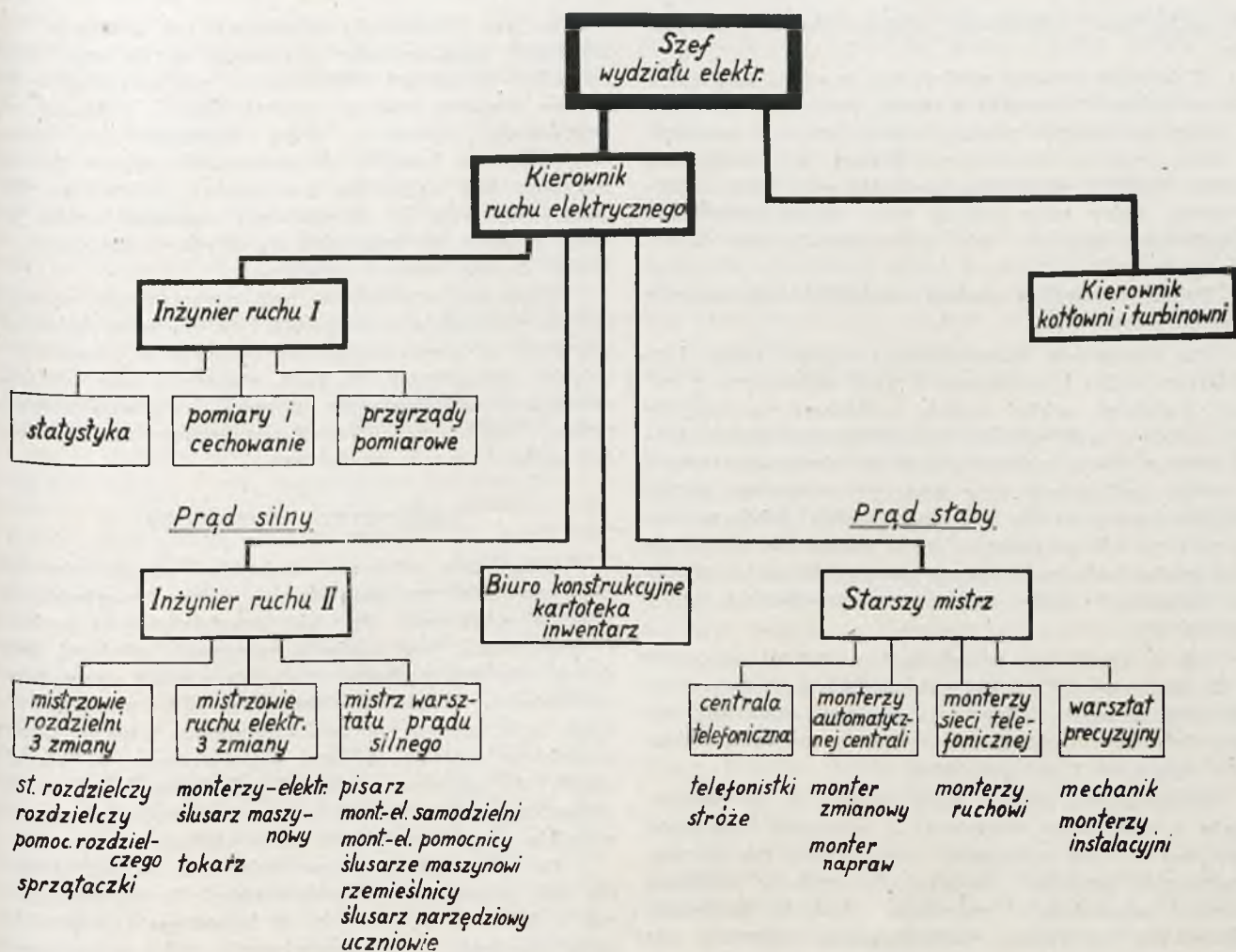
Do tych prac przeznaczają się w miarę potrzeby załogę warsztatu elektrycznego.

Silniki wraz urządzeniami elektrycznymi, znajdujące się zarówno w kotłowni, jak i turbinowni, są przydzielone do ruchu fabrycznego — elektrycznego.

Statystyka siłowni ma na celu zestawianie wszystkich danych, pochodzących z kontroli ruchu, a mianowicie: 1) zużycie węgla; 2) zużycie wody surowej; 3) produkcję i rozdział pracy; 4) produkcję i rozdział energii elektrycznej oraz 5) ważniejsze daty z ruchu siłowni.

Rozważymy bliżej p. 4) — produkcję i rozdział energii elektrycznej.

Sprawozdania dzienne z odczytów liczników energii wyprodukowanej i odebranej są podawane przez rozdzielnię według stanu dziennego o g. 6 rano. Celem rozliczenia energii pobranej przez poszczególne gałęzie produkcyjne w poszczególnych odgałęzieniach są wbudowane liczniki — w punktach zasilających. Liczniki te są kontrolowane okresowo przez stację cechowniczą, odczytywane zaś codziennie przez obsługę rozdzielni. Mistrzowie rozdzielni co pewien czas porównują sumę odczytów na odgałęzieniach z odczytami na generatorze, czy też na poszczególnych transformatorach mocy i światła. Główne liczniki generatorów oraz ważniejszych odbiorników, są cechowane co dekadę przez stację cechowniczą — na miejscu ich wbudowania. Według schematu rozmieszczeń liczników w sieci, osobno dla mocy, osobno zaś dla oświetlenia, biuro statystyczne sporządza co miesiąc rozliczenie zużycia energii według oddziałów produkcyjnych i podaje te zestawienia do kalkulacji fabrycznej oraz do wiadomości oddziałów fabrycznych.



Rys. 1.  
Schemat organizacji ruchu w dużym zakładzie przemysłowym.

**PRĄD OBCY.**

Prąd pobierany z obcych siłowni służy do:

- 1) uzupełnienia energii własnej;
- 2) zabezpieczenia rezerwy prądowej.

Ruch elektryczny musi posiadać dokładnie opracowaną instrukcję współpracy z obcymi elektrowniami, aby w razie potrzeby można było pracować równolegle lub — w razie przeciążenia własnej siłowni — oznaczone odgałęzienia przełączyć na zasilanie z obcych siłowni.

Jednym z najważniejszych problemów w tym dziale jest celowe i sprawne rozwiązanie zasilania obcym prądem własnej sieci w razie unieruchomienia własnej siłowni. Należy dokładnie określić, które odbiorniki mają być zasilane prądem obcym, jak np. pompy zasilające, pompy kondensacyjne, pompy wody chłodzącej itp. Oświetlenie ważnych punktów fabrykacyjnych oraz siłowni z rozdzielnią — w razie wyłączenia sieci oświetleniowej — powinno być automatycznie przełączane na prąd stały z akumulatorów.

Drugą czynnością w tym dziale jest zawieranie umów o dostawę energii obcej, która to dziedzina stanowi odrębne zagadnienie. Po krótko należałoby nadmienić, że w takich umowach, oprócz ustalenia ceny, należy dokładnie określić wszelkie zagadnienia ruchowe w taki sposób, aby przy ich interpretacji nie należało się uciekać do rozważań prawniczych.

Dopilnowanie warunków umowy oraz sprawdzanie rachunków na podstawie danych dostarczonych przez statystykę, powinno należeć do ruchu elektrycznego. Z pośród urządzeń dotyczących tego działu — konserwacja oraz nadzór nad liniami dosyłowymi w ruchu elektrycznym należą do mistrzów rozdzielni.

**RUCH ROZDZIELNI ORAZ ROZDZIAŁ PRĄDU.**

Do tego działu należą rozdzielnie t. zn. urządzenia dopływu prądu z własnych generatorów lub z obcej elektrowni oraz z odgałęzień — do punktów zasilających, znajdujących się w różnych miejscach zakładu.

W ruchu rozdzielni na każdej zmianie jest obecny samodzielny mistrz lub przodownik, podlegający mistrzowi ruchu elektrycznego, oraz załoga złożona z dwóch do trzech ludzi — w zależności od liczby rozdzielni (w każdej rozdzielni po jednym), oraz jeden do obchodzenia wraz z mistrzem urządzeń wysokiego napięcia (względ na bezpieczeństwo) i do ewentualnych drobnych napraw. Do tej obsługi należy: załączanie generatorów, ich przełączanie oraz załączanie potrzebnej ilości kabli zasilających w rozdzielniach i punktach zasilających. Przebywanie stałej obsługi w podstacjach i uruchamianie przez nią silników jest zbyteczne ze względu na opłacalność. Silniki w ruchu uruchamiać może odpowiednio przeszkolona obsługa maszyn i urządzeń napędzanych, a jedynie po naprawie silników lub po usunięciu defektu w urządzeniu elektrycznym uru-



chamianie musi skutecznie obsługa ruchu elektrycznego.

W każdym punkcie zasilającym powinny być umieszczone wskaźniki zwarcia z ziemią, które raz na zmianę odczytuje obsługa rozdzielni przy kontroli urządzeń. W razie zwarcia obowiązkiem obsługi jest znalezienie miejsca błędu i wskazania go mistrzowi ruchu elektrycznego, który przy pomocy swej załogi skutecznie odpowiednią naprawę lub przekazuje ją warsztatowi elektrycznemu.

Dalszą czynnością obsługi rozdzielni jest kontrola uzemięń odbiorników.

Dla ułatwienia sprawowania nadzoru przez kierownictwo ruchu i dopilnowania prac związanych z ruchem rozdzielni, zakład zostaje podzielony na trzy rejony; każdy z tych rejonów jest oddany pod nadzór jednej zmiany, której zadanie polega na utrzymaniu swych punktów zasilających oraz grup w należyłym stanie. Uskuteczny powinien być nawet podział tablic w rozdzielni przy ich czyszczeniu, gdyż przyczynia się to do zwiększenia dokładności pracy oraz większego poczucia odpowiedzialności przez załogę przy wypełnianiu swych obowiązków.

Jak z powyższego widać, ruch rozdzielni ogranicza się do kontroli ruchu i należytego dbania o stan urządzeń elektrycznych, albowiem obsługa rozdzielni ma przeważnie dużo wolnego czasu i może tę pracę wykonywać spokojnie i bez pośpiechu.

Kierownictwo musi z góry określić — w porozumieniu z oddziałami produkcji — kolejność załączania odgałęzień w razie wyłączenia całego ruchu lub też poszczególnych punktów zasilających, wydając obsłudze rozdzielni odpowiednie instrukcje. Jest to konieczne zarówno dla szybszego zlokalizowania przerwy, jak i uchronienia urządzeń od poważniejszych następstw i szkód w fabrykacji.

W każdej rozdzielni powinien być schemat urządzeń zawierający nie tylko układ połączeń, lecz i dopuszczalne prądy przesyłowe oraz wysokość nastawienia przekładników, zaś w punktach zasilających — uproszczone schematy, które — prócz prądów dopuszczalnych — powinny uwidaczniać również różne możliwości zasilania. Szczegółowa kartoteka przekładników oraz ich okresowego nastawiania znajduje się w kierownictwie ruchu.

Wymiana oleju oraz okresowe posyłanie próbek olejowych pobranych z urządzeń elektrycznych do analizy jakościowej powinna należeć do jednego z mistrzów rozdzielni, który prowadzi również przesyłanie wymienionych olejów do regeneracji. Drugi z mistrzów rozdzielni powinien współpracować w ustalaniu warunków bezpieczeństwa pracy w urządzeniach elektrycznych i dbać o stosowanie daleko idącej ostrożności przez mistrzów i obsługę. Trzeci z mistrzów rozdzielni powinien dbać o schematy i dopilnować poprawek w nich i uzupełnień oraz dbać o napisy na urządzeniach. Do niego też należeć powinny schematy oraz opisy automatycznych urządzeń, jak wyciągów i innych.

W każdej rozdzielni prowadzona jest książka odczytów mierników, która codziennie zostaje przedkładana kierownikowi do kontroli przy raporcie dziennym rozdzielni, zdawanym przez mistrza rozdzielni. Sprawozdanie z działalności i prac rozdzielni podczas zmiany oraz ważniejsze zdarzenia są zapisywane przez mistrzów w książce raportowej, którą przedkłada się kierownictwu przy raporcie, przy czym następuje omó-

wienie tych wydarzeń, możliwości ich usunięcia na przyszłość oraz wydanie dyspozycji co do prac, jakie mają być wykonane. Kierownictwo powinno dbać o dokładne zbadanie każdego defektu, oraz o wysnucie odpowiednich wniosków, gdyż dokładne ich opisanie przyniesie korzyść na przyszłość. Raport dzienny powinien być dokładnie prowadzony, każda zaś wydana dyspozycja — skrupulatnie zapisana, często bowiem stanowi to dokument dla władz, a dla ruchu — źródło bardzo cennych wiadomości.

Osobnym problemem jest porozumienie ruchowe między rozdzielnią a kotłownią i turbinownią, które odbywa się za pomocą sygnałów optycznych i fonicznych. Sposób posługiwania się tymi sygnałami oraz ich znaczenie musi być dokładnie opisane — w sposób możliwie prosty i ujmujący całokształt współpracy; opis ten musi być podany do wiadomości załogi.

### URZĄDZENIA ODBIORCZE.

Urządzenia odbiorcze obejmujące silniki, oświetlenie, odbiorniki ruchome (lampy ręczne, wiertarki, lutownice elektryczne itp.), są przydzielone do nadzoru i konserwacji, tzw. zmianie ruchomej, pełniącej stały dyżur. Zmiana ruchowa składa się z kilku — np. 5 samodzielnych monterów-elektryków, ślusarza maszynowego oraz tokarza — pod kierunkiem mistrza. Grupy rozdzielcze wraz z kablami doprowadzającymi energię należą do nadzoru rozdzielni, odgałęzienia zaś — do zmian ruchowych. Oprócz tego zmiany ruchowe usuwają wszelkie usterki zauważone przez obsługę rozdzielni.

Do zakresu prac zmian ruchowych należą: 1) nadzór nad przydzielonymi urządzeniami; 2) usuwanie usterek i defektów ruchowych; 3) konserwacja przydzielonych urządzeń; 4) przygotowywanie części rezerwowych do tych urządzeń; 5) wykonywanie — w miarę możliwości — prac związanych ze zmianą urządzeń w swoim rejonie, oraz 6) przekazywanie większych napraw warsztatowi elektrycznemu.

Podczas zmiany, oddziały produkcji zawiadamiają mistrza zmianowego o przeszkodach w ruchu, ten zaś posyła swoich monterów do usunięcia usterek, dając im — w miarę możliwości — wskazówki z góry. W razie większych przeszkód w usunięciu defektów mistrz zmianowy udaje się osobiście na miejsce dokonywania naprawy.

Oprócz tego każda zmiana ruchowa ma przeznaczony do ściślejszego nadzoru rejon urządzeń, który musi raz na zmianę skontrolować oraz dbać o należyty jego stan. W tym celu mistrz zmianowy dzieli rejon swój między swych monterów; każdy z nich po pewnym czasie poznaje bolączki danego ruchu produkcji i może mniejszym nakładem pracy wypełnić szybciej i dokładniej swe zadanie. Aby jednak wszystkie zmiany zapoznały się z urządzeniami całego zakładu podział rejonów należy tak ustalić, aby w zakres poszczególnych zmian wchodziły możliwe wszystkie urządzenia jak np. żorawie, działy produkcji posiadające urządzenia wodoszczelne, pyłoszczelne, przeciwwybuchowe, kwasoodporne itp. Oprócz tego, należy zwrócić uwagę na to, aby te urządzenia były dla danego rejonu możliwie skupione i aby sprawowanie kontroli nad nimi nie wymagało pokonywania przez obsługę dużych odległości. Należy również uważać na to, aby kontrola urządzeń jednej grupy rozdzielczej nie była rozbita na wszystkie zmiany. W tym celu na orientacyjnej mapie oznacza się kolorowo rejony, oddając je do ści-

siejszego nadzoru poszczególnym zmianom. Wszystkie urządzenia elektryczne danego rejonu powinny być spisane według miejsc ich zabudowania oraz przynależności do działów produkcji.

Oprócz normalnego nadzoru i konserwacji zmiana ruchowa — w miarę wolnego czasu — przygotowuje części rezerwowe dla urządzeń swego rejonu, czy to w postaci naprawy uszkodzonych i wybudowanych części, czy też przez pobranie nowych części z magazynu. Naprawy większe lub wymagające szybszego wykonania zmiana przekazuje warsztatowi elektrycznemu. W tym celu mistrz zmianowy wypisuje odpowiednie zamówienie, które wraz z raportem przedkłada do zaakceptowania kierownikowi.

Przed upływem zmiany mistrz wpisuje do książki raportowej cały przebieg prac i usterek ruchowych, jakie zaszły podczas zmiany; wpisuje on tu również nieukończone roboty, celem ewentualnego dalszego ich załatwienia, o ile utrzymanie ruchu tego wymaga, (np. wymiana uszkodzonego silnika potrzebnego koniecznie do produkcji). Książkę raportową wraz z kartkami magazynowymi na potrzebne materiały mistrzowie przesyłają codziennie do kierownictwa ruchu. Kierownik ruchu przy przeglądaniu raportów wydaje odpowiednie zarządzenia, wpisując je do książki lub omawia je z mistrzami podczas kontroli ruchu. Kontrolę urządzeń ruchu kierownik ruchu przeprowadza sam lub za pośrednictwem wyznaczonych przez siebie osób, przy czym urządzenia ruchu kontrolowane są w ten sposób, aby w pewnym określonym czasie — zależnie od potrzeby — zostały one przejrane w całości. W tym celu kierownik wyznacza codziennie do przejrzenia pewne urządzenia, rozdzielając kontrolę na poszczególne osoby. Przygotowywanie do ruchu oddziałów, które tylko okresowo są w ruchu, należy do zmiany ruchowej danego rejonu.

### WARSZTAT ELEKTRYCZNY.

#### Zadania warsztatu i jego organizacja.

Warsztat elektryczny pracujący tylko na zmianie dziennej; ma on za zadanie:

- 1) uzupełnienie robót związanych z ruchem, których wykonanie przez zmianę ruchu nie jest możliwe lub też przeszkadzałoby w normalnej pracy;
- 2) wykonywanie nowych instalacji;
- 3) uzupełnianie zapasów dla magazynu;

Poza tym warsztat elektryczny stanowi rezerwę pracowników dla ruchu.

Dla wykonywania tych prac warsztat elektryczny posiada stałą załogę, składającą się z monterów-elektryków, nawijaczy, ślusarzy oraz sił pomocniczych. Załoga warsztatu musi być tak dobrana, aby wszelkie uszkodzenia urządzeń elektrycznych mogły być szybko likwidowane — bez uciekania się do pomocy z zewnątrz zakładu, albowiem w ten sposób: zyskuje się na czasie i kosztach, a poza tym jeszcze kształci się załogę w usuwaniu defektu na miejscu pracy.

Tak np. samodzielnych nawijaczy powinno być przynajmniej trzech, aby każdy uszkodzony silnik lub transformator, którego zamiana na inny jest, niemożliwa, mógł być możliwie szybko naprawiony. W takich wypadkach sprawę rozwiązuje zatrudnienie nawijaczy na trzy zmiany.

Wykonywanie nowych instalacji elektrycznych, odnawianie starych instalacji lub ich przeróbka oraz

rozbudowa nowych oddziałów produkcji powinny być przeprowadzane wyłącznie przez własną załogę, ponieważ:

1) wykonując tę pracę, załoga zapoznaje się z nimi i wnika w urządzenia tak, że późniejsze defekty są łatwo przez nią usuwane;

2) zatrudnia się załogę warsztatu, która stanowi rezerwę dla ruchu;

3) praca zostaje wykonana dokładnie ponieważ pracownik, pozostając nadal w zakładzie, bierze na siebie większą odpowiedzialność, ponosząc konsekwencje przy utrzymaniu tych urządzeń w ruchu.

Uzupełnianie — w miarę możliwości — części zapasowych dla urządzeń elektrycznych jest o tyle korzystne, że:

1) części zapasowych do urządzeń starszego typu nie łatwo można dostać, firmy zaś, z których urządzenia te pochodzą, dostarczają je po wysokiej cenie;

2) załoga przyzwyczaja się do naprawy urządzeń bez uciekania się do wymiany całego urządzenia.

W ruchu elektrycznym należy przyjąć zasadę obywania się bez pomocy personelu firm i uciekania się do niego jedynie w wypadku zapotrzebowania specjalnych lub nowych urządzeń. Wprowadzony w niektórych zakładach zwyczaj sprowadzenia do rozwiązywania zagadnień ruchowych ekspertów z firm, prowadzi zazwyczaj do powiększenia kosztów utrzymania; najlepszy bowiem fachowiec, lecz nieobeznany dokładnie z danym ruchem, nie jest w stanie wybrać najlepszego rozwiązania.

Aby warsztat elektryczny mógł wykonać należyście powyższe zadania, musi być on dostosowany do tego swą organizacją, opartą na zasadach, wg. których:

1) regulowanie kolejności wykonywania prac oraz ustalanie ich konieczności powinno należeć do ruchu elektrycznego;

2) roboty w warsztacie elektrycznym mogą być wykonywane tylko na zlecenie warsztatowe, potwierdzone przez ruch elektryczny.

W dalszym ciągu omówimy bieg prac w warsztacie elektrotechnicznym.

#### Wystawianie zlecenia.

Na wykonanie robót elektrycznych, związanych z nowymi działami produkcji, zainteresowany oddział wystawia „zlecenie warsztatowe“. W tym celu wypełnia się formularze „zlecenia warsztatowego“ w dwu egzemplarzach (oryginał i kopia), wypisując treść roboty. Określenie roboty powinno być możliwie krótkie, lecz ściśle określające daną robotę, przy czym bliższe uwagi należy podać osobno lub na zleceniu w nawiasie. Zlecenie to podpisuje kierownik zamawiającego oddziału, przy czym wpisuje on konto oraz termin wykonania według potrzeb oddziału. Należy unikać podawania terminów nieokreślonych, jak: zaraz, natychmiast itp.

Każdy podpis winien być koniecznie zaopatrzony w datę.

W razie potrzeby wykonania pilnych robót, które mają być z miejsca podjęte i wymagają oderwania załogi od innych rozpoczętych już prac, daje się na zleceniu stempel: „Zlecenie pilne! Wykonać natychmiast bez dalszego zatwierdzenia“. Pod stemplem podpisuje się wtedy czynnik nadrzędny kierownika (szef oddziału).

„Zlecenie warsztatowe“ na roboty potrzebne dla ruchu elektrycznego zakładu wystawia oddział elektryczny. Treść roboty na „zleceniu“ wypisuje ten mistrz, do którego należy rejon, dla którego robota ma być wykonana. „Zlecenia“ te otrzymują konto tego oddziału produkcji, w którym jest zainstalowane oraz używane odnośne urządzenie elektryczne.

#### *Przyjmowanie zleceń.*

„Zlecenie“ przychodzi do szefa wydziału elektrycznego (czynnik nadrzędny kierownictwa ruchu), który — po stwierdzeniu możliwości wykonania roboty, jej potrzeby oraz opłacalności w warsztatach ruchu elektrycznego — akceptuje je.

Po otrzymaniu „zlecenia“ kierownik warsztatu zapoznaje się z miejscem wykonania, możliwością przyłączenia do sieci itp., podpisuje zlecenie, a następnie referuje zamierzony sposób wykonania roboty szefowi.

Następnie „zlecenie“ wraz z kopią przechodzi do biura ruchu, które wpisuje jego treść do „książki komisyjnej“ według kolejności, przy czym na „zleceniu“ wpisuje się ten sam numer. Następnie biuro ruchu wypełnia „polecenie do warsztatu“ w dwu egzemplarzach, wystawia „kartę warsztatową“ roboty, po czym przekazuje je kierownikowi warsztatu.

Kopię „zlecenia“ odsyła kierownik do oddziału wystawiającego „zlecenie“ — celem zawiadomienia o przyjęciu roboty, egzemplarz „polecenia“ natomiast — do Biura Kosztów zakładu, które otwiera konto tej komisji i obciąża je robocizną i materiałami oraz zalicza ją do kalkulacji oddziałów produkcji.

Oryginał „zlecenia“ wraz z drugą kopią „polecenia do warsztatu“ pozostaje przez czas trwania roboty u kierownika warsztatu dla dopilnowania kolejności wykonania robót oraz ich ukończenia wg. podanego terminu.

#### *Opracowanie roboty i wydanie jej na warsztat.*

„Kartę warsztatową“ opracowuje biuro konstrukcyjne; w razie potrzeby rysuje ono układ połączeń, wpisuje uwagi co do wykonania roboty, prób i specjalnych pomiarów, wg. wskazówek kierownika ruchu. Opracowaną w ten sposób „kartę warsztatową“ otrzymuje mistrz warsztatu od kierownika przy najbliższym raporcie dziennym, przy czym omawia się robotę oraz termin jej rozpoczęcia. W razie potrzeby omówienia roboty na miejscu, odbywa się to podczas kontroli robót warsztatowych na montażu. O ile pożądanym jest wcześniejsze rozpoczęcie roboty, porozumienie następuje telefonicznie z równoczesnym odesłaniem „karty warsztatowej“ mistrzowi.

#### *Wykonanie, dozór i kontrola roboty.*

Mistrz warsztatu wydaje roboty według kolejności, podanej przez kierownika samodzielnym monterom-elektrykom, którym w razie potrzeby dodaje się pomocników. W tym celu załoga zostaje podzielona wg. kwalifikacji, zaś uczni przydziela się wg. instrukcji nauczania.

Monterzy-elektrycy przed rozpoczęciem pracy podają materiał potrzebny im na cały dzień pracy; pisarz warsztatu wypisuje na ten materiał kartki magazynowe w 4-ch egzemplarzach. Zapotrzebowanie na materiał sprawdza mistrz, podpisując kartki. Kartki magazynowe przedstawia mistrz do podpisu kierownikowi przy raporcie (godz. 8—9). W razie rozpoczęcia nowej roboty w ciągu zmiany lub w razie zapotrzebowania na mate-

riał, którego nie można było przewidzieć, można poprzednie czynności wykonywać w ciągu zmiany. Sposób ten należy jednak stosować, w miarę możliwości, tylko w wyjątkowych wypadkach.

Po materiał posyłać należy do magazynu — o ile możliwości — siły pomocnicze, w razie zaś zapotrzebowania na specjalny materiał — monterów-elektryków. Odbierający materiał podpisuje odbiór i odbiera 4-tą kartkę magazynową z adnotacjami i podpisem magazyniera, którą oddaje w biurze warsztatowym w celu stwierdzenia, czy materiał został pobrany prawidłowo.

Mistrz warsztatu dzień naprzód przygotowuje program rozdziału pracy pomiędzy załogę warsztatu na formularzu „Wykaz dniówkowy“. Program ten kontroluje każdego dnia kierownik. Na tym wykazie wpisuje się liczbę godzin przepracowanych na poszczególne numery komisyjne. Dla obliczenia całkowitej liczby godzin danej komisji, potrzebnej dla wpisania ich do karty warsztatowej, notuje się je w zestawieniu komisji. „Wykaz dniówkowy“ przesyła się do biura ruchu, które oblicza zarobki robotnicze za odnośny dzień i wpisuje je do wykazu, który po podpisaniu przez kierownika przesyła do Biura Kosztów (zakładu) celem zaliczenia tych kwot do komisji oraz obliczenia wypłat zarobków.

Mistrz warsztatu stale kontroluje wykonanie robót oraz codziennie obchodzi je wraz z kierownikiem, który równocześnie kontroluje wykaz dniówkowy.

#### *Ukończenie i odbiór roboty.*

Ukończone roboty (komisje) muszą być zamknięte w tym samym dniu, w którym zostały zakończone, względnie — o ile pora jest spóźniona — na drugi dzień. Kartę warsztatową wypełnia mistrz, wpisując nazwisko montera-elektryka, prowadzącego robotę, liczbę przepracowanych robotniko-godzin monterów, osobno zaś — pomocników i uczni. W rubryce dotyczącej samej roboty mistrz podaje kolejne roboty wykonane na daną komisję np. rozbieranie silnika, czyszczenie, obróbka, wykonanie łożysk, przewijanie uzwojenia stojana, wymiana kontaktów, złożenie silnika oraz wyniki prób.

W rubrykach materiałowych biuro warsztatu wpisuje jedynie materiały nie pochodzące z magazynu, a więc materiały z oddziałów lub przenoszone w inwentarzu fabrycznym.

Wypełnioną kartę oddaje mistrz przy raporcie kierownikowi, który odbiera robotę na miejscu sam lub wyznacza do tego pracownika, w zależności od stopnia ważności oraz przynależności wykonanych urządzeń. Po odebraniu roboty kierownik odsyła „kartę warsztatową“ wraz z oryginałem „zlecenia warsztatowego“ oraz z kopią „polecenia do warsztatu“ do Biura Ruchu. W Biurze Ruchu zaznacza się w „książce komisyjnej“ daną robotę, jako zakończoną, wpisując datę jej ukończenia, czyniąc to samo na kopii „polecenia“, po czym odsyła się tę ostatnią do Biura Kosztów.

#### *Czynności biurowe i kontrola obliczeń.*

Biuro Kosztów dokonuje obliczenia kosztów na podstawie kartek, otrzymanych z magazynu z ceną zanotowaną przez buchalterię magazynową oraz na podstawie otrzymywanych codziennie „wykazów dniówkowych“ warsztatu elektrycznego z wyliczoną robocizną. Obliczenie to umieszczone na egzemplarzu „polecenia do warsztatu“ przesyła Biuro Kosztów do Biura Ruchu Elektrycznego.

W Biurze Ruchu porównuje się wykazany na „poleceniu“ materiał z posiadanymi kartkami magazynowymi,

a następnie wpisuje się na kartę warsztatową użyty materiał wraz z ceną, przy czym wyszczególnia się gatunki ważniejszego materiału, drobny zaś materiał zbiera się razem. Dalej kontroluje się zaliczoną robocizną i wpisuje na kartę warsztatową kosztą danej komisji. Wypełnioną kartę warsztatową oraz egzemplarz „polecenia do warsztatu“ z kartkami materiałowymi przegląda kierownik warsztatu, po czym — po zatwierdzeniu obliczenia kosztów — przesyła on to zlecenie do wglądu oddziału produkcyjnego.

W Biurze Konstrukcyjnym technik przepisuje z karty warsztatowej dane na schematy do kartoteki i do inwentarza, po czym przechowuje je wg rodzaju roboty.

Na początku miesiąca Biuro Ruchu sporządza na podstawie księgi komisyjnej — zestawienie robót ukończonych i nieukończonych w poprzednim miesiącu i przedkłada je kierownikowi.

Obliczenie zleceń składają się z:

- 1) materiałów,
- 2) robocizny oraz
- 3) kosztów ogólnych.

Do kosztów ogólnych zalicza się płace zatrudnionych urzędników i robotników, zajętych przy pracach własnych warsztatu i inne.

Narzędziownia warsztatu, jako osobny dział, nie jest poruszona w niniejszym referacie.

#### CECHOWANIE URZĄDZEŃ I NAPRAWA MIERNIKÓW

Wszelkie elektryczne przyrządy pomiarowe wraz z miernikami innego rodzaju, jak przepływomierze, manometry itp., należące do oddziałów produkcji, są przydzielone do nadzoru i napraw stacji cechowniczej, posiadającej wykwalifikowaną w tym kierunku załogę.

Do zakresu prac stacji cechowniczej należy: 1) cechowanie urządzeń mierniczych; 2) naprawa i nastawianie urządzeń mierniczych oraz przekaźników; 3) okresowa kontrola liczników; 4) instalacja sieci mierniczej oraz 5) badanie wg potrzeby materiałów zakupowanych.

W swoich pracach stacja cechownicza musi współdziałać z rozdzielnią, która wysuwa swoje zapotrzebowanie na nowe mierniki, czy też donosi o usterkach w sieci mierniczej; przystąpić do prac w sieci może stacja cechownicza tylko w porozumieniu z rozdzielnią. Wszelkie żądania dotyczące wysokości nastawienia przekaźnika, zakresu skali mierników, miejsca zabudowania itp. wychodzą z kierownictwa ruchu na drodze odpowiednich zleceń na piśmie do stacji cechowniczej.

W sieci mierniczej wysokiego napięcia musi być dokonany podział prac na warsztat elektryczny oraz na stację cechowniczą, a mianowicie:

- 1) wybór transformatorów mierniczych należy do stacji cechowniczej wg zapodań zakresu przez kierownika ruchu;
- 2) wbudowanie tych transformatorów do sieci i połączenie ich po stronie wysokiego napięcia należy do warsztatu elektrycznego;
- 3) połączenie transformatorów po stronie wtórnej oraz umieszczenie miernika należy do stacji cechowniczej.

Kartotekę dotyczącą sieci mierniczej prowadzi Biuro Konstrukcyjne, które skutecznie zmiany na schematach sieci wg raportów stacji cechowniczej. Sprawozdania z przeprowadzonych cechowań i prób są przesyłane do kierownictwa ruchu.

#### BIURO KONSTRUKCYJNE I KARTOTEKA.

Biuro Konstrukcyjne ma za zadanie:

- 1) utrzymanie schematów sieci wg stanu bieżącego;
- 2) prowadzenie kartoteki urządzeń;
- 3) wykonywanie rysunków instalacyjnych dla warsztatu;
- 4) nadzór nad katalogami;
- 5) nadzór nad biblioteką oddziału oraz
- 6) prowadzenie inwentarza urządzeń elektrycznych.

Schematy sieci powinny być wykonane osobno dla każdego napięcia, a więc np. dla 6000 V, 500 V, 125 V, przy czym każde z odgałęzień musi być określone ściśle wg przeznaczenia produkcyjnego. Nie należy natomiast podawać Nr. silników, nastawników itp., gdyż często urządzenia te wymienia się, należałoby więc zmieniać stale schematy. Do każdego schematu powinno się dołączyć spis tych urządzeń wg przynależności do działów produkcji, gdyż taki spis łatwiej zmienić przez przepisanie, niż rysunek. Schematy te wraz ze spisem doręcza się każdemu z mistrzów, aby łatwiej mógł się on orientować w sieci i mógł z góry wydawać monterom wytyczne przy usuwaniu uszkodzeń.

Aby schematy te spełniały swe zadanie, muszą one być stale kontrolowane i uzupełniane. W tym celu każda zmiana w sieci musi być podawana w raportach dziennych lub na kartach warsztatowych robót zleciennych. Prócz tych schematów należy opracować każde urządzenie automatyczne, jak wyciągi itp., i ująć je w schematy montażowe i orientacyjne, oraz podać do nich dokładny cel i sposób działania.

Do prowadzenia ewidencji urządzeń, wykonanych przy nich napraw, zmian miejsca zabudowania, okresowych przeglądów itp., jest przeznaczona kartoteka. Obejmuje ona silniki, rozruszniki, nastawniki, oporniki, hamulce, transformatory, prądnicę, wyłączniki wysokiego napięcia oraz ich napędy; odbiorniki ruchowe oraz inne urządzenia (jak np. linie napowietrzne) są prowadzone w książce kontroli sieci.

Każdy silnik otrzymuje swój numer bieżący z dodatkiem litery „S“, np. „S 53“, co oznacza, że silnik jest zapisany w książce kartotekowej silników pod liczbą porządkową 53. W książce tej są spisane wszystkie silniki kolejno z podaniem Nr. fabrycznego oraz typu firmy dostarczającej, mocy oraz napięcia, a także miejsce zabudowania wg przyjętej sygnatury oddziałów fabrycznych. Dla każdego wciągniętego do kartoteki urządzenia są wypisane arkusze, na których podane są wszelkie niezbędne dane techniczne, bliższe opisy oraz daty zabudowania do poszczególnych odgałęzień, przy czym zaznacza się tu również współpracujące urządzenia, a więc np. na kartotece silnika dopisuje się Nr. rozrusznika, nastawnika czy opornika. Arkusze te są dla każdego rodzaju urządzeń innego koloru — celem łatwiejszego odróżnienia, przy czym każdy rodzaj urządzenia posiada Nr. zaczynający się od „I“. Arkusze wkłada się do skoroszytów wg przyležitosti urządzeń do oddziałów produkcji, w których tworzy się grupy, dzieląc oddział wg hal, czy też wg pewnego działu produkcji. Arkusze obejmujące urządzenia przynależne do jednego odgałęzienia wkłada się razem, jak np. silnik i rozrusznik itp. Początek każdej grupy oznacza się znakiem tego działu, który następnie wpisuje się w książce kartotekowej pod odpowiedni numer. Arkusze transformatorów, wyłączników z napędem, generatorów i prądnic należy przechowywać osobno w skoroszytach wg podobnej klasyfikacji.

W kartotece wpisuje się codziennie zaszłe zmiany, które podają w książkach raportowych mistrzowie, jak np.:

1) *zmiany w ruchu:*

a) wymiana silnika S 23 od wentylatora przy transformatorze i zastąpienie go przez S 32 z zapasu warsztatowego; lub

b) rozrusznik R 12 przybudowany na silniku S 21 zdemontowano i przybudowano go na silnik S 211 — zamiast rozrusznika R 112;

c) wyłącznik olejowy W 118 z punktu zasil. 7 wybudowano i zabudowano go w punkcie zasilającym 5 — zamiast W 69, który wzięto dla naprawy do warsztatu.

2) *Przeszkody i wykonane naprawy:*

a) silnik S 632 od napędu elewatora: wymieniono trzymadła szczotkowe, oraz kontakty od zwiernika, wykonano łożysko przednie z białego metalu;

b) rozrusznik R 92 od napędu młynna — wymieniono na nowe styki palcowe;

c) wyłącznik olejowy W 19 w punkcie zasil. 9 — izolatory przepustowe wymieniono na nowe; próbkę oleju dano do badania.

3) *Sprawy wszelkiego rodzaju, jak pomiar stanu izolacji, szczeliny itp.*

Katalogi powinno się prowadzić posortowane wg firm oraz rodzaju wyrabianych przez nie urządzeń. Spis katalogów powinien umożliwiać szybkie z nich korzystanie.

Biblioteka powinna zawierać niezbędne książki, normy, przepisy oraz książki do kształcenia załogi.

### INWENTARZ URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH

Urządzenia elektryczne, począwszy od generatora aż do odbiorników siły i światła, muszą być ujęte w inwentarzu nieruchomości oddziału ruchu elektrycznego, który tym inwentarzem gospodaruje i za niego odpowiada. Inwentarz ten musi być w należyłym stanie, a w razie potrzeby musi być wymieniony i uzupełniony nowym. Przy spisywaniu inwentarza należy się kierować następującymi wskazówkami:

a) kolejność spisu należy ustalić wg przynależności budynkowej, a więc osobno rozdzielnie, punkty zasilające wg numeracji, przy czym kable wychodzące z danego działu zaliczyć do niego — aż po końcówkę, znajdującą się w drugim dziale;

b) spisać odgałęzienia kolejno wg używanych napięć, przy czym w sieci oświetleniowej wyszczególnić osobno odbiorniki siły;

c) grupy rozdzielcze, znajdujące się w poszczególnych oddziałach produkcji należy podawać wg tych oddziałów, przy czym osobno spisać urządzenia grup 6 000 V, 500 V, 125 V oraz przynależne do nich odgałęzienia z napisem odpowiadającym napisowi na schemacie sieci;

d) osobno należy zgrupować inwentarz maszyn i urządzeń elektrycznych skartotekowanych, nie wyszczególniając ich przynależności; względ ten daje duże korzyści i ułatwienie w prowadzeniu inwentarza, gdyż częste zmiany tych odbiorników nie muszą być uwzględniane, a miejsce przynależności uwydatnia zawsze kartoteka;

e) inwentarz ruchomości, jak odbiorników ruchomych, lamp ręcznych, lutownic itp., powinny prowadzić oddziały produkcyjne.

Narzędzia w narzędziowni są spisane osobno. Narzędzia u załogi są spisane razem przy czym każdy z monterów posiada książkę narzędziową.

Celem utrzymania stanu inwentarza przeprowadza się bieżące zmiany wg kart warsztatowych wzgl. książek raportowych równocześnie ze zmianą schematów sieci

O wszystkich zaszłych zmianach w inwentarzu zawiadamia się biuro inwentarzone całego zakładu, które przeprowadza zmiany w porozumieniu z buchalterią wg osobnych zasad.

### ZAKUP I ODBIÓR MATERIAŁÓW.

Techniczny nadzór nad zakupem materiałów elektrotechnicznych powinien należeć do kierownictwa ruchu elektrycznego.

Przy zakupie należy kierować się następującymi zasadami:

1) decydować powinien ten oddział, który dany materiał używa, gdyż decyzja w sprawach technicznych przez biuro zakupów prowadzi często do gromadzenia takich materiałów, które w ruchu do niczego się nie nadają.

2) ustalenie gwarancji technicznych przy dostawach powinno być dokonane przez oddział ruchu.

Do zadań biura zakupów powinno należeć:

1) zbieranie ofert; 2) zestawianie cen i innych danych (termin dostawy itp.) podług otrzymanych ofert; 3) wypisywanie zamówień po otrzymaniu z oddziału ruchu wskazówek zakupu na podstawie otrzymanego zestawienia ofert; 4) ustalenie warunków płatności oraz wszelkie kwestie finansowe i 5) prowadzenie ewidencji dostawców i wyszukiwanie ich na rynku.

Odbiór dostarczonego materiału co do ilości i wykonania przeprowadza personel magazynu, odbiór zaś techniczny — kierownictwo ruchu elektrycznego, które ma do dyspozycji, dla ściślejszych badań, stację cechowniczą. Dla materiałów standartowych, stale się powtarzających i dostarczanych z poważnych firm, odbiór materiału technicznego może być pominięty, gdyż są to przeważnie materiały znormalizowane, jak np. przewody posiadające znak S. E. P., dający gwarancję jakości

### MAGAZYNOWANIE CZĘŚCI REZERWOWYCH I INSTALACYJNYCH.

Części rezerwowe i instalacyjne dla ruchu elektrycznego powinny być przechowywane w magazynie dla całego zakładu; jednakże działy elektryczne powinny być wyodrębnione i osobno prowadzone. Wydawanie tych materiałów może być uskuteczniane jedynie za zezwoleniem kierownictwa ruchu elektrycznego, albowiem w ten sposób można kontrolować roboty w sieci elektrycznej. Części rezerwowe dla urządzeń elektrycznych powinny być każdorazowo określone przez kierownictwo ruchu zarówno ilościowo, jak i jakościowo oraz — w miarę potrzeby — na jego żądanie uzupełniane. Materiał instalacyjny, jako materiał bieżący, powinien być przez kierownictwo ruchu określany z góry co do ilości, w jakich ma być przewidziany.

Na uzupełnienie tych materiałów magazyn wypisuje zapotrzebowanie, które przechodzi przez kierownictwo ruchu elektrycznego, a po zaakceptowaniu — do dalszego załatwienia — w biurze zakupów.

Aby ułatwić pracę zmianom ruchu, które pracują nawet wówczas, gdy magazyn jest zamknięty, każdy z mistrzów posiada pewną określoną ilość niezbędnego materiału, który przechowuje u siebie w warsztacie według spisu zatwierdzonego przez kierownictwo ruchu. Ilość ta powinna być ściśle określona i stale przez zmianę uzupełniana, aby zestawienie nie musiało być zmie-

niane, każdorazowa zaś kontrola aby mogła wykazać zgodność posiadanych przez mistrzów materiałów. Dorywczaje pobieranie materiału z magazynu w czasie, kiedy magazyn jest zamknięty, nie jest pożądane, a to z tego względu, że odpowiedzialność personelu magazynu w takich warunkach nie może być odpowiednio utrzymana.

#### WSPÓŁDZIAŁANIE Z FIRMAMI PRODUKUJĄCYMI URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE.

Wybór firm, uzupełniających materiały i urządzenia ruchu elektrycznego, odgrywa wielką rolę, jeśli chodzi o sprawność jego organizację. Podstawową zasadą przy wyborze tych firm powinno być uniezależnienie się od przemysłu zagranicznego, co w zupełności można przeprowadzić, albowiem obecnie nasz przemysł elektrotechniczny całkowicie stoi na wysokości zadania.

Pokutujące jeszcze w niektórych zakładach mniemanie, że ruch elektryczny nie może się jeszcze całkowicie oprzeć na krajowych urządzeniach, jest nie tylko nieuzasadnione, lecz wręcz szkodliwe — przede wszystkim dla danego zakładu, albowiem gospodarce jego odbicie od źródeł zakupu odbić się może dotkliwie na prowadzeniu ruchu. O ile jeszcze istnieją w ruchu elektrycznym urządzenia, do których musi się sprowadzać z zagranicy części zapasowe, należy je w miarę możliwości i zużycia usuwać, względnie wykonywać te części we własnym zakresie, o ile firmy krajowe nie są w stanie ich dostarczyć — ze względu na małe zapotrzebowanie. Nie ulega wątpliwości, że przy takim postawieniu sprawy kierownictwo ruchu bierze na siebie duży trud nie tylko w wyborze i poszukiwaniu firmy, lecz i w stosowaniu tych urządzeń. Nieraz jest się zmuszonym do przeprowadzenia szeregu pertraktacji co do udoskonalenia danego produktu i usunięcia błędów, które, jakkolwiek na pozór małe, to jednak wykazują w praktyce wiele niedogodności i powodują niechęć do ich stosowania, każdy bowiem woli mieć jak najmniej kłopotu z nabytymi urządzeniami.

Często spotyka się u wytwórców pogląd, że wyroby ich stosowane gdzie indziej nie posiadają usterek — mimo, że dochodzą do nich reklamacje od szeregu odbiorców, lecz zostają przez nich umyślnie zatajone — ze względów prestiżowych. Z drugiej strony nabywcy nieraz wolą pewne usterek sami usunąć — bez podawania tego do wiadomości producenta. Dlatego też współpraca między producentami a odbiorcami powinna być oparta na zasadach:

- 1) rzeczowej krytyki ze strony odbiorców przy odbiorze zakupionych materiałów; 2) wysuwania swych żądań i wskazań co do usuwania wad; 3) przychylnego ustosunkowania do krajowego przemysłu; 4) przyjmowania uwag przez producentów nie jako szykan ze strony odbiorców, lecz jako dążenia do ulepszenia urządzeń oraz wykazania producentowi wad zauważonych w praktyce; 5) oparcia zakupów na firmach solidnych, mających za cel nie tylko zarobek, lecz również podniesienie przemysłu krajowego, oraz 6) wyboru materiału opartego na jakości, a nie tylko na cenie, gdyż nie zawsze najtaniej kupione najtaniej się kalkuluje.

#### ZALOGA ORAZ JEJ WYSZKOLENIE.

Dobór załogi i postawienie na odpowiednim poziomie jej wyszkolenia czy też dokształcania stanowi podstawę organizacji ruchu elektrycznego. Najlepsza orga-

nizacja przy braku odpowiedniego personelu może chybić, a nawet pogorszyć dawny stan rzeczy.

Kolejno omówimy personel ruchu elektrycznego.

*Kierownik ruchu.* Przy wyborze osoby kierownika ruchu należy uwzględnić:

- 1) praktykę ruchową w gałęzi przemysłu danego zakładu, a więc w hutnictwie, górnictwie itp.;
- 2) doświadczenie życiowe, polegające na umiejętności kierowania podległym personelem;
- 3) znajomość zawodu teoretyczną i ruchową;
- 4) zdolność szybkiej orientacji i łatwość pamięciowego przyswajania problemów;
- 5) inne zalety, jak energiczny charakter, punktualność itp.

Jeżeli chodzi o uzasadnienie punktu 1), to należy podkreślić, że kierownik ruchu elektrycznego powinien nie tylko znać się na swym fachu, lecz powinien również zdawać sobie sprawę z procesów zachodzących w oddziałach produkcji danego zakładu oraz warunków pracy w tych oddziałach.

Obsadzenie tego stanowiska przez zdolnych nawet elektryków, jednakże nie posiadających tego rodzaju praktyki prowadzi do tego, że najlepsza organizacja ruchu elektrycznego nie da należytych wyników i odbije się niekorzystnie na całym zakładzie.

Dalsze względy wyboru kierownika nie wymagają ściślejszego omówienia w ramach niniejszego referatu.

*Mistrzowie.* Jako kandydaci na mistrzów, wchodzić mogą w grę:

- 1) pracownicy wykwalifikowani własnej załogi, pracujący od szeregu lat w zakładzie, którym daje się możliwość uzupełnienia swych wiadomości praktycznych wiedzą teoretyczną — na kursach mistrzowskich,
- 2) przyjęci do pracy w charakterze monterów-elektryków absolwenci szkół zawodowych, którzy po pewnym czasie mogą zasilić szeregi mistrzów.

Oba te rozwiązania mają swe strony zarówno dodatnie, jak i ujemne, przeto należy je stosować w zależności od warunków w danym zakładzie.

*Załoga monterska i fachowa.* Podział tej załogi oraz jej skład podany był przy omawianiu poszczególnych działów. Tu należy omówić sprawę uzupełniania załogi oraz jej szkolenia.

W każdym większym zakładzie powinno istnieć zorganizowane kształcenie uczniów fachu elektromechanicznego, dostosowane do potrzeb własnych zakładu z możliwością uzyskania przez uczniów pewnych uprawnień również poza zakładem.

Ustalenie liczby uczniów w stosunku do zatrudnionego personelu fachowego zależy od warunków danego zakładu; orientacyjnie można ten stosunek przyjąć w wysokości 1 ucznia na 3 pracowników.

Uczniowie powinni otrzymać wykształcenie ślusarskie i elektromonterskie. Uczeń musi się zapoznać z maszynami i aparatami elektrycznymi, z nawijaniem oraz z instalacjami sieci oświetleniowych (np. 125 V) oraz z instalacjami siły, najwyżej jednak do 500 V.

Poza tym uczeń musi otrzymać pewne wykształcenie ogólne, wyrabiające charakter ucznia i uzupełniające jego wiadomości teoretyczne.

W tym celu należy — oprócz szkoły dokształcającej — urządzać raz na tydzień wykłady dla uczniów przez 2—3 godz. z zakresu wiadomości fachowych, jak: teoria elektrotechniki, porażenie i ratownictwo, bezpieczeństwo pracy, obowiązujące przepisy oraz rysunki instalacyjne i schematy.

Problem egzaminów uczniów wymaga osobnego omówienia.

Zatrudnioną załogę należy dokształcać przez:

- 1) udostępnienie czasopism fachowych po niższych cenach;
- 2) wysyłanie na kursy specjalne na koszt zakładu oraz przez
- 3) systematyczne omawianie problemów dotyczących pracy.

Zwrócenie uwagi na działalność załogi poza obrębem zakładu, w kierunku podniesienia jej zainteresowań

w dziedzinach społecznych przez branie w nich czynnego udziału, wpływa dodatnio na usprawnienie pracy zawodowej.

Pracownik bowiem, rozumiejący interesy ogólne, państwowe i narodowe, przestrzega je na gruncie swej pracy zawodowej, pracując gorliwie i solidnie dla podniesienia dobrobytu kraju i kierując się w swej pracy nie tylko pobudkami materialnymi, lecz również idealistycznymi.

## Bezpieczniki odgromnikowe o zmiennej oporności<sup>\*)</sup>

Stanisław Szpor.

**Streszczenie.** Uszkodzenia nowoczesnych odgromników zdarzają się wciąż jeszcze — pomimo udoskończeń konstrukcyjnych. Skutecznym środkiem zaradczym jest włączenie w szereg z odgromnikiem bezpiecznika, którego oporność jest zależna od prądu zgodnie z własnościami odgromnika. Konstrukcja tego rodzaju, opisana w rozdziale III, odznacza się prostotą, znaczną czułością oraz niskimi kosztami dodatkowymi w porównaniu z samymi odgromnikami wysokiego napięcia. Dotychczasowe wyniki wskazują, że bezpieczniki o zmiennej oporności wybitnie zwiększają bezpieczeństwo sieci.

### I. USZKODZENIA ODGROMNIKÓW.

Nowoczesne odgromniki znacznie udoskonalono w ciągu ostatnich lat. Ich własności ochronne są obecnie zadowalające nawet przy ostrych zaburzeniach atmosferycznych. Jednocześnie uszkodzenia odgromników stały się bardzo rzadkie, rzędu 0,1% do 1% rocznie [9, 10, 12]\*\*). Mimo to ważną jest rzeczą znaleźć sposoby ograniczenia szkodliwych skutków i tych nielicznych przypadków uszkodzeń.

Publikacje, wydane w różnych krajach, nie dają jeszcze dostatecznego materiału do określenia w sposób ogólny i wyczerpujący, na czym polegają wszelkie rodzaje uszkodzeń odgromników.

#### 1. Uszkodzenia wywołane przez zawilgotnienie.

Najlepiej znane są uszkodzenia wywołane przez kondensację wilgoci w odgromnikach typu zewnętrznego [2, 7, 10]. Gromadzenie się wody wewnątrz aparatu powoduje niszczenie izolacji, iskiernika lub słupa oporowego.

Uszkodzenie odgromnika powstaje w tym przypadku drogą stopniowego wzrostu upływności, albo też nagle, np. po zapłonie udarowym, jeżeli wilgotny odgromnik nie może już przerwać prądu od napięcia roboczego. Uszkodzenia tego rodzaju, dawniej dość częste [2], stały się obecnie wyjątkowe dzięki udoskonaleniom konstrukcyjnym.

#### 2. Uszkodzenia przez prąd pioruna.

Liczne badania nad prądami piorunów, przeprowadzone w ostatnich latach, rozpowszechniły przekonanie, że mamy tu do czynienia tylko z bardzo krótkimi zjawiskami, rzędu 10  $\mu$ s oraz 100  $\mu$ s, lecz o znacznych natężeniach — rzędu 10 kA i 100 kA. Dopóki próby odgrom-

ników były przeprowadzane tylko do kilku tys. amperów, liczone się poważnie z niebezpieczeństwem niszczenia tych aparatów przy bliskich uderzeniach pioruna w sieć. Ostatnio ostrzejsze próby laboratoryjne [5, 9, 10, 11] — powyżej 10 kA — usprawiedliwiają większe zaufanie do nowoczesnych odgromników. Również stwierdzono np. w pewnej amerykańskiej statystyce sieciowej [12], opartej na pomiarach udarów prądu w odgromnikach pracujących, że uszkodzenia tych aparatów nie były związane z największymi zmierzonymi prądami. Pomimo to należy jednak liczyć się z możliwością zniszczenia odgromnika przez bardzo wielki krótkotrwały prąd pioruna [10].

Dopiero publikacja Mc. Eachrona w r. 1938 [14] o badaniach, przeprowadzonych na szczycie budynku „Empire State Building“ w Nowym Jorku, zwróciła uwagę na niebezpieczeństwo również stosunkowo długotrwałych prądów piorunowych, nawet o czasie trwania ok. 1 s. Pomimo niewielkich natężeń prądy takie mogą spowodować termiczne przeciążenie odgromnika, jeżeli sieć nie posiada innych dróg dla odprowadzenia do ziemi, a więc szczególnie w przypadku izolowanego punktu zerowego.

Procesy, jakie zachodzą w odgromnikach przy uszkodzeniu przez piorun bardzo wielkim prądem udarowym, lub mniejszym prądem długotrwałym, nie są jeszcze dokładnie znane. Można jedynie wymienić kilka możliwych tu zjawisk: nadtopienie i zwarcie elektrod iskiernika, przebiecie krążków oporowych lub silne wyładowanie po ich powierzchni zamiast jednostajnego przepływu prądu przez cały przekrój.

Wybuch odgromnika może nastąpić:

- a) od bezpośredniego działania samego prądu pioruna, albo też dopiero
- b) od wtórnego działania prądu, który utrzymuje się w nadwyrężonym odgromniku pod napięciem roboczym.

#### 3. Uszkodzenia wywołane przez przepięcia łączeniowe i zwarceniowe.

Przepięcia łączeniowe i zwarceniowe mogą spowodować zniszczenie odgromnika, jeżeli są dostatecznie wysokie dla wywołania w nim zapłonu, oraz jeżeli prąd w odgromniku posiada dość wielkie natężenie i czas trwania.

- a) Zakłócenia długotrwałe przedstawiają znaczne niebezpieczeństwo, ponieważ nawet stosunkowo niewielki prąd, rzędu 1 A, może spowodować niedopuszczalne przeciążenie cieplne.

<sup>\*)</sup> Referat zgłoszony również na Konferencję Wielkich Sieci w r. 1939.

<sup>\*\*)</sup> Liczby w nawiasach odnoszą się do spisu literatury, podanej na końcu referatu.

b) Czas rzędu 1 półokresu (0,01 s) jest niebezpieczny, jeżeli zaburzenie wywołuje w odgromniku prąd stosunkowo znaczny, rzędu 100 A lub 1000 A.

c) Przepięcia udarowe, rzędu 1  $\mu$ s, np. pochodzące z odbić, są najmniej groźne; nowoczesne odgromniki posiadają bowiem zdolność prawidłowego odprowadzania nawet bardzo wielkich prądów udarowych.

Obecnie nie można całkiem pewnie wskazać wszystkich rodzajów przecięć łączeniowych i zwarciovych, które powodują uszkodzenia odgromników. Niektóre przypuszczenia nie są dotąd potwierdzone badaniami doświadczalnymi. Np. wymienia się niekiedy jako niebezpieczne dla odgromników — przepięcia od przerywanych zwarć z ziemią, jakkolwiek badania w sieciach [3] nie dały jeszcze dostatecznych tego dowodów.

Ostatnio [13] wyrażono pogląd, że niektóre wypadki uszkodzeń odgromników mogą być wyjaśnione przez przepięcia rodzajów a) i b), powstające w generatorach przy zwarciach jednofazowych. Znaczne amplitudy napięć można otrzymać szczególnie w wyjątkowych warunkach rezonansu [1].

Może właśnie te zjawiska prowadzą do wypadków jednoczesnego zniszczenia kilku odgromników w tej samej fazie.

Prosty przypadek zakłócenia a) występuje przy uszkodzeniu izolacji między dwoma sieciami o różnych napięciach roboczych; niebezpieczeństwo przecięcia cieplnego odgromników w sieci o niższym napięciu roboczym jest oczywiste.

## II. ZASADA BEZPIECZNIKA O ZMIENNEJ OPORNOŚCI.

K. Berger zaleca w swym referacie z r. 1937 [7] stosowanie „urządzenia, które odłączyłoby odgromniki od sieci w przypadku uszkodzenia w sposób zupełnie pewny i widoczny“. Istnieje już kilka aparatów tego rodzaju. Jedno z rozwiązań [4] posiada drut topikowy, który pod wpływem prądu o odpowiednim natężeniu i czasie trwania stapia się i powoduje lekki wybuch, dosięgając do utworzenia dodatkowej przerwy izolacyjnej w szereg z odgromnikiem. Inny aparat [8] posiada — w szereg z odgromnikiem o zmiennej oporności — jeszcze rodzaj wyłącznika olejowego.

Zabezpieczenie odgromnika może zwiększyć bezpieczeństwo w urządzeniu rozdzielczym tylko przy spełnieniu warunku, że odłączenie zachodzi jedynie w przypadku uszkodzenia lub groźnego przecięcia, kiedy możliwość całkowitego zniszczenia czyni odgromnik bardziej niebezpiecznym, niż pożytecznym. Warunek ten prowadzi do następujących wymagań:

A. Zabezpieczenie powinno odłączyć odgromnik, jeżeli przepływa prąd długotrwały o natężeniu niebezpiecznym w wyniku uszkodzeń 1, 2-b, lub 3-a (wg. rozdziału I).

B. Zabezpieczenie nie powinno odłączać odgromnika w czasie przepływu nawet bardzo wielkiego prądu udarowego i po zaniku zaburzenia, jeżeli odgromnik wytrzymuje takie warunki.

Trudniej jest ustalić wymagania w sprawie nagłych uszkodzeń 2-a, lub 3-b (wg. rozdziału I). Wydaje się, że zabezpieczenie nie powinno odłączyć odgromnika, jak długo konieczne jest obniżanie przepięcia.

Nowoczesne odgromniki odznaczają się zmienną opornością, która silnie maleje, gdy prąd (lub napięcie) rośnie. Dlatego w zwykłym bezpieczniku z drutem topikowym, którego oporność pozostaje prawie stała, a na-

wet zwiększa się ze wzrostem prądu wobec nagrzewania, nie można uzyskać własności cieplnych, które odpowiadałyby warunkom podanym w p. A i B.

Odgromnik bowiem o wybitnie zmiennej oporności  $r_o$  nagrzewa się od prądu  $i$ , zmieniającego się w czasie  $t$ , energią:

$$A_o = \int r_o \cdot i^2 \cdot dt = R_o \cdot \int i^2 \cdot dt;$$

a bezpiecznik o prawie stałej oporności  $r_b$  energią:

$$A_b = \int r_b \cdot i^2 \cdot dt = R_b \cdot \int i^2 \cdot dt.$$

$R_o$  i  $R_b$  są średnimi opornościami w przebiegu prądu  $i$ . Stosunek:

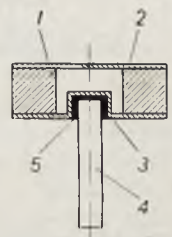
$$\frac{A_b}{A_o} = \frac{R_b}{R_o}$$

jest daleko większy (np. 1000 razy) przy znacznym prądzie udarowym, niż przy małym prądzie.

Bezpiecznik tego rodzaju przedstawia więc możliwość odłączania — pod wpływem znacznego prądu udarowego — w warunkach zupełnie niegroźnych dla odgromnika. Z drugiej strony — uszkodzenie odgromnika małym prądem długotrwałym może rozwinąć się, podczas gdy bezpiecznik nie otrzyma energii dostatecznej do zadziałania.

Dla spełnienia warunków A i B zgodnie z własnościami nowoczesnych odgromników zbudowano specjalny bezpiecznik, którego oporność zmienia się w zależności od prądu podobnie, jak w chronionym odgromniku. Zasada działania takiego bezpiecznika pokazana jest na rys. 1. Krążek 1 o zmiennej oporności przepuszcza prąd między płytkami metalowymi 2 i 3; prąd przechodzi z płytki 3 do sworzni 4 przez warstwę topikową 5, która nagrzewa się pośrednio od krążka 1. Po stopieniu warstwy 5 sworzni 4 wypada z płytki 3, dając odłączenie.

Rys. 1.  
Zasada bezpiecznika o zmiennej oporności.



Krążek oporowy 1 w bezpieczniku może posiadać własności podobne do odgromnika, dzięki czemu można uczynić stosunek  $\frac{A_b}{A_o}$  prawie niezależnym od prądu.

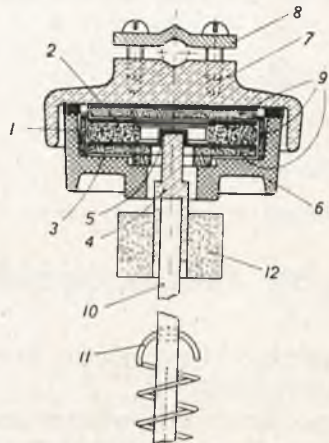
Obok tej cechy ważnym szczegółem jest pośrednie nagrzewanie elementu topikowego, skąd wynika dodatkowa bezwładność. Dlatego nagłe stopienie bezpiecznika w czasie przepływu bardzo wielkiego prądu udarowego jest niemożliwe, unika się więc niebezpieczeństwa zatrzymania lub osłabienia ochronnej pracy odgromnika.

## III. OPIS, WŁASNOŚCI ORAZ STOSOWANIE BEZPIECZNIKA.

Rys. 2 przedstawia przekrój bezpiecznika o zmiennej oporności. Krążek oporowy 1, płytki metalowe 2 i 3, sworzni 4 i warstwa topikowa 5 odpowiadają rys. 1 i zostały omówione w rozdziale II. Obudowa składa się z izolatora porcelanowego 6 i z pokrywy metalowej 7, zaopatrzonej w uchwyty 8.



Z rys. 2 wynika wyraźnie, że stosunek objętości krążka oporowego 1 do powierzchni zewnętrznej bezpiecznika jest bardzo mały — w porównaniu z odgromnikiem wysokiego napięcia. Właściwość ta mogłaby prowadzić do zbyt silnego chłodzenia bezpiecznika i przez to obniżać jego czułość na małe prądy długotrwałe. Dla utrudnienia chłodzenia stosuje się izolację cieplną 9 dokoła czynnych części 1, 2 i 3.

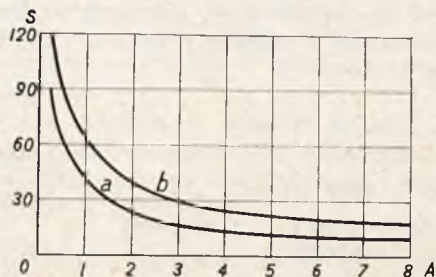


Rys. 2.  
Przekrój bezpiecznika  
zmiennej oporności.

Przewód elektryczny 10 jest przymocowany do sworznia 4; po stopieniu warstwy 5 sworznie 4 wypada wraz z przewodem 10. Sprężyna 11 czyni ten ruch szybszym i pewniejszym. Pierścień sprężysty 12 służy do łagodzenia możliwych uderzeń w porcelanę odgromnika.

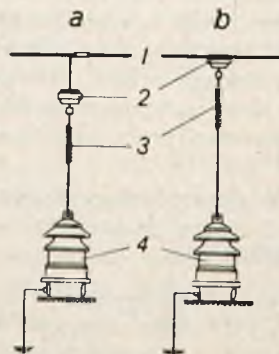
Najważniejsze własności bezpiecznika określa się

w postaci charakterystyki opóźnienia działania w funkcji prądu. Przebieg tej krzywej zależy od materiału warstwy topikowej (głównie od temperatury topienia), od własności krążka oporowego, od warunków przewodzenia ciepła do warstwy topikowej i chłodzenia oraz od ciężaru i ciepła właściwego poszczególnych części. Rys. 3 przedstawia charakterystyki dwóch bezpieczników, różniących się jedynie materiałem topikowym. Zupełnie pewne działanie tych bezpieczników uzyskuje się już przy prądzie 0,5 A z opóźnieniem od 50 do 100 s.



Rys. 3.  
Charakterystyki czasu w funkcji prądu dla różnych materiałów warstwy topikowej (a i b).

Włączenie bezpiecznika w szereg z odgromnikiem wykonywa się zwykle jednym z dwóch sposobów pokazanych na rys. 4.



Rys. 4.  
Sposoby zakładania bezpieczników (a i b). 1 — przewód roboczy; 2 — bezpiecznik; 3 — sprężyna; 4 — odgromnik.

Zagadnienie przerywania łuku po zadziałaniu bezpiecznika wg. rys. 2 budzi pewne obawy. Aparat o wielkiej mocy odłączalnej, w którym urządzenie wg. rys. 1

działałoby jako organ uruchamiający, byłby niewątpliwie pewniejszy. Cena jednakże takiego aparatu byłaby wysoka, prawdopodobnie tego samego rzędu, co zabezpieczanego odgromnika, podczas gdy proste rozwiązanie wg. rys. 2 wymaga stosunkowo niewielkich kosztów.

Z drugiej strony zgaszenie łuku w przestrzeni między bezpiecznikiem a odgromnikiem jest ułatwione przez odgromnik, który nawet przy uszkodzeniu daje pewną oporność w szereg z łukiem. Oporność ta ogranicza prąd zwarciowy i czyni go czynnym (watowym), łatwym do przerywania. Również rzadkość uszkodzeń odgromników skłania do przyjęcia warunku, że cena bezpiecznika powinna być jak najniższa, chociaż pewne niebezpieczeństwo zakłóceń łukowych mogłoby stąd wynikać.

#### IV. WYNIKI W PRAKTYCE.

Pierwsze bezpieczniki o zmiennej oporności zastosowano — na próbę — na wiosnę r. 1937. W następnym okresie burzowym doświadczenie z kilku dziesiątkami tych aparatów, włączonych w szereg z odgromnikami na 30 kV, wykazało, że przebiegi atmosferyczne nie powodują na ogół niewłaściwych odłączeń odgromników. Wąski zakres prób w r. 1937 nie pozwolił jednak na przeprowadzenie badań nad zadziałaniami bezpieczników.

W r. 1938 zaopatrzone kilkadziesiąt odgromników, przeważnie na 30 kV, w bezpieczniki o zmiennej oporności. Wobec braku dokładnej statystyki aparatów pracujących liczba 350 bezpieczników dostarczonych przed dniem 1 lipca 1938 r. może charakteryzować średnie wyposażenie polskich sieci w ubiegłym okresie burzowym.

Przy tej ilości można już było zaobserwować kilka odłączeń. Dwa zadziałania bezpieczników zostały wywołane z pewnością przez zawilgotnienie odgromników starego typu. Tę samą przyczynę uznano za prawdopodobną również w trzecim przypadku. Czwarte zadziałanie zanotowano w czasie burzy.

Oprócz tych czterech przypadków szczególnie ciekawe zakłócenia zdarzyły się w jesieni r. 1938 w pewnej sieci na 35 kV, złożonej z wielu linii napowietrznych oraz z jednego odcinka kablowego. Już dawniej w sieci tej występowały poważne zakłócenia przy jednofazowych zwarcia z ziemią w kablu. Przed zastosowaniem nowoczesnych odgromników wynikiem tych przebiegów były uszkodzenia izolacji w różnych miejscach sieci. Po założeniu odgromników przebieg kabla spowodował zniszczenie kilku odgromników w dwóch pozostałych fazach.

Z bezpiecznikami przebieg zakłóceń przebiegowych przy jednofazowym przebiegu kabla w r. 1938 okazał się znacznie łagodniejszy. W jednej z podstacji dwa bezpieczniki odłączyły odgromniki; działanie bezpiecznika było tak gwałtowne, że nastąpiło wypadnięcie porcelanki z pokrywy, bez uszkodzenia jednak porcelany odgromnika. W drugiej rozdzielni nadwyreżony odgromnik został odłączony przez wyłącznik, zanim bezpiecznik zadziałał. Jedynie w trzeciej podstacji, posiadającej odgromniki bez bezpieczników, nastąpił wybuch jednego odgromnika.

Bezpieczniki okazały się więc skutecznym środkiem dodatkowym dla ograniczenia uszkodzeń w rozdzielniach oraz dla skrócenia przerw w dostawie prądu.

#### LITERATURA.

1. A. Mandl, Archiv f. Elektrotechnik, t. 19, 1927, str. 485.

2. Joint Subcommittee Report, Electrical Engineering, t. 52, 1933, str. 394.
3. C. L. Gilkeson, P. A. Jeanne, Electrical Engineering, t. 53, 1934, str. 1301.
4. Siemens-Schuckertwerke, D. Müller-Hillebrand, DRP Nr. 649876, 1934.
5. A. M. Opsahl, Electrical Engineering, t. 54, 1935, str. 200.
6. K. B. Mc. Eachron, W. A. Mc. Morris, Electrical Engineering, t. 54, 1935, str. 1395.
7. K. Berger, Conf. Int. des Grands Réseaux, 1937, str. 341.
8. Devag, Elektrotechnische Zeitschrift, 1937, str. 248.

9. G. Frühauf, Elektrotechnische Zeitschrift, 1937, str. 441.
10. B. v. Borries, Elektrotechnische Zeitschrift, 1937, str. 493.
11. W. G. Roman, Electrical Engineering, t. 56, 1937, str. 819.
12. K. B. Mc. Eachron, W. A. Mc. Morris, Electrical Engineering, t. 57, 1938, Transactions, str. 307.
13. E. Clarke, C. N. Weygandt, C. Concordia, Electrical Engineering, t. 57, 1938, Transactions, str. 453.
14. K. B. Mc. Eachron, Electrical Engineering, t. 57, 1938, str. 493.

## Siły zwarciove w dławikach ochronnych

Inż. Jerzy Schmidt

**Streszczenie.** Na podstawie prostych zasadniczych wzorów, dotyczących wzajemnego oddziaływania przewodów, przez które przepływa prąd elektryczny, zostają wyprowadzone siły, którym podlegają poszczególne przewody dławika przeciwzwarciovego, jak również siły wzajemnego oddziaływania całych cewek dławikowych między sobą.

Dławiki ochronne służą do ograniczenia wielkości prądu zwarcia sieci i przy stałej od szeregu lat dążności do powiększenia mocy poszczególnych elektrowni oraz łączenia ich między sobą, coraz bardziej się rozpowszechniają. Ze względu na znaczne wartości prądów przepływających przez nie przy zwarcu, dławiki podlegają b. znacznym mechanicznym naprężeniom. Wielkość tych naprężeń stanowi jeden z czynników, decydujących o wielkości dławika, i to w sposób o wiele bardziej określony, niż w jakichkolwiek innych przyrządach czy maszynach elektrycznych. Zadaniem niniejszej pracy będzie zanalizowanie działania wszystkich sił występujących przy zwarcu dławika, zdanie sobie sprawy z niebezpieczeństw, jakie one za sobą pociągają, oraz wpływu, jaki wywierają na konstrukcję dławika.

Ze względu na konieczność zachowania stałej wartości samoindukcji dławika, aż do najwyższych wartości płynącego prądu, buduje się obecnie dławiki niemal wyłącznie bez rdzenia żelaznego, przy czym dławik trójfazowy składa się z trzech jednostek jednofazowych, ustawionych bądź obok siebie, bądź też jedna nad drugą. Rozpatrzmy, jako przypadek najprostszy, siły występujące w takim oddzielnie stojącym jednofazowym dławiku.

Przypuśćmy, że rozpatrywany przez nas dławik stanowi okrągłą cewkę, bez rdzenia, o średnicy  $D$ , której zwojów rozłożone jest w prostokątnym przekroju o wymiarach  $a \times b$  cm (rys. 1). W pierwszym przybliżeniu przypuśćmy również, że wzajemne odległości wszystkich przewodów dławika w kierunku poziomym i pionowym są sobie równe.

Jeżeli cewka dławikowa stoi oddzielnie i nie ma w jej sąsiedztwie żadnych mas żelaznych, siły działające na poszczególne pręty są wynikiem jedynie wzajemnego oddziaływania płynących przez nie prądów; dla dwóch dowolnych prętów siła ich oddziaływania może być obliczona na podstawie elementarnego wzoru:

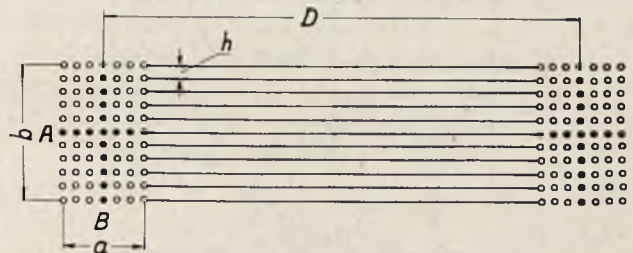
$$dF = i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{dl}{x}$$

gdzie  $i_1$  i  $i_2$  — prądy w prętach, których odległość jest równa  $x$ . Pomińmy również w pierwszym przybliżeniu

wpływ krzywizny zwojów, czyli założmy  $D = \infty$ , a ponieważ we wszystkich prętach płynie jednakowy prąd  $i$ , więc siła  $F$  na 1 cm długości dwóch dowolnych sąsiednich przewodów:

$$F = \frac{i^2}{x} \text{ (dyn/cm)}$$

Siła działająca na każdy z prętów jest sumą geometryczną oddziaływania wszystkich pozostałych prętów.



Rys. 1.

Cewka dławikowa (pokazana półschematycznie).

Dla obliczenia wartości tej siły rozłożmy ją na dwie składowe: pionową (działającą w kierunku osi), oraz poziomą (promieniową). Dla obliczenia składowej pionowej rozpatrzmy wszystkie pręty, które leżą w płaszczyźnie pionowego przekroju cewki A—A. W prętach tych składowe poziome znoszą się — dzięki symetrycznemu położeniu prętów w przekroju; pozostają jedynie składowe pionowe, które łatwo obliczymy zakładając, że wszystkie  $n$  zwojów zawarte w poziomej warstwie, zostają skupione w środkowych prętach; wielkość ich wynosić będzie dla dowolnego pręta:

$$F_x = \sum n \cdot \frac{i^2}{x} = n \cdot i^2 \cdot \sum \frac{1}{x}$$

Aby zdać sobie sprawę z przebiegu tej zależności, obliczmy siły występujące w cewce zawierającej w przekroju pionowym 11, a w poziomym  $n$  zwojów.

Dla prętów skrajnych I i 11 siły są równe i przeciwnie skierowane:

$$F_1 = n \cdot \frac{i^2}{h} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{10}\right) = 2,92 n \cdot \frac{i^2}{h} = -F_{11}$$

Podobnie dla pozostałych prętów

$$F_2 = n \cdot \frac{i^2}{h} \left(2,92 - 1 - \frac{1}{10}\right) = 1,82 n \cdot \frac{i^2}{h} = -F_{10};$$

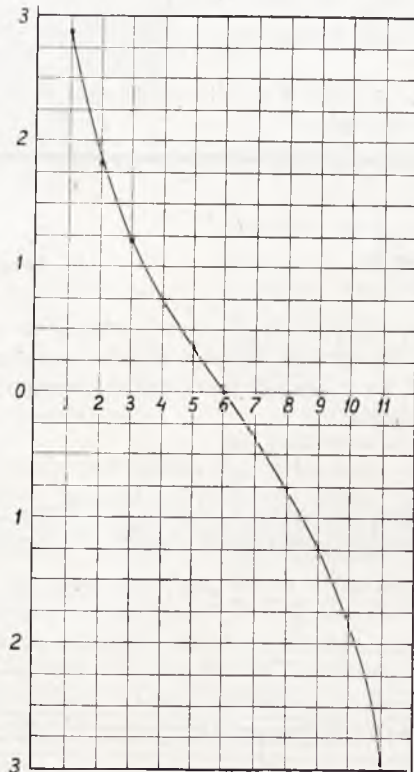
$$F_3 = n \cdot \frac{i^2}{h} \left(1,82 - \frac{1}{2} - \frac{1}{9}\right) = 1,21 n \cdot \frac{i^2}{h} = -F_9;$$

$$F_4 = n \cdot \frac{i^2}{h} \left( 1,21 - \frac{1}{3} - \frac{1}{8} \right) = 0,76 n \cdot \frac{i^2}{h} = -F_8;$$

$$F_5 = n \cdot \frac{i^2}{h} \left( 0,76 - \frac{1}{4} - \frac{1}{7} \right) = 0,37 n \cdot \frac{i^2}{h} = -E_7;$$

$$F_6 = n \cdot \frac{i^2}{h} \left( 0,37 - \frac{1}{5} - \frac{1}{6} \right) = 0.$$

$$x = \left( \frac{i^2}{h} \right)$$



Rys. 2.

Wykres rozkładu sił przy 11 prętach.

Rys. 2 pokazuje wykres tych sił, przy czym widoczne jest, że siła działająca na pręt środkowy jest równa zero; największa siła występuje na prętach skrajnych; wartość jej przy  $m$  prętach wynosi

$$F_{max} = n \cdot \frac{i^2}{h} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m-1} \right) = n \cdot \frac{i^2}{h} \sum_{x=1}^{x=m-1} \frac{1}{x}.$$

Identyczne rozumowanie można zastosować do składowej poziomej siły oddziaływania wszystkich prętów, rozpatrując pręty leżące w przekroju poziomym B—B. Przebieg tej składowej jest analogiczny.

Wyprowadzone wzory pozwalają obliczyć kolejno obie składowe siły oddziaływania dowolnego pręta w dławiku; sumując te składowe geometrycznie, dojdziemy do siły całkowitej.

W praktyce wzory te nie są dogodnie, ponieważ dla przeprowadzenia obliczeń wymagają sumowania długich rozbieżnych szeregów. Dlatego też w praktyce dogodniejszą jest podana niżej — znana zresztą oddawna — metoda obliczenia średniej siły oddziaływania na podstawie wielkości energii magnetycznej dławika. Ponieważ jednak dla obliczenia dławika miarodajna jest nie średnia, lecz maksymalna wartość występujących w nim sił, należy przeto ustalić zależność, jaka zachodzi pomiędzy największą a średnią wartością siły oddziaływania.

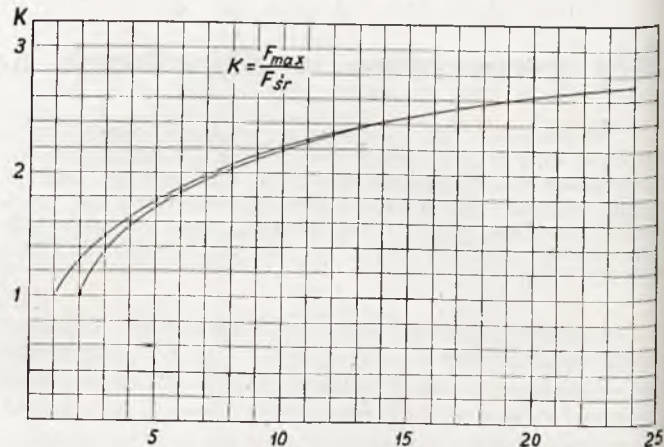
Dla zachowania przejrzystości rachunku rozpatrywać będziemy w dalszym ciągu obie składowe — osiową i promieniową — oddzielnie.

Średnią wartość siły oddziaływania  $F_{sr}$  obliczamy, sumując siły działające na połowę prętów i dzieląc ją przez liczbę tych prętów. Jeżeli  $m$  jest parzyste  $m = 2r$ , to:

$$F_{sr} = \frac{1}{r} \sum_{x=1}^{x=r} F_x;$$

zaś przy nieparzystej wartości  $m = 2p + 1$

$$F_{sr} = \frac{2}{2p+1} \sum_{x=1}^{x=p} F_x.$$



Rys. 3.

Wykres stosunku siły maksymalnej do średniej z zależności od liczby prętów w warstwie.

Rys. 3 wskazuje obliczone w ten sposób wartości

$$K = \frac{F_{max}}{F_{sr}}$$

stosunku siły maksymalnej do średnicy dla różnych  $m$  od 1 do 24; zakres ten najzupełniej wystarcza dla celów praktycznych.

Jak widać z wykresu, liczba  $K$  jest zmienna i może przy większej liczbie przewodów dość znacznie przekraczać podaną przez niektórych autorów liczbę 2.

Obliczone wyżej siły są wynikiem wzajemnego przyciągania prętów wiązki i występują niezależnie od kształtu cewki, a więc i wtedy, gdy średnica jej  $D = \infty$ . Dla cewki okrągłej  $D \neq \infty$ ; zjawia się wówczas trzecia siła, będąca wynikiem oddziaływania przeciwległych elementów prętów; siła ta jest odpychająca, ponieważ kierunek prądu w tych elementach jest przeciwny; stara się ona rozerwać cewkę. Wartość tej siły oblicza się znany sposób na podstawie wielkości energii pola magnetycznego cewki.

$$W = \frac{i^2 L}{2}.$$

Aby obliczyć z tego wzoru siłę  $K$ , działającą w dowolnym kierunku  $X$ , różniczkujemy względem  $X$

$$K_x = \frac{\partial W}{\partial x} = \frac{i^2}{2} \frac{\partial L}{\partial x} \cdot \frac{10^2}{9,81} \text{ (kg)} = 5,1 i^2 \cdot \frac{\partial L}{\partial x} \text{ (kg)}.$$

Wzór ten pozwoli nam określić wielkość wszystkich sił, o ile znana będzie wartość samoindukcji  $L$  cewki, której ściśle obliczenie nie nastęrcza obecnie — wobec bardzo wielu opublikowanych w tym zakresie prac — żadnej trudności; dla naszych celów dogodny będzie

wyprowadzony drogą teoretyczną przez Arnolda\*) nieco mniej dokładny wzór

$$L = 1,45 z^2 D \left( \lg \frac{D}{a+b} + 0,385 \right) \cdot 10^{-8} =$$

$$= 0,63 z^2 D \left( \ln \frac{D}{a+b} + 0,89 \right) \cdot 10^{-8} \text{ (H)}.$$

Oznaczenia  $D$ ,  $a$  i  $b$  widoczne są na rys. 1.

Różniczkując to wyrażenie względem  $D$ , otrzymamy siłę rozrywającą cewkę, różniczkowanie zaś względem  $a$  i  $b$  da nam siły pochodzące od wzajemnego przyciągania prętów.

Siła rozrywająca

$$F_r = 5,1 \frac{i^2 \partial L}{2 \partial D} = 5,1 \frac{i^2}{2} \cdot 0,63 z^2 \left[ D \cdot \frac{1}{D} + \ln \frac{D}{a+b} + 0,89 \right] 10^{-8}$$

$$= 3,21 i^2 z^2 \left[ \ln \frac{D}{a+b} + 1,89 \right] = 7,4 i^2 z^2 \left[ \lg \frac{D}{a+b} + 0,82 \right] 10^{-8} \text{ (kg)}.$$

Średnie wartości sił przyciągania w kierunku osiowym i promieniowym są sobie równe i wynoszą:

$$F_o = F_p = 5,1 i^2 \frac{\partial L}{\partial a} =$$

$$= 5,1 i^2 \cdot 0,63 z^2 D \left( -\frac{1}{a+b} \right) 10^{-8} = -3,21 i^2 z^2 \frac{D}{a+b} \cdot 10^{-8} \text{ (kg)}.$$

Znak „—“ wskazuje, że zmniejszeniu wartości  $a$  względnie  $b$  odpowiada wzrost siły, co jest zgodne z poprzednimi rozważaniami.

Obliczone tu wartości są to wartości średnie; dla otrzymania wartości maksymalnych działających na skrajne pręty, należy otrzymane wartości pomnożyć przez współczynnik  $K$ , którego wartość została wyprowadzona poprzednio.

W ten sposób zostały obliczone wszystkie siły działające na oddzielnie stojący jednofazowy dławik, w którego sąsiedztwie nie ma żadnych mas żelaznych. Z wielu względów pożądane jest często ustawienie trzech dławików jednofazowych jednego nad drugim, przez co otrzymujemy dławik trójfazowy. Pomiedzy poszczególnymi cewkami takiego dławika działają siły wzajemnego przyciągania lub odpychania, które można również łatwo obliczyć.

Wyobraźmy sobie, że mamy dwa dławiki jednofazowe, których całkowite amperozwoje umieszczone zostały w środku ciężkości ich przekrojów; siły między nimi działające obliczymy na podstawie wzorów na siły wzajemnego oddziaływania dwóch szyn, którymi płyną prądy  $i_1$  oraz  $i_2$ ; jeżeli długość szyn wynosi  $l$ , a ich odległość  $c$ , to wówczas:

$$F = 2 i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{l}{c} \text{ (dyn)}$$

lub po wprowadzeniu jednostek układu praktycznego:

$$F = 6,42 i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{D}{c} 10^{-8} \text{ (kg)}$$

zaś przy uwzględnieniu, że każda cewka zawiera zwojów oraz, że jeżeli w najniekorzystniejszym przypadku zwarcia trójfazowego przez jedną z nich płynie prąd zwarcia  $i$ , to przez sąsiednią — jego połowa. otrzymamy

$$F = 3,21 i^2 \cdot z^2 \cdot \frac{D}{c} 10^{-8} \text{ (kg)}.$$

Siła wzajemnego oddziaływania dwóch dławików jest miarodajna wtedy, gdy chodzi o obliczenie konstrukcji wsporczej dławika trójfazowego. Tymi samymi wzorami można posługiwać się wówczas, gdy chodzi o

obliczenie reakcji, jaką wywiera dławik na otaczające go konstrukcje żelazne, np. drzwi siatkowe celek rozdzielni.

Jeżeli jednak chodzi o obliczenie samego dławika, to miarodajne są naprężenia wywołane w przewodach jednego dławika przez obecność wzgl. sąsiedztwo drugiego. Obliczenie tych sił względnie naprężeń nie przedstawia trudności i może być wykonane na podstawie wyprowadzonych na początku wzorów na oddziaływanie prętów jednego dławika. W sposób mniej ścisły można obliczyć siłę przypadającą na 1 cm długości przewodu jednego z dławików przez drugi (o liczbie zwojów  $z_2$ ), zastępując go szyną, przez którą płynie natężenie prądu  $i_2$ ; siła ta jest, oczywiście, największa dla przewodów leżących w skrajnej płaszczyźnie prostopadłej do osi dławika i wynosi na 1 cm długości:

$$f = 2 i_1 \cdot i_2 \cdot z_2 \cdot \frac{1}{b} \cos \alpha \left( \frac{\text{dyn}}{\text{cm}} \right) =$$

$$= 2 \frac{10^{-2}}{981} i_1 \cdot i_2 \cdot z_2 \cdot \frac{1}{b} \cos \alpha \cdot 10^{-3} \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right) =$$

$$= 2,04 i_1 \cdot i_2 \cdot z_2 \cdot \frac{1}{b} \cdot 10^{-8} \cos \alpha.$$

Siła ta osiąga dla przewodu położonego w środku warstwy maksimum równe

$$f_{max} = 2,04 i_1 \cdot i_2 \cdot z_2 \cdot \frac{1}{b} 10^{-8} \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right).$$

Przykład.

Obliczmy wartości naprężeń, występujących w mie-dzi dławika o następujących danych:\*)

$$I_n = 200 \text{ A}; U = 5000 \text{ V}; \Delta U = 90 \text{ V (fazowe)}.$$

Założmy  $D = 50$  cm oraz  $a + b = 40$  cm

$$\lg \frac{D}{a+b} = \lg \frac{50}{40} = 0,097;$$

$$L = \frac{90}{2 \pi \cdot 50 \cdot 200} = 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ (H)}$$

$$L = 1,45 z^2 D \left( \lg \frac{D}{a+b} + 0,385 \right) 10^{-8} =$$

$$= 1,45 z^2 \cdot 50 [0,097 + 0,385] \cdot 10^{-8} = 35 z^2 \cdot 10^{-8}.$$

$$z^2 = \frac{1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 10^8}{35} = 4140; z \cong 64 = 8 \times 8.$$

Założmy ponadto gęstość prądu ok. 1,5 A/mm<sup>2</sup>; o-trzymamy wówczas przekrój:  $\frac{200}{1,5} = 133 \text{ mm}^2$  oraz wy-miary przewodów 12 × 12 mm (144 mm<sup>2</sup>).

Uderzenie prądu przy zwarciu w najniekorzystniej-szym wypadku

$$I_{max} = \sqrt{2 \cdot 1,8 \cdot 200 \frac{5000}{\sqrt{3 \cdot 90}}} = 1,64 \cdot 10^4 \text{ (A)}.$$

Siła rozrywająca dławik:

$$F_r = 7,4 \cdot 1,64^2 \cdot 10^8 \cdot 64^2 \cdot [0,097 + 0,82] 10^{-8} = 74800 \text{ (kg)}.$$

Wywołuje ona w warstwie wewnętrznej największe naprężenie rozrywające (suma przekrojów drutów tej warstwy  $\Sigma Q$ )

$$\sigma_r = \frac{F_r}{2 \pi \cdot \Sigma Q} = \frac{74800}{6,28 \cdot 8 \cdot 144} = 10,4 \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right).$$

Średnia wartość składowej promieniowej siły wza-jemnego przyciągania przewodów

$$F_p = F_o = 3,21 \cdot 1,64^2 \cdot 10^8 \cdot 64^2 \cdot 1,25 \cdot 10^{-8} = 43700 \text{ (kg)}.$$

\*) Dla uniknięcia nieporozumień zaznaczam, że ob-liczone tu wymiary dobrane są umyślnie w sposób szcze-gólnie jaskrawy dla zilustrowania obliczeń i nie mogą w żadnym razie służyć, jako wzór praktycznego rozwiąza-nia.

\*) Arnold — La Cour. Wechselstromtechnik

Jeśli cewka zwiera 8 przewodów w warstwie, to z krzywej rys. 3 stosunek siły maksymalnej do średniej  $K = 2,04$

$$F_{p \max} = 43700 \cdot 2,04 \text{ (kg)}.$$

Siła ta wywołuje w prętach wewnętrznych naprężenie rozrywające

$$\sigma_{r_2} = \frac{43700 \cdot 2,04}{2\pi \cdot 8 \cdot 144} = 12,3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right).$$

Wypadkowe naprężenie rozrywające:

$$\sigma_r = \sigma_{r_1} + \sigma_{r_2} = 10,4 + 12,3 = 22,7 \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

jest b. wysokie i dochodzi do granicy wytrzymałości miedzi. Składowa osiowa siły wzajemnego przyciągania przewodów wywołuje nacisk na wstawki dystansowe pomiędzy warstwami oraz naprężenie gnące w przewodach.

Nacisk na przewody:

$$\frac{43700 \cdot 2,04}{8\pi \cdot 50 \cdot 1,2} = 59,3 \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right).$$

Jeżeli dopuścić (wg Arnolda) nacisk na wstawki 185 kg/cm<sup>2</sup>, to muszą one zakrywać co najmniej

$$\frac{59,3}{185} \cdot 100 = 32\% \text{ powierzchni drutu.}$$

Największe naprężenia gnące wystąpią w zewnętrznych skrajnych prętach; jeżeli średnica zewnętrzna  $D_2 = 500 + 130 = 630$  mm i zastosujemy 12 wstawek na obwodzie, to szerokość wstawki:

$$\frac{\pi \cdot 63 \cdot 0,32}{12} \approx 53 \text{ (mm)}$$

przy podziałce 164 mm. Długość swobodna wynosi 164 — 53 = 111 (mm).

Siła działająca na tej długości

$$59,3 \cdot 11,1 \cdot 1,2 = 790 \text{ (kg)}.$$

Moment gnący:

$$\frac{Pl}{12} = \frac{790 \cdot 11,1}{12} = 730 \text{ (kgcm)}.$$

Moment oporu:

$$\frac{bh^2}{6} = \frac{1,2 \cdot 1,22}{6} = 0,289 \text{ (cm}^3\text{)}.$$

Naprężenie gnące:

$$\sigma_g = \frac{730}{0,289} = 2530 \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 25,3 \text{ (kg/mm}^2\text{)}.$$

Z liczb tych widać, że pomimo niewielkiej gęstości również naprężenia gnące wypadają zbyt wysokie.

#### Literatura.

- 1) I. H a k. Zur Berechnung der in Reaktanzspulen auftretenden mechanischen Beanspruchungen. E. u. M r 1924, str. 17.
- 2) G. L e v i. Betriebserfahrungen mit Drosselspulen. ETZ, r. 1929, str. 1181.
- 3) K. F a y e - H a n s e n. Die Berechnung von eisenlosen Drosselspulen, ETZ., r. 1920, str. 427.
- 4) R. E d l e r. Die Berechnung eisenloser Schutzdrosselspulen. Bull. SEV, r. 1933, str. 149.
- 5) H. B u c h h o l z. Die axialen Druckkräfte in Zylinderspulen, Arch. f. El., r. 1935, str. 281.
- 6) A r n o l d — L a C o u r. Wechselstromtechnik t. II.

## Wybór aparatów dla rozdzielni na duże prądy zwarcia

Inż. Stanisław Dzierzbicki i inż. Czesław Mejro

### APARATY DO WYŁĄCZANIA ZWARĆ.

Przy budowie nowego urządzenia rozdzielczego mogą wchodzić w rachubę następujące rozwiązania:

- bezpieczniki o wielkiej mocy wyłączalnej;
- odłączniki mocy z nabudowanymi bezpiecznikami wielkiej mocy;
- wyłączniki o małej mocy wyłączalnej w połączeniu z dławikami przeciwzwarciovymi, albo wreszcie:
- wyłączniki o dużej mocy wyłączalnej.

Poniżej omówimy szczegółowo zalety i wady poszczególnych rozwiązań, oraz warunki, w których zastosowanie jednego z nich wydaje się być najbardziej celowe.

### BEZPIECZNIKI O WIELKIEJ MOCY WYŁĄCZALNEJ

Bezpieczniki na prąd nominalny 1 lub 2 A są stosowane przede wszystkim do zabezpieczenia transformatorów napięciowych. Mają one służyć do ochrony uzwojenia pierwotnego i zlokalizowania zwarcia wywołanego uszkodzeniem transformatora, nie zabezpieczają natomiast transformatora przed przeciążeniem\*).

Większe bezpieczniki stosuje się do ochrony transformatorów mocy, silników na wysokie napięcie itp.

\*) patrz inż. W. Starczakow. Zabezpieczenia nadmiarowe transformatorów napięciowych, Przegl. El. napięciowych bezpiecznikami, Informacje dla Przyjaciół FAE Szpotański, r. 1939, zeszyt 2.

**Streszczenie.** Omówienie — pod kątem bezpieczeństwa i pewności ruchu — kosztów instalacyjnych i eksploatacyjnych zasadniczych aparatów stosowanych w rozdzielniach na duże prądy zwarcia.

Ustalenie zakresu najbardziej celowego zastosowania różnych aparatów do wyłączania zwarć (bezpieczniki, odłączniki mocy, wyłączniki).

Korzyści ograniczania prądów zwarcia.

### UWAGI OGÓLNE.

Wielka różnorodność typów aparatów znajdujących się obecnie na rynku pozwala, z jednej strony na coraz bardziej celowe i ekonomiczne projektowanie nowych urządzeń rozdzielczych, z drugiej jednakże strony wymaga ona od projektującego dużego nakładu pracy i umiejętności zastosowania takich aparatów, któreby jaknajlepiej odpowiadały warunkom pracy. Musi on zwracać uwagę na szereg momentów, z których najważniejszymi są:

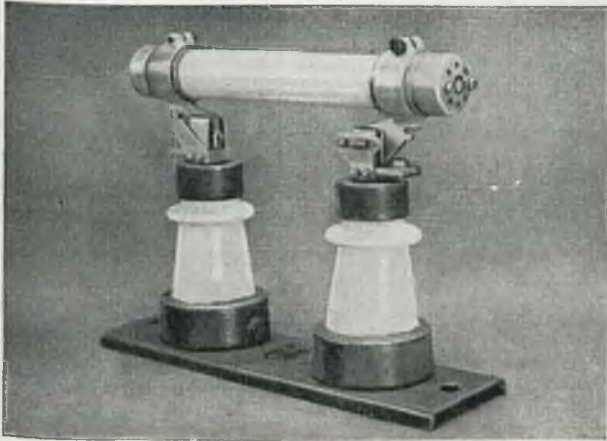
a) aby aparaty były jak najlepiej dostosowane do panujących w instalacji warunków elektrycznych;

b) aby jednocześnie zapewniały dostateczne bezpieczeństwo i pewność ruchu;

c) aby koszty instalacyjne urządzenia były możliwie niskie, spodziewane zaś koszty eksploatacyjne nie wzrosły nadmiernie.

Niniejszy referat ma na celu omówienie, pod kątem tych trzech punktów, zasadniczych aparatów stosowanych w rozdzielniach na wysokie napięcia i na duże moce zwarcia.

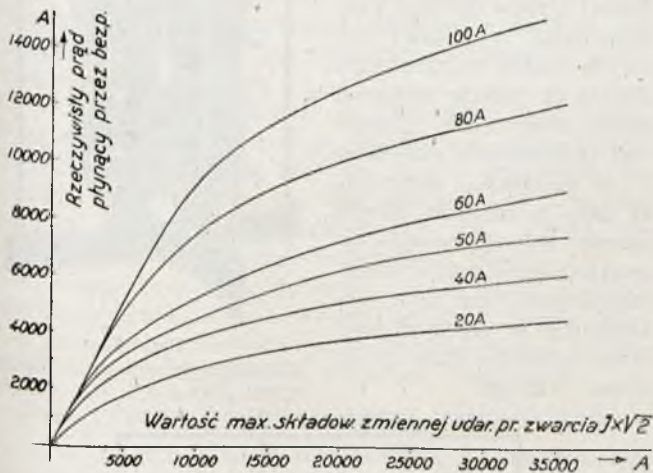
Elektryczne bezpieczniki wielkiej mocy (rys. 1) posiadają szereg zalet\*), przede wszystkim zaś dużą moc wyłączalną, mogą więc być stosowane nawet w dużych elektrowniach.



Rys. 1.

Bezpiecznik wielkiej mocy wyłączalnej typu 1015, 6 kV, 100 A, 250 MVA.

Poza tym ograniczają one parokrotnie wartość udarowego prądu zwarcia, jaki płynąłby w instalacji, gdyby nie było w niej bezpieczników, przez co chronią zabezpieczone przez nie aparaty przed dynamicznymi skutkami zwarcia. Na rys. 2 podany jest rzeczywisty prąd płynący przez bezpiecznik, w zależności od wielkości prądu zwarcia, dla bezpieczników 6 kV, 20—100 A.



Rys. 2.

Ograniczenie prądu zwarcia przez bezpieczniki typu 1015, 6 kV, 20—100 A.

Dzięki bardzo szybkiemu wyłączeniu zwarcie (czas rzędu paru  $\mu$ sek) bezpieczniki o wielkiej mocy wyłączalnej chronią zabezpieczone aparaty przed termicznymi skutkami zwarcia.

W eksploatacji bezpieczniki te nastęrczają jednakże pewne trudności, a mianowicie:

- a) powodują przerwy w ruchu wywołane koniecznością wymiany spalonych patronów;
- b) w razie zwarcie jednofazowych przerywają obwód

\*) patrz inż. St. Dzierzbicki. Bezpieczniki na wysokie napięcie i wielkie moce wyłączalne. Przegl. El. r. 1939, zeszyt 6, str. 151 oraz Bezpieczniki wielkiej mocy wyłączalnej typu DL-1014 i DL-1015. Informacje dla Przyjaciół FAE Szpotkański, r. 1939, zeszyt 1 i 2.

tylko na jednym biegunie, co może spowodować komplikacje — np. w przypadku zasilania silników itp.;

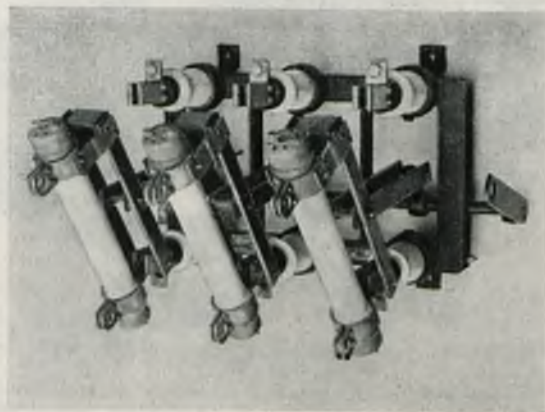
c) normalnie zabezpieczają chronione urządzenia jedynie przed skutkami zwarcie, nie stanowią natomiast ochrony przed przeciążeniem. Tak np. przy zabezpieczeniu transformatora mocy należy dobrać bezpieczniki na prądy wyższe, niż prąd nominalny transformatora, aby nie przepalały się one pod wpływem jego prądu załączania. Tabela I podaje prądy nominalne bezpieczników wysokonapięciowych w zależności od mocy i napięcia zabezpieczonych transformatorów. Przy zabezpieczaniu silników na wysokie napięcie należy postępować podobnie, dobierając prądy nominalne bezpieczników do prądu rozruchu motoru;

Tabela I.

Prąd nominalny transformatora A	Prąd nominalny bezpiecznika A	Moc transformatora w kVA					
		Napięcie transformatora					
		3 kV	6 kV	10 kV	15 kV	20 kV	30 kV
0,4	2	2	4	7	10	15	20
0,8	3,2	4	8	15	20	30	40
1,5	5	8	15	25	40	50	80
3	8	15	30	50	80	100	150
5	10	25	50	75	125	175	250
10	16	50	100	150	250	—	—
15	25	75	150	250	375	—	—
20	32	100	200	350	500	—	—
40	64	200	400	650	—	—	—
55	100	300	550	—	—	—	—
75	125	400	—	—	—	—	—
100	160	500	—	—	—	—	—

d) przy pomocy omawianych bezpieczników nie można — dla niewielkiego stopniowania prądów nominalnych patronów — uzyskać selektywności wyłączenia zwarcie;

e) bezpieczniki o wielkiej mocy wyłączalnej nie mogą służyć do wykonywania normalnych przełączeń w ruchu. Stosując odłączniki z nabudowanymi bezpiecznikami (rys. 3) można wyłączyć prądy do 4 A dla napięć do 10 kV oraz do 2 A dla napięć wyższych, a więc np. transformatory przy biegu luzem.



Rys. 3.

Odłącznik typu 1039 z nabudowanymi bezpiecznikami wielkiej mocy wyłączalnej typu 1015, 6 kV, 100 A, 250 MVA.

Koszty instalacyjne przy stosowaniu bezpieczników są znacznie niższe, niż przy wyłącznikach; ponadto uzyskuje się znaczną oszczędność na miejsku.

Jak widzimy, wytrzymałość wyzwalaczy bezpośrednich na zwarcia odpowiada mniej więcej wytrzymałości transformatorów prądowych.

Jeśli chodzi o koszty eksploatacyjne, to straty, wywołane dłuższymi niż przy wyłącznikach przerwami po wyłączeniu zwarć, mogą — zwłaszcza przy odbiorach o dużych prądach nominalnych — znacznie zmniejszyć oszczędności uzyskane dzięki niższym kosztom instalacyjnym; poza tym wymiana spalonych patronów na duże prądy nominalne ze względu na ich wysoką cenę jest kosztowna. Dla większych odbiorów wartość przesyłanej energii (kWh) jest tak duża, iż z punktu widzenia gospodarczego staje się usprawiedliwione instalowanie wyłączników, a nie bezpieczników. Normalnie buduje się zatem patроны do mocy przesyłowej najwyższej ok. 600 kVA jednofazowo — mimo, że względy techniczne pozwalają dziś budować bezpieczniki na wyższe prądy nominalne.

#### ODŁĄCZNIKI MOCY Z NABUDOWANYMI BEZPIECZNIKAMI.

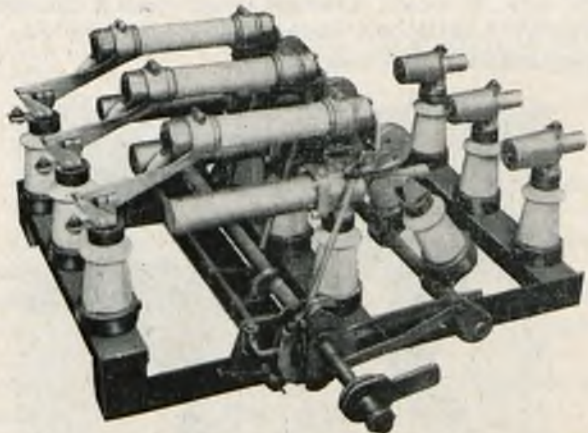
Ponieważ bezpieczniki, jako aparaty stosowane samodzielnie, posiadają w wielu przypadkach, jak widzieliśmy, szereg niedogodności z punktu widzenia ruchu, przeto spotyka się je często w połączeniu z odłącznikami mocy (rys. 4).

Odłącznik mocy z nabudowanymi bezpiecznikami \*) posiada następujące zalety:

a) można przy jego pomocy wyłączać zabezpieczone obwody pod obciążeniem;

b) w razie przepalenia się bezpiecznika w którejkolwiek z faz następuje wyłączenie odłącznika, a więc przerwanie obwodu na wszystkich fazach;

c) pozwala on na zrealizowanie taniej, a jednocześnie skutecznej ochrony silników od przeciążeń. W tym celu na odłączniku mocy nabudowuje się — oprócz bezpieczników — wyzwalacze bezpośrednie, np. termiczne; współpracę obu zabezpieczeń dobiera się w ten sposób, że dla przeciążeń i prądów zwarcia, mniejszych od prądu wyłączania odłącznika, działają wyzwalacze, wyłączając odłącznik zanim spalą się bezpieczniki; przy większych zwarciach — działają patроны.



Rys. 4.

Odłącznik mocy typu 1033, 6 kV, 200 A, z nabudowanymi bezpiecznikami typu 1015, 6 kV, 100 A, 250 MVA.

Odłączniki mocy mają dopuszczalny prąd załączania znacznie niższy, niżby to wynikało z mocy wyłączalnej bezpieczników. Wynosi on zwykle kilkaset amperów dla odłączników zamykanych ręcznie, a kilka tysięcy dla odłączników zaopatrzonych w urządzenie do zamy-

\*) patrz inż. St. Dzierzbicki. Bezpieczniki na wysokie napięcia. Przegl. El. 1939 r., zeszyt 7, str. 183.

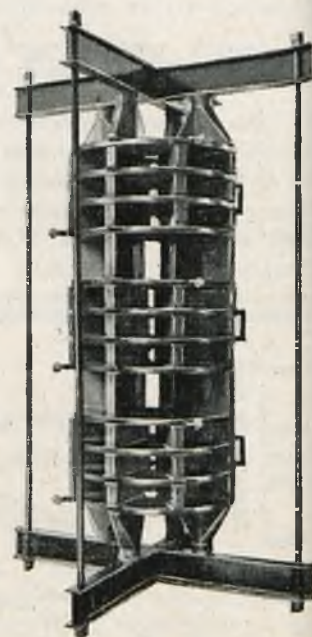
kania momentalnego (zwykle przy pomocy sprężyny). Ponieważ jednak bezpieczniki w silnym stopniu ograniczają wielkość amplitudy prądu zwarcia, niebezpieczeństwo uszkodzenia aparatury przy załączaniu odłącznika mocy z bezpiecznikami na zwarcie jest znacznie mniejsze, niż przy odłączniku stosowanym samodzielnie.

Odłącznik mocy z bezpiecznikami jest więc aparatem wygodniejszym w użyciu, niż stosowane osobno bezpieczniki; przy tym rozwiązanie to jest znacznie tańsze od wyłącznika o tej samej mocy wyłączalnej — zwłaszcza, że odłącznik zajmuje mniej miejsca. Stosowność jego jest, oczywiście, również ograniczona przez prądy nominalne bezpieczników do granic podanych poprzednio.

#### WYŁĄCZNIKI O MAŁEJ MOCY WYŁĄCZALNEJ W POŁĄCZENIU Z DŁAWIKAMI PRZECIWWZARCIOWYMI.

Jeśli na początku odpływu — przed wyłącznikiem — ustawimy dławik (rys. 5), to ograniczy on moc zwarcia do pewnej wartości — zależnej jedynie od wielkości dławika. Wielkość dławika jest określona przez spadek napięcia, występujący na dławiku przy prądzie nominalnym, wyrażony w procentach napięcia roboczego, na które dławik został zbudowany \*).

Dławik ogranicza zarówno udarowy, jak i ustalony prąd zwarcia, — do wartości proporcjonalnej z jednej strony do jego procentowości, z drugiej zaś — do prądu nominalnego. Tabela II podaje wielkości prądu zwarcia dla najczęściej stosowanych dławików — w przypadku skrajnym, tj. przy pominięciu innych oporów obwodu zwarcia (oporowości generatorów, transformatorów, linii itp.); występujące w rzeczywistości prądy zwarcia będą miały niższe wartości.



Rys. 5.  
Dławik przeciwzwarciowy  
typu 1036, 5 kV, 3%, 200 A.

Tabela II.

% dławika	$I_{ud}$	$I_{ust}$
5	$51 \times I_n$	$20 \times I_n$
6	$42,5 \times I_n$	$16,6 \times I_n$
10	$25,4 \times I_n$	$10 \times I_n$

Jak wynika z tabeli II, wielkości prądów zwarcia zależą od prądu nominalnego dławików; tak np. dla dławika 5%, 6 kV, moc zwarcia za dławikiem wyniesie przy prądzie nominalnym:

25 A — 5 MVA;

640 A — 133 MVA;

1000 A — 208 MVA.

Dławiki na małe i średnie prądy nominalne silnie ograniczają moce zwarcia, co pozwala na instalowanie

\*) patrz inż. K. Monikowski. Dławik przeciwzwarciowy i jego zastosowanie. Przegl. El. 1938 r., zeszyt 20, str. 685.

za nimi wyłączników o małej mocy wyłączalnej oraz stosowanie reszty aparatury — np. transformatorów prądowych — o konstrukcji normalnej. Całkowite koszty rozdzielni przy zastosowaniu dławików wypadają dzięki temu nierzadko niższe, niż przy rozwiązaniu bez zastosowania dławików — mimo, że zajmują one dużo miejsca.

Natomiast dla dużych prądów nominalnych ograniczenie zwarcia przez dławiki jest niewielkie, same zaś dławiki wypadają ciężkie i drogie. Toteż stosowanie ich w tym przypadku byłoby normalnie nie celowe — zarówno z punktu widzenia elektrycznego, jak i gospodarczego.

Cenną zaletą dławików w ruchu jest podtrzymywanie — w razie zwarcia — napięcia na szynach zbiorczych podstacji lub elektrowni. W razie bowiem zwarcia w pobliżu szyn zbiorczych na odpływie, nie zabezpieczonym przez dławik, napięcie na szynach spadnie prawie do zera, co powoduje liczne komplikacje; natomiast w razie zwarcia za dławikiem — na odpływie, w którym zainstalowany jest dławik, napięcie obniża się stosunkowo nieznacznie, tak że normalnie nie następują zakłócenia ruchu.

Ze względów eksploatacyjnych dławiki posiadają następujące wady:

— zwiększają spadek napięcia sieci; ponieważ opór dławika jest prawie czysto indukcyjny, w sieciach o dużym  $\cos \varphi$  przyczynia się on w niewielkim stopniu do zwiększenia spadku napięcia, natomiast w przypadku małego  $\cos \varphi$  może powodować silne wahania napięcia na odbiorach;

— nieznacznie pogarszają współczynnik mocy ( $\cos \varphi$  odbioru);

— powodują straty mocy na oporze rzeczywistym uzwojenia; ponieważ oporność rzeczywista dławika jest niewielka w stosunku do oporności indukcyjnej, straty te są na ogół niewielkie.

Z powyższego wynika, że stosowanie wyłączników o małej mocy wyłączalnej w połączeniu z odpowiednimi dławikami wchodzi w rachubę przede wszystkim dla średnich prądów odbiorów, dla odbiorów zaś o małych prądach — w tych przypadkach, gdy inne względy nie pozwalają na zastosowanie odłączników mocy.

Należy przy tym zaznaczyć, że w wielu przypadkach przy projektowaniu nowych urządzeń, można uniknąć stosowania dławików przez zainstalowanie generatorów i transformatorów o większym rozproszeniu.

#### WYŁĄCZNIKI O DUŻEJ MOCY WYŁĄCZALNEJ.

Dla dużych prądów nominalnych, dla których stosowanie dławików nie jest celowe, jedyne rozwiązanie stanowią wyłączniki na duże moce wyłączalne; stosuje się je więc z reguły np., jako wyłączniki przy generatorach itp.

W odbiorach należy przeprowadzić dokładne porównanie obu rozwiązań i wybrać tańsze, chyba że inne względy, jak np. brak miejsca, uniemożliwia zastosowanie dławików.

#### WZMACNIANIE ISTNIEJĄCYCH URZĄDZEŃ.

Przy rozbudowie istniejących od szeregu lat elektrowni często się okazuje, że moc zwarcia wzrasta na tyle, iż moc wyłączalna zainstalowanych wyłączników staje się niewystarczająca. W tych warunkach należy albo wymienić dotychczasowe wyłączniki na nowe o odpowiedniej mocy wyłączalnej — przy czym często i reszta aparatury oraz szyny i kable należy dostosować do tych zwiększonych mocy, albo też dążyć do ograniczenia prądów zwarcia w instalacji, co można osiągnąć przez zastosowanie dławików lub bezpieczników.

Rozwiązanie pierwsze jest bardzo kosztowne, toteż uciekamy się do niego jedynie w przypadkach ostatecznych, gdy np. brak miejsca nie pozwala na rozwiązanie drugie.

Dla odbiorów o średnich prądach nominalnych najkorzystniejsze jest ograniczenie — za pomocą dławika — prądu zwarcia do wielkości, odpowiadającej mocy wyłączalnej wyłączników oraz wytrzymałości reszty aparatury.

Rozwiązanie to wymaga jednakże miejsca, którego brak zazwyczaj w istniejących rozdzielniach, co zmniejsza możliwość jego stosowania.

Dla małych prądów odbioru dobre wyniki dać może wzmocnienie wyłącznika bezpiecznikami wielkiej mocy\*); w tym przypadku, podobnie jak przy odłącznikach mocy z bezpiecznikami, dobiera się ich prądy nominalne w ten sposób, aby dla przeciążeń i zwarc, mniejszych od mocy wyłączalnej wyłącznika, działały wyzwalacze i wyłączały wyłącznik, dla większych zaś mocy zwarcia — działały bezpieczniki. Bezpieczniki ograniczają przy tym zazwyczaj prądy zwarcia do takiej wielkości, że można pozostawić dawne transformatory prądowe i wyzwalacze.

Poniżej omówimy, pod kątem wytrzymałości na duże prądy zwarcia, inne aparaty stosowane w rozdzielniach. Jednocześnie zostaną podane możliwości jej zwiększenia w konstrukcjach specjalnie wzmocnionych.

#### TRANSFORMATORY PRĄDOWE.

Pod względem wytrzymałości na zwarcia można podzielić normalnie wykonywane transformatory prądowe na dwie grupy, a mianowicie na:

a) transformatory „szynowe“, o uzwojeniu pierwotnym w kształcie szyny; są one w wysokim stopniu odporne na zwarcia, przy czym ich wytrzymałość termiczna wynosi np. dla transformatorów jednej z firm krajowych 88 kA i wyżej — zależnie od typu. Są to jednak transformatory na duże prądy nominalne — zazwyczaj minimum 200 A w klasie 0,5 oraz 100 A w klasie 1;

b) transformatory „wielozwojowe“, o uzwojeniu pierwotnym w kształcie cewki o wielu zwojach; transformatory te w normalnym wykonaniu mają przeciętnie wytrzymałość termiczną równą 80-krotnej, a dynamiczną 240-krotnej wartości prądu nominalnego; są one budowane na prądy nominalne od najmniejszych do kilkuset amperów. Drogą odpowiednich przeróbek w normalnych transformatorach tego typu, można na ogół zwiększyć ich wytrzymałość na zwarcia 3—4-krotnie, nie zmniejszając przy tym dokładności\*\*). Pociąga to jednak wzrost, niekiedy kilkakrotny, ceny transformatora. Transformatory na małe prądy nominalne o jeszcze większej wytrzymałości muszą mieć wykonanie specjalne, a koszt ich jest wielokrotnie wyższy.

#### WYZWALACZE PIERWOTNE.

Wyzwalacze bezpośrednie budowane są zwykle w dwóch wykonaniach:

a) normalnym, przy którym wytrzymałość termiczna jednosekundowa wynosi ok.  $(80 \div 120) I_{rom}$ , dynamiczna zaś — ok.  $500 I_{nom}$ ;

b) wzmocnionym, przy którym wytrzymałość termiczna jednosekundowa wynosi ok.  $(200 \div 250) I_{nom}$  a dynamiczna — ok.  $1000 I_{nom}$ .

\*) patrz inż. St. Dzierzbicki. Bezpieczniki wielkiej mocy. Informacje dla Przyjaciół FAE Szpotkański, r. 1939, zeszyt 2.

\*\*) patrz inż. W. Starczakow. Transformatory prądowe o zwiększonej wytrzymałości na zwarcia. (Komunikat zgłoszony na XI Walne Zgrom. SEP).



IZOLATORY I ODŁĄCZNIKI.

W sieciach o dużych prądach zwarcia siły dynamiczne, występujące między poszczególnymi szynami, są tak duże, iż zachodzi potrzeba stosowania izolatorów typu wzmocnionego.

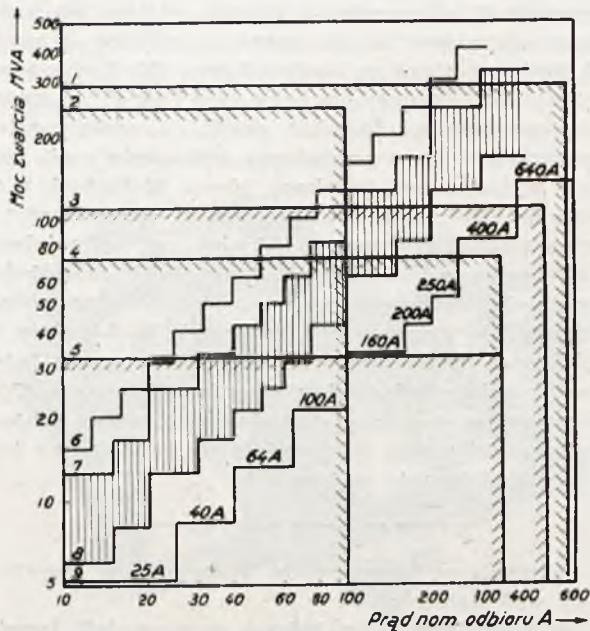
Odłączniki i izolatory typu wzmocnionego budowane są przy tym jedynie na wyższe prądy nominalne, — aby osiągnąć odpowiednią termiczną i dynamiczną wytrzymałość na zwarcia kontaktów oraz sworzni przepustowych. Tak np. izolatory przepustowe znormalizowanego przez VDE rodzaju B budowane są na prądy od 400 A, izolatory zaś rodzaju C — od 1000 A\*).

Szyny do wykonywania połączeń należy również dobierać pod kątem wytrzymałości termicznej i dynamicznej, a nie ze względu na nagrzanie prądem normalnym, jak to zwykle czyni. Wzrasta, oczywiście, przez to niejednokrotnie, zwłaszcza przy małych prądach nominalnych, przekrój szyn, a więc i ciężar miedzi.

ZALETY OGRANICZENIA PRĄDÓW ZWARCIA.

Przez ograniczenie prądów zwarcia przy pomocy dławików lub bezpieczników można często uzyskać, zwłaszcza przy dużych mocach zwarcia, znaczne oszczędności w kosztach transformatorów prądowych, wyzwalaczy izolatorów, odłączników i inn. Dlatego też aby otrzymać dokładny obraz przy porównywaniu kosztu zabezpieczeń przeciwzwarciowych w różnych alternatywach (bezpieczniki, odłączniki mocy, dławiki oraz wyłączniki na duże moce), należy uwzględnić również koszty innych aparatów, które mają być zastosowane w sieci.

Dla lepszego zobrazowania poprzednich rozważań zestawiono graficznie na rys. 6, 7 i 8 szereg aparatów w wykonaniu f-my „Szpotański i S-ka“. Aby otrzymać możliwie jednolity obraz, porównano ze sobą apa-



Rys. 6.

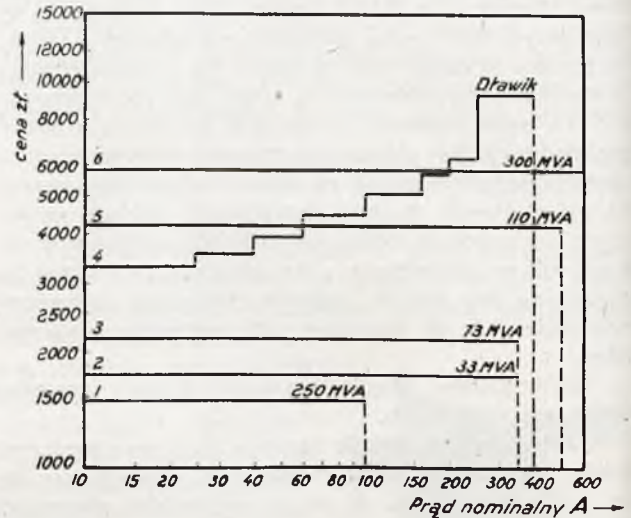
Zakres stosowalności aparatów 6 kV w zależności od prądu nominalnego oraz mocy zwarcia.

raty suche; jedynie dla zakresu 30 kV wprowadzono wyłącznik małoolejowy. Nie oznacza to jednak bynajmniej, aby autorzy byli przeciwnikami stosowania wyłączników olejowych dla większych mocy zwarcia.

\*) patrz inż. G. Gawałkiewicz. Izolatory porcelanowe wysokiego napięcia. Informacje dla Przyjaciół FAE Szpotański, r. 1938, zeszyt 5, str. 85.

Wykres na rys. 6 podaje zakres stosowalności aparatów 6 kV w zależności od prądu nominalnego oraz mocy zwarcia. Poszczególne krzywe odnoszą się do następujących aparatów:

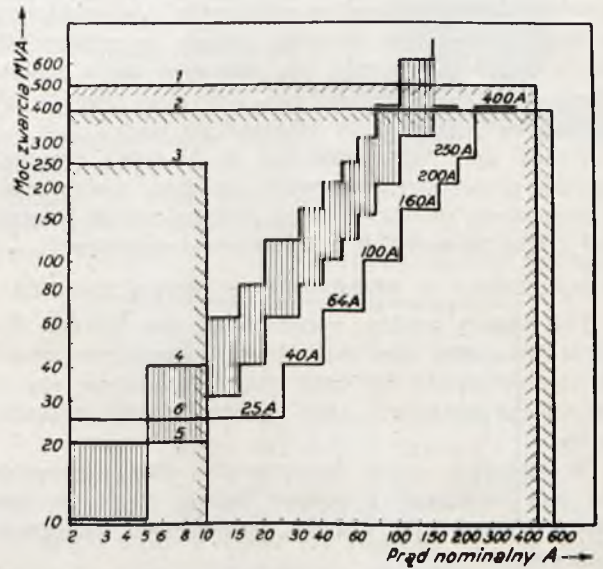
1. — wyłącznik powietrzny, sprężarkowy typu 1020 600 A, 6 kV, 300 MVA (rys. 9);
- 2 — odłącznik mocy typu 1033, 200 A, 6 kV, z bezpiecznikami wielkiej mocy wy-



Rys. 7.

Wykres kosztów różnych rozwiązań wykonanych za pomocą aparatury 6 kV.

łączalnej 5—100 A, 6 kV, 250 MVA (rys. 4); 3 — wyłącznik powietrzny bezsprężarkowy typu 603, 500 A, 6 kV, 110 MVA; 4 — wyłącznik powietrzny bezsprężarkowy typu 605, 350 A, 6 kV, 73 MVA; 5 — wyłącznik powietrzny bezsprężarkowy typu 604, 350 A, 6 kV, 33



Rys. 8.

Zakres stosowalności aparatów 30 kV w zależności od prądu nominalnego oraz mocy zwarcia.

MVA; 6 — wyzwalacz bezpośredni o wytrzymałości termicznej  $100 I_{nom}$  dla czasu wyłączenia 1 sek; 7 — transformator prądowy suchy 5—400 A, 6 kV, o wytrzymałości termicznej jednosekundowej  $80 I_{nom}$  dla zwarcia trwającego 1 sek; 8 — transformator prądowy suchy j. w. dla zwarcia trwającego 4 sek, oraz 9 — dławik przeciwzwarciowy typu 1036, 5%, 6 kV (rys. 5).

Największe moce zwarcia, które transformatory prądowe i wyzwalacze wytrzymują bez uszkodzenia, zostały obliczone w założeniu, że prąd wyłączenia jest równy prądowi określającemu wytrzymałość termiczną aparatów, co tylko częściowo jest słuszne. Krzywa 9 podaje, do jakich wielkości ograniczają moce zwarcia dławiki o różnych prądach nominalnych, przy czym przyjęto, że napięcie sieci pozostaje stałe, a zwarcie ma miejsce bezpośrednio za dławikiem.

Z wykresu na rys. 6 wynika, że np. wyłącznik bezsprężarkowy 350 A, 73 MVA przy 6 kV, z wyzwalaczami bezpośrednimi, niezależnymi, nastawionymi na czas 1 sek., może być wyzyskany całkowicie pod względem mocy wyłączalnej jedynie dla wyzwalaczy o prądach nominalnych powyżej 64 A. Przy wyzwalaczach o mniejszych prądach nominalnych, w przypadku zwarcia rzędu 73 MVA, wyzwalacze mogą ulec uszkodzeniu. Natomiast transformatory prądowe w wykonaniu normalnym można stosować dla tych mocy zwarcia o przekładni co najmniej 100/5. Dla mniejszych prądów nominalnych należy albo stosować transformatory i wyzwalacze budowy wzmocnionej, albo też ograniczyć wielkość prądu przy pomocy dławików lub bezpieczników.

Na rys. 7 zestawiono koszty różnych rozwiązań wykonanych za pomocą aparatury 6 kV, wyszczególnionej na rys. 6, — w zależności od prądu nominalnego odbioru; podane na nim ceny należy traktować, jako orientacyjne. Poszczególne krzywe na wykresie rys. 7 oznaczają:

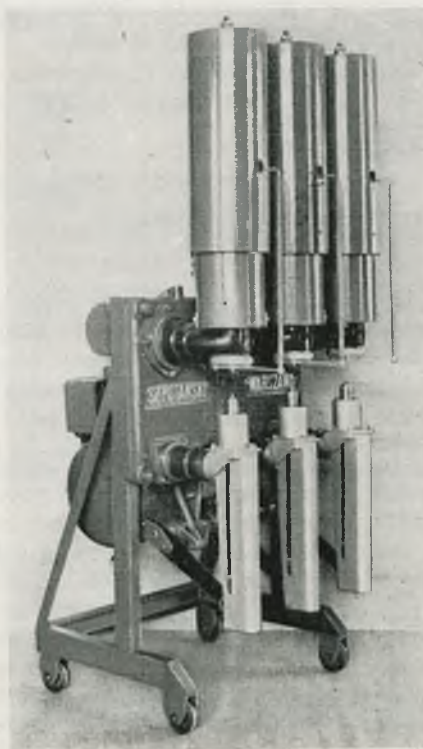
1 — odłącznik mocy typu 1033 200 A, 6 kV, z 3 bezpiecznikami wielkiej mocy 250 MVA, z napędem ręcznym; 2 — wyłącznik powietrzny bezsprężarkowy typu 604, 350 A, 6 kV, 33 MVA, z napędem ręcznym, ze sterowaniem z wyłącznika; 3 — wyłącznik powietrzny bezsprężarkowy typu 605, 350 A, 6 kV, 73 MVA, z napędem ręcznym, ze sterowaniem z wyłącznika; 4 — dławik przeciwzwarciowy 6 kV, 5% z wyłącznikiem bezsprężarkowym o mocy wyłączalnej, dobranej odpowiednio do mocy, do której dławik ogranicza zwarcie. Zastosowano wg rys. 6 dla dławików — do 160 A wyłącznik o mocy 33 MVA, dla 200—250 A — 73 MVA oraz dla 400 A — 110 MVA. Dla dławików o prądach nominalnych powyżej 400 A należałoby stosować wyłączniki sprężarkowe o mocy odłączalnej 300 MVA; 5 — wyłącznik powietrzny bezsprężarkowy typu 603, 500 A, 6 kV, 110 MVA z napędem silnikowym, ze sterowaniem z wyłącznika; 6 — wyłącznik powietrzny sprężarkowy typu 1020, 600 A, 6 kV, 300 MVA, z napędem pneumatycznym, ze sterowaniem z wyłącznika.

Z rys. 7 widać, że dla dużych mocy zwarcia oraz dla prądów nominalnych do 100 A najtańszym rozwiązaniem jest odłącznik mocy, w przypadkach zaś, gdy względy techniczne nie pozwalają na zastosowanie odłącznika mocy — dławik z wyłącznikiem o małej mocy. Dla prądów od 100 do 200—250 A odpowiednie rozwiązanie stanowi dławik w układzie, jak poprzednio, dla wyższych zaś prądów nominalnych — wyłącznik o dużej mocy wyłączalnej. Przy dokładnych obliczeniach należy, oczywiście, uwzględnić jeszcze wpływ ceny aparatury dodatkowej, która dla dużych mocy zwarcia i zakresu 200—250 A musiałaby być w wykonaniu wzmocnionym.

Rys. 8 jest zbudowany na tej samej zasadzie, co rys. 6, i odnosi się do aparatury 30 kV. Poszczególne krzywe oznaczają:

1 — wyłącznik małoolejowy typu 695, 500 A, 30 kV, 500 MVA; 2 — wyłącznik powietrzny sprężarkowy typu 1020, 600 A, 30 kV, 400 MVA; 3 — odłącznik mocy typu

1033, 200 A, 30 kV, z bezpiecznikami wielkiej mocy do 10 A, 30 kV, 250 MVA; 4 — transformator prądowy suchy typu JG, 30 kV, o wytrzymałości termicznej jednodokundowej 80  $I_{nom}$  dla zwarcia trwającego 1 sek; 5 — transformator prądowy suchy j. w. dla zwarcia trwającego 4 sek; 6 — dławik przeciwzwarciowy typu 1036, 5%, 30 kV.



Rys. 9.

Wyłącznik sprężarkowy typu 1020, 6 kV, 600 A, 300 MVA.

## PRZYKŁAD.

Sieć 6 kV zakładu przemysłowego (rys. 10) jest zasilana z odległej o 5 km elektrowni miejskiej kablem o przekroju  $3 \times 150 \text{ mm}^2$ . Podstacja 1 stanowi centralny punkt rozdzielczy zakładu; od niej odchodzą kable do podstacji 2, 3 i 4. Oprócz tych odplywów w budynku podstacji 1 znajduje się transformator o mocy 640 kVA oraz 2 silniki na napięcie 6 kV, o mocy 125 kW każdy, które mają być uruchamiane z odległości.

Obliczamy przybliżone wartości prądów zwarcia na szynach podstacji 1. Obliczenia przeprowadzamy nową metodą VDE, podaną w przepisach REH—VDE 0670/1937, zachowując podane w nich oznaczenia.

W elektrowni przewidziana jest jednoczesna praca dwóch turbozespołów o mocy 12 500 kVA każdy; rozproszenie generatorów  $e_g = 15\%$ .

Prąd nominalny generatora zastępczego o mocy 25 000 kVA wynosi:

$$I_n = \frac{25000 \times 1000}{\sqrt{3} \times 6000} = 2400 \text{ A.}$$

Oporność indukcyjna generatora zastępczego:

$$X_g = \frac{6000 \times 15}{\sqrt{3} \times 100 \times 2400} = 0,217 \Omega/f.$$

Oporność indukcyjna 5 km kabla 6 kV o przekroju  $3 \times 150 \text{ mm}^2$ :

$$X_k = 5 \times 0,072 = 0,360 \Omega/f.$$

Oporność czynna kabla:

$$R_k = \frac{1}{57} \times \frac{5000}{150} = 0,585 \Omega/f.$$

Oporność pozorna obwodu zwarcia:

$$Z = \sqrt{(X_g + X_k)^2 + R_k^2} = \sqrt{(0,217 + 0,360)^2 + 0,585^2} = 0,820 \Omega/f.$$

Składowa zmienna udarowego prądu zwarcia:

$$I_{sw} = \frac{1,1 \times U}{\sqrt{3} \sqrt{X^2 + R^2}} = \frac{1,1 \times 6000}{\sqrt{3} \times 0,820} = 4650 \text{ A.}$$

$$\frac{R}{X} = \frac{0,585}{0,577} = 1,01 \text{ stąd } z = 1,07.$$

Udarowy prąd zwarcia:

$$I_s = z \times \sqrt{2} \cdot I_{sw} = 1,07 \times \sqrt{2} \times 4650 \text{ A} = 7040 \text{ A.}$$

Symetryczny prąd wyłączenia:

$$I_a = \mu \cdot I_{sw}$$

ponieważ  $\frac{I_{sw}}{I_{nom}} = \frac{4650}{2400} = 1,94$ , stąd dla czasu wyłączenia 0,25 sek z wykresu  $\mu = 1,0$

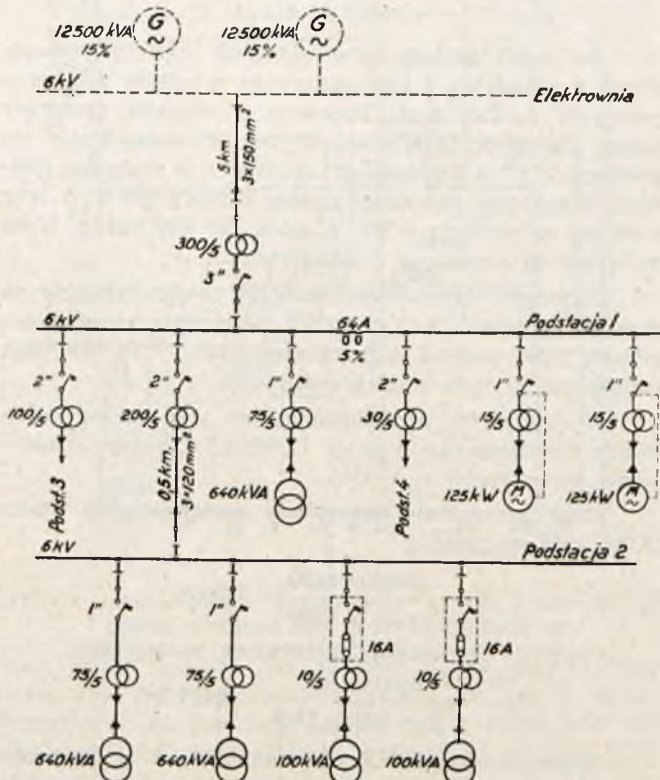
$$I_a = I_{sw} = 4650 \text{ A.}$$

Potrzebna moc wyłączalna wyłączników

$$N_a = \sqrt{3} \times 4650 \times 6000 \times 10^{-6} = 48 \text{ MVA.}$$

Jak widać z powyższego obliczenia, moce zwarcia, występujące w danej sieci fabrycznej, są stosunkowo nieznaczne. Jednak jeśli na wykresie rys. 6 poprowadzimy na wysokości 48 MVA linię poziomą, to przekonamy się, że dla prądów nominalnych mniejszych od 35 A będziemy mieli trudności z doбором odpowiednich wyzwalaczy bezpośrednich, dla prądów zaś mniejszych od 50 A i czasu wyłączenia 1 sek., względnie dla prądów 100 A i czasu 4 sek. — z doбором transformatorów prądowych.

Jeśli chodzi o wyłączniki, to jak wynika z rys. 6, wystarczy tu całkowicie wyłącznik określony zakresem



Rys. 10.

Sieć zakładu przemysłowego o napięciu 6 kV.

4, tj. o mocy 73 MVA przy 6 kV; na odplywach o prądach nominalnych 100 A i mniejszych można również stosować odłączniki mocy z bezpiecznikami. Ze względu na konieczność wprowadzenia w sieci stopniowania czasów wyłączenia, na dopływie do podstacji 1 musimy mieć czas wyłączenia minimum 3 sek., na odplywach do podstacji 2, 3 i 4 — 2 sek., wreszcie na odbiorach miejscowych — 1 sek. (dla uproszczenia założyliśmy stopniowanie czasów co 1 sek. — zgodnie, zresztą, z praktyką).

Na podstawie poprzednich rozważań decydujemy się na następujące rozwiązania:

— dla dopływu z elektrowni oraz dla dwóch odplywów do podstacji 2 i 3 dajemy wyłączniki o mocy 73 MVA przy 6 kV; wyzwalacze bezpośrednio nabudowane, transformatory prądowe — normalne;

— dla transformatora 640 kVA moglibyśmy zastosować odłącznik mocy, lecz, jak wynika z tabeli I, bezpieczniki — dla uniknięcia przepalenia się przy włączeniu transformatora — musiałyby mieć prąd nominalny 125 A, a więc powyżej normalnego zakresu.

Dodajemy więc również wyłącznik samoczynny z nabudowanymi wyzwalaczami oraz normalnymi transformatorami prądowymi;

— aby uniknąć na odplywach 15 A i 30 A transformatorów prądowych i wyzwalaczy o konstrukcji wzmocnionej — co sprawiłoby pewne trudności techniczne — musimy przewidzieć ograniczenie prądów zwarcia przez bezpieczniki lub przez dławiki przeciwzwarciove. Pierwsze rozwiązanie jest w tym przypadku nieodpowiednie, gdyż dla odplywu do podstacji 4 warunki ruchu wymagają opóźnień wyłączenia w stosunku do wyłączników znajdujących się na podstacji 4, a wyłączniki silników 125 kW muszą być włączane i wyłączane z odległości, co wyklucza zastosowanie odłączników mocy. Próbuje my, czy zabezpieczenie tych 3 odplywów, wspólnie jednym dławikiem 64 A, 5%, wystarczy dla zastosowania normalnej aparatury. Z krzywej 9 na rys. 6 wynika, że moc zwarcia za dławikiem 64 A wynosi 13,3 MVA ( $\sqrt{3} \times 6 \times 20 \times 64$ ), co wytrzymują zarówno wyzwalacze bezpośrednie 15 A, jak i transformatory 30/5 A, 2 sek, względnie 15/5 A, 1 sek. Wyłączniki na powyższych trzech odplywach mogą być typu najbliższego, tj. 33 MVA przy 6 kV (zakres 5 — rys. 6). Zastosowanie na każdym odplywie osobnego dławika byłoby zarówno kosztowniejsze, jak i zupełnie pod względem technicznym zbędne.

Na podstacji 2 będziemy mieli do czynienia z następującymi prądami i mocami zwarcia.

Oporność indukcyjna 0,5 km kabla 6 kV 3x120 mm<sup>2</sup>:

$$X_{1-2} = 0,5 \times 0,072 = 0,036 \Omega/f.$$

Oporność czynna:

$$R_{1-2} = \frac{1}{57} \times \frac{500}{120} = 0,073 \Omega/f.$$

Oporność pozorna obwodu zwarcia:

$$Z = \sqrt{(0,217 + 0,360 + 0,036)^2 + (0,585 + 0,073)^2} = 0,90 \Omega/f.$$

Składowa zmienna udarowego prądu zwarcia:

$$I_a = I_{sw} = \frac{1,1 \times 6000}{\sqrt{3} \times 0,90} = 4220 \text{ A}$$

$$\frac{R}{X} = \frac{0,658}{0,613} = 1,07 \text{ stąd } z = 1,06.$$

Udarowy prąd zwarcia:

$$I_s = 1,06 \times \sqrt{2} \times 4220 = 6350 \text{ A.}$$

Moc wyłączalna wyłączników:

$$N_a = \sqrt{3} \times 4220 \times 6000 \times 10^{-6} = 44 \text{ MVA} .$$

Z rys. 6 wynika, że na obu odpywach 100 kVA musimy ograniczyć prąd zwarcia. Próbujemy to rozwiązać w trójaki sposób, a mianowicie:

— 1. Przez zabezpieczenie całej podstacji dławikiem 160 A, umieszczonym na kablu dopływowym. Z wykresu 9 na rys. 6 widać, że za dławikiem 160 A będziemy mieć moc zwarcia 33,3 MVA; nawet przy uwzględnieniu innych oporów obwodu zwarcia (kable, generatory), moc ta wyniesie jeszcze ok. 22 MVA. Jak widzimy więc, trudno- ści z doбором transformatorów i wyzwalaczy pozostaną nadal.

— 2. Przez zabezpieczenie obu odpywów 10 A jed- nym dławikiem 5%, 25 A oraz zainstalowanie dwu wy- łączników 33 MVA, 6 kV — rozwiązanie całkowicie po- prawne pod względem technicznym.

— 3. Przez zastosowanie na odpywach 10 A odłącz- ników mocy z bezpiecznikami. Wg tabeli I wybieramy bezpieczniki 16 A i sprawdzamy na rys. 2, do jakiej wartości zostanie ograniczony przez bezpiecznik prąd zwarcia. Przez ekstrapolację otrzymujemy, że dla war- tości maksymalnej składowej zmiennej udarowego prądu zwarcia  $\sqrt{2} \times 4220 = 6000$  A rzeczywisty prąd płynący

przez bezpiecznik wyniesie najwyżej ok. 2000 A, czyli że możemy dać normalne transformatory 10 A o wytrzy- małości dynamicznej  $240 \times 10 = 2400$  A.

Widzimy więc, że rozwiązanie 3 jest również odpo- wiednie pod względem technicznym; jak wynika z poda- nego poniżej na podstawie rys. 7 zestawienia jest ono jednocześnie i najekonomiczniejsze.

Rozwiązanie 2.

1 dławik 25 A, 6 kV, 5% . . . . .	zł 1500.—
2 wyłączniki 350 A, 6 kV, 33 MVA —	
po zł 1750 . . . . .	zł 3500.—
	Razem zł 5000.—

Rozwiązanie 3.

2 odłączniki mocy 200 A, 6 kV z bez- piecznikami 16 A, 6 kV, 250 MVA	
po zł 1500 . . . . .	zł 3000.—

Różnica wynosi więc 2000 zł, nie licząc kosztu miej- sca zajętego dodatkowo przez dławik. Zgrubsza licząc, dla rozwiązania 2-go potrzebne są 3 celki, dla 3-go zaś — 2 celki.

## Rzut oka na przemysł aparatów elektrycznych prądu silnego w Polsce

Inż. Dariusz Kowalczewski

**Streszczenie.** Na początku podany jest materiał sta- tystyczny dotyczący produkcji i importu aparatury elek- trycznej w Polsce. Następnie podany jest przegląd apa- ratów elektrycznych z podziałem na grupy; podano tu szereg ważniejszych dat i firm oraz osiągnięcia w zakre- sie przemysłu aparatów elektrycznych.

### WSTĘP.

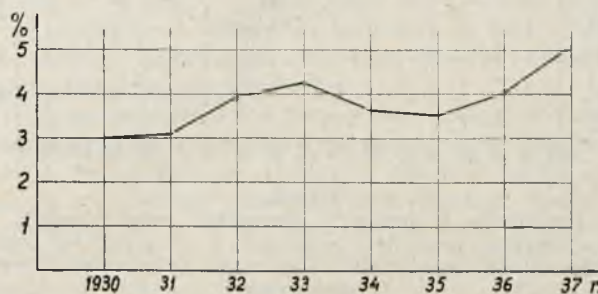
Wśród paru fabryk elektrotechnicznych, czynnych w chwili odzyskania Niepodległości, aparaty elektryczne prądu silnego wyrabiała jedynie firma Br. Petsch w Warszawie. Fabryka ta, dziś już nie istniejąca, opierała swój program produkcji zasadniczo na aparatach tele- technicznych i pomiarowych. Dla prądów silnych wyra- biane były jedynie wyłączniki nożowe tablicowe oraz bezpieczniki paskowe.

Wraz z rozwojem elektryfikacji Polski wzrasta za- potrzebowanie na wszelkiego rodzaju artykuły elektro- techniczne. Są to przede wszystkim żarówki, rurki izo- lacyjne oraz sprzęt pomocniczy. Do celów przemysło- wych z aparatury silnoprądowej zaczynamy produkować — oprócz wyłączników drążkowych i bezpieczników pa- skowych — oporniki, skrzynki przyłączone, aparaturę dla wysokich napięć oraz cały szereg innych przyrządów, których zakres szybko rośnie.

Na tle przemysłu elektrotechnicznego w Polsce wraz z przewodami, kablami i sprzętem radiotechnicznym aparatura silnoprądowa stanowi zaledwie 3 — 5% pro- dukcji. Przebieg tego udziału w poszczególnych latach pokazany jest wykreślnie na rys. 1.

Statystyka przemysłowa nie pozwala na wyodręb- nienie produkcji aparatów silnoprądowych w pierwszym dziesięcioleciu Niepodległości. Stopniowe różniczkowanie pozycji w statystyce daje coraz wyraźniejszy obraz pro- dukcji dopiero od roku 1930.

O pełnym zapotrzebowaniu aparatury silnoprądo- wej może dać pojęcie statystyka importu. W pierwszych latach olbrzymia większość aparatury była wyłącznie po- chodzenia zagranicznego. Wraz z ogólną koniunkturą w kraju wzrasta zapotrzebowanie na aparaturę. Import aparatów szybko wzrasta i osiąga swój punkt kulmina- cyjny w roku 1929; wraz z nasileniem kryzysu gospodar- czego maleje zapotrzebowanie na aparaturę — maleje i import. Do zmniejszenia importu przyczynia się zresz- tą nie tylko zmniejszenie zapotrzebowania. Krajowy



Rys. 1.

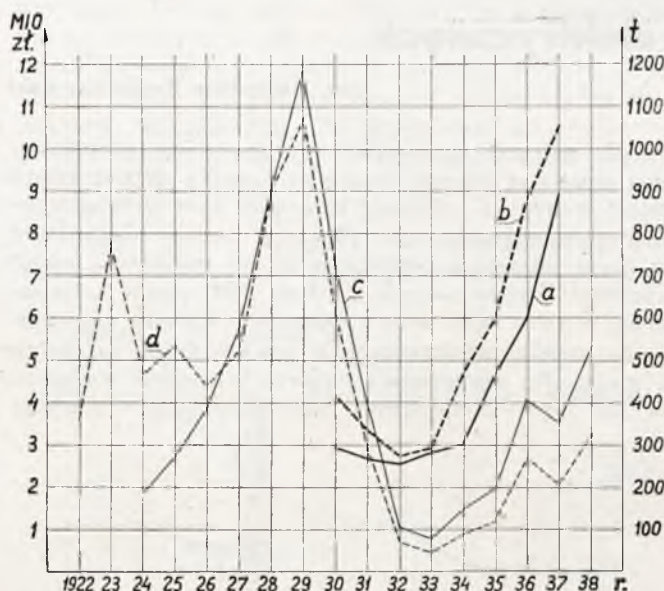
Procentowy udział przemysłu aparatowego w wartości produkcji elektrotechnicznej Polski.

przemysł aparatów prądu silnego jakością swych wyro- bów coraz skuteczniej konkuruje z produkcją zagranicz- ną i, zyskując zaufanie odbiorców, potrafi skierować ich zapotrzebowanie do wytwórni polskich. Zresztą w tym samym kierunku pracują władze państwowe, regulując obrót handlowy z zagranicą i ustanawiając odpowiednie cła ochronne. Coraz silniejszy wpływ w tej dziedzinie wywierają władze w drugim dziesięcioleciu Niepodległo- ści, poczynając od roku 1928.

Z wykresu na rys. 2 widzimy, że poprawa koniun- kturny od roku 1932 odbija się dodatnio na zapotrzebo-

waniu aparatury elektrycznej w Polsce, szczególnie zaś na produkcji krajowej. Wzrasta też i import, gdyż młody nasz przemysł nie może jeszcze wszystkiego sam dostarczyć. Podkreślić należy, że produkujemy w ogromnej większości aparaturę dla prądu zmiennego; natomiast nowoczesnej i specjalnej aparatury dla prądu stałego dostarczyć nie możemy. Tym właśnie tłumaczymy podskok importu w roku 1936, kiedy dla celów elektryfikacji węzła kolejowego warszawskiego musieliśmy sprowadzić wiele kosztownych aparatów dla prądu stałego wysokiego napięcia.

Omawiany wykres (rys. 2) pozwala wyciągnąć jeszcze jeden wniosek co do aparatury produkowanej w kraju oraz importowanej. W pierwszych latach, kiedy wszystkie aparaty importowano, średnia ich cena za 1 kg była niska; w roku 1924 wynosiła ona ok. 4 zł za kg. Zaznaczyć zresztą trzeba, że dane za lata 1924/25 odnoszą się do okresu przewalutowania złotego. Stały wzrost ceny jednostkowej aparatury importowanej wskazuje również na rozwój przemysłu krajowego. Młody przemysł zacząć musi od produkcji aparatów prostych, a zatem i tanich. Tych właśnie aparatów sprowadzamy coraz mniej. Importować musimy rzeczy bardziej skomplikowane, a więc i droższe. Przebieg cen jednostkowych w zależności od czasu przedstawia rys. 3; z wykresu tego widać, że średnia cena aparatów importowanych wzrasta do zł 18 za kg.



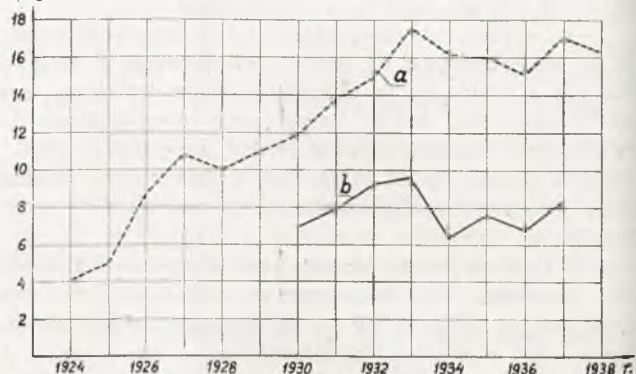
Rys. 2.

Produkcja i przywóz aparatów elektrycznych.  
a — wartość produkcji krajowej; b — ciężar w tonach produkcji krajowej; c — wartość przywozu; d ciężar przywozu.

Powszechnie wiadomo, że kraje eksportujące dążą usilnie do jak największej obniżki cen artykułów eksportowanych; zwłaszcza kładziony jest przy tym nacisk na artykuły masowe. Ten punkt widzenia uwydatniałby jeszcze więcej fakt sprowadzania do Polski jedynie aparatury specjalnej, kosztownej. Jednak w handlu często kierują się jeszcze dodatkowym względem — możliwością produkcyjną importującego kraju. Dla krajów mało uprzemysłowionych dyktowana jest cena wysoka, nie tylko pokrywająca koszt produkcji, lecz dająca nadwyżkę. Nadwyżka ta idzie na pokrycie strat ponoszonych przy eksporcie tych artykułów, które muszą walczyć z miejscową konkurencją — w krajach bardziej uprzemysłowionych. Przy istnieniu tej konkurencji chodzi nie

tylko o sam fakt eksportu, ale także — i to może w większym jeszcze stopniu — o zwalczenie tej konkurencji. Jest to walka na dłuższą metę i dla niej być może bardzo korzystne znaczne obniżanie cen eksportowych.

Zł. kg



Rys. 3.

Średnia wartość 1 kg aparatury produkcji krajowej i importowanej.

a — przywóz; b — produkcja krajowa.

Wracamy więc do pierwszego wniosku, że duża różnica między średnimi cenami aparatów produkcji zagranicznej a przyrządami produkcji krajowej oznacza naszą samowystarczalność w dziedzinie aparatury niezbyt kosztownej i niezbyt złożonej. Import obejmuje także tylko aparaty, których nie możemy jeszcze w kraju produkować.

Analizując sprawę importu, nie można pominąć nilczeniem eksportu. Jest on znikomy — w porównaniu z importem — i waha się w granicach kilkudziesięciu tysięcy złotych rocznie. W zakresie eksportu spotykamy tylko dwa razy większe pozycje — w roku 1929, w którym wywieźliśmy aparaturę wartości zł 170 000, (przeważnie do Francji) oraz r. 1938, w którym zanotowano wywóz wartości zł 143 000 — przeważnie do Anglii.

Po omówieniu statystyki przemysłu aparatów elektrycznych przejdziemy do osiągnięć tego przemysłu w poszczególnych działach.

#### ROZRUSZNIKI.

Rozruszniki oporowe stanowią jeden z prostszych artykułów przemysłu aparatów elektrycznych. Produkowane są one przeważnie przez wytwórnie maszyn elektrycznych. Duża ilość rozruszników budowana jest na prąd stały.

W tej dziedzinie na wyróżnienie zasługuje firma Brygiewicz, Zucker i S-ka w Warszawie. Firma ta pracuje początkowo, jako elektrotechniczne biuro instalacyjne; od 1 kwietnia 1920 r. uruchamia fabrykę i już w roku 1921 wystawia w Toruniu rozruszniki olejowe własnej konstrukcji z kontaktami w oleju. W roku 1924 wytwórnia ta dostarcza m. inn. regulator seńniczny dla Teatru Narodowego w Warszawie. Spadkobiercą idei technicznej tej firmy, dzięki osobom założycieli i kierowników technicznych, jest dziś Wytwórnia K. i W. Pustoła w Warszawie założona w roku 1932, wyspecjalizowana m. inn. w produkcji oporników do regulacji obrotów silników asynchronicznych dużej mocy.

#### WYŁĄCZNIKI I PRZEŁĄCZNIKI DRAŻKOWE.

Przyrządy te stanowiły pierwszy artykuł, produkowany fabrycznie w Niepodległej Polsce. Po firmie Petsch produkcję tę podjął cały szereg zakładów przemysłowych,

a nawet niewielkich warsztatów. Wyłączniki produkowano, jako otwarte — do tablic izolacyjnych, osłonięte pokrywą ochronną, wreszcie do umieszczenia za tablicą. Jeżeli chodzi o natężenie prądu, to w jednym nożu dochodzimy do 1500 A.

#### BEZPIECZNIKI TOPIKOWE.

Podobnie, jak wyłączniki drążkowe, bezpieczniki paskowe były produkowane już przed wojną przez firmę Petsch w Warszawie. W podobnej formie są one produkowane przez firmy Szpotański oraz Brygiewicz i Zucker. Dzięki swej prostej konstrukcji są również wyrabiane przez szereg mniejszych firm.

Dalszym etapem bezpiecznika paskowego jest bezpiecznik rurkowy. Patrony początkowo porcelanowe zostają wypierane przez bakelitowe (Szpotański) oraz klejone z papieru impregnowanego (S. Kleiman).

Ostatnią zdobyczą w zakresie bezpieczników topikowych są bezpieczniki wielkiej mocy odłączalnej, wprowadzone na rynek w roku 1938. Trzeba zaznaczyć, że bezpieczniki te, przeznaczone dla pracy przy napięciu 3000 V prądu stałego, wykazały lepszą charakterystykę od analogicznych wyrobów zagranicznych.

#### APARATY SKRZYNKOWE.

Aparaty skrzynkowe — wyłączniki i przełączniki w skrzynkach okapturzonych — produkowane są przez firmy Szpotański, Brygiewicz i Zucker, Kleiman, Elektroautomat i inne. Początkowo wyrabiano tylko wyłączniki okapturzone. Stopniowo ukazują się przełączniki gwiazda-trójkąt, przełączniki kierunku obrotów itp. W miarę rozpowszechnienia silników z przełączalnymi biegunami dostosowano do nich odpowiednią aparaturę.

Aparaty skrzynkowe spotykamy przeważnie budowy suchej. Dla celów specjalnych, dla pomieszczeń niebezpiecznych pod względem wybuchowym lub z wyziewami żrącymi wyrabiane są również aparaty olejowe. Wyłączniki olejowe z bezpiecznikami topikowymi, zamontowanymi w oleju, dla pracy przy napięciu do 3000 V, spotykamy już w roku 1923.

Jako pełne wykorzystanie okapturzenia aparatów rozdzielczych, ukazują się kompletne rozdzielnie skrzynkowe. Przez dłuższy czas panują tu niepodzielnie aparaty w skrzynkach żeliwnych. Od paru lat jednak spotykamy się coraz częściej z dążeniem do zastąpienia żeliwa przez blachę; wykonano już duże urządzenia rozdzielcze skrzynkowe, w których szyny zbiorcze umieszczone są w skrzynkach z blachy stalowej.

#### WYŁĄCZNIKI SAMOCZYNNE NISKIEGO NAPIĘCIA.

Wyłączniki te mogłyby same stanowić materiał do opracowania referatu. W ramach pobieżnego przeglądu produkcji krajowej aparatów elektrycznych można poruszyć zaledwie kilka punktów charakterystycznych. Początkowo (ok. r. 1926) produkowane już były samoczynne wyłączniki olejowe z wyzwalaczami elektromagnetycznymi o opóźnieniu tłoczkowym, na większe natężenia prądu — 150 i 250 A. Wyłączniki samoczynne na mniejsze natężenia prądu ukazały się na rynku krajowym później.

Dziś produkujemy długi szereg konstrukcyjnych odmian wyłączników. Zaczynając od najmniejszych, musimy wymienić małe, 2-biegunowe wyłączniki samoczynne, graniczące ze sprzętem instalacyjnym oraz pokrewne im wyłączniki 3-biegunowe. Prąd nominalny kontaktów roboczych tych wyłączników jest rzędu 25 A. Większe natężenia prądu znajdujemy w wyłącznikach przeznaczonych do użytku przemysłowego.

Wkrótce po roku 1930 ukazują się wyłączniki samoczynne sterowane elektrycznie, w których działanie dźwigni mechanicznych zostało zastąpione przez cewki elektromagnetyczne. Połączenie mechaniczne kontaktów roboczych z ruchomą częścią rdzenia elektromagnesu daje możliwość zamykania i otwierania wyłączników drogą nadawania impulsów prądu elektrycznego. System ten pozwala z elementów wyłącznikowych budować przełączniki oraz inne aparaty o skomplikowanych nieraz układach działania i zależności. Po upływie blisko 10 lat od chwili wprowadzenia do produkcji polskiej aparatów opartych na tej zasadzie, system sterowania elektromagnetycznego powszechnie się przyjął i dziś mamy już 5 wytwórni, produkujących tego rodzaju aparaty; są one ogólnie stosowane do obsługi odbiorników, przede wszystkim zaś silników elektrycznych.

Niezależnie od rozwoju tego systemu aparatów są u nas produkowane wyłączniki samoczynne z napędem ręcznym, przeważnie suche.

Do tej kategorii aparatów zaliczyć można również wyłączniki tramwajowe, wśród których wyróżnia się opatentowana konstrukcja, opracowana w Zychlińskiej fabryce Polskich Zakładów Elektrycznych Brown-Boveri.

Połączenie konstrukcji wyłączników suchych z zasadą sterowania elektromagnetycznego daje tzw. styczniki, mające szczególnie szerokie zastosowanie do elektrotechniki transportowej (dźwigi).

#### SZAFY I TABLICE ROZDZIELCZE.

Szafy i tablice rozdzielcze są budowane przez szereg wytwórni krajowych. Dostarczają je poza tym poszczególne biura instalacyjne, budują też niektórzy konsumenci we własnym zakresie. Większe dostawy w tym zakresie prowadzi w pierwszym dziesięcioleciu Niepodległości Polskie Towarzystwo Elektryczne (PTE), P. Z. E. Brown-Boveri, oraz — do dziś — S. Kleiman. Wyróżnia się tu firma K. Szpotański i S-ka, budując nie tylko tablice rozdzielcze, lecz i kompletnie wyposażone podstacje transformatorowe i rozdzielcze, względnie rozdzielnie dla elektrowni. W roku 1938 dział tablic rozdzielczych fabryki tej został przeniesiony do wytwórni w Międzyzlesiu, dysponującej koniecznymi do tego rodzaju produkcji przestrzonnymi pomieszczeniami.

Należy zaznaczyć, że rozwój tego działu produkcji elektrotechnicznej poczynił w ostatnich latach duży krok wprzód. Przyczyniła się do tego w znacznej mierze rozbudowa Centralnego Okręgu Przemysłowego. Każdy z budowanych w C. O. P. nowych zakładów przemysłowych oparty jest na nowoczesnych zasadach, toteż energia elektryczna odgrywa w nich b. ważną rolę. Dzięki temu powstaje w tym Okręgu szereg nowych elektrowni, a istniejące muszą ulegć rozbudowie i są łączone między sobą dla pracy równoległej. Przyczynia się to, oczywiście, do ogólnego, szybkiego wzrostu zapotrzebowania na aparaturę elektryczną. Spośród aparatury elektrycznej dostarczanej do C. O. P. tablice i urządzenia rozdzielcze wysuwają się na pierwszy plan.

#### NASTAWNIKI I APARATURA DŹWIGOWA.

Nastawniki walcowe i młoteczkowe produkowane są przez wspomnianą już wyżej firmę Brygiewicz i Zucker (duża dostawa w r. 1924 dla Tramwajów Warszawskich), Brown-Boveri, (obecnie Roh-Zieliński), S. Kleiman i wreszcie od 3 lat przez

firmę K. Szpotański i S-ka w Warszawie. Produkcja tych firm opiera się częściowo na wzorach zagranicznych, posiada jednak szereg konstrukcji własnych. Wśród nich na podkreślenie zasługuje aparatura wyciągowa na 3000 V dla szybów naftowych, produkcji f-my Brygiewicz i Zucker (r. 1924) oraz nastawniki młoteczkowe w oryginalnym rozwiązaniu firmy Szpotański.

Aparatura dźwigowa obejmuje również poprzednio wymienione nastawniki; aparaturę tę produkują te same wytwórnie. Obecnie najbardziej wyspecjalizowały się w tej dziedzinie firmy Szpotański, Kleiman oraz K. i W. Pustola. Wyrabiają one wszelkie aparaty, jak nastawniki, luzowniki hamulcowe, wyłączniki szybowe, krańcowe, wrzecionowe, stawidła piętrowe suche i olejowe, transformatory bezpieczeństwa itp. Posiadamy już w ruchu kompletne wyposażenia wyrobu krajowego do dźwigów portowych i hutniczych o najcięższych warunkach pracy.

#### APARATY WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

Aparaty wysokiego napięcia polskiej produkcji ukazują się bardzo wcześnie, jeżeli wziąć pod uwagę okres organizowania przemysłu elektrotechnicznego w kraju. Zakłady przemysłu aparatów, poważnie zapoczątkowane, powstają dopiero ok. roku 1920, natomiast rok 1922/23 daje już nam aparaturę wysokiego napięcia. W najprostszych nawet częściach, jakimi są izolatory wsporcze, widzimy tu przejawy krytycznej myśli konstruktorskiej — w postaci np. opracowania własnych wzorów porcelany dla mechanicznego mocowania okuć bez kitowania.

To samo cechuje i późniejszą produkcję. Jakkolwiek często opierać się musimy na rozwiązaniach obcych, to jednak dodając wszędzie własne pomysły, czy też wprowadzając udoskonalenia, oparte na obserwacjach z praktyki w naszych warunkach.

Obecnie produkujemy w kraju aparaturę dla urządzeń wewnętrznych i napowietrznych na napięcia do 150 kV.

#### WYŁĄCZNIKI WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

Wyłączniki wysokiego napięcia produkowane są przez firmy Szpotański, Kleiman, Imass oraz, przejściowo, przez Polskie Zakłady Skoda. Początkowo są to wyłączniki olejowe, z kontaktami roboczymi nożowymi; zbiorniki olejowe — prostopadłościennie. Pierwsze wyłączniki krajowe spotykamy w r. 1923/24. Są one budowane narazie na napięcia do 6000 V.

Około roku 1928/29 spotykamy już w wyłącznikach styki tulipanowe, w których do stożkowego ruchomego noża o małej zbieżności dociskane są podłużne płytki nieruchomego gniazda, stwarzając kontakt liniowy. Prostopadłościenny zbiornik olejowy wypierany jest przez cylindryczny. Lepsze warunki pracy kontaktów oraz większa wytrzymałość mechaniczna zbiorników olejowych, dzięki ich kształtowi, pozwalają osiągnąć znacznie większe moce odłączalne. Moce te (określane drogą analitycznych obliczeń) sięgają 250 MVA przy napięciach 30 ÷ 35 kV.

Dalszym etapem rozwoju konstrukcyjnego wyłączników jest dostosowanie komór gasikowych do kontaktów roboczych, dzięki czemu dochodzimy do mocy odłączalnej 500 MVA (r. 1937).

Ostatnie wreszcie przynoszą znów zmianę w konstrukcji wyłączników olejowych — w postaci zastosowania kontaktów o styku punktowym. Próby mocy,

prowadzone w laboratoriach zagranicznych, wykazują duże zalety tego systemu.

Równoległe z rozwojem konstrukcji wyłączników olejowych prowadzone są do produkcji nowoczesne wyłączniki małoolejowe i bezolejowe.

Około r. 1937 mamy do zanotowania poważne dostawy takich wyłączników produkcji krajowej. A więc firma Szpotański wykonuje wyłączniki powietrzne na napięcie 15 kV, firma Kleiman — małoolejowe, strumieniowe do 35 kV, oraz firma Szpotański — małoolejowe strumieniowe do 150 kV.

Niezmiernie doniosły jest fakt sprawdzania doświadczalnego mocy odłączalnych w zagranicznych laboratoriach. Osiągnięto moce ponad 350 MVA przy 6 kV, 500 MVA przy 30 kV oraz 1500 MVA przy 150 kV.

W dziedzinie wyłączników wysokiego napięcia najnowsze rozwiązania oparte są na licencjach zagranicznych. To też w produkcji tych wyłączników nie ustępujemy ostatnim zdobyciom Europy Zachodniej, a przy tym jesteśmy samowystarczalni. Budujemy wyłączniki dla najwyższych w Polsce napięć — 150 kV — i śmiało możemy powiedzieć, że gdyby dla sieci ogólnopolskiej napięcie zostało wybrane wyższe — moglibyśmy i tę aparaturę również wykonywać w kraju.

Zarówno próby laboratoryjne, jak i doświadczenia w pracy, wykazały, że krajowa produkcja wyłączników wysokiego napięcia stanęła na odpowiednim poziomie i jest w stanie całkowicie pokryć zapotrzebowanie na aparaturę dla sieci bez ograniczenia wysokości napięcia.

#### TRANSFORMATORY MIERNICZE.

Transformatory miernicze są dostosowane do ogólnego poziomu produkcji aparaturowej. Dziś możemy wymienić, jako najciekawsze osiągnięcia w zakresie wykonanych transformatorów mierniczych, transformatory napięciowe o przekładni 400 000/100 V, oraz transformatory prądowe o przekładni 10 000/5 A; klasa dokładności: 0,05. Szereg laboratoriów wyposażony już został w transformatory miernicze krajowej produkcji.

Transformatory olejowe, może łatwiejsze w konstrukcji, są coraz częściej wypierane przez transformatory suche. Możemy też poszczycić się zupełnie oryginalnymi rozwiązaniami w dziedzinie transformatorów, szczególnie dla najwyższych napięć, z zastosowaniem systemu łączy kaskadowych (Szpotański).

#### ODGROMNIKI.

Odgromniki zostały wprowadzone do polskiej produkcji bardzo wcześnie. Były to powszechnie dawniej stosowane odgromniki rożkowe, uzupełnione cewkami indukcyjnymi i oporami sylitowymi. Niebawem jednak wiedza elektrotechniczna wykazała małą skuteczność tego rodzaju zabezpieczeń. Jako postęp w tej dziedzinie, ukazują się aparaty Bendmana, produkowane w Polsce na podstawie licencji zagranicznego patentu. Złożony mechanizm tych aparatów przyczynia się do stosunkowo szybkiego ich wycofania.

Dla ochrony od wyładowań atmosferycznych zjawiają się odgromniki oparte na zasadzie opornika o zmiennej oporności. Produkcję ich w Polsce rozpoczynają prawie równocześnie firmy Szpotański i Kleiman (w latach 1934/35), przy czym rozwiązanie firmy Szpotański — w postaci „ochronników zaworowych” opiera się na własnych studiach teoretycznych i laboratoryjnych, dając w ich wyniku całkowicie oryginalne opracowanie modeli.

Uzupełnieniem odgromników są liczniki wyładowań, względnie rejestratory, pozwalające określić czas zadziałania odgromników.

#### APARATURA POMOCNICZA.

Pośrednio względnie bezpośrednio wiąże się z elektrotechniką aparatura pomocnicza dla gospodarki ruchu elektrycznego. Przede wszystkim należy tu wymienić kondensatory dla poprawiania współczynnika mocy. W tej dziedzinie pionierską pracę wykonała firma Inż. A. Horikiewicza. Z początkowej produkcji małych kondensatorów dla celów słaboprądowych firma ta przechodzi do jednostek większych — dla prądów silnych. Pierwszą dostawę w tym zakresie wykonano w r. 1935.

Elektrobudowa w Łodzi dostarcza od r. 1937 opatentowane przez siebie cewki gasikowe ziemne oraz wzorniki dla ochrony transformatorów.

Szpotański produkuje zespoły przenośne dla prób napięciowych do 60 kV, zespoły prądowe dla sprawdzania przekładników nadmiarowych, urządzenia do filtrowania oleju transformatorowego, do regeneracji zużytych olejów smarnych, dławiki przewzwarciowe, napędy elektryczne i pneumatyczne oraz urządzenia dla sprężonego powietrza do tych napędów itd.

#### LABORATORIA PRZEMYSŁOWE.

Niezmiernie ważnym czynnikiem przy produkcji aparatów są laboratoria przemysłowe.

Przy najprostszych aparatach wystarcza próba napięciowa dla której stosuje się zwykły transformator napięciowy. Wraz z rozwojem zakresu i jakości produkcji napięcia probiercze muszą znacznie wzrastać. Zagadnienie

odporności aparatów na wyładowania atmosferyczne także wprowadzić do produkcji odpowiednie próby. Powstają laboratoria dla prób falami uskokowymi. Pierwsze z nich w Polsce — wśród nielicznych wówczas w Europie — uruchamia Elektrownia Pomorska „Gródek“, osiągając napięcie 600 000 woltów. W r. 1929 „Gródek“ demonstruje to laboratorium na Powszechnej Wystawie Krajowej w Poznaniu.

Dziś mamy już szereg podobnych laboratoriów w zakładach przemysłowych i pracowniach naukowych, osiągając fale udarowe o napięciu do 1 600 000 woltów, probiercze napięcia o przebiegu ustalonym do 600 000 woltów.

#### WNIOSKI.

Z powyższego, bardzo zresztą pobieżnego przeglądu, w którym pominięto szereg firm zasłużonych dla rozwoju przemysłu aparatów elektrycznych w Polsce, a podkreślono jedynie szczytowe osiągnięcia produkcji oraz te firmy, które zapoczątkowały pewne działy w Polsce, — dadzą się pokrótce ująć, jak następuje:

Ustępujemy jeszcze znacznie przemysłowi zachodnio-europejskiemu. Nie mamy możliwości przeprowadzać w kraju prób wielkiej mocy. Nie mamy środków na prowadzenie kosztownych studiów i opracowywanie wielu jeszcze konstrukcji wysoko-napięciowych. To też musimy w tych dziedzinach opierać się na rozwiązaniach firm obcych, oplacając licencje.

Jednakże szybkość rozwoju naszego przemysłu pod każdym względem pozwala przypuszczać, że zdołamy w przyszłości uniezależnić się od zagranicy, pokrywając całkowite nasze zapotrzebowanie przy pomocy produkcji krajowej.

## Rzut oka na rozwój przemysłu elektromedycznego w Polsce Niepodległej

Inż. Stefan Chrzanowski

**Streszczenie.** Po zdefiniowaniu pojęcia „aparat elektromedyczny“ oszacowano przybliżony obrót tymi przyrządami na zł 5 000 000 rocznie, z których w kraju może być wyprodukowanych za ok. zł 2 500 000.

Powstanie przemysłu elektromedycznego było zahamowane przez szereg trudności specyficznych. Bodźcem było dążenie do obniżenia kosztów własnych.

Od skromnych początków — w postaci dorabiania ciężkich, prostych części aparatury zagranicznej — poprzez wyrób łatwiejszych konstrukcyjnie aparatów — rozwija się polski przemysł elektromedyczny od roku 1925. Po r. 1932 zaznacza się powstawanie szeregu przemysłów pomocniczych.

Obecnie wyrabiane są już w Polsce kompletne aparaty rentgenowskie.

Przyszłość polskiego przemysłu elektromedycznego zależy od zrozumienia jego doniosłego znaczenia przez społeczeństwo oraz udzielenia temu przemysłowi pomocy.

#### DEFINICJA PRZYRZĄDU ELEKTROMEDYCZNEGO.

Pojęcie aparatu elektromedycznego nie jest bynajmniej tak ścisłe, jak to wydawałoby się mogło. Do przyrządów elektromedycznych przyjęto zaliczać:

1. aparaty wytwarzające prąd elektryczny do bezpośredniego oddziaływania na organizm ludzki, jak np. przyrządy galwaniczne, faradyzacyjne, galwanofaradyzacyjne, aparaty do jontoforezy, d'Arsonvalizacji itp.;

2. aparaty wzbudzające specjalne rodzaje promieniowań, stosowanych następnie do celów rozpoznawczych

lub leczniczych, wraz z dodatkowymi urządzeniami do różnych zabiegów. Do tej grupy należą m. in. aparaty rentgenowskie ze statywami, stołami, przysłonami i ściankami do prześwietleń i zdjęć, które jakkolwiek stanowią konstrukcje czysto mechaniczne, to jednak związane są ściśle z samymi aparatami. Do tej grupy zaliczymy również wszelkie lampy do naświetlań leczniczych, jak lampy kwarcowa, Sollux, generator promieni podczerwonych itp.;

3. aparaty wytwarzające ciepło i to bezpośrednio w samych tkankach organizmu ludzkiego; należą tu tzw. diatermie — dawniej wyłącznie długofalowe, dziś — najczęściej stosowane — krótkofalowe;

4. aparaty zasilane elektrycznie i pozostające wyłącznie na usługach medycyny, jak np. lampy bezcieniowe do oświetlania pola operacyjnego, nóż elektrochirurgiczny, sterylizatory itp. oraz

5. aparaty kosmetyczne, najczęściej zasilane elektrycznie i stojące z medycyną w luźnym tylko związku; zaliczamy je jednakże do grupy elektromedycznej, gdyż przy wielu zabiegach kosmetycznych opieka lekarska wymagana jest nawet ustawowo.

#### POJEMNOŚĆ RYNKU KRAJOWEGO.

Chcąc mówić o polskim przemysle elektromedycznym, musimy zdać sobie sprawę z zapotrzebowania naszego rynku w tej dziedzinie. Ze względu właśnie na róż-



norodność aparatów elektromedycznych oraz brak ścisłości definicji tego pojęcia, trudno ustalić ścisłe cyfry statystyczne. Cyfry, uzyskane przez nas w Głównym Urzędzie Statystycznym, oceniają wartość importu aparatów elektromedycznych, jak następuje:

w roku 1926	zł 1 077 000
„ „ 1927	„ 2 142 000
„ „ 1928	„ 3 763 000
„ „ 1929	„ 3 489 000
„ „ 1930	„ 2 859 000
„ „ 1931	„ 1 989 000

czyli przeciętnie za zł 2 552 000 rocznie.

Ponieważ przemysł elektromedyczny w Polsce w tym okresie (1926 — 1931 r.) znajdował się zaledwie w zaczątku, cyfry te powinny pokrywać się z cyframi całkowitego zapotrzebowania rynku. Dane, jakie udało się nam uzyskać od krajowych firm elektromedycznych o osiągniętych przez nie obrotach, nakazują szacować podaną wyżej pojemność rynku mniej-więcej podwójnie. Ta właśnie podwójna cyfra, tj. ok. zł 5 000 000 rocznie, wydaje nam się bardziej prawdopodobną dla okresu lat 1926 — 1931.

Następne lata kryzysu przynoszą bardzo znaczny spadek przywozu, dający się wytłumaczyć zarówno ogólnym zubożeniem kraju, jak i częściowym zastępowaniem niektórych wyrobów zagranicznych przez wyroby krajowe. Po okresie kryzysowym zapotrzebowanie na przyrządy elektromedyczne znów wzrasta i w ciągu ostatnich trzech lat dochodzi prawie do przeciętnej z lat 1926 — 1931. Mowa tu, oczywiście, o obrocie wyrażonym w wartości dokonanych transakcji. Jeżeli chodzi o ilości sprzedawanych urządzeń elektromedycznych, to wydaje nam się ona obecnie znacznie wyższą, niż w latach 1926—1931 — wobec wydatnego obniżenia cen. Cyfra ta, niestety w wysokim stopniu niecisła, została przez nas przyjęta, jako charakterystyka ogólnej pojemności rynku elektromedycznego. W każdym jednakże razie może nas ona zorientować co do górnej granicy, do jakiej dochodzi w obecnej chwili obrót artykułami elektromedycznymi.

Co do produkcji krajowej, to trudno się spodziewać, aby za życia obecnego pokolenia doszła ona do stuprocentowego pokrywania całkowitego zapotrzebowania naszego rynku. Sądzymy, że zarówno poszczególne aparaty, bardzo skomplikowane, wymagające do racjonalnego opracowania szczegółów ich budowy wielu kosztownych prób laboratoryjnych, a nie zapewniające producentowi dostatecznie wielkich serii, jak również i aparaty opatentowane przez zagranicę będą nadal importowane. To samo da się powiedzieć o szeregu surowców i półfabrykatów. Jeśli więc oszacujemy tę część, którą mogła być pokryta przez przemysł krajowy na 50 — 60% ogólnego zapotrzebowania rynku, to nie wiele omylimy się, twierdząc, że obrót roczny tego przemysłu nie może liczyć w obecnych warunkach na więcej, niż na kwotę od 2 500 000 do 3 000 000 złotych.

#### TRUDNOŚCI SPECYFICZNE.

W chwili odzyskania niepodległości przemysł elektromedyczny w Polsce, w ścisłym tego słowa znaczeniu, nie istniał wcale, jeśli pominąć drobną produkcję warsztatową kąpeli elektrycznych, aparatów galwanicznych, pantostatów montowanych w kraju z zagranicznych części itp.

W pierwszych latach niepodległości również nie notujemy powstawania żadnych placówek tego przemysłu;

przyczyn tego stanu rzeczy dopatrywać się, zdaniem naszym, należy w następujących warunkach specyficznych: przemysł elektromedyczny, stanowiąc bezsprzecznie jedną z dziedzin elektrotechniki, jest bądź co bądź o wiele mniej jednorodny, niż każda inna jej gałąź, wymaga bowiem wielostronnej wiedzy zupełnie specjalnej. Przeciwnie inżynier-elektryk, opuszczający politechnikę, jest o wiele gorzej przygotowany do objęcia placówki elektromedycznej, niż jakiegokolwiek innej posady elektrotechnicznej. O ile zamierza on zostać specjalistą w tej dziedzinie, musi obok wiadomości elektrotechnicznych, dostosowanych do specjalnej techniki aparaty elektromedycznej, posiadać bardzo obszerny zasób wiedzy medycznej, orientować się doskonale zarówno w potrzebach lekarza oraz w możliwych do osiągnięcia wynikach diagnostycznych i terapeutycznych, jak też i w szkodach, którymi niewłaściwe użycie aparatury grozi zarówno pacjentowi, jak i samemu lekarzowi, a poza tym wykwalifikować się w całym szeregu prac pomocniczych, jak właściwe założenie elektrod w diatermii, trafne obranie warunków zdjęcia rentgenowskiego itp., do czego niezbędna jest dobra znajomość anatomii, techniki zdjęć poszczególnych organów, właściwego traktowania materiału fotograficznego i inn.

Nie dość tego; aby utrzymać swe kwalifikacje na należytych poziomach, musi specjalista elektromedyki uważnie śledzić za b. szybkimi postępami elektrotechniki w tej dziedzinie, a jednocześnie nie może pomijać również postępów medycyny, bowiem wtedy tylko może on oddać zdobycze pierwszej na usługi drugiej. Ogromne, nie spotykane w żadnej innej dziedzinie elektrotechniki, trudności polegają również i na tym, że konstruktor aparatu elektromedycznego ma do czynienia z materiałem ludzkim, niepoddającym się ścisłym przewidywaniom teoretycznym, a jednocześnie przedstawiającym zbyt duże ryzyko eksperymentowania.

Dodając do powyższego konieczność posiadania dużego zasobu znajomości mechaniki precyzyjnej, niezbędnej do umiejętnego projektowania konstrukcji pomocniczych, otrzymamy kompletny mniej więcej obraz wymagań, stawianych dziś specjalistom elektromedyki.

Poza trudnościami wyszkolenia należyte przygotowanych fachowców, rozwój polskiego przemysłu elektromedycznego hamuje brak przemysłów pomocniczych. Aby dostarczyć dobrą instalację rentgenowską, trzeba obok dobrego transformatora mieć dobrą lampę; żeby wypuścić na rynek dobrą lampę kwarcową, trzeba do dobrego zespołu zasilającego dać dobry palnik. Podstawą idealnie działającej diatermii krótkofalowej są dobre oscylatory lampowe; dodajmy wreszcie do tego statywy, kasety, folie, błony, odczynniki, materiał ochronny (rękawice, fartuchy, szkło ołowiowe, okulary) i inn.

W Ameryce, Francji i Niemczech obok kilku wielkich koncernów, produkujących wszystko co wchodzi w zakres elektromedycyny — poczynając od dużych aparatów i lamp rentgenowskich, poprzez statywy, diatermie, włącznie do kaset, folii i wszelkich dodatków — istnieje szereg firm mniejszych lub większych, które mogą zaspokajać się we wszelkie nie wyrabiane przez nie akcesoria bądź w wymienionych koncernach, bądź też w całym szeregu wyspecjalizowanych warsztatów.

Inaczej rzecz przedstawia się w Polsce. U nas wytwórnictwo elektromedyczne nie ma tego rodzaju pomocy zewnętrznej, wskutek czego zmuszone są stawać się od początku swego istnienia uniwersalnymi. Jeśli dodamy do tego fakt niewielkiej pojemności rynku, otrzymamy charakterystykę drugiej trudności, wyłaniającej się na drodze rozwoju krajowego przemysłu elektromedycznego.

**PIERWSZY BODZIEC DO FABRYKACJI KRAJOWEJ.**

Fakt, że przed r. 1925 sprzedaż zagranicznych aparatów elektromedycznych w Polsce była w rękach filii lub ad hoc stworzonych przedstawicielstw fabryk zagranicznych, nie posiadających własnych warsztatów i zupełnie nie zainteresowanych w tworzeniu tej nowej gałęzi polskiego przemysłu, nie pozostał bez wpływu na jej rozwój.

Dopiero wtedy, gdy kilka firm krajowych objęło przedstawicielstwa elektromedyczne i wyszkoliło własnych fachowców, powstała myśl zastępowania niektórych bodajże prostych, a ciężkich części aparatów przez fabrykaty krajowe. Chodziło tu o obniżenie kosztu aparatury przez uniknięcie opłat celnych obliczanych od ciężaru importowanych przedmiotów, co dla rzeczy ciężkich, a prostych w obróbce, wynosiło nieraz kwotę wyższą od wartości samego przedmiotu. A takich ciężkich części spotykamy w aparatach elektromedycznych, w miarę ich doskonalenia, coraz więcej.

Gdy więc z tych powodów aparatura zagraniczna, przywieziona do Polski i tu oclona, stawała się wciąż droższa i coraz mniej było klientów, mogących nabywać drogie te urządzenia, a jednocześnie konkurencja stawała się coraz ostrzejsza, notujemy pierwsze, jakkolwiek jeszcze chałupnicze, zaczątki krajowej produkcji.

**PIERWSZY APARAT RENTGENOWSKI.  
POCZĄTKI PLANOWEJ PRODUKCJI.**

Pierwsze próby zastąpienia aparatu zagranicznego wyrobem bodaj częściowo polskim zanotować można dopiero w roku 1925. Był to aparat rentgenowski wraz z urządzeniem do diagnostyki ogólnej wystawiony w r. 1925 na wystawie, zorganizowanej z okazji XII Zjazdu Lekarzy i Przyrodników Polskich w Warszawie.

Pierwsza ta próba nie pociągnęła jednakże, niestety, za sobą powstania wytwórni aparatów rentgenowskich, zakrojonej bodaj na najbardziej skromną miarę. Sporadycznie któryś z małych warsztatów wykonywał na zamówienie klienta jakiś mniejszy lub większy aparat, pomagając się zawsze zasadniczymi częściami składowymi, pochodzącymi z nabywanych okazyjnie starych aparatów zagranicznych, i kompilując z nich nowe urządzenia.

Jakkolwiek w wysiłkach tych nie można jeszcze w żaden sposób dopatrzeć się prób tworzenia polskiego przemysłu elektromedycznego, to jednak trzeba przyznać, że prace te miały duże znaczenie, jako próby przekonania klienteli o możliwości istnienia aparatury elektromedycznej krajowego wyrobu i zachęcenia jej do żądania od sprzedawców oferowania fabrykatów krajowych.

Planową działalność zanotować można po roku 1925 — w innej jednakże dziedzinie elektromedycyny, a mianowicie w fabrykacji lamp kwarcowych. Już na Wystawie Sanitarno-Higienicznej w Warszawie w r. 1927 widzimy *lampy kwarcowe*, wyrabiane w kraju. Jakkolwiek są one ściśle wzorowane na modelach zagranicznych, to jednak stanowią zdecydowanie produkcję seryjną.

Wkrótce potem, w r. 1930, przystępuje do produkcji elektromedycznej jedna z krajowych firm elektrotechnicznych. Wypuszcza ona na rynek lampy kwarcowe, podobne do lamp fabrykowanych w Polsce poprzednio, wprowadzając jednak pewne, zastrzeżone już własnymi patentami, zmiany w transformatorze, oraz stosując odmienny cokolwiek typ palnika. Produkcja ta ma charakter seryjny i poparta jest badaniami przeprowadzonymi

w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego. Dalszy etap rozwoju wytwórczości lamp kwarcowych w Polsce znaczy już rok 1934.

Zanim jednak przejdziemy do omawiania tych osiągnięć, spojrzeć należy, co zrobiono i co zostało osiągnięte do tego czasu w innych gałęziach przemysłu elektromedycznego.

Widzimy więc firmy, wyrabiające tzw. pantostaty. Są to przyrządy do rozmaitych zabiegów elektrolecniczych, w których główną rolę odgrywa bezpośrednio oddziaływanie prądu na organizm ludzki, czy to w postaci prądu stałego (galwanizacja), czy też w postaci prądu zmiennego o rozmaitych wykresach przebiegu napięcia i stałej lub niestałej amplitudzie (faradyzacja), czy znów w postaci zabiegu kombinowanego z połączenia tych dwóch sposobów stosowanych jednocześnie itp.

Z pośród innych artykułów, wchodzących w dziedzinę elektromedycyny pośrednio, związanych jednak z nią, jak widzieliśmy na początku, organicznie, a które również stopniowo zaczęto produkować w kraju, wymienić można ścianki, statywy i stoły rentgenowskie. Są to konstrukcje czysto mechaniczne, dlatego też niejedyn warstwą mechaniczną, posiadającą odpowiednie obrabiarki, podejmował się wykonania takiej ścianki, statywu lub stołu według wskazówek klienta oraz jego wymagań. To też dziś spotkać można często w szpitalach, lecznicach i w gabinetach lekarskich cały szereg najrozmaitszych ścianek, stołów i statywów wyrobu krajowego, bardzo niejednorodnej konstrukcji.

Produkcję ciągłą, mniej więcej usystematyzowaną, posiadającą pewne własne modele, spotykamy w okresie lat 1925 — 1932, w którym to czasie wykonano ogółem 120 — 150 samych ścianek uniwersalnych. Lwią część tej liczby nabyły Instytucje Wojskowe, popierające — jak zwykle — wszelkie poczynania przemysłu rodzimego.

Zadanie rozwinięcia krajowej produkcji mechanicznych akcesoriów rentgenowskich, jak te o których mowa wyżej, zostało — mimo pozornej paradoksalności takiego twierdzenia — w znacznej mierze ułatwione przez kryzys. Klientela godziła się wówczas o wiele łatwiej z pewnymi niedociągnięciami materiału lub konstrukcji wyrobów krajowych, albo z ich często mniej estetycznym wyglądem zewnętrznym, niż z wysoką ceną fabrykatów zagranicznych.

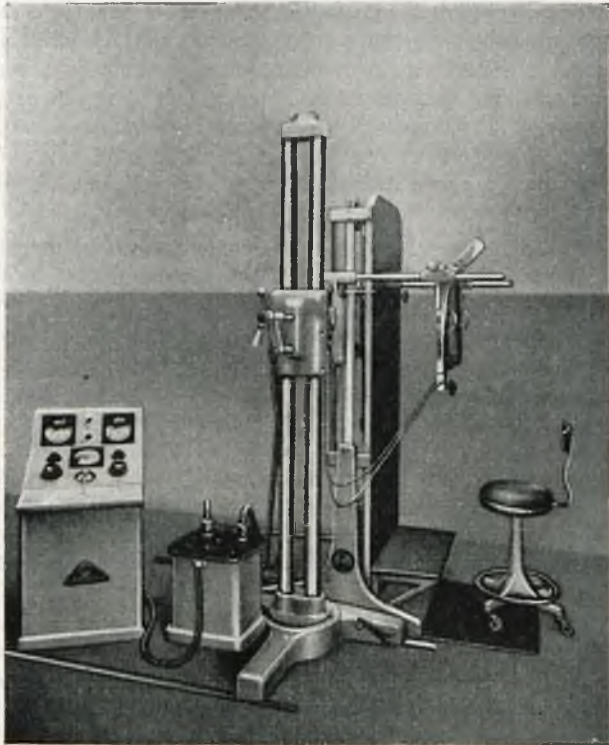
**ROZWÓJ PRZEMYSŁU ELEKTROMEDYCZNEGO.  
NOWE FIRMY.**

Rok 1932 rozpoczyna nowy okres, trwający jeszcze i obecnie. Jest to okres wzmożonego rozwoju polskiego przemysłu elektromedycznego. Charakterystyczne dla tego okresu jest już nie tylko powstawanie nowych firm elektromedycznych oraz nowych warsztatów, podejmujących produkcję tych lub innych elektromedycznych artykułów, lecz i zainteresowanie się przemysłem elektromedycznym dawniej istniejących firm elektrotechnicznych, mocnych technicznie i finansowo.

W r. 1932 powstaje fachowa wytwórnia elektromedyczna, budująca początkowo pantostaty i diatermie, a następnie szereg odmian tych aparatów do celów specjalnych oraz akcesoria rentgenowskie, wreszcie od roku 1936 — kompletne aparaty rentgenowskie własnego oryginalnego wzoru (rys. 1).

Powstają poza tym mniejsze wytwórnie, wykonujące aparaty rentgenowskie oraz aparaty do diatermii, naśladowane lub kompilowane ze sprowadzanych z zagranicy części składowych. Firmy te jednak — mimo bardzo ży-

czliwego poparcia instytucji, mogących być poważnymi odbiorcami ich wyrobów — rozwijają się słabo, względnie już nawet wycofały się z rynku. To niezrozumiałe na pierwszy rzut oka zjawisko tłumaczy się chyba jedynie niedostosowaniem przez wytwórnie zakresu produkcji do swych możliwości finansowych oraz przecenianiem własnych możliwości technicznych.



Rys. 1.

Kompletna aparatura rentgenowska wraz ze ścianką kładzioną.

Notujemy takie firmy, jako ilustrację do wyrażonego na wstępie wytłumaczenia przyczyn, dla których przemysł elektromedyczny, choć wymagany przez ówczesny stan rynku, nie powstawał długo—właśnie z powodu braku ludzi, posiadających odpowiednie przygotowanie i warunki.

#### FABRYKA RUR RENTGENOWSKICH. BŁONY I PAPIERY RENTGENOWSKIE.

W dalszym ciągu winniśmy zanotować powstanie pierwszej polskiej fabryki *rur rentgenowskich*. Jest to fakt w dziejach polskiego przemysłu elektromedycznego doniosły, bowiem lampa rentgenowska — najistotniejsza część aparatury tejże nazwy — o ile nie byłaby wyrobiana w kraju, uzależniłaby samo istnienie tego przemysłu od wytwórców zagranicznych, pozostających w obrębie międzynarodowego porozumienia kartelowego.

Pierwsze krajowe lampy rentgenowskie pozostawiały dużo do życzenia, co zresztą z góry było do przewidzenia, jakoś bowiem lampy rentgenowskiej zależy od tak wielu czynników trudno uchwytnych, że skoordynowanie ich — bez dużego doświadczenia — jest prawie niemożliwe. Mimo to jakość lamp rentgenowskich polskiej produkcji stale się polepsza, w ostatnim zaś roku daje się wyczuć coraz skuteczniejsza ich konkurencja z lampami zagranicznymi.

Jedyna ta fabryka rur rentgenowskich korzysta z przywileju monopolowego wytwórcy, a to dzięki posiadania licencji na zasadniczy patent Coolidge'a, waż-

ny w Polsce jeszcze przez szereg lat i uniemożliwiający powstanie konkurencji. Fakt ten powinien dopomóc wspomnianej fabryce do wzmocnienia się finansowego i do osiągnięcia dobrych wyników. Na razie ma ona jeszcze trudności w zakresie zaopatrywania się w surowce i półfabrykaty, których brak w kraju dotychczas.

Mniej więcej jednocześnie z powstaniem fabryki rur rentgenowskich zostaje zapoczątkowana krajowa produkcja błon i papierów rentgenowskich, wypełniając w ten sposób jedną z luk w przemysłach pomocniczych do elektromedycyny, stanowiącą artykuł pierwszej potrzeby. Po wielu trudnościach, uwarunkowanych przeważnie brakiem w Polsce idealnie czystych chemikaliów, trudnością zaopatrzenia się w dobre podkłady itp., udało się już wytwórcom znacznie podnieść czułość błon i osiągnąć prawie zadawalną jednolitość produkcji. Wytwórnia dokłada — zwłaszcza w ostatnich czasach — coraz to usilniejszych starań w kierunku dalszego doskonalenia swych wyrobów i dziś poważnie już konkuruje z importem.

Jako uzupełnienie tej fabrykacji, zanotować można ukazanie się na rynku kaset polskich, wykonywanych przez kilku wytwórców. Kasety te prawie nie ustępują wyrobom zagranicznym, zastępując je z zupełnym powodzeniem.

#### SZEROKI ROZWÓJ PRZEMYSŁU ELEKTROMEDYCZNEGO. LAMPY BEZCIENIOWE I KWARCOWE.

W r. 1933 zaznacza się dalszy wzrost polskiej produkcji elektromedycznej. Wychodzą więc na rynek pierwsze krajowe *lampy bezcieniowe* do oświetlenia pól operacyjnych, produkowane fabrycznie w większych seriach. Lampy te zyskały sobie znaczną popularność, toteż oglądać je dziś można w paru setkach szpitali w całej Polsce. Nie posiadamy statystyki importu tych lamp przed r. 1933 oraz w latach następnych, nie możemy więc określić ściśle, w jakim

stopniu krajowe lampy bezcieniowe zastąpiły u nas lampy importowane. Jeśli jednakże zważyć, że nowych szpitali buduje się w Polsce bardzo niewiele, a stare przeważnie i dawniej już wyposażone były w jakieś lampy do oświetlenia pola operacyjnego i rzadko zdobywają się na nowe inwestycje tego rodzaju, to dojdź należy do wniosku, że w okresie możliwości nabywania krajowych lamp bezcieniowych poza wspomnianymi wyżej paroma setkami tych lamp mogły być nabyte za granicą chyba tylko bardzo nieliczne, pojedyncze sztuki. Oznaczałoby to, że w tej dziedzinie import został już całkowicie zahamowany.



Rys. 2.

Nowoczesna lampa kwarcowa.

Bezpośrednio po tym, w r. 1934, krajowa produkcja lamp kwarcowych (rys. 2) przystosowuje się do najnowszych wzorów zagranicznych, rozszerzając jednocześnie liczbę typów wyrabianych lamp oraz powiększając serie fabrykacyjne tak, że import — poza rzadkimi wypadkami lamp specjalnych — staje się już zupełnie zbędny.

Seryjna produkcja pozwala również rzucić na rynek nowy typ mniejszej lampy kwarcowej, przystosowanej do potrzeb klienteli prywatnej, podnosząc w ten sposób zapotrzebowanie bardzo wydatnie.

#### SERYJNY WYRÓB APARATÓW RENTGENOWSKICH. USYSTEMATYZOWANY WYRÓB STATYWÓW I ŚCIANEK.

Rok 1938 przynosi przewrót w fabrykacji aparatów rentgenowskich. Ukazują się na rynku najbardziej nowoczesne aparaty rentgenowskie bezkablone, absolutnie bez-

bezpieczne, przy czym producenci sięgnęli od razu do najnowszych wzorów zagranicznych, realizując dotychczasowe paroletnie prace przygotowawcze. Głowica takiego aparatu popokazana jest na rys. 3, całość zaś, przeznaczona dla gabinetu internisty, widoczna jest na rys. 4.

Aparaty te noszą wyraźne cechy produkcji fabrycznej, zapewniającej cał-



Rys. 3.

Idealnie bezpieczna w pracy głowica aparatu rentgenowskiego (przewód zasilający prowadzi prąd o napięciu 220 V.).

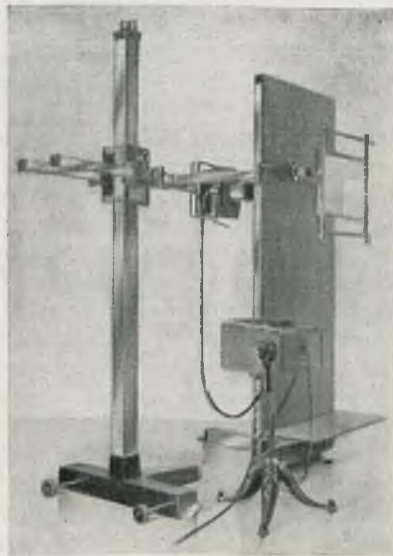
kowitą identycznością poszczególnych sztuk, osiąganą wskutek zastosowania najnowocześniejszych urządzeń i metod fabrykacyjnych, wypróbowanych przez przemysł zagraniczny.

Postęp ten należy przypisać podjęciu produkcji przez firmy mocne zarówno finansowo, jak i technicznie,

które dzięki kosztownym inwestycjom mogły pozwolić sobie na podjęcie od razu budowy najtrudniejszych aparatów, omijając drogą ewolucyjnego dojścia do nich po przez łatwiejsze do wyrobu typy, które zagranica dziś już zarzuca.

Osiągnięcia te dają gwarancję, że wyrób większych aparatów nie nastroczy w razie potrzeby żadnych trudności poza kwestią rentowności, uwarunkowaną przez ewent. małe serie i ograniczony zbyt.

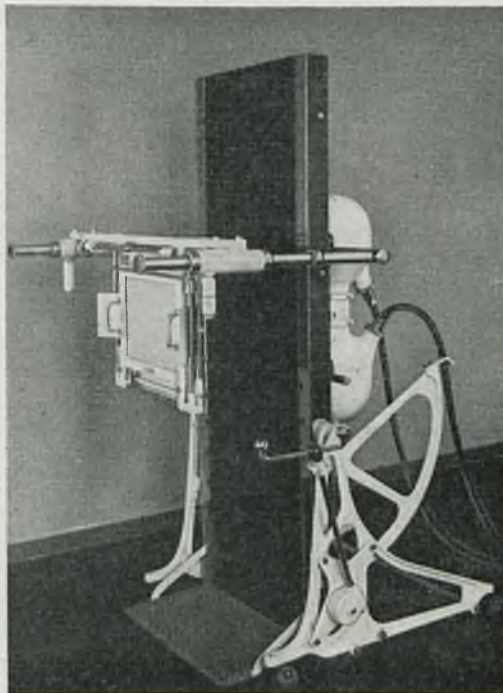
Jednocześnie z rozwojem wyrobu



Rys. 4.

Kompletna, zupełnie bezpieczna aparatura rentgenowska z uniwersalną ścianką kładzioną i ekranem.

aparatów rentgenowskich mamy do zanotowania znaczny postęp w produkcji ścianek oraz statywów rentgenowskich. Przemysł ten zdążył już okrzepnąć, warsztaty zaopatrzyły się w obrabiarki dostosowane do potrzeb specjalnych; do produkcji tych przedmiotów stanęły — obok pomniejszych warsztatów — również duże firmy, dysponujące zarówno środkami technicznymi, odpowiednimi do wykonywania tych rzeczy dobrze i estetycznie, jak również i finansowymi, niezbędnymi do produkcji na skład, a nie tylko na uzyskanie już zamówienia klienteli.



Rys. 5.

Uniwersalna ścianka rentgenowska.

Dziś może już polski rentgenolog zaopatrzyć się w stół, statyw lub ściankę, wykonane w polskiej wytwórni (rys. 5), a nie ustępujące pod względem jakości modelom zagranicznym. Widzimy też, że, istotnie, import tych akcesoriów ustął prawie zupełnie i ogranicza się jedynie do przypadków, kiedy w grę wchodzi albo jakiś specjalnie skombinowany model, opracowany przez któregoś ze znakomitych rentgenologów zagranicznych i opatentowany przez firmę zagraniczną, albo też, gdy mowa jest o wwozie bezcłowym.

#### KONIECZNOŚĆ OCHRONY CELNEJ. UDZIAŁ W WYSTAWACH.

Warto tu podkreślić, że mimo rozwoju, jaki osiągnęła produkcja polska w dziedzinie wyrobu mechanicznych akcesoriów rentgenowskich oraz mimo dobrych widoków na dalszy rozwój w przyszłości, — trudno spodziewać się, aby przemysł ten mógł obyć się bez ochrony celnej. Pokrywająca w najlepszym razie niecałe 100% zapotrzebowanie wewnętrznego, — produkcja krajowa, nie ma szans na osiągnięcie tak niskich cen swych wyrobów, do jakich dochodzą duże wytwórnie zagraniczne, pracujące dla o wiele pojemniejszych rynków wewnętrznych oraz eksportujące znaczne ilości swych wyrobów za granicę.

Przeгляд wyników, osiągniętych obecnie przez polski przemysł elektromedyczny dała Wystawa Szpitalnictwa, która odbyła się we wrześniu oraz Wystawa zorganiz-

wana z okazji Zjazdu Rentgenologów Polskich — w grudniu 1938 r. w Warszawie.

Jeden z aparatów rentgenowskich wyrobu polskiego, oglądany na tych wystawach (rys. 6), został na zaproszenie Komitetu Wystawowego wysłany do polskiego pawilonu reprezentacyjnego na tegoroczną światową wystawę w Nowym Jorku.

#### ZNACZENIE RODZIMEGO PRZEMYSŁU ELEKTRO-MEDYCZNEGO. WIDOKI NA PRZYSZŁOŚĆ.

Kończąc pobieżny ten przegląd, pragniemy zatrzymać jeszcze przez chwilę uwagę Czytelnika na rozważaniach, które wkraczają już wyraźnie w przyszłość.

Pragniemy podkreślić przede wszystkim wartość aparatury elektromedycznej dla celów profilaktycznych. Weźmy dla przykładu chociażby lampy kwarcowe, zalecane w pierwszym rzędzie i w olbrzymiej większości nie do leczenia, lecz do podtrzymywania zdrowia. Albo spójrzmy na rolę aparatów rentgenowskich w walce z gruźlicą. Jasnym stanie się wówczas, jak olbrzymie znaczenie posiada przemysł elektromedyczny dla kraju oraz dla całego społeczeństwa.

W biedzie, czy w dostatku, w czasach kryzysu, czy przy największym rozkwicie, w czasie wojny czy też w okresie pokoju, — zdrowie ludności jest najcenniejszym majątkiem kraju, jest największą jego siłą. Wszystko, co służy do podniesienia ogólnej zdrowotności społeczeństwa,

co wspomaga nas w walce z najstraszliwszymi wrogami ludzkości — chorobami, jest cenne z punktu widzenia społecznego i stać powinno po za kalkulacją, podobnie jak poza kalkulacją stoi dziś armia i uzbrojenie.

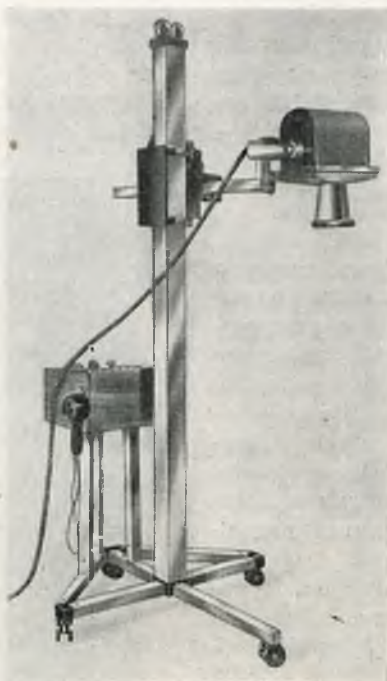
Tę wielką prawdę rozumieją doskonale nasze władze wojskowe, popierając zawsze wybitnie każdy wysiłek prywatny na drodze rozwoju przemysłu elektromedycznego.

Nie rozumieją jej niestety jeszcze niektóre nasze instytucje społeczne, nie zawsze świadome obowiązku używania społecznych pieniędzy na popieranie polskich firm wytwórczych.

Przemysłowcy, zmuszeni z natury rzeczy do przestrzegania rentowności swej produkcji, włożyli i, jak widzieliśmy, wciąż jeszcze wkładają dużo wysiłków i starań w tworzenie rodzimego przemysłu elektromedycznego. Dalsze powodzenie tych wysiłków zależy już będzie w znacznej mierze od zrozumienia doniosłości ich przez całe społeczeństwo.

Jeżeli Polski Urząd, Polska Ubezpieczalnia, Polski Szpital oraz Polski Lekarz zawsze popierać będzie polskiego wytwórcę elektromedycznego, to ten ostatni potrafi jakoś swych wyrobów doprowadzić do bardzo wysokiego poziomu, a jednocześnie cenę ich wydatnie obniżyć.

Jedno i drugie — razem ujęte — stworzyć mogą dla polskiego przemysłu elektromedycznego praktycznie nieograniczone możliwości rozwoju.



Rys. 6.  
Aparat rentgenowski całkowicie bezpieczny.

## Urządzenia elektro-sygnalizacyjne produkcji krajowej

inż. Stefan Borkowski inż. Paweł Mosiewicz  
inż. Tadeusz Mickiewicz inż. Wacław Protasiewicz

**Streszczenie.** Właściwy rozwój produkcji elektrycznych urządzeń bezpieczeństwa ruchu pociągów w Polsce związany jest z rozbudową i elektryfikacją Węzła Kolejowego Warszawskiego i linii podmiejskich. Urządzenia te zostały przystosowane do warunków pracy istniejących na Polskich Kolejach Państwowych, i — z wyjątkiem przekładników — produkowane są w kraju.

Podany jest opis najważniejszych części urządzeń bezpieczeństwa, jak: nastawnice, aparaty blokowe, plany świetlne, napędy zwrotnicowe, sygnały świetlne, blokada samoczynna, dławiki torowe, zatrzymy pociągów, sygnalizacja na przejazdach kolejowych oraz sygnalizacja uliczna.

Szereg urządzeń sygnałowych, jak np. urządzenia alarmowe, przeciwpożarowe, bramowe itp., pominięto ze względu na brak miejsca.

#### UWAGI OGÓLNE.

Po odzyskaniu niepodległości Polskie Koleje Państwowe znalazły się w posiadaniu kilku stacji z elektrycznymi urządzeniami bezpieczeństwa, leżących w dyrekcjach zachodnich. Urządzenia te prawie całkowicie były systemu stosowanego przez koleje niemieckie.

Do roku 1931 elektryczne urządzenia bezpieczeństwa zostają zainstalowane na kilku zaledwie stacjach. Są to urządzenia bardzo proste, oparte o urządzenia zewnętrzne, stosowane w urządzeniach bezpieczeństwa mechanicz-

nych, w których energia elektryczna znalazła zastosowanie zasadniczo tylko w silnikach elektrycznych napędów zwrotnicowych i sygnałowych.

Właściwy rozwój produkcji elektrycznych urządzeń bezpieczeństwa w Polsce jest związany ściśle z rozbudową i elektryfikacją Węzła Kolejowego Warszawskiego i linii podmiejskich, podjętą na prawdziwie szeroką skalę w roku 1931 i prowadzoną bez przerwy do chwili obecnej, przy czym wszystkie potrzebne przy tej rozbudowie elektryczne urządzenia nastawcze i blokady samoczynnej zostały wyprodukowane prawie całkowicie w kraju. Pomimo stosunkowo krótkiego okresu rozwoju, urządzenia te w niczym nie ustępują najbardziej nowoczesnym urządzeniom zagranicznym, a nawet czasem przewyższają je przede wszystkim dzięki lepszemu przystosowaniu do naszych warunków. Jeżeli weźmiemy pod uwagę rozmaitość wymaganych konstrukcji oraz ich specjalne wykonanie — ze względu na wyjątkowo ciężkie i odpowiedzialne, jak nigdzie indziej, warunki oraz konieczność długoletniej i niezawodnej pracy, — to możemy powiedzieć, że krajowa wytwórczość elektrycznych urządzeń bezpieczeństwa stanęła na wysokości zadania.

W zakres produkcji elektrycznych urządzeń nastawczych i blokady samoczynnej wchodzi: nastawnice, plany

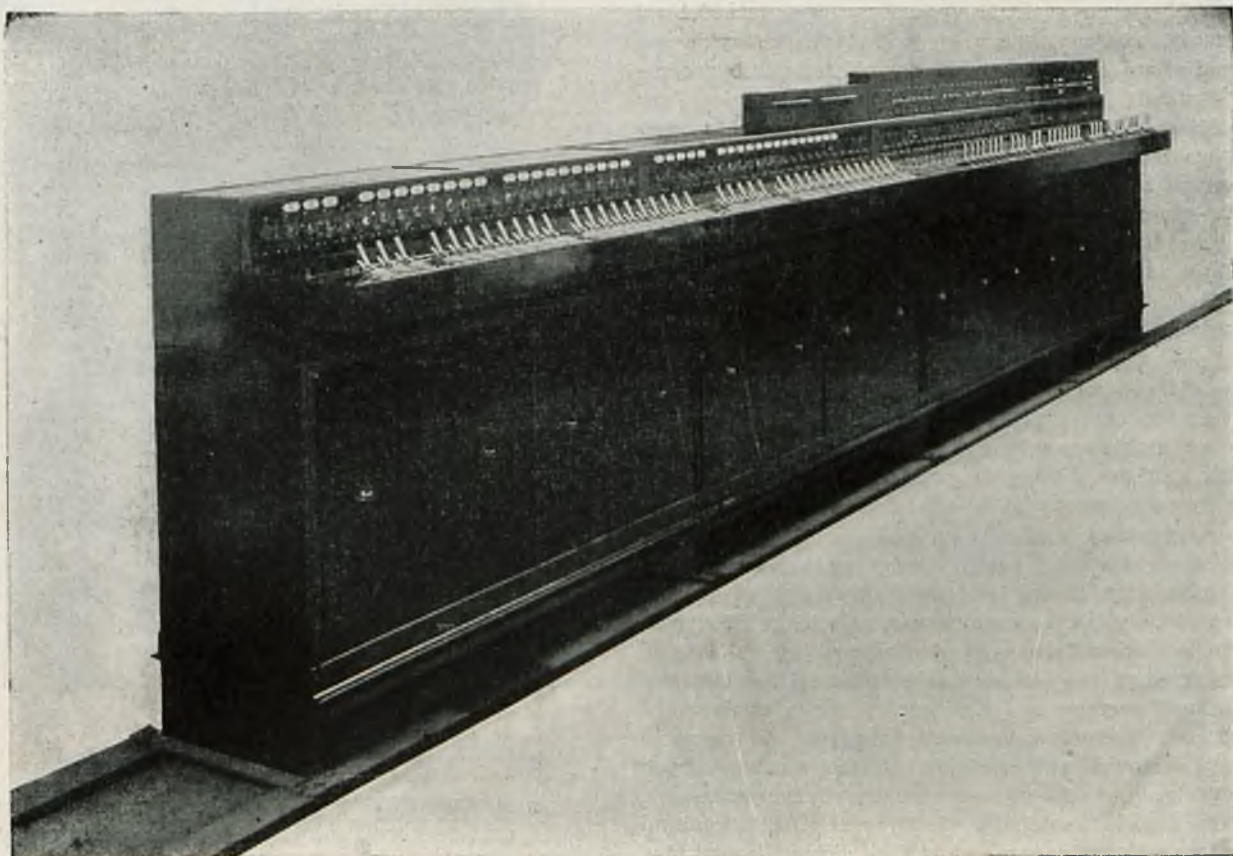
światłne stacji, aparaty blokowe, różnego rodzaju przełączniki, pomocnicze tablice rozdzielcze, napędy zwrotnicowe, semafor i tarcze świetlne, tarcze z napędami elektrycznymi, kable różnych typów, różnorodna armatura kablowa, różnego rodzaju szafy i skrzynki rozdzielcze, urządzenia do izolacji torów i rozjazdów, urządzenia blokady samoczynnej, źródła prądu oraz wiele innych urządzeń pomocniczych.

#### NASTAWNICE ELEKTRYCZNE.

Nastawnice elektryczne są urządzeniami, z których odbywa się przestawianie zwrotnic i sterowanie sygnałów na semaforach i tarczach, niezbędne do regulowania ruchu pociągów w obrębie pewnego okręgu nastawczego lub całej stacji. Przestawianie zwrotnic i sterowanie sygnałów odbywa się za pomocą przełączników uszerego-

Każda dźwignia przebiegowo-sygnałowa oprócz kontaktów, które służą bezpośrednio do sterowania przełączników sygnałowych, — musi również posiadać urządzenia pomocnicze, wykonane w postaci różnego rodzaju elektromagnesów i zastawek, uzależniających ją od dźwigni zwrotnicowych i innych dźwigni przebiegowo-sygnałowych. Kształt tych dźwigni zwrotnicowych i przebiegowo-sygnałowych musi pozwalać na szybkie i wygodne ich przestawianie, a rozmieszczenie wszystkich urządzeń pomocniczych, jak elektromagnesów, zastawek i kontaktów, powinno być tego rodzaju, aby umożliwiała dogodną ich konserwację i szybką wymianę.

W nastawnicach elektrycznych typu „Ericsson“ mechanizm nastawczy składa się z obrotowych dźwigni, uruchamianych za pomocą obrotowych lub przestawnych rączek dźwigniowych. Nastawnice wykonywa się w dwóch znormalizowanych wymiarach, a mianowicie na 16 lub



Rys. 1.  
Nastawnica z zależnościami elektrycznymi.

wanych w jednym rzędzie i odpowiednio między sobą uzależnionych, noszących nazwę dźwigni zwrotnicowych oraz przebiegowo-sygnałowych. Przestawianie zwrotnic odbywa się bezpośrednio za pomocą kontaktów poruszanych dźwigniami zwrotnicowymi, natomiast sterowanie przez dźwignie przebiegowo-sygnałowe sygnałów na semaforach i tarczach odbywa się za pośrednictwem przełączników sygnałowych. Każda dźwignia zwrotnicowa — oprócz kontaktów przeznaczonych bezpośrednio do przestawiania zwrotnic — musi posiadać ponadto urządzenia pomocnicze, wykonane w postaci różnego rodzaju elektromagnesów i zastawek, potrzebnych do kontroli elektrycznej i optycznej prawidłowości pracy przestawianych zwrotnic oraz do jej uzależnienia od dźwigni przebiegowo-sygnałowych.

24 pola. Większa nastawnica składa się z wielokrotności tych normalnych elementów. Podziałka między osiami poszczególnych dźwigni wynosi 75 mm. Wysokość i szerokość nastawnicy jest zawsze jednakowa, niezależnie od jej długości.

W normalnym położeniu dźwignie zwrotnicowe typu „N“ odchylone są ku nastawnicy, dźwignie zaś przebiegowo-sygnałowe, sygnałowe, dźwignie zgody i przebiegowe stoją prostopadle w położeniu środkowym. Przestawianie dźwigni zwrotnicowych odbywać się może na jedno lub na dwa tempa. Przy przestawianiu dźwigni zwrotnicowej na jedno tempo, przestawia się dźwignię z jednego położenia krańcowego do drugiego, w następstwie czego otrzymuje się przestawienie zwrotnicy i skontrolowanie prawidłowości wykonania tego przestawienia.

W przypadku niedostatecznego przestawienia zwrotnicy, na skutek jakichkolwiek przeszkód przy zwrotnicy, dźwignia zwrotnicowa będzie się znajdowała w swoim właściwym krańcowym położeniu, brak będzie tylko kontroli.

Przy przestawianiu dźwigni zwrotnicowej na dwa tempa, dźwignię można początkowo przestawić tylko do położenia pośredniego, i dopiero po przestawieniu zwrotnicy i otrzymaniu kontroli prawidłowości tego przestawienia, dźwignię zwrotnicową można przestawić do drugiego położenia krańcowego.

Nastawnice elektryczne są zasadniczo dwóch rodzajów: nastawnice z zależnościami elektrycznymi (rys. 1) oraz nastawnice z zależnościami mechanicznymi.

W nastawnicach z *zależnościami elektrycznymi* (rys. 1) zależność pomiędzy dźwigniami zwrotnicowymi a przebiegowo-sygnałowymi oraz pomiędzy sobą między dźwigniami przebiegowo-sygnałowymi, odbywa się na drodze czysto elektrycznej za pomocą elektromagnesów i kotwiczek tych elektromagnesów. W zależności od wzbudzenia elektromagnesu, jego kotwica zamyka zastawkę dźwigni, a przez to i samą dźwignię, lub nie zamyka zastawki, pozwalając na jej przestawienie. Przy zależnościach elektrycznych jedna dźwignia przebiegowo-sygnałowa służyć może do przestawiania większej ilości sprzecznych ze sobą przebiegów. Niektóre dźwignie przebiegowo-sygnałowe w wykonanych w Polsce nastawnicach służą dla kilkunastu, sprzecznych ze sobą, przebiegów. Daje to w rezultacie znaczną oszczędność miejsca.

Każda dźwignia zwrotnicowa zaopatrzona jest w 4 elektromagnesy: elektromagnes położenia normalnego, elektromagnes położenia przełożonego, elektromagnes zamykający oraz podwójny elektromagnes kontrolny.

Pierwsze trzy elektromagnesy posiadają kotwiczkę i zawórki, elektromagnes zaś kontrolny steruje kontaktami kontrolnymi. Dźwignia przebiegowo-sygnałowa posiada dla każdej strony obrotu jeden elektromagnes przebiegowo-sygnałowy.

W nastawnicach z *zależnościami mechanicznymi* zależność pomiędzy dźwigniami zwrotnicowymi a przebiegowo-sygnałowymi oraz pomiędzy sobą między dźwigniami przebiegowo-sygnałowymi wykonana jest na drodze mechanicznej za pomocą suwaków zależnościowych. Suwaki te umieszczone są w przedniej części nastawnicy, w oszklonej skrzyni suwakowej; skrzynia ta poszerza wymiary nastawnicy. Przy zależnościach mechanicznych jedna dźwignia przebiegowo-sygnałowa służyć może powyżej dla dwóch przebiegów. Nastawnice z zależnościami mechanicznymi wymagają mniejszej liczby kontaktów, niż nastawnice z zależnościami czysto elektrycznymi.

Każda dźwignia zwrotnicowa zaopatrzona jest w 2 elektromagnesy, a mianowicie w elektromagnes zamykający dla odcinka izolowanego oraz w podwójny elektromagnes kontrolny.

Elektromagnes zamykający zamyka dźwignię w przypadku, gdy pociąg znajduje się na odcinku izolowanym danej zwrotnicy, elektromagnes zaś kontrolny steruje kontaktami kontrolnymi. Dźwignia przebiegowo-sygnałowa posiada jeden elektromagnes sygnałowy oraz jeden przebiegowy.

Nastawnice z *zależnościami mechanicznymi i elektrycznymi* posiadają zależności czysto elektryczne, jak również zależności mechaniczne — za pomocą suwaków zależnościowych.

Nastawnice w przedniej górnej swej części posiadają wskaźniki w postaci chorągiewek, strzałek lub lampek sygnałowych, które wskazują, w jakim położeniu znajdują się poszczególne elektromagnesy lub dźwignie.

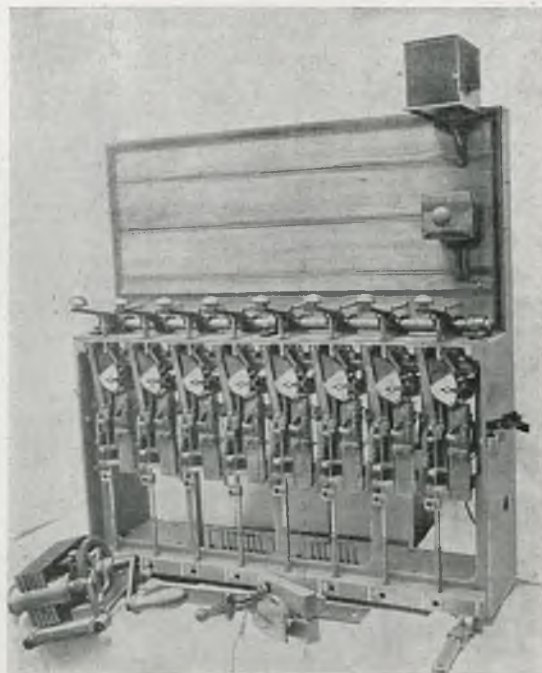
W skrzynce nadbudowanej na nastawnicy znajdują się wybieraki, przyciski pomocnicze itp.

Nastawnice elektryczne od szeregu lat wykonywane są w kraju i, jak wykazała praktyka, nie ustępują one w niczym nastawnicom zagranicznym.

#### APARATY BLOKOWE.

Aparaty blokowe stosowane są przy urządzeniach bezpieczeństwa ruchu pociągów zarówno dla blokady stacyjnej, jak również dla blokady liniowej.

Aparaty blokowe wyrabiane przez Zakłady Ostrowieckie (rys. 2) są typu powszechnie stosowanego na P. K. P. Aparaty te wyrabia się dla pomieszczenia 4, 6, 8, 10, 12, 16 lub 20 bloków prądu zmiennego lub stałego. Induktory, należące jako źródło prądu zmiennego do każdego aparatu blokowego, są wyrabiane jako 6 lub 9-cio magnesowe.



Rys. 2.

Widok aparatu blokowego typu S & H.

Inne pomocnicze aparaty i urządzenia, potrzebne do całości urządzeń tzw. blokady elektromechanicznej, jak zastawki elektryczne prądu stałego i zmiennego, budziki, odgromniki, naśladowniki blokowe i semaforowe, przekładniki, zastawki elektryczne dźwigni zwrotnicowej i sygnałowej, łączniki prądu, sprzęgła elektryczne i kontakty ramion semaforu, rtęciowe kontakty szynowe itd. są całkowicie wyrabiane w kraju.

Aparat blokowy f-my „Ericsson” (rys. 3) składa się z następujących zasadniczych części: skrzyni blokowej, ogniów blokowych na prąd stały lub zmienny oraz induktora. Na przedniej drewnianej ścianie aparatu blokowego umieszcza się zazwyczaj budziki, przyciski budzikowe, zastawki elektryczne, powtarzacz blokowe, sygnałowe itp.

#### PLAN ŚWIETLNY TORÓW.

Na stacjach wyposażonych w izolowane odcinki torowe i zwrotnicowe, koniecznym niejako ich uzupełnieniem są świetlne plany torów. Są one w dużej skali wykonanymi planami sytuacyjnymi stacji, na których znaj-

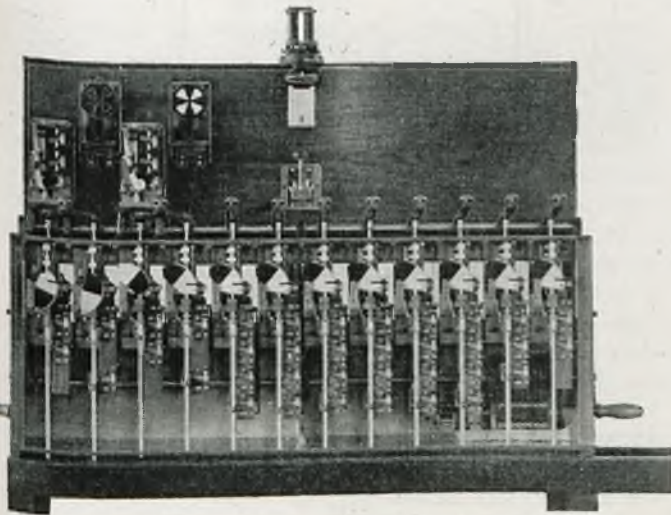
dują się świetlne powtarzaczki izolowanych odcinków torowych i zwrotnicowych, jak również świetlne powtarzaczki sygnałów własnych stacji, a często również sygnałów wyjazdowych stacji sąsiednich. Plan świetlny tego rodzaju (rys. 4) znakomicie ułatwia pracę dyżurnego ruchu, jak również nastawniczych, ponieważ w sposób przejrzysty daje im obraz stanu wszystkich sygnałów, rozjazdów i odcinków izolowanych.

a wyświetlają się po zajęciu danego odcinka przez pociąg, w planach natomiast mniejszych — odwrotnie: w stanie normalnym powtarzaczki świecą się, gasnąc po zwarciu izolowanego odcinka przez oś pociągu. Często dla powtarzania odcinków izolowanych stosuje się dwie równoległe załączone żarówki powtarzające, by mieć pewną sygnalizację na wypadek przepalenia się jednej z żarówek. Plan świetlny umieszcza się normalnie nad nastawnicą, by obsługujący ją duży ruch lub nastawniczy mogli go łatwo obserwować. Plan świetlny ustawia się na podstawie czy też zawiesza się na ścianie lub u sufitu.

**ELEKTRYCZNE NAPĘDY ZWROTNICOWE I WYKOLEJNICOWE.**

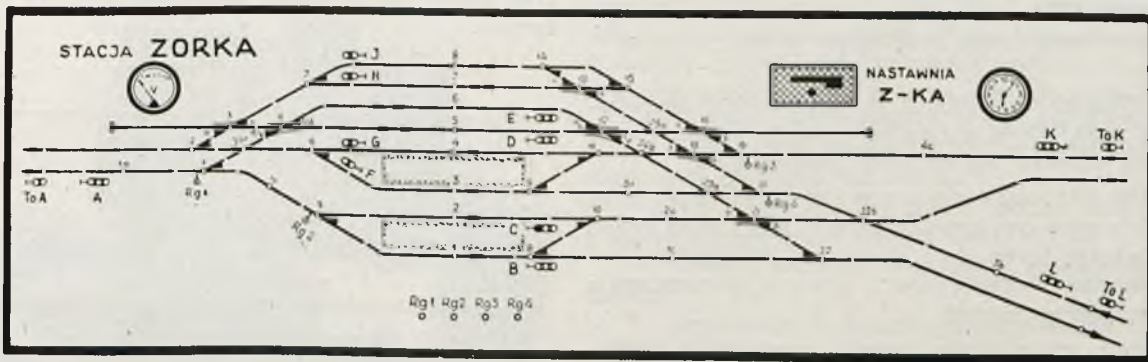
Elektryczne napędy zwrotnicowe są to urządzenia do przestawiania zwrotnic przy pomocy energii elektrycznej. Zamiana energii elektrycznej na pracę mechaniczną odbywa się w elektrycznych napędach zwrotnicowych za pomocą silnika elektrycznego (w przeważającej liczbie przypadków — szeregowego na prąd stały) oraz szeregu przekładni zębatach — czołowych lub ślimakowych.

Elektrycznym napędom zwrotnicowym muszą być stawiane bardzo wysokie wymagania techniczne, ponieważ od pewnego ich działania, zwłaszcza w niesprzyjających warunkach klimatycznych, zależy w pierwszym rzędzie regularność ruchu pociągów. Z tego też powodu elektryczne napędy zwrotnicowe muszą być wykonywane obecnie na maksymalną siłę nastawczą, wynoszącą do 750 kg. Oprócz przestawiania zwrotnic do funkcji napędów zwrotnicowych należy jeszcze kontrola prawidłowego położenia iglic zwrotnicowych w obu położeniach rozjazdów z dokładnością  $\pm 3$  mm. Przy bardzo dużych szybkościach pociągów, elektryczne napędy zwrotnicowe muszą być zaopatrzone w specjalne rygle zwrotnicowe, utwierdzające dodatkowo iglice rozjazdów na czas przejazdu pociągu. Elektryczne napędy zwrotnicowe, jako urządzenia znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie torów, muszą być odporne na wstrząsy i posiadać zabezpieczenia od przenikania do ich wnętrza pyłu i wody.



Rys. 3. Widok aparatu blokowego 12-okienkowego.

Usytuowanie nastawni może być uniezależnione od dobrej widoczności torów i sygnałów z budynku nastawni. Dobór kolorów, tła i samego rysunku torów i rozjazdów jest tak wykonany, by stała obserwacja planu świetlnego nie męczyła wzroku. Plan świetlny wykonany jest, jako skrzynia metalowa, przy czym przednie przykrywy wykonane są — ze względu na ich lekkość — z blachy aluminiowej. Każdy punkt świetlny posiada oprawkę z bakelitu, na której umocowana jest rur-



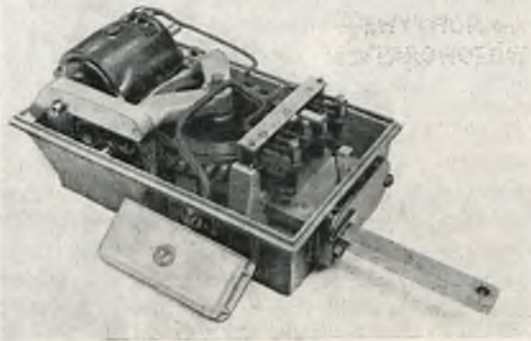
Rys. 4. Plan świetlny torów.

ka metalowa, uniemożliwiająca przenikanie światła jednego punktu świetlnego na inne—sąsiednie. W dalszej części planu znajduje się listwa zaciskowa, do której doprowadzone są przewody od wszystkich punktów świetlnych. Od strony zewnętrznej planu wkładane są soczewki białe lub kolorowe. Stosowane są tu żarówki niskowoltowe 5—6 woltów. Wymiana żarówek odbywać się może bez otwierania skrzyni, a tylko po wyjęciu soczewki. W większych planach świetlnych powtarzaczki odcinków izolowanych są w stanie normalnym ciemne,

Elektryczny nastawnik wzgl. napęd zwrotnicowy i wykolejnicowy, wyrabiany przez Zakłady Ostrowieckie, jest typem powszechnie stosowanym na P. K. P. Nastawnik ten (rys. 5) składa się z silnika budowy zamkniętej na prąd stały o napięciu 110 V, pracującego w zakresie od 90 do 140 V, przekładni zębataj, przekładni ślimakowej, sprzęgła ciernego, urządzenia umożliwiającego rozcięcie zwrotnicy bez uszkodzenia napędu, kontaktów rozrządzących i kontrolnych oraz z pręta zębaty, poruszającego iglice zwrotnicy.



Cechą charakterystyczną napędu są dwie sprężyny: sprzęgłowa i rozcięcia. Przy rozcięciu zwrotnicy pręt zębata, który przyjmuje całą siłę rozcięcia, działa na mechanizm napędowy, który z kolei działa bezpośrednio na sprężynę rozcięcia. Sprężynę tę ściska się, wyłącza przez



Rys. 5.  
Napęd zwrotnicowy.

to cały mechanizm wraz z silnikiem (silnik — nawet w przypadku, gdyby w chwili rozcięcia był pod prądem — nie ulegnie uszkodzeniu) natomiast nastawniczy — po ukazaniu się niewłaściwego sygnału położenia zwrotnicy, jak również po przepalaniu się bezpiecznika prądu kontrolnego — poznaje, że zwrotnica została rozcięta.

Czas nastawiania zwrotnicy (lub przekładania wykolejnicy), w zależności od napięcia, rodzaju rozjazdu i ewent. oblodzenia, wynosi od 2 do 7 sekund. Nominalna siła nastawcza napędu wynosi 250 kg, praktycznie pokonuje on jednak z łatwością opory o sile 350 kg. Niezależnie od tego zasadniczo wykonane budowane są napędy zwrotnicowe o sile nastawczej 750 kg, przeznaczone do przestawiania podwójnych rozjazdów angielskich w ciężkich warunkach pracy zimowej.

Silnik wraz z całym urządzeniem nastawczym i kontrolnym umieszczony jest w żelaznej skrzyni, a przy pomocy odpowiedniej, hermetycznie uszczelnionej pokrywy, jest zabezpieczony przed działaniem wilgoci i piasków lotnych.

W wypadku uszkodzenia w przewodach, doprowadzających prąd, silnik, a tym samym cały napęd, można z łatwością napędzić ręcznie przy pomocy korby.

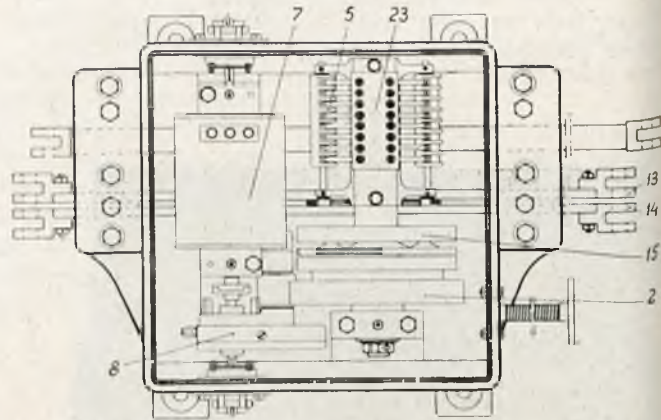
Napędy zwrotnicowe nowego typu o sile nastawczej 750 kg mają poza tym kontakt, przerywający obieg prądu przy wkładaniu korby, oraz dociskowe (wtyczkowe) połączenie mostka kontaktowego z licznymi przewodami z kontaktami sterowniczymi.

Zależnie od potrzeby napędy zwrotnicowe zaopatrzone są w urządzenia do kontroli położenia iglic zwrotnicowych oraz do napędu, dobudowuje się rygle elektryczne, ustalające zwrotnicę w położeniu plus i minus.

Napęd zwrotnicowy f-my Ericsson typ 39 składa się (rys. 6 i 7) z następujących części zasadniczych:

- skrzyni żeliwnej, miniowanej, polakierowanej na czarno;
- przykrywy;
- silnika (7) w szczelnej obudowie o mocy 0,5 KM na prąd stały lub zmienny;
- przekładni zębataj (8) ze stalowymi cylindrycznymi kołami zębatymi, umieszczonymi w skrzynce wypełnionej olejem;

— sprzęgła tarcowego (2), wykonanego z tarcz stalowych i ciernych z twardego materiału; sprzęgło to może być regulowane na rozmaity siłę i ma za zadanie chronić silnik przed przeciążeniem, zahamować siłę rozjazdową motoru i uczynić napęd ścinalnym; sprzęgło

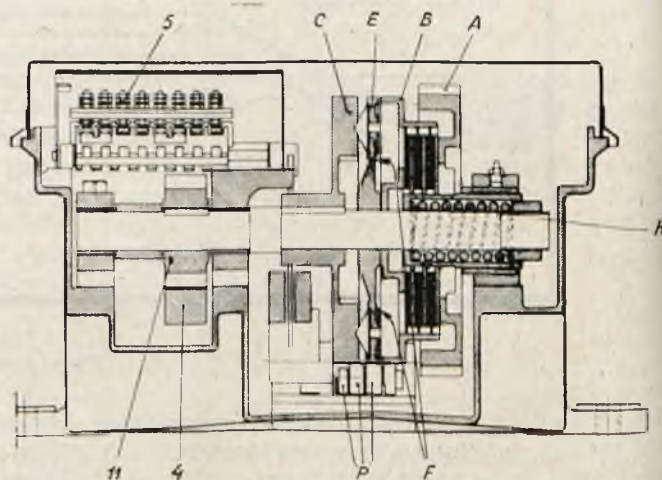


Rys. 6.  
Napęd zwrotnicowy typ 39 (widok z góry).

tarcowe jest zaopatrzone w urządzenie, przy pomocy którego zostaje zmniejszona siła rozcięcia zwrotnicy w stosunku do siły nastawczej;

— koła zębataj (11) dla przeniesienia momentu z silnika na suwak napędowy (4);

— urządzenia kontaktowego (5), sterowanego przez wycięcia w sprzęgłe (15) oraz przez suwaki kontrolne (13, 14), połączone z iglicami zwrotnicowymi; urządzenie kontaktowe ma za zadanie częściowo sterować kierunek obrotu silnika, częściowo zaś kontrolować właściwe położenie końcowe napędu. Poszczególne kontakty są od siebie oddzielone izolowanymi ściankami; kontaktowanie sprężyn kontaktowych następuje przez poślizg i nacisk, co daje pewność dobrego kontaktowania nawet w bardzo niesprzyjających warunkach atmosferycznych; urządzenie kontaktowe posiada dodatkową płytę zaciskową (23), dzięki czemu napęd może być szybko i łatwo odłączony;



Rys. 7.  
Napęd zwrotnicowy (przekrój).

— kabla, który jest doprowadzony do skrzynki kablowej, umocowanej na osobnym stojaku; napęd połączony jest ze skrzynką kablową ogumowanym węzłem metalowym.

Napęd zwrotnicowy może być obsługiwany również ręcznie — za pomocą korby, którą wkłada się z zewnątrz; przy wkładaniu korby przerywamy za pomocą urządzenia kontaktowego obwód prądu silnika.

Zasadniczą część omawianego napędu zwrotnicowego stanowi sprzęgło tarciove wraz z urządzeniem zwalniającym; główne jego części są to:

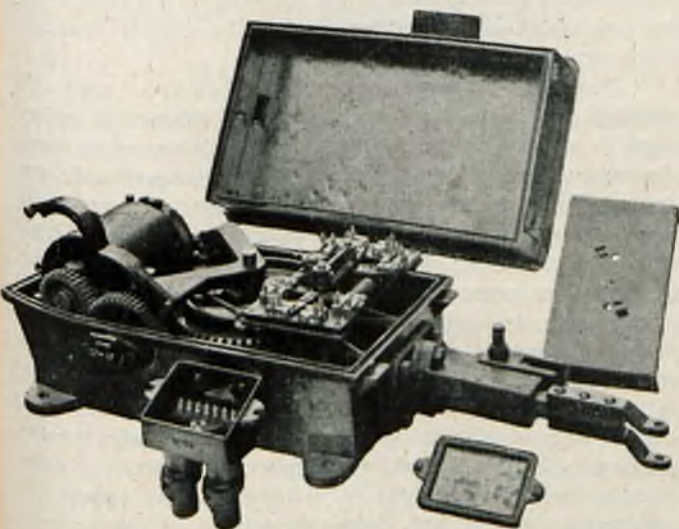
- żeliwne tarcze *A*, *B*, *C* i *E* (rys. 7), osadzone na wspólnej osi;
- sprężyny *F* i *H*, oraz
- klocki zamykające  $P_1$  i  $P_2$ .

Wieniec tarczy *A* jest kołem zębatym, współpracującym z kołem zębatym, osadzonym na osi motoru. Tarcza *B* jest sprzężona z tarczą *A* za pomocą sprzęgła cierne. Płaszczyzny tarcz *A* i *B*, które leżą naprzeciwko, stanowią segmenty sprzęgła. Tarcza *C* jest zaklinowana na osi, na której również zaklinowane jest koło zębate zębátky pręta napędowego.

Tarcza zwalnająca *E* leży pomiędzy tarczami *B* i *C*; jej położenie w stosunku do obu powyższych tarcz jest regulowane sprężyną *F*. Tarcza *E* posiada dwa stożkowe wzniesienia, które przy przesunięciu się z normalnego położenia tarczy *E* względem *C* wpadają we wgłębienia tarczy *C*. Przez to odległość pomiędzy tarczą *C* i *E* zmniejsza się, jak również zmniejsza się nacisk sprężyny *H*, wskutek czego tarcie sprzęgła również ulegnie zmniejszeniu (siła rozcięcia będzie mniejsza).

Sprężyna *H* powoduje wzajemny docisk między tarczami *A*, *B*, *C* i *E*. Docisk ten może być regulowany przy pomocy nakrętki, wskutek czego zmienia się siła napędowa napędu zwrotnicowego i siła rozcięcia. Sprężyna *F* jest umieszczona w wycięciach tarcz *B*, *C* i *E*; reguluje ona wzajemne położenie tych trzech tarcz.

Dźwignie zamykające *P* są osadzone w skrzyni napędu zwrotnicowego obrotowo i za pomocą sprężyny wywierają nacisk w kierunku wycięć na obwodach tarcz *B*, *C* i *E*. Gdy napęd znajduje się w położeniu końcowym, jeden z klocków zamykających *P* znajduje się w położeniu zamykającym naprzeciwko wycięcia *M* w tarczy *E*, przez co następuje zamknięcie pręta napędowego.



Rys. 8.  
Napęd zwrotnicowy typu VDR (otwarty).

Zamknięcie sprzęgła dźwignią zamykającą *P* zostanie usunięte, gdy wycięciem w tarczy *B* lub tarczy *C* dźwignia zostanie obrócona ku dołowi oraz gdy jedna z tych tarcz zmieni swoje położenie względem tarczy *E*.

Dźwignie *P* mają również za zadanie sterowanie urządzeniem kontaktowym wspólnie z suwakami kontrolnymi.

Przy przestawianiu zwrotnicy jednocześnie z obrotem silnika będą się obracały tarcze *A* i *B*, przez co zamknięcie dźwignią *P* zostanie uchylone; wówczas będą się obracały wszystkie cztery tarcze — aż do chwili, gdy zwrotnica przyjmie swoje drugie końcowe położenie, i wówczas napęd znów zostanie zamknięty — przez drugą dźwignię zamknięcia *P*.



Rys. 9.  
Napęd zwrotnicowy typu VDR (z pokrywą).

Przy rozcięciu zwrotnicy będzie się obracała tarcza *C* w stosunku do tarczy *E*, aż do chwili, gdy zamknięcie dźwignią *P* zostanie uchylone; wówczas zostanie zmniejszony również nacisk w sprzęgle tarciowym, tak że siła rozcięcia będzie mniejsza w stosunku do siły napędowej. Siła, która jest w danym wypadku potrzebna dla usunięcia zamknięcia dźwignią *P* (to znaczy, aby uzyskać obrót tarczy *C* w stosunku do tarczy *E*), jest zależna od siły sprężyny *F*. Po rozcięciu przyjmują tarcze *C* i *E* normalne względem siebie położenie — na skutek nacisku sprężyny *F*.

Przy zwrotnicy przestawianej normalnie sprężyna *F* nie ulegnie ściśnięciu. Przy ciężej przestawianych zwrotnicach sprężyna *F* będzie ściśnięta. W takim przypadku po ukończonym przestawieniu zwrotnicy prąd w obwodzie silnika zostanie przerwany, sprężyna *F* powoduje zajęcie normalnego położenia tarcz *A* i *B*, które odpowiada normalnemu położeniu sprężyny *F*. Sprzęgło tarciove może być dowolnie regulowane, przez co reguluje się również siłę napędową. Przez regulację sprzęgła można osiągnąć siłę napędową 750 kg; wówczas siła rozcięcia wynosić będzie ok. 400 kg.

Napęd zwrotnicowy typ VDR składa się (rys. 8 i 9) z następujących części zasadniczych:

- skrzyni żeliwnej miniowanej, polakierowanej na czarno;
- przykrywy z żelaznej blachy, szczelnie zamykającej skrzynię;
- silnika elektrycznego o mocy 0,5 KM, budowy całkowicie zamkniętej, na prąd stały lub zmienny;
- czołowej przekładni zębatej;
- regulowanego sprzęgła tarciovego; sprzęgło to można regulować w zależności od warunków, w jakich napęd pracuje; zadaniem sprzęgła jest ochrona silnika przed przeciążeniem, hamowanie końcowej jego energii obrotowej oraz ochrona silnika przed „rozcięciem“ zwrotnicy;

— urządzenia kontaktowego, sterowanego sprzęgłem tarciowym oraz suwakami kontrolnymi; zadaniem urządzenia kontaktowego jest doprowadzenie prądu do silnika oraz do elektromagnesów kontrolnych. Urządze-

nie kontaktowe jest wykonane, jako nożowe, co daje całkowitą pewność dobrego kontaktowania, nawet w nieprzychylnych warunkach atmosferycznych;

— końcówki kablowej, która może być zmontowana z dowolnej strony napędu zwrotnicowego, jako jedno- lub dwuwylotowa.

Do ręcznego przestawienia zwrotnicy służy korba, która może być również zastosowana z obu stron napędu. Napędy zwrotnicowe typu VDR mogą być wykonane bez kontroli iglic (VDR-1) lub z ich kontrolą (VDR-2). W tym przypadku do napędu dochodzą suwaki kontrolne dołączone do iglic zwrotnicy za pomocą prętów kontrolnych. Napędy zwrotnicowe przymocowane są do podkładów zwrotnicowych przegubowo. Siła nastawcza napędu wynosi — w zależności od przekładni kół zębatych — 250 do 500 kg; czas przestawienia zwrotnicy — ok. 2—3 sekund.

### SYGNAŁY ŚWIETLNE.

Do właściwej sygnalizacji w elektrycznych urządzeniach bezpieczeństwa stosowane są obecnie prawie wyłącznie semafor i tarcze świetlne z żarówkami elektrycznymi, jako źródłem światła, które posiadają poważne zalety w stosunku do dotychczas stosowanych przyrządów sygnałowych typu ramiennego lub tarczowego.

Semafor i tarcze świetlne, jako przyrządy nie posiadające żadnych części ruchomych, są wygodniejsze i tańsze w konserwacji; sygnały ich są jednakowe zarówno w dzień, jak i w nocy, i są doskonale widoczne nawet na liniach zelektryfikowanych z siecią górną. Odpowiedni kolor oraz duża jaskrawość obrazów sygnałowych, potrzebna dla ich dobrej widoczności w dzień, uzyskuje się za pomocą układów optycznych, złożonych z soczewek. Bliskie sąsiedztwo torów i ciągle wstrząsy wywołały konieczność zastosowania w semaforach i tarczach świetlnych żarówek niskowoltowych, które ponadto — dla zwiększenia pewności ich pracy — są wykonane z dwoma włóknami.

Przy konstrukcji semaforów świetlnych typu Zakładów Ostrowieckich (rys. 10 i 11) zwrócono uwagę na pewność działania punktów świetlnych, łatwą regulację osi optycznych światła, łatwy dostęp do skrzynki kablowej, transformatorów i żarówek w czasie pracy semafora, na łatwość montażu itp.

Każdy semafor omawianego typu składa się z latarni, złożonej z kilku pojedynczych komór, oraz ze słupa rurowego, osadzonego w podstawie żeliwnej, która jednocześnie mieści w sobie skrzynkę kablową.

I tak np. dwuświatlny semafor posiada latarnię, złożoną z trzech oddzielnie zamykanych komór. Najniższa komora przeznaczona jest na transformatory; w drugiej komorze znajduje się jedno, w następnej zaś komorze — drugie światło. Zależnie od potrzeby można — przez zwykłe dodanie jednej lub kilku komór — zamienić każdy semafor z dwukomorowego na trzy-, cztery- lub więcej-komorowy.

Umieszczenie transformatorów w jednej wspólnej komorze i rozmieszczenie ich w dostępny sposób daje możliwość wglądu oraz możliwość regulacji i sprawdzania napięcia bez konieczności otwierania komór świetlnych. Transformatory te posiadają w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym po 3 zaczepty do precyzyjnej regulacji napięcia na żarówce; stosowane tu żarówki są typu dwuwłóknowego z włóknem głównym na napięciu 12 V oraz zapasowym na 16 V.

Inną cechą charakterystyczną semaforów świetlnych omawianego typu stanowi możliwość indywidualnej regulacji optycznych osi światła — za pomocą pierścieni skośnych.

Układ optyczny semaforów jest układem Fresnela, składającym się z 2 soczewek stopniowych prasowanych, wewnętrznej — ze szkła barwionego oraz zewnętrznej — ze szkła bezbarwnego.



Rys. 10.

Sygnał świetlny widziany z przodu.

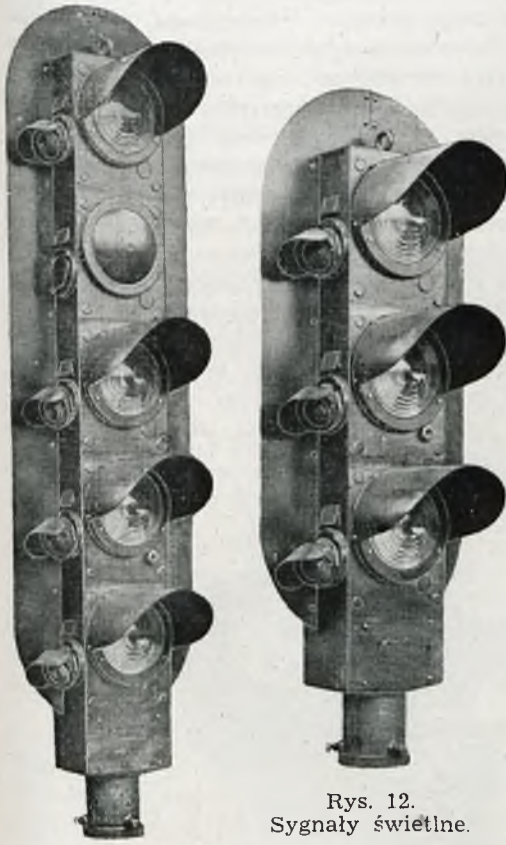
Rys. 11.

Sygnał świetlny widziany z tyłu.

Zależnie od warunków miejscowych, semafor i tarcze ostrzegawcze umieszcza się na słupach rurowych lub na wysięgnikach, przymocowanych do słupów trakcyjnych oraz do ścian tunelu.

Semafor świetlny systemu „Ericsson” (rys. 12) składa się z następujących części: fundamentu żeliwnego lub betonowego, stalowego słupa rurowego, osadzonego w żeliwnej podstawie, drabinki oraz komór sygnałowych. Komory sygnałowe stanowią najważniejszą część semaforu świetlnego. Na całość sygnału składa się kilka identycznych komór sygnałowych, zmocowanych ze sobą za pomocą śrub. Taka konstrukcja sygnału przedstawia tę dogodność, że liczbę komór świetlnych w sygnale można zwiększyć lub zmniejszyć — w zależności od potrzeby. Komora semaforu wykonana jest z żeliwnej skrzyni, szczelnie zamykanej tylnymi drzwiczkami i wentylowanej. W przedniej części komory umieszczone są dwie soczewki schodkowe: zewnętrzna — bezbarwna oraz wewnętrzna — kolorowa. Zewnętrzna soczewka wykonana jest, jako sektorowa — dla wytworzenia dodatkowego skośnego strumienia świetlnego, ułatwiającego obserwację sygnału z bliska. W ognisku układu wymienionych wyżej dwóch soczewek schodkowych umieszczone jest włókno żarówki sygnałowej. Żarówki sygnałowe wykonywane są, jako jedno- lub dwuwłóknowe, na napięciu 12 V, o mocy 25 W. Dodatkowe włókno wykonane jest na napięciu 16 V i stanowi re-

zerwę na wypadek przepalenia się włókna zasadniczego. Zazwyczaj w komorze sygnałowej wbudowany jest transformator 110/12 V, z pewną liczbą dodatkowych zacze- pów — dla regulacji napięcia.



Rys. 12. Sygnały świetlne.

Semafory świetlne są całkowicie budowane w kraju łącznie z soczewkami schodkowymi, które udało się wy- produkować w kraju dopiero po wykonaniu wielkiej ilo- ści prób; obecnie soczewki te w niczym nie ustępują za- granicznym.

Oprócz semaforów świetlnych wyrabiane są rów- nież tarcze zaporowe z napędem elektrycznym.

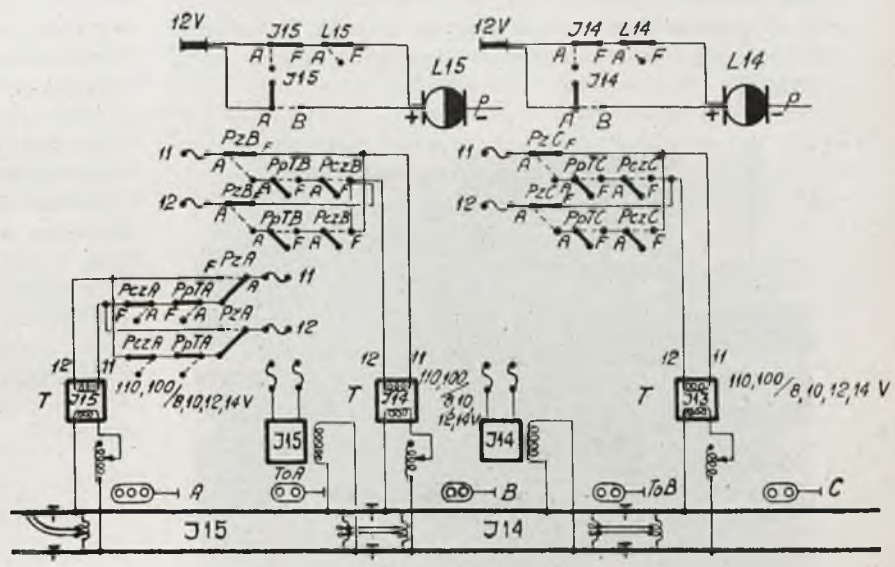
**BLOKADA SAMOCZYNNNA.**

Zwiększenie szybkości pociągów oraz ich gęstości pociąga za sobą przede wszystkim konieczność zwięk- szenia bezpieczeństwa ruchu pociągów. Urządzeniem naj- bardziej odpowiadającym temu bezpieczeństwu przy blo- kadzie liniowej jest blokada samoczynna.

Rozgraniczenie kolejności ruchu pociągów przy blo- kadzie samoczynnej następuje automatycznie pod dzia- łaniem osi pociągu na izolowany odcinek torowy. Izolo- wany odcinek torowy stanowią szyny kolejowe, odizolo- wane na obu końcach odcinka przekładkami fibrowymi. Z jednej strony odcinek torowy zasilany jest za pomocą transformatora o przekładni 110, 100/8, 10, 12, 14 woltów poprzez szeregowo włączony dławik ze znaczną liczbą zacze- pów dla regulacji; z drugiego końca odcinka zain- stalowany jest odbiór w postaci tarczowego przekaźnika torowego na prąd zmienny. Oba obwody — zasilający i odbiorczy — zabezpieczone są bezpiecznikami.

Przekaźnik torowy blokady samoczynnej wykonany jest, jako przekaźnik trójstawny. Dla utrzymania trój- stawności przekaźnika konieczne jest wytworzenie dwóch niezależnych od siebie strumieni magnetycznych; zostało to rozwiązane przez wykonanie dwóch uzwojeń — lokal-

nego i torowego. Uzwojenie lokalne zasilane jest bezpo- średnio prądem o napięciu 110 V, 50 okr./sek., uzwojenie zaś torowe — od strony odbioru odcinka izolowanego prą- dem o napięciu 1,0 V, 50 okr./sek.; w ten sposób otrzymu-

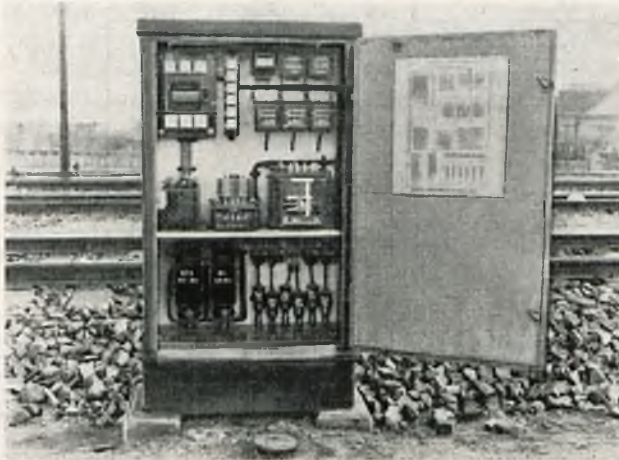


Rys. 13. Schemat blokady samoczynnej syst. Ericsson.

je się dwa strumienie magnetyczne, które na zasadzie prądów wirowych, wzbudzonych w tarczy aluminiowej, nadają jej obrót w jednym kierunku, przy zmianie zaś faz jednego z uzwojeń — w przeciwnym kierunku. W ten sposób otrzymujemy trzy położenia przekaźnika toro-wego: położenie plusowe, położenie zerowe, przy braku prądu w jednym z uzwojeń, oraz — położenie minusowe.

Przy blokadzie samoczynnej szlak zostaje podzielo- ny na szereg izolowanych odcinków chronionych sema- forami świetlnymi, ustawionymi przed tymi odcinkami. Praca blokady samoczynnej jest uwidocznioma na sche- macie połączeń rys. 13. Całkowita zależność następują- cych po sobie sygnałów jest wykonana bez żadnych prze- wodów zależnościowych. Zasilanie izolowanych odcinków uzależnione jest od stanu kontrolnych przekaźników sy- gnałowych czerwonego i zielonego światła semaforu oraz od pomarańczowego światła tarczy ostrzegawczej. W stanie normalnym odcinek jest zasilany przez kon- takty czynne F przekaźnika kontrolnego zielonego świa- tła Pz sygnału następnego odcinka izolowanego. Prze- kaźnik torowy znajduje się wówczas w położeniu „+“. Przy najechaniu pociągu na izolowany odcinek prze- kaźnik torowy zajmuje położenie „0“, a chroniący go sygnał przyjmuje położenie „stój“, ponieważ sterujący przekaźnik sygnałowy L przejdzie w stan bierny. Po najechaniu pociągu na następny odcinek izolowany zmie- niają się fazy zasilania omawianego odcinka, gdyż zasi- lanie odbywa się nie przez czynne kontakty przekaźnika kontrolnego zielonego światła Pz, lecz przez kontakty biernie wspomnianego wyżej przekaźnika oraz przez czyn- ne kontakty przekaźnika kontrolnego czerwonego światła Pcz i przekaźnika kontrolnego pomarańczowego światła tarczy ostrzegawczej Pp. Przekaźnik torowy przyjmuje wówczas położenie „-“. Natychmiast przekaźnik sygna- łowy L zostaje wzbudzony przez minusowe kontakty przekaźnika torowego J i sygnał przyjmuje położenie „wolna droga“. Przy opuszczeniu przez pociąg następ- nego izolowanego odcinka, przekaźnik torowy J przyj- muje położenie plusowe, przekaźnik L pozostaje zaś w dalszym ciągu w stanie czynnym; prąd płynie jednak

do niego już nie przez minusowy kontakt przekaźnika J, lecz przez plusowy jego kontakt oraz przez własny kontakt przekaźnika L. Jak więc widzimy, przy normalnym działaniu blokady samoczynnej otrzymujemy zamknięty obieg trzech położen przekaźnika torowego, a mianowicie: odcinek w stanie normalnym — wolny „+“, odcinek zwarty przez osie pociągu „0“; następnie pociąg mija



Rys. 14.  
Szafka blokady samoczynnej.

odcinek i znajduje się na następnym odcinku izolowanym „—“, pociąg mija następny izolowany odcinek i przekaźnik powraca do normalnego stanu „+“. W razie przepalenia się żarówki czerwonego światła semaforu lub pomarańczowego światła tarczy ostrzegawczej, poprzedni sygnał przyjmuje samoczynnie położenie „stój“, dzięki czemu unikamy ewentualnego przeoczenia przez maszynistę sygnału „stój“ na semaforze, którego żarówka czerwonego światła się przepaliła.

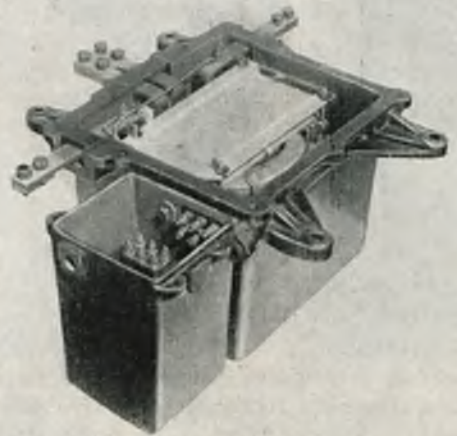
Przy blokadzie samoczynnej na liniach zelektryfikowanych te same szyny kolejowe służą, jako przewody dla blokady samoczynnej oraz jako przewody powrotne prądu trakcyjnego. Rozdział więc odcinków musi być wykonany w ten sposób, by prąd zmienny sygnalizacji przy podziale odcinka izolowanego natrafił na znaczny opór, powrotny zaś trakcyjny prąd stały — mógł przepływać bez przeszkód. W tem celu przy podziale izolowanych odcinków torowych zastosowano dławiki torowe.

Dławik torowy (rys. 15 i 16) składa się z dwóch



Rys. 15.  
Dławik torowy (zamknięty).

skrzyń żeliwnych; w jednej z nich — większej — znajduje się rdzeń, wykonany z blach transformatorowych, na którym nawinięte są dwie połówki cewki z grubych prętów miedzianych. Jarzmo rdzenia posiada regulowaną szczelinę. Na tym samym rdzeniu, w górnej jego części, nawinięta jest druga cewka — rezonansowa, która składa się z b. dużej liczby zwojów cienkiego drutu. W mniejszej skrzyni umieszczone są zaciski, kondensator, opornik i odgromnik. Większa skrzynia dławika wypełniona jest olejem transformatorowym dla zapewnienia dostatecznego chłodzenia. Mniejsza cewka, kondensator i opornik stanowią obwód zamknięty; pojemność kondensatora dobrana jest w ten sposób, by osiągnąć rezonans napięć. Całość konstrukcji przedstawiać musi budowę mocną i trwałą, co jest konieczne, gdyż dławik wbudowany jest między torami kolejowymi, lub obok torów, podlega więc znacznym wstrząsoms i pracuje w trudnych warunkach. Z szynami kolejowymi dławik połączony jest za pomocą grubych lin miedzianych, zakończonych z jednej strony płytami zmcowującymi, z



Rys. 16.  
Dławik torowy (otwarty).

drugiej zaś strony — stożkowymi sworzniamsi, zaopatrzonymi w nakrętki. Oporność rzeczywista dławika torowego jest rzędu kilku dziesięciotysięcznych części oma, wobec czego dla przepływu trakcyjnego prądu stałego dławiki torowe nie stanowią żadnego prawie oporu, natomiast oporność pozorna jest rzędu kilku omów, co już stanowi wielkość wystarczającą dla oddzielenia prądu sygnalizacyjnego. Prąd stały płynie normalnie obu szynami, przepływa przez dwie połówki cewki, nawinięte w jednym kierunku, wytwarzając dwa przeciwnie skierowane strumienie magnetyczne, dzięki czemu rdzeń pozostaje magnetycznie obojętny.

W przypadku nierównomiernego przepływu prądu przez obie szyny następuje namagnesowanie rdzenia oraz zmniejszenie oporności pozornej dławika. W celu zmniejszenia namagnesowania między rdzeniem a jarzmem znajduje się szczelina, którą można regulować od ułamka milimetra do kilku milimetrów; regulując tę szczelinę otrzymujemy również regulację — w pewnych granicach — oporności pozornej.

Dławiki torowe obliczone są na prąd trakcyjny o natężeniu 1000 A w jednej szynie. Pomimo trudności, na jakie napotkano przy produkcji dławików torowych, zo-

stały one w liczbie już przeszło 100 szt. wykonane całkowicie w kraju.

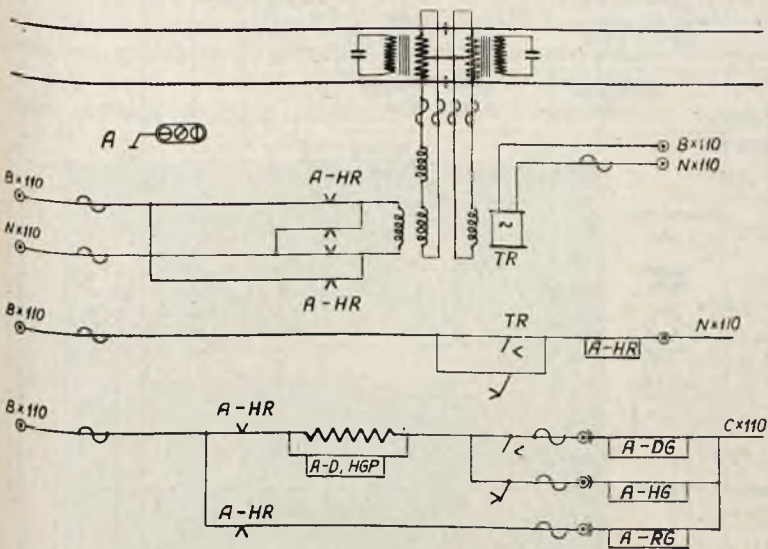
Urządzenia blokady samoczynnej Zakładów w Ostrowieckich, prócz oryginalnych przekaźników f-my Westinghouse, zostały wykonane całkowicie w kraju.

Do blokady samoczynnej zastosowano semaforów trójświełtnych z kolorami zielonym, żółtym i czerwonym. Kolor czerwony oznacza, że odcinek torowy, leżący za sygnałem, jest zajęty; kolor żółty — że pierwszy odcinek za sygnałem jest wolny, zielony wreszcie kolor wskazuje maszyniście, że conajmniej dwa izolowane odcinki za sygnałem są wolne.

Charakterystyczną cechą blokady samoczynnej omawianego typu (rys. 17) stanowi to, że wzdłuż linii blokady biegną tylko kable zasilające, podczas gdy zależności między poszczególnymi odcinkami blokady przenoszone są za pomocą samych odcinków torowych. Dzieje się to w zasadzie w ten sposób, że sterowanie semaforu, zezwalającego na wjazd na dany odcinek, odbywa się za pomocą przekaźnika sygnałowego HR — jednak z selekcją przez kontakty przekaźnika torowego TR.

Przekaźnik torowy TR jest trójstawny, co oznacza, że kierunek podciągnięcia jego armatury w stanie czynnym uzależniony jest od biegunowości prądu sygnalizacyjnego w szynach, zasilanie zaś tym prądem odcinków torowych jest zależne z kolei od rodzaju światła, to jest od stanu przekaźnika HR semaforu poprzedniego.

Przepalenie się żarówki sygnału żółtego lub zielonego na jednym z semaforów powoduje automatyczne zapalenie się sygnału czerwonego na tym samym semaforze, ewentualne zaś uszkodzenie żarówki sygnału czerwonego



Rys. 17. Schemat blokady samoczynnej.

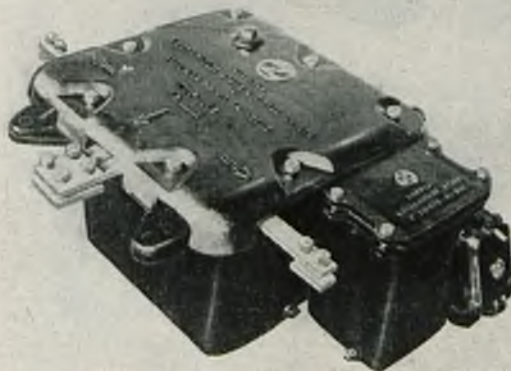
wonego powoduje natychmiastowe zapalenie się sygnału czerwonego na poprzednim semaforze.

Urządzenia do zasilania prądem przekaźników i aparatów torowych umieszczone są w szafach, ustawionych wzdłuż toru. Zasilanie to uskutecznia się przy pomocy 2 kabli — głównego i zapasowego, przełączanych automatycznie w każdej szafie w razie zaniku prądu w jednym z kabli.

Dławiki torowe wyrabiane przez wspomniany

ne Zakłady wg licencji f-my Westinghouse (rys. 18), są typu rezonansowego.

Dławik taki składa się z cewki torowej, utworzonej z grubych prętów miedzianych, z żelaznego rdzenia o małej stratności, z cewki kondensatorowej, kondensatora, odgromnika oraz z żeliwnej skrzyni ochronnej. Zwoje cewki torowej są odpowiednio zamocowane i izolowane, cewka zaś kondensatorowa — impregnowana. Wymiary skrzyni ochronnej, która stanowi jednocześnie zbiornik



Rys. 18. Zewnętrzny widok dławika torowego.

oleju, są tak obliczone, że uniemożliwiają nagrzania się cewki torowej i rdzenia nawet w b. trudnych warunkach pracy.

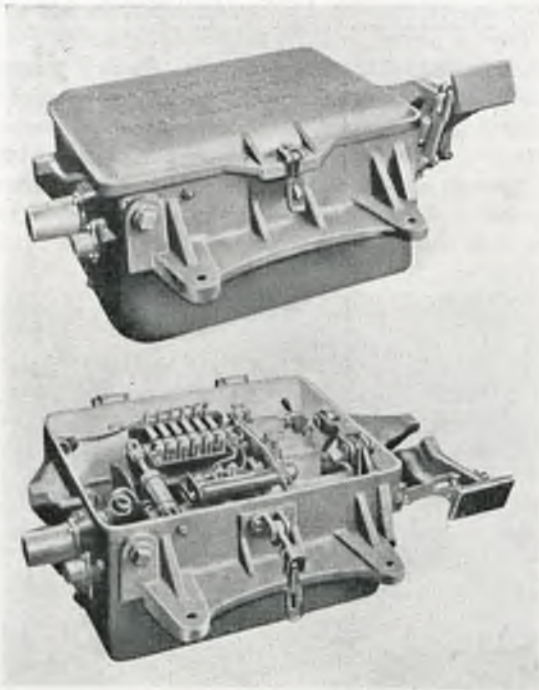
Układ rezonansowy dławików torowych pozwala — przez dodatkowe włączenie obwodu pojemnościowego, równoległe do zacisków dławika — zmniejszyć prąd wypadkowy całego układu do minimum, przy jednoczesnym zachowaniu prądu magnesującego w dławiku do takiej wielkości, przy której występuje maksimum oporności pozornej. Odbiornik pojemnościowy w postaci kondensatora załączony jest w tym przypadku na wyższe napięcie, niż sam dławik, a to przez zastosowanie specjalnego uzwojenia wtórnego w obwodzie kondensatora, co jest ekonomiczniejsze, aniżeli stosowanie kondensatorów na niskie napięcie.

Szczelina rdzenia dławika torowego dobrana jest w ten sposób, by dla pewnego praktycznego zakresu napięć na dławiku otrzymać maksymalne, lecz możliwie mało pomiędzy sobą różniące się wartości oporności pozornej.

Jedną z inowacyj stanowi tu oddzielna końcówka kablowa przy dławiku torowym, pozwalająca na szybkie zbadanie napięcia na zaciskach między szynami.

Do automatycznego zatrzymywania pociągów w wypadku przejechania sygnału czerwonego „stój“ wyrabiane są elektryczne zatrzymy pociągów według licencji f-my Westinghouse (rys. 19).

Działanie takiego zatrzymu polega na tym, że z chwilą ukazania się na semaforze sygnału czerwonego, w znajdującym się obok zatrzymie podnosi się stalowa łapa, napędzana od silnika elektrycznego, sterowanego prądem kontrolnym sygnału czerwonego. Łapa ta umo-



Rys. 19.  
Elektryczny zatrzym pociągów.

cowana jest na takiej wysokości, że przejeżdżający obok zatrzymu i sygnału „stój“ parowóz uderza odpowiednią dźwignią, umieszczoną na parowozie, o łapę stalową zatrzymu; dźwignia na parowozie zostaje przez to uderzenie odchyłona, otwiera bezpośrednio zawór, wypróżniający zbiorniki hamulcowe, i powoduje opadnięcie klocków hamulcowych na kołach pociągu.

Podnoszenie łapy zderzakowej odbywa się przy pomocy silnej sprężyny, tak że na wypadek uszkodzenia obwodu elektrycznego zatrzymu zderzak samoczynnie podnosi się do góry i w każdym wypadku zatrzyma pociąg.

Po ukazaniu się na semaforze sygnału zielonego ramię zderzaka zostaje opuszczone przez silnik jednofazowy. Po osiągnięciu poziomego położenia ramię utrzymywane jest w tym położeniu za pomocą prądów wirowych, indukowanych w mosiężnym bębnie, połączonym poprzez sprzęgło z ramieniem zderzaka.

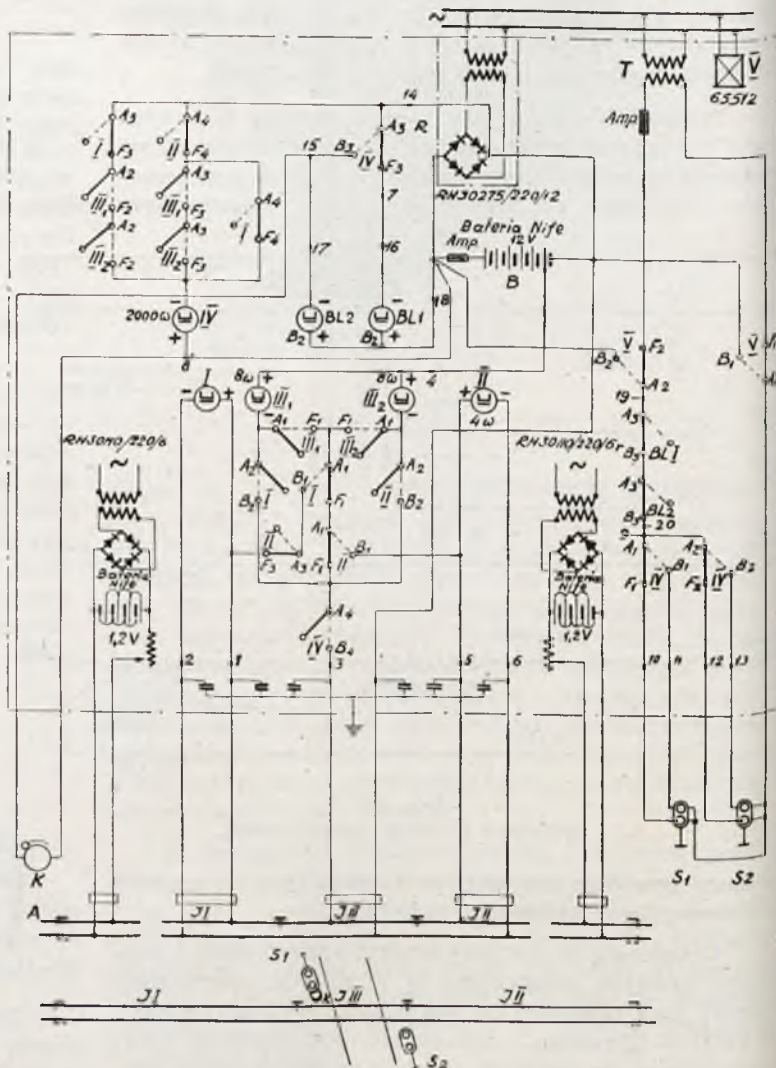
#### SAMOCZYNNNE URZĄDZENIA SYGNALIZACYJNE NA PRZEJAZDACH.

Zabezpieczenie skrzyżowania w jednym poziomie torów kolejowych z drogami kołowymi może być wykonane albo za pomocą zapór drogowych (rogatki), albo też za pomocą urządzeń samoczynnej sygnalizacji na przejazdach kolejowych.

Elektryczne urządzenia sygnalizacyjne na przejazdach kolejowych mogą być wykonane dla szlaków dwu- lub jednotorowych.

Ponieważ urządzenie na przejeździe jednotorowym stanowi pod względem układu połączeń ciekawsze rozwiązanie, przytaczamy opis takiego urządzenia w wykonaniu f-my „Ericsson“ (rys. 20).

Zasadniczo sygnały świetlne pokazują białe światło migawkowe (ok. 40 wyblysków świetlnych na minutę), dla uwidocznienia zaś, że przejście przez tor jest wzbronione, sygnały świetlne  $S1$  i  $S2$  dają czerwone światło migawkowe (ok. 80 wyblysków na minutę). W tym celu urządzenie zabezpieczające wykonane jest przewodami torowymi  $I_I$ ,  $I_{II}$  i  $I_{III}$ . Przewody torowe  $I_I$  i  $I_{II}$  leżą każdy po jednej stronie przejazdu; długość ich jest taka, że sygnały świetlne mogą być o oznaczonym czasie przedstawione, zanim pociąg osiągnął przejazdu. Czas trwania tego przestawienia wynosi zasadniczo conajmniej 30 sekund. Przewód torowy  $I_{III}$  jest umieszczony na drodze lub obok niej; musi on być dłuższy od największej, mogącej się zdarzyć odległości osi wagonów (zazwyczaj dwie długości szyn po 10 metrów). Przewody torowe  $I_I$  i  $I_{II}$  znajdują się stale pod prądem i są zasilane na swych końcach przez prostowniki miedziane z przyłączonymi do nich buforowo bateriami akumulatorowymi stalo-niklowo-kadmowymi „NIFE“. Przyłączone do przewodów torowych przekaźniki  $I$  i  $II$  są wobec tego normalnie pod prądem, a kotwice ich — przeciągnięte. Przyłączone do przewodu torowego  $I_{III}$  przekaźniki  $III_1$  i  $III_2$  otrzymują prąd z prostownika miedzianego z buforowo złączoną baterią, o ile wagony znajdują się jednocześnie na przewodach torowych:  $I_I$ ,  $I_{II}$  i  $I_{III}$ . Przekaźnik  $IV$ , który zostaje przyłączony przez styki na wspomnianych



Rys. 20.

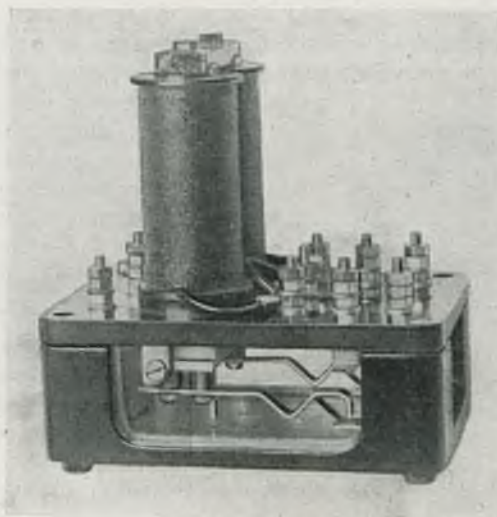
Schemat połączeń sygnalizacji samoczynnej na przejazdach jednotorowych. Zasilanie za pomocą prostowników i baterii wyrównawczych.

wyżej przekaźnikach torowych, używa się do przestawienia sygnałów świetlnych  $S1$  i  $S2$ .

Lampy sygnałów świetlnych na napięcie 12 woltów są zasilane zwykle z sieci oświetleniowej prądu zmiennego przez transformator  $T$ , który odpowiednio obniża napięcie. Bateria akumulatorów  $B$  stanowi rezerwę i zostaje włączona automatycznie za pomocą przekaźnika  $V$  w razie przerwy w dostarczeniu prądu z sieci oświetleniowej. Jest ona automatycznie ładowana przez prostownik  $R$  z sieci prądu zmiennego. Prąd świetlny migawkowy uzyskujemy na pomocą błyskaczy  $B1$  i  $B2$ ; są one zasilane prądem stałym z prostownika, wzgl. z baterii akumulatorów. Urządzenie to może być uzupełnione jednym lub dwoma dzwonekami alarmowymi  $K$  wzgl. — na życzenie — sygnałami akustycznymi. Dzwonki alarmowe wykonane są na prąd stały, który dopływa przez styki przekaźnika  $IV$ .

Urządzenie funkcjonuje w sposób następujący: jeżeli pociąg zbliża się do przejazdu i jedzie na przykład po przewodzie torowym  $I_I$ , wtedy zwiera się należący do niego przekaźnik  $I$ ; styk przy tym przekaźniku przerywa prąd przy przekaźniku  $IV$ , którego styki przełączają lampy sygnałów świetlnych z wolno migawkowego białego światła na szybko migawkowe światło czerwone. Jeżeli urządzenie jest wyposażone w dzwonek alarmowy, zaczyna on dzwonić z chwilą, gdy kotwiczka przekaźnika  $IV$  opadnie. Przy osiągnięciu przez pierwszą oś pociągu przewodu torowego  $I_{II}$ , zwiera się przekaźnik  $II$  i kotwiczka jego opada. Jeżeli którakolwiek oś pociągu znajduje się na przewodzie torowym  $I_{III}$ , oba przekaźniki  $I$  i  $II$  są bez prądu, przekaźniki zaś  $III_1$  i  $III_2$  otrzymują prąd przez styki na kotwicach przekaźników  $I$  i  $II$ . Przekaźniki  $III_1$  i  $III_2$  otrzymują teraz prąd przez własny styk kotwicy, wobec czego jego kotwica opaść nie może. Gdy pociąg opuści przewód  $I_I$  (pociąg przebył przejście drogowe), przekaźnik  $I$  przyciąga z powrotem swą kotwicę, przy czym przekaźnik  $IV$  zamyka obieg prądu i przełącza sygnały świetlne na światło białe. Jednocześnie

przestaje dzwonić dzwonek alarmowy. Gdy pociąg opuści również przewód torowy  $I_{II}$  przekaźnik  $II$  przyciągnie swoją kotwicę, przy czym zostaje przerwany obieg prądu przez przekaźniki  $III_1$  i  $III_2$ . Z chwilą tą wszystkie aparaty znajdują się w położeniu normalnym.



Rys. 22.

Przekaznik prądu stałego dla sygnalizacji samoczynnej.

Dla pociągów w kierunku przeciwnym urządzenie funkcjonuje w podobny sposób — z tym jednak, że gdy pociąg wjeżdża na przewód torowy  $I_{II}$  przekaźnik  $II$  przerywa prąd w przekaźniku  $IV$ .

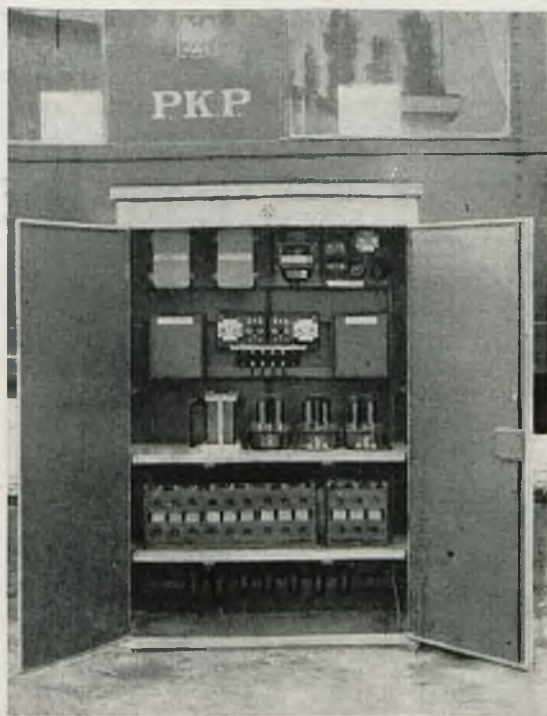
W podobny sposób działają samoczynne urządzenia sygnalizacyjne na przejazdach w wykonaniu Państwowych Zakładów Tele- i Radiotechnicznych. Szafka przejazdu samoczynnego, wykonanego przez wspomniane Zakłady wraz z aparaturą, pokazana jest na rys. 21. Na rys. 22 pokazany jest przekaźnik prądu stałego dla samoczynnego urządzenia sygnalizacyjnego w wykonaniu P. Z. T. i R.

#### SYGNALIZACJA ULICZNA.

Cechą charakterystyczną świetlnych sygnałów ulicznych konstrukcji Zakładów Ostrowieckich (rys. 23 i 24) jest umieszczenie trójkolorowych lamp sygnalizacyjnych na słupach — bezpośrednio, lub za pomocą wysięgników.

Słupy z jedną, dwiema lub trzema latarniami umieszczone są na skrzyżowaniach ulic — w ten sposób, aby światło ich sygnałów było dobrze widoczne zarówno dla pojazdów, jak i dla pieszych.

Światła, sygnalizując, wpuszczają przechodniów na jezdnię i przeprowadzają ich w świetle sygnału, aż na drugą stronę. Pojazdy, zbliżające się do skrzyżowania ulic, są przepuszczane względnie zatrzymywane przez latarnie, umieszczone przed skrzyżowaniem. Ruszanie zatrzymywanych pojazdów odbywa się na światła, znajdujące się z



Rys. 21.

Szafka przejazdu samoczynnego, wraz z aparaturą.



Rys. 23.

Sygnał uliczny.



drugiej strony ulicy, co czyni ruch bardziej elastycznym i wygodniejszym, niż przy obserwowaniu sygnałów, znajdujących się w niewielkiej odległości od kierowców.

Każda latarnia posiada trzy światła sygnalizacyjne: czerwone („stój“), żółte („uwaga“) oraz zielone („wolna droga“).

Poszczególne latarnie są osadzone na słupach w ten sposób, że pozwalają na łatwą indywidualną regulację osi światła sygnałów we wszystkich kierunkach. Słupy latarni umieszczone są w specjalnych podstawach, zawierających skrzynki kablowe, do których dostęp — w celu kontroli — umożliwiony jest bez rozkopywania chodników lub otwierania całego sygnału.



Rys. 24.  
Słupek żeliwny do sterowania światła sygnałów ulicznych.

Przełącznik ręczny do sterowania światła umieszczony jest na słupku żeliwnym. Kontakty przełącznika obliczone są tak, by nie niszczyły się przy ok. 1 milionie przełączeń w ciągu roku.

Sterowanie światła może odbywać się również automatycznie — przy pomocy przekaźników, zmieniających kolor światła na sygnałach w pewnych odstępach czasu.

Zarówki zastosowane przy sygnalizacji ulicznej są typu specjalnego o konstrukcji niewrażliwej na drgania.

Sygnały uliczne omawianego typu oparte są na wzorach wytwórni angielskich, które w tej dziedzinie mają duże doświadczenie.

Elektryczne urządzenia bezpieczeństwa wymagają stosowania specjalnych typów kabli, zasadniczo wielożyłowych, o różnych przekrojach przewodów i różnorodnej izolacji. Z poszczególnych urządzeń bezpieczeństwa znormalizowane i objęte przepisami (PNE-47) są jedynie powyższe kable.

W związku z różnymi typami stosowanych kabli oraz ich przeznaczeniem, wielką różnorodnością odznacza

się ich armatura. Obejmuje ona głowice kablowe od butelkowych do kilkudziesięciocaciskowych, skrzynki kablowe dołączone z różną liczbą wprowadzenia kabli, kablowe garnki rozdzielcze o różnorodnej liczbie zacisków oraz szafy rozdzielcze do przekaźników, transformatorów, głowic kablowych itp.

Izolacja torów i rozjazdów, która znajduje coraz większe zastosowanie w elektrycznych urządzeniach nastawczych i blokadzie samoczynnej, wymaga produkcji specjalnych transformatorów, dławików oraz różnego rodzaju złączek i łączników szynowych, jak również izolacyjnych złączek szynowych, przystosowanych do typów szyn stosowanych na P. K. P.

Instalacje, zasilające elektryczne urządzenia nastawcze i blokady samoczynne — ze względu na wielką różnorodność odbiorników prądu elektrycznego, jak: napędy zwrotnicowe, semaforów i tarcze świetlne, różne powtarzające światła, odcinki izolowane, różnego typu przekaźniki itp. — wymagają produkcji różnych typów transformatorów, prostowników, przetwornic, rezerwowych zespołów benzynowo-elektrycznych, specjalnych tabel rozdzielczych itp.

Poza tym w elektrycznych urządzeniach bezpieczeństwa mają w szerokim zakresie zastosowanie akumulatory, różnego typu wyłączniki i przełączniki samoczynne i ręczne oraz przyrządy pomiarowe elektryczne stałe i przenośne. Ponadto są tu stosowane w szerokim zakresie normalne urządzenia silnoprądowe i teletechniczne.

Oprócz opisanych wyżej urządzeń sygnalizacyjnych, które omówiliśmy nieco szczegółowiej, a to ze względu na to, że nie były one dotychczas opisywane, znajdują natomiast obecnie szerokie zastosowanie, — wyrabiane są w kraju różnego rodzaju urządzenia alarmowe. Należą tu uniwersalne centrale alarmowe, urządzenia sygnalizacji przeciwpożarowej i przeciwwłamaniowej, urządzenia alarmowe przeciwnapadowe, urządzenia do sterowania na odległość wyłącznikami silnoprądowymi, urządzenia bramowe i inn. Bliższego opisu tych urządzeń jednakże ze względu na brak miejsca nie podajemy.

# **GRUPA TRAKCYJNA**

## 20 lat trakcji elektrycznej w Polsce

Prof. inż. R. Podolski

**Streszczenie.** Obecny stan trakcji elektrycznej w porównaniu do stanu z przed 20-tu laty. Rozwój istniejących sieci tramwajowych przy braku powstawania nowych oraz przyczyny tego stanu.

Przyczyny hamujące wprowadzenie napędu elektrycznego na kolejach podmiejskich i dojazdowych.

Pomyślne wyniki elektryfikacji ruchu podmiejskiego na liniach Węzła Kolejowego Warszawskiego. Widoki na szersze wprowadzenie trakcji elektrycznej na niektórych węzłach i liniach Kolei Państwowych.

W roku 1918, po zakończeniu wojny światowej i oswobodzeniu większości terytoriów Polski, trakcja elektryczna na obecnym obszarze Rzeczypospolitej reprezentowana była przez 11 przedsiębiorstw tramwajowych w tyłuż miastach (Bielsko-Biała, Bydgoszcz, Grudziądz, Inowrocław, Kraków, Lwów, Łódź, Poznań, Tarnów, Toruń i Warszawa) oraz dwa przedsiębiorstwa kolei dojazdowych: Łódzkie Wąskotorowe Elektryczne Koleje Dojazdowe i Koleje Elektryczne na Śląsku, wówczas jeszcze do Polski nie przyłączonym.

Większość tych przedsiębiorstw znajdowała się w stanie opłakany. Tory, sieć, wozy oraz inne urządzenia nie tylko że nie były w czasie wojny należycie utrzymane i odnawiane, lecz częstokroć wprost celowo przez okupantów niszczone, poszczególne zaś części systematycznie wywożone do Niemiec. Tak np. z samej Warszawy wywieziono nie tylko wszystkie zapasowe silniki, kable i przewody, ale poza tym wymontowano z wagonów motorowych i wywieziono 71 silników, zamieniające te wagony na doczepne; wykopano z ziemi 36 000 m kabli zasilających, zamieniono 10 000 m miedzianego przewodu jezdnego przewodami żelaznymi, pozdejmowano miedziane łączniki szynowe itp.

Oczywistym jest, iż wobec tak wielkich zniszczeń o rozbudowie w pierwszych paru latach nie mogło być mowy, a utrzymanie jakiego takiego ruchu wymagało ze strony personelu olbrzymich wysiłków. Dopiero po naprawieniu szkód i ogólnym uporządkowaniu przedsiębiorstw mogły one przystąpić do planowej rozbudowy i ulepszeń.

Aczkolwiek brak dostatecznie dokładnych danych statystycznych z 1918 r. uniemożliwia liczbowe zestawienie ówczesnego mienia tych przedsiębiorstw, to jednak można w tym celu posługiwać się danymi z 1921 r., które na pewno nie wiele od nich odbiegają.

Wymienionych 11 przedsiębiorstw tramwajowych posiadało w 1921 r. łącznie 341 km torów, 627 wozów silnikowych oraz 414 doczepnych. Wozy te przebiegły w r. 1921 ogółem 34,95 mil. wozów-km i przewiozły 262,85 mil. osób. Średni roczny przebieg wozu wynosił 33 400 km, przy czym na jeden wozów-km wypadało 7,6 osób, co dowodzi wielkiego przepełnienia.

Łódzkie Koleje Dojazdowe posiadały 57,28 km torów, 38 wozów silnikowych, 54 doczepnych osobowych i 48 towarowych i specjalnych. Wozy przebiegły 2 015 365 km i przewiozły 8,57 mil. osób. Co do elektrycznych kolei Śląskich, to trudno o bliższe dane o nich, gdyż stanowiły one wówczas jeszcze jedną całość z siecią obecnego Śląska Niemieckiego.

Doprowadziwszy, dzięki wielkim wysiłkom, urządzenia swe do porządku, większość przedsiębiorstw tramwajowych poczęła szybko się rozwijać, rozszerzając sieć torów — głównie w kierunku przedmieść, pozbawionych dotychczas racjonalnych środków komunikacji, zwiększając tabor, a równocześnie wprowadzając szereg ulepszeń technicznych. Ulepszenia te pozwoliły na znaczne zwiększenie średniej prędkości handlowej, która np. w Tramwajach Warszawskich wynosi już obecnie średnio 14,4 km/g. wobec 12—12,4 km/g w r. 1918, oraz na lepsze wyzyskanie taboru, zmniejszając równocześnie koszty utrzymania. Tak np. wzrósł średni roczny przebieg wozu z 33 400 km w 1921 r. do 46 600 km w 1938 r., czyli o 39,5%.

W opisywanym okresie nie powstało żadne nowe przedsiębiorstwo tramwajowe. Należy to przypisać nie tyle brakowi kapitałów, ile rozwojowi komunikacji autobusowej, która, jak wiadomo, przy słabym ruchu jest od tramwajowej ekonomiczniejsza, nadaje się więc bardziej od tramwajów do obsługi mniejszych miast.

Obecny stan oraz wyniki eksploatacyjne osiągnięte w 1938 r. wspomnianych 11 przedsiębiorstw tramwajowych łącznie przedstawia tabela I.

Tabela I.

		Przyrost od 1918 r. w %
Długość torów . . . (km)	594	+ 74
Liczba wagonów motorowych . . . . .	944	+ 50,5
Liczba wagonów doczepnych . . . . .	798	+ 93,0
Liczba przejechanych rocznie wagono-km . . (mil.)	81,526	+ 133,0
Liczba rocznie przewiezionych osób . . . . (mil.)	414,45	+ 56,0
Liczba osób na wagono-km	5,9	— 25,1
Wpływy eksploatacyjne (mil. zł.)	76,4	—
Wpływ na jedną przewiezioną osobę . . . . (zł.)	0,185	—
Wydatki eksploatacyjne (mil. zł.)	53,29	—
Spółczynnik eksploatacyjny	0,696	—

Co do elektrycznych kolei dojazdowych, to od r. 1918 powstały dwa nowe przedsiębiorstwa, a mianowicie Elektryczne Koleje Dojazdowe Sp. Akc. w Warszawie, eksploatujące linię Warszawa—Grodzisk, oraz Tramwaje Elektryczne w Zagłębiu Dąbrowskim, łączące się ściśle ze Śląskimi Kolejami Dojazdowymi, wydzielonymi po podziale Śląska z ogólno-śląskiej sieci kolei dojazdowych.

Stan elektrycznych kolei dojazdowych w Polsce oraz ich wyniki eksploatacyjne w r. 1938 podaje tabela II.

Tabela II.

Długość torów (km) . . . . .	322
Liczba wagonów motorowych osobowych . . . . .	161
„ „ doczepnych „ . . . . .	136
„ „ towarowych i specjalnych . . . . .	90
Przejechano wozów-km . . . . .	14 174 300
Przewieziono osób . . . . .	46 117 400
„ „ towarów . . . . . (t)	56 600
Osób na wagono-km osobowy . . . . .	3,56
Roczny przebieg wagonu (km) . . . . .	65 200
Wpływy eksploatacyjne . . . . .	13 541 800
Wydatki eksploatacyjne . . . . .	9 180 500
Spółczynnik eksploatacyjny . . . . .	0,676

Bezszynowe koleje elektryczne, czyli trolleybusy, dotychczas nie znalazły prawie w Polsce zastosowania poza krótkim odcinkiem próbnym w Poznaniu.

Sprawą wprowadzenia napędu elektrycznego na kolejach głównych zajęto się w Polsce już w 1919 r., kiedy utworzona została Międzyministerialna Komisja dla studiów nad elektryfikacją kolei głównych. Komisja ta — po przeprowadzeniu gruntownych badań — złożyła w 1922 r. memoriał, wykazujący, iż szereg linii kolejowych nadawałby się do natychmiastowej elektryfikacji, która, poza pokryciem kosztów kapitału, zapewniłaby poważne oszczędności eksploatacyjne. Niestety, brak kapitałów własnych oraz trudność zdobycia obcych stanęły na przeszkodzie realizacji uznanej za wskazaną elektryfikacji, wobec czego Ministerstwo Komunikacji powróciło do tej sprawy dopiero w 1931 r., kiedy stan robót przy przebudowie kolejowego węzła warszawskiego, dla którego od początku przewidziana była elektryfikacja, wymagał już pilnej decyzji co do systemu elektryfikacji oraz rozpoczęcia jej wykonania. Odnośny projekt został przyjęty przez Kolejową Radę Techniczną i zatwierdzony przez Ministra Komunikacji w lutym 1932 r. Na podstawie tego projektu została w 1933 r. zawarta z firmami angielskimi umowa na dostawę materiałów oraz na wykonanie robót elektryfikacyjnych 4 odcinków kolei państwowych, a mianowicie linii:

- 1) średnicowej, łączącej Warszawę Zachodnią z Warszawą Wschodnią o długości 7,46 km;
- 2) Warszawa Zachodnia — Żyrardów 41,0 km;
- 3) Warszawa Wschodnia — Otwock 22,8 km;
- 4) Warszawa Wschodnia — Mińsk Maz. 35,8 km.

Elektryfikacja dotyczy wyłącznie ruchu podmiejskiego, a jedynie na linii średnicowej pociągi dalekobieżne mają być przeciągane przez lokomotywy elektryczne.

Napęd elektryczny został uruchomiony na pierwszych odcinkach, tj. na linii średnicowej do Żyrardowa i do Otwocka, w grudniu 1936 r., a ostatnich w grudniu 1937 r.

Obecnie posiadają Polskie Koleje Państwowe 76 wagonów motorowych, 10 lokomotyw elektrycznych oraz 152 wagonów doczepnych. Tabor ten przewiózł w 1938 r. 45,4 mil. osób.

Tak się przedstawia obecny stan trakcji elektrycznej w Polsce. Jeżeli zastanowimy się nad widokami dalszego jego rozwoju, to dojść musimy do przekonania, iż wobec zaopatrzenia już większych miast w tramwaje elektryczne, powstawania nowych sieci tramwajowych w bliskiej przyszłości oczekiwać nie należy. Porównanie natomiast ilości rocznych przejazdów na mieszkańca z wynikami miast zachodu Europy dowodzi, iż istniejące u nas przedsiębiorstwa daleko jeszcze nie osiągnęły należytego rozwoju, że zatem muszą — w najbliższej już przyszłości — znacznie się jeszcze rozwinąć.

Tak więc np. wykazuje Warszawa w roku budżeto-

wym 1937-38 przy 1,25 mil. mieszkańców 226,34 mil. przejazdów w tramwajach, tj. 181 przejazdów na mieszkańca, oraz 22,21 mil. przejazdów w autobusach, tj. 17,76 przejazdów na mieszkańca, ogółem więc 198,76 przejazdów na mieszkańca. Łódź wykazuje tych przejazdów — 97, Lwów — 104, Poznań — 95, podczas kiedy w Berlinie przy 4,31 mil. mieszkańców było 1070,9 mil. przejazdów łącznie w tramwajach, kolei podziemnej i autobusach, czyli 232 przejazdów na mieszkańca. W Wiedniu przy 2,08 mil. mieszkańców było 512,6 mil. przejazdów, co wynosi 245 przejazdów na mieszkańca; w Budapeszcie przy 1,3 mil. mieszkańców — 376,78 mil. przejazdów, czyli 289 przejazdów na mieszkańca, w Monachium — przy 0,82 mil. mieszkańcach było 165,3 mil. przejazdów, czyli 206 przejazdów na mieszkańca itd.

Pomimo niewątpliwych postępów technicznych w wielu, zwłaszcza większych, przedsiębiorstwach i wprowadzenia szeregu ulepszeń, jest jeszcze w tym kierunku wiele u nas do zrobienia i należy jedynie ubolewać, że robi się stanowczo za mało. Tak np. nie wprowadzono, ani nawet nie próbowano, nigdzie w Polsce wprowadzić na większą skalę silników szeregowo - bocznikowych, próbowanych obecnie na całym świecie i szeroko stosowanych np. we Francji, gdzie pracują one doskonale, zapewniając nie tylko znaczne oszczędności energii, lecz poza tym dając bardziej równomierną prędkość, a skutkiem tego zwiększenie prędkości handlowej. Mało czyni się również w kierunku unowocześnienia budowy taboru, zmniejszenia ciężaru wozów, usprawnienia wsiadania i wysiadania. Tabor jest w znacznej już części przestarzały i gwałtownie domaga się odnowienia, zasilanie nie wszędzie jest należycie rozwiązane itd. Przypisać to należy w znacznej mierze złemu stanowi finansowemu oraz brakowi środków na wprowadzanie pożytecznych innowacji, ale poza tym także może pewnemu bezwładowi i brakowi dostatecznego zainteresowania postępowymi technikami trakcyjnej. Nie dość liczny — ze względów oszczędnościowych — personel techniczny, przeciążony codzienną pracą ruchową, nie jest często w stanie myśleć o postępowych i ulepszeniach oraz pracować nad nimi.

Jak już zaznaczyliśmy, brak u nas prawie całkowicie kolei bezszynowych — trolleybusów, tak bardzo rozpowszechniających się na całym świecie i zastępujących nieraz z powodzeniem tramwaje — tam, gdzie ruch nie jest dość silny, aby zapewnić tramwajom dostateczną rentowność. Przy takim ruchu trolleybusy w eksploatacji są tańsze zarówno od tramwajów, jak i od autobusów. Działalność autobusów jest więc ruch słaby, tramwajów — bardzo intensywny, trolleybusów zaś — pośredni. Poszczególnych linii, a nawet całych sieci, nadających się wybitnie dla ruchu trolleybusowego, mamy w Polsce zapewne sporo, należałoby więc popierać wszelkie próby szerszego ich zastosowania, a wówczas możnaby oczekiwać w bliskiej przyszłości znacznego rozwoju tego typu trakcji elektrycznej.

Co do kolei podmiejskich, to zachęcająco dla ich elektryfikacji winny by podzielać wyniki elektryfikacji ruchu podmiejskiego, osiągnięte na liniach Kolei Państwowych w węzle kolejowym warszawskim. O wzroście ruchu spowodowanym wprowadzeniem trakcji elektrycznej, a przewyższającym najbardziej optymistyczne nawet oczekiwania — w dwa lata 80% wobec 16% na liniach nie zelektryfikowanych — mówi obszernie w swym referacie \*) inż. S. Plewa k o. Dodamy więc tu tylko, iż koszty ru-

\*) Patrz str. 380 niniejszego zeszytu.

chowe trakcji elektrycznej zmniejszyły się równocześnie o 33% na t. km brutto, względnie o 33,3% na osobo-km i że podług obliczeń Biura Elektryfikacji, całkowita elektryfikacja ruchu podmiejskiego warszawskiego na liniach P. K. P. dałaby roczne oszczędności eksploatacyjne okragło 4 miliony złotych, a uwzględniając tylko 15% wzrost ruchu — roczne zwiększenie czystych dochodów — po odliczeniu kosztów kapitału — ok. 2,26 mil. zł. Podobne wyniki dają obliczenia dokonane dla szeregu linii podmiejskich, dla których projekty elektryfikacji były już dawno opracowane. Niestety, realizacji tych projektów stawał na przeszkodzie dotychczas również brak kapitałów.

Duży krok naprzód w kierunku elektryfikacji kolei głównych stanowi bezsprzecznie częściowa elektryfikacja warszawskiego węzła kolejowego. Chodzi tu wprawdzie prawie wyłącznie o ruch podmiejski, cały jednak projekt został tak opracowany i wykonany, iż elektryfikacja może być bez żadnych trudności rozszerzoną na cały ruch osobowy, przynajmniej do najbliższych parowozowni, a

typ obranych lokomotyw jest do takiego ruchu dostosowany.

Doświadczenie innych krajów uczy, iż najtrudniejsze jest przełamanie pierwszego oporu bezwładności i obaw przed „nowością“, i że po zelektryfikowaniu pierwszych odcinków dalsza elektryfikacja następuje już szybko. Tak było na całym świecie, tak też będzie napewno i w Polsce, jak tylko ogólna koniunktura pozwoli na zdobycie niezbędnych na szerszą elektryfikację kapitałów. Po za węzłem warszawskim szereg innych węzłów i linii wymaga już elektryfikacji dla sprawnego ich funkcjonowania, jak np. węzeł katowicki, krakowski, linia Kraków—Zakopane i inn.

Aczkolwiek więc w minionym dwudziestoleciu zrobiliśmy w Polsce w kierunku zastosowania trakcji elektrycznej może mniej, niż można było się spodziewać, to jednak czas ten nie został całkiem stracony, dalszy zaś, miejmy nadzieję, szybki już rozwój trakcji elektrycznej zyskał zdrowe i silne podwaliny.

## Podstawy naukowe graficznej metody obliczenia czasu jazdy dla pojazdów elektrycznych z silnikami szeregowo-bocznikowymi

Inż. Konstanty Romuald Chelmiński

*Zapotrzebowanie mocy przez pociąg, względnie lokomotywę lub wóz motorowy, jest tak zmienne, iż dla należytego zaprojektowania podstawy, sieci zasilającej i roboczej oraz obioru samych silników trakcyjnych nie wystarcza obliczenie ilości zużytej energii, lecz konieczne jest określenie przebiegu zapotrzebowania mocy w funkcji czasu i drogi, a zatem potrzebny jest dokładny wykres jazdy poszczególnych pociągów.*

*Jest to praca uciążliwa, wymagająca znacznej dokładności i sporo czasu, zwłaszcza jeżeli badana linia jest długa i gdy ma się do czynienia z kilkoma rodzajami pociągów.*

*Aczkolwiek więc istnieje cały szereg sposobów obliczania i sporządzania wykresów jazdy, tak analitycznych jak i wykresalnych — m. in. często stosowana i bardzo dokładna metoda wykresalna inż. Z. Grabińskiego, pozwalająca projektującemu obrać najbardziej mu odpowiadający sposób obliczania, — to zawsze pożądane będzie opracowanie każdej nowej praktycznej i dostatecznie dokładnej metody, gdyż zwiększy ona możliwość wyboru a tym samym ułatwi pracę.*

*Taką właśnie, teoretycznie zupełnie uzasadnioną, praktyczną i dokładną jest metoda wykresalna opracowana przez p. inż. K. R. Chelmińskiego, opisaną w niniejszym artykule.*

Prof. Inż. Roman Podolski.

**Streszczenie.** Wobec dużych trudności, związanych z tzw. teoretyczną jazdą po trasie przy projektach trakcyjnych, autor podaje wykresalną metodę wykonania tej jazdy.

### UWAGI WSTĘPNE.

Przy opracowywaniu projektów z trakcji elektrycznej stosunkowo najwięcej czasu wymaga tzw. teoretyczna jazda po trasie, potrzebna do sprawdzenia, czy obrane dla lokomotyw, względnie wozów motorowych, silniki są odpowiednie.

W tym celu musimy obliczyć następujące wielkości:

1) czas przejazdu na poszczególnych odcinkach trasy; mając ten czas, możemy ułożyć trakcyjny rozkład jazdy, obliczyć ilość potrzebnego taboru i stwierdzić, czy będzie osiągnięta wystarczająca szybkość handlowa;

2) zużycie energii elektrycznej między poszczególnymi stacjami; po obliczeniu tej wielkości możemy ustalić dzienne i roczne zużycie energii przez projektowany zespół trakcyjny, obliczyć zużycie energii na tono- i wagonokilometr, jak też obliczyć elektrycznie sieć roboczą — zasilającą i powrotną;

3) straty energii elektrycznej (ściślej: straty na ciepło Joule'a), pozwalającej określić tzw. „prąd zastępczy“, warunkujący nagrzewanie się i wyzyskanie poszczególnego silnika. Prąd zastępczy silnika jest prądem, który,

przepluwając w sposób ciągły przez silnik, wywoła w rezultacie takie nagrzanie, jakie w rzeczywistości silnik osiągnie przy pracy na wozie trakcyjnym, podczas jego jazdy na zadanej trasie.

Prąd zastępczy obliczamy wdg. wzoru:

$$J_z = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

gdzie:  $i$  — prąd chwilowy, przepływający przez silnik;  
 $T$  — całkowity czas jazdy zespołu trakcyjnego wraz z postojami.

Prąd zastępczy dobrze obranego silnika powinien być dla bezpieczeństwa nieco mniejszy od jego prądu ciągłego.

W celu określenia trzech wymienionych wyżej wielkości należy teoretycznie przejechać zadany profil danym składem pociągu tam i z powrotem, czyli określić prędkość, jaką posiadać będzie zespół trakcyjny w każdym miejscu profilu.

### PODSTAWY NAUKOWE METODY WYKRESLNEJ JAZDY (KIERUNKÓW WZAJEMNIE PROSTOPADŁYCH).

Poniżej podamy metodę wykresalną takiej teoretycznej jazdy, mającej zastosowanie zarówno przy silnikach

szeregowych prądu stałego, jak i przy silnikach szeregowo-bocznikowych.

Metoda ta powstała z wykreślnej interpretacji analitycznej metody jazdy i była wzorowana na znanych metodach wykreślnych\*).

Podstawowe równanie ruchu dla traktacji głosi:

$$F_k = W_n + M_n \frac{dv}{dt}$$

gdzie:  $F_k$  — siła pociągowa zespołu trakcyjnego (w kg) przy danej szybkości;

$W_n$  — siła oporu traktacji zespołu trakcyjnego (w kg) przy danej szybkości;

$M_n \frac{dv}{dt}$  — siła przyspieszająca na obwodzie kół (w kg), równa — zgodnie z zasadami mechaniki — iloczynowi z masy zespołu trakcyjnego przez przyspieszenie.

Oznaczmy:

wagę zespołu trakcyjnego wraz z obciążeniem przez

$G$  w tonach, zaś przyspieszenie  $\frac{dv}{dt}$  i  $g$  — w km/godz<sup>2</sup>,

wówczas otrzymamy:

$$M_n = \frac{1000 \cdot G \cdot 1000}{9,81 \cdot 3600^2} = \frac{G}{127}$$

Przy obliczaniu wielkości  $M_n \frac{dv}{dt}$  wprowadza się

zwykle do niej współczynnik korekcyjny, większy od jedności, uwzględniający wpływ mas obracających się w lokomotywie i w wagonach doczepnych. Wpływ ten przejawia się, jako dodatkowa siła, hamująca pociąg. Ten współczynnik bezwładności wirujących mas zespołu trakcyjnego w postaci:

$$K_n = 1 + \gamma$$

wprowadzamy do wagi pociągu i otrzymujemy fikcyjną wagę bezwładności pociągu w tonach:

$$G' = G(1 + \gamma)$$

zaś:

$$M_n = \frac{G'}{127} = \frac{G(1 + \gamma)}{127} = \frac{G}{\xi}$$

o ile:

$$\frac{127}{1 + \gamma} = \xi$$

Dla danego zespołu trakcyjnego  $\xi$  jest wielkością stałą. Podstawiając wartość na  $M_n$  do równania ruchu traktacji, mamy:

$$F_k = W_n + \frac{G}{\xi} \cdot \frac{dv}{dt}$$

lub

$$\frac{(F_k - W_n) \cdot \xi}{G} = \frac{dv}{dt}$$

Przechodząc do wartości skończonych przyrostów szybkości, możemy napisać:

$$\frac{(F_k - W_n)_{sr} \cdot \xi}{G} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Ponieważ:  $\Delta l = v_{sr} \cdot \Delta t$ , to podstawiając, mamy:

$$\frac{(F_k - W_n)_{sr} \cdot \xi}{v_{sr} \cdot G} = \frac{\Delta v}{\Delta l}$$

lub

$$\frac{F_p \cdot \xi}{G \cdot v_{sr}} = \frac{\Delta v}{\Delta l}$$

gdzie:  $F_{p\ sr} = (F_k - W_n)_{sr}$  — stała średnia siła przyspieszająca, oparta na założeniu stałego średniego przyspieszenia dla pewnych małych odstępów szybkości.

O ile wyrazimy:  $\Delta l$  w km, to otrzymamy:

$$f_p = \frac{F_{p\ sr}}{G} \text{ w kg/t, zaś } v_{sr} \text{ i } \Delta v \text{ w km/godz.}$$

Wówczas poprzednie wyrażenie otrzyma postać następującą:

$$\frac{f_p \cdot \xi}{v_{sr}} = \frac{\Delta v}{\Delta l}$$

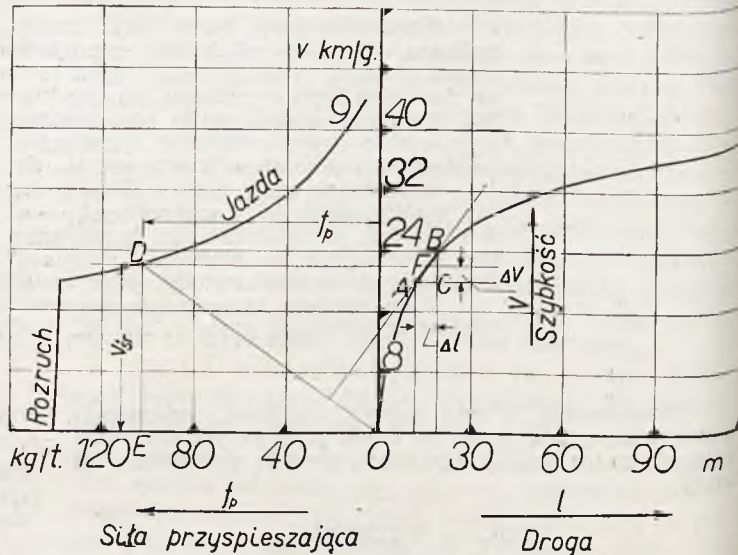
skąd

$$\xi \cdot \Delta l = \frac{\Delta v \cdot v_{sr}}{f_p} \dots \dots \dots (1)$$

Wyrażając w równaniu (1) wszystkie parametry w skali długości i eliminując czynnik  $\xi$  przez dobór poszczególnych jednostek skal (patrz niżej), możemy napisać:

$$\frac{\Delta l}{\Delta v} = \frac{v_{sr}}{f_p} \dots \dots \dots (2)$$

Równanie (2) jest podstawą metody wykreślnej, gdyż daje się ująć w postaci dwóch kierunków, wzajemnie prostopadłych jak to jest pokazane na rys. 1 w postaci układu scalonego: szybkość — droga oraz szybkość — siła przyspieszająca, który to układ obieramy za podstawowy w stosowanej metody wykreślnej.



Rys. 1. Graficzne ujęcie metody-rozruch i jazda zespołu trakcyjnego na poziomie.

Niech na rys. 1 dana będzie krzywa jezdna (9) zależności siły przyspieszającej od szybkości:  $f_p = f(v)$ .

Jeżeli weźmiemy pod uwagę pewien dostatecznie krótki przeciąg czasu  $\Delta t$ , podczas którego prędkość pojazdu zmieniła się od wartości  $v_A$  do  $v_B$ , uzyskując w ten sposób przyrost prędkości  $\Delta v = BC$ , to, jeżeli ten przyrost szybkości będzie dostatecznie mały, możemy założyć, że jednostkowa siła przyspieszająca pojazdu,  $f_p = \frac{OE}{v}$  w czasie  $t$  nie uległa zmianie i odpowiada prędkości średniej:

$$v_{sr} = v_D = \frac{v_A + v_B}{2} = DE$$

Prowadząc dowolną prostą, prostopadłą do promienia wodzącego  $OD$ , aż do przecięcia się z prostymi, równoległymi do osi odciętych (drogi) i odpowiadających

\*) Inż. Zbigniew Grabiński: Wykreślna metoda obliczania czasu jazdy pociągów elektrycznych, Przegł. Elektrot., zeszyt 16/1929 r., str. 479; Inż. Czesław Joworski: „Trasograf“, Przegł. Elektrot., zeszyt 23/1934 r., str. 748; Inż. B. N. Szirakogorow: „Osnowy elektrycznej tiagi“, Moskwa, 1934 r., str. 214.

szybkościom  $v_A$  i  $v_B$ , znajdujemy punkty  $A$  i  $B$ , należące do krzywej zależności szybkości od drogi:  $v = f(l)$ .

Wówczas drogę przebytą w czasie  $\Delta t$  charakteryzuje odcinek  $\Delta l = \overline{AC}$ .

Warunek prostopadłości  $AB$  do  $OD$ , w wykresnej metodzie jazdy, ma miejsce tylko wówczas, jeżeli jest spełnione równanie (2), czyli, gdy trójkąty  $ABC$  i  $DOE$  są podobne, a więc mają boki wzajemnie prostopadłe i, jak widać z rys. 1, zachodzi zależność:

$$\frac{\overline{AC}}{\overline{BC}} = \frac{\overline{DE}}{\overline{OE}}$$

albo:

$$\frac{\Delta l}{\Delta v} = \frac{v_{sr}}{f_p}$$

Położenie punktów  $A$  i  $B$  daje się więc ustalić graficznie; muszą one leżeć na prostej prostopadłej do promienia wodzącego  $OD$  i należą do krzywej zależności szybkości od drogi.

Ze względu na czynnik  $\xi$  w równaniu (1) skale poszczególnych jednostek nie mogą być założone dowolnie, lecz winny być odpowiednio dobrane.

- Zakładamy następujące skale w milimetrach:
  - sił przyspieszających na 1 tonę wagi pociągu  $f_p = 1 \text{ kg/t} = k \text{ mm}$ ;
  - szybkości  $v = 1 \text{ km/godz.} = p \text{ mm}$ ;
  - drogi  $l = 1 \text{ km} = s \text{ mm}$ .
- Podstawiamy wymiary skal do równania (2):

$$\frac{\Delta l \cdot s}{\Delta v \cdot p} = \frac{v_{sr} \cdot p}{f_p \cdot k}$$

lub

$$\frac{\Delta v \cdot v_{sr}}{f_p} = \frac{s \cdot k}{p^2} \cdot \Delta l \dots \dots \dots (3)$$

Porównując równania (1) i (3), widzimy, że

$$\frac{s \cdot k}{p^2} = \xi \dots \dots \dots (4)$$

Równanie skal (4) wskazuje, że z pośród trzech skal układu jedynie dwie mogą być założone dowolnie, trzecia zaś — winna być obliczona w stosunku do obranego silnika trakcyjnego.

**OPIS NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO WOZU ZASTOSOWANEGO W PRZYKŁADZIE OBJAŚNIAJĄCYM METODĘ.**

W celu uwidocznienia omawianej metody przejdźmy pewien odcinek trasy, którego profil przedstawiony jest na rys. 5.

Na rozpatrywanym szlaku porusza się wóz trolleybusowy, posiadający pojedynczy silnik szeregowo-bocznikowy prądu stałego. Charakterystyki jezdne silnika podane są na rys. 2; dane szczegółowe silnika są następujące:

- napięcie robocze linii 600 V;
- ciężar własny wozu 6,25 t;
- obciążenie wozu 2,35 t;
- przyspieszenie rozruchu 1,5 m/sek<sup>2</sup>;
- opóźnienie hamowania 1,7 m/sek<sup>2</sup>.

Dane silnika:

- Godzinne: 73 KM; 1 200 obr./min.; 103 A; 600 V;
- ciągle: 56 KM; 1 350 obr./min.; 78 A; 600 V;
- opór wewnętrzny silnika  $r_s = 0,6 \Omega$
- Przekładnia 10:1;
- średnica koła jezdnego 950 mm.

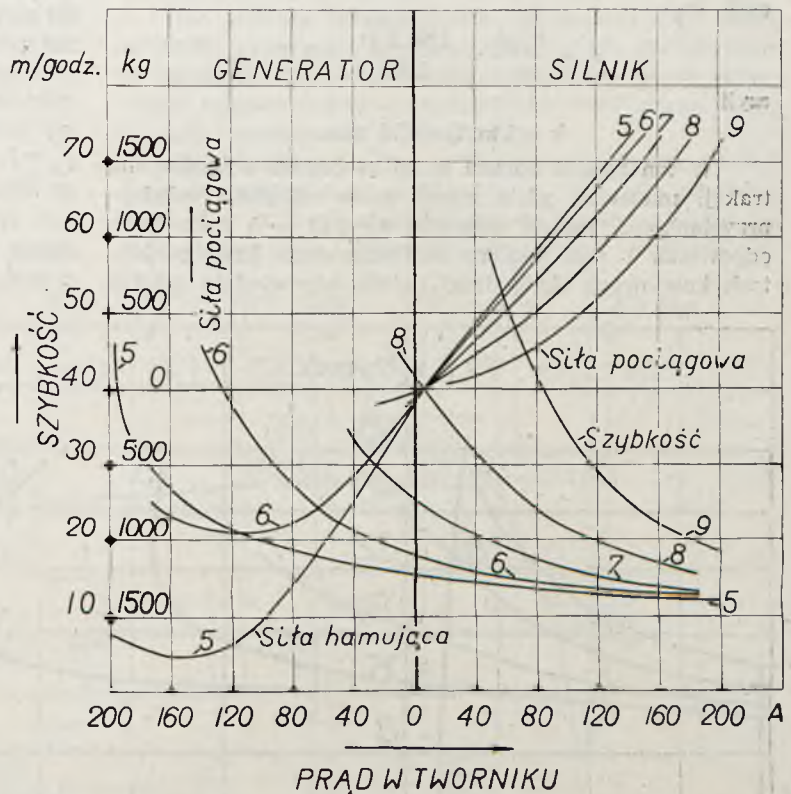
Wóz posiada dwa hamulce mechaniczne i dwa elektryczne — odzyskiwania energii i zwarcioowy. Może on być zahamowany na drodze 6 m. Graniczna osiągalna szybkość trolleybusu wynosi 50 km/godz. Obiór silnika szeregowo-bocznikowego umożliwia odzyskiwanie energii, traczonej podczas rozruchu i hamowania. Silnik ten, pracując przy odzyskiwaniu energii, posiada moment hamujący mało zmieniający się przy zmianie prędkości, wobec czego hamowanie z odzyskiwaniem zachodzi bardzo łagodnie i wymaga małej liczby kontaktów nastawnika, czemu sprzyja również stromość charakterystyk jezdnych obranego silnika.

Nastawnik posiada 9 pozycji roboczych, 1 pozycję hamowania zwarciowego i 1 pozycję zerową.

Pozycji 5 nie używa się, jako jezdnej, ponieważ obwód wzbudzenia bocznikowego (100% pola bocznikowego) posiada wówczas maksymalny prąd; służy ona wyłącznie (ze względu na znaczną stromość) do odzyskiwania energii poniżej szybkości 20 km/godz., gdyż przy wyższych szybkościach uzyskuje się zbyt duże opóźnienie hamowania, niemiłe dla jadących.

Z wyżej omówionych powodów ustalono, jako najmniejszą szybkość jezdną, pozycję 6; pozycje 7 i 8 są przejściowymi szybkościami jezdnymi wozu. Pozycja 9 nastawnika wyłącza całkowicie wzbudzenie bocznikowe (0% pola bocznikowego) i silnik porusza się po charakterystyce szeregowej, odpowiadającej maksymalnej szybkości jezdnej.

Do odzyskiwania energii służą głównie pozycje 6 i 5. Dłuższy okres odzyskiwania zachodzi na pozycji 6, przy szybkościach od 45 — 20 km/g., zaś przy 20 km/g. nastawnik automatycznie przerzuca na pozycję 5, gdzie odzyskiwanie zachodzi do 16,4 kg/g. — która to szybkość stanowi granicę hamowania z odzyskiwaniem energii.



Rys. 2. Charakterystyka szeregowo-bocznikowego silnika trolleybusowego prądu stałego, „Alsthom T. S. 505”, o mocy 73 KM i napięciu 600 V.

Poniżej tej szybkości układ odzyskiwania energii samoczynnie przerywa się, włącza się zaś automatycznie układ hamowania zwarciovego — wskutek zadziałania przełącznika spolaryzowanego, którego działanie zależy nie tylko od wielkości, lecz i od kierunku prądu. Układ hamowania zwarciovego działa tylko na jednym stopniu z załączonym dużym oporem i obniża szybkość jezdną do 7 km/g., po czym — hamulcem nożnym: pneumatycznym lub też ręcznym — dokończa się hamowanie, aż do całkowitego zatrzymania pojazdu.

#### USTALENIE SKAL SZABLONU PORUSZANEGO.

Zorientowawszy się w napędzie elektrycznym wozu, przechodzimy z kolei do ustalenia skal, czyli tzw. szablonu poruszanego, którego budowa omówiona jest niżej.

Zakładając współczynnik, uwzględniający wpływ mas obracających się wozu  $\alpha = 1,08$ , obliczamy ciężar bezwładności:

$$G' = 6,25 \cdot 1,08 + 2,35 = 9,1 \text{ t,}$$

wówczas mamy:

$$K_n = 1 + \gamma = \frac{G'}{G} = \frac{9,1}{8,6} = 1,06;$$

$$\xi = \frac{127}{1 + \gamma} = \frac{127}{1,06} = 120.$$

Chcąc wykonać jazdę wykreślnie, obieramy z góry skalę drogi  $l$ , oraz szybkości  $\Delta v$  i  $v_{sr}$ . Ażeby więc otrzymać wykres  $v = f(l)$  w żądanej skali dla  $l$  i  $v$ , należy najpierw obliczyć skalę dla sił przyspieszających  $f_p$ .

Zakładamy skalę:

$$\begin{aligned} \text{drogi } l & \quad s = 1 \text{ km} = 1000 \text{ mm;} \\ \text{szybkości } v & \quad p = 1 \text{ km/godz.} = 2,5 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Obliczamy z równania (4) skalę sił przyspieszających ( $f_p$ )

$$k = \frac{\xi \cdot p^2}{s} = \frac{120 \cdot 2,5^2}{1000} = 0,75$$

czyli

$$k = 1 \text{ kg/t} \equiv 0,75 \text{ mm.}$$

W ten sposób obrane skale są bardzo wygodne dla trakcji miejskiej, gdzie mamy małe odległości między przystankowe, zaś na wykresie  $v = f(l)$  — 1 metr trasy odpowiada 1 mm papieru milimetrowego. Przy projektach kolejowych skalę drogi należy odpowiednio założyć

mniejszą, uwzględniając rozwijane szybkości oraz posiadane siły przyspieszające na 1 tonę wagi pociągu.

#### BUDOWA SZABLONU PORUSZANEGO.

Ażeby przystąpić do zastosowania metody przy pracy, czyli wykonania wykresu  $v = f(l)$  na zadanym profilu, sporządzamy wykres zależności siły pociągowej od prędkości  $f_k = f(v)$  poszczególnych charakterystyk jezdnych obranego silnika, w kg na tonę wagi zespołu trakcyjnego (rys. 3).

Gdyby wóz motorowy posiadał  $n$  silników, przełiczamy charakterystyki jezdne według wzoru:

$$f_k = \frac{F_k}{G} = \frac{F_k}{n} \cdot \frac{n}{G} = F'_k \cdot \frac{n}{G},$$

gdzie:

- $f_k$  — siła pociągowa pociągu w kg/t;
- $F'_k$  — siła pociągowa silnika pojedynczego w kg/pociąg;
- $F_k$  — całkowita siła pociągowa w kg;
- $G$  — waga pociągu z obciążeniem.

Na tym samym wykresie rysujemy krzywą zależności oporu trakcji pociągu na poziomie w funkcji szybkości —  $r = f(v)$  w kg/t.

Odcinki rzędnych, zawarte pomiędzy krzywymi  $f_k = f(v)$  i  $r = f(v)$ , stanowią siłę przyspieszającą ( $f_p$  względnie — opóźniającą ( $f_o$ ), jaką posiada zespół trakcyjny na poziomie, poruszający się z daną szybkością.

Należy zauważyć, że przy odzyskiwaniu energii, mamy siłę opóźniającą, będącą sumą siły pociągowej i oporu trakcji na poziomie w zależności od prędkości.

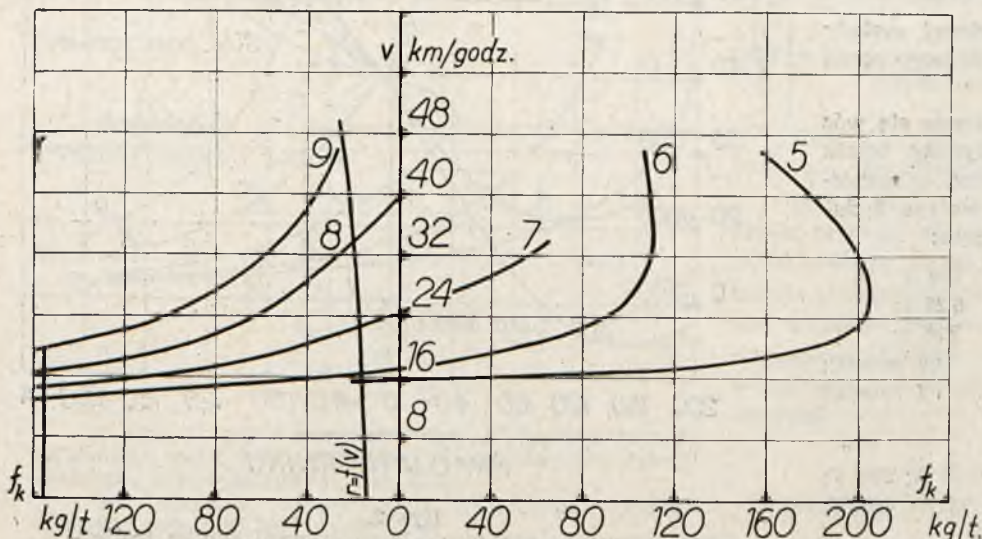
Mając wykonany wykres zależności siły pociągowej w zależności od prędkości dla poszczególnych krzywych jezdnych obranego silnika i wrysowaną na tymże wykresie zależność siły oporu trakcji od prędkości, oraz stosując przy tym obrane skale i pamiętając, że siły winny być wzięte w kg. na tonę wagi zespołu trakcyjnego, odmierzamy odnośne rzędne z wykresu rys. 3 i sporządzamy nowy wykres (rys. 4) zależności siły przyspieszającej  $f_p = f(v)$  dla poszczególnych krzywych jezdnych obranego silnika.

Krzywe te buduje się dla poziomu, ponieważ wzniesienia i spadki zostają uwzględnione przy stosowaniu metody podczas pracy, jak to zobaczymy poniżej.

Otrzymane zależności  $f_p = f(v)$  winny być, dla wygody stosowania ich w metodzie wykreślnej, wykreślone w ten sposób, żeby za oś rzędnych była przyjęta szybkość  $v$  w km/godz. za oś zaś odciętych — siła przyspieszająca (względnie opóźniająca)  $f_p$  w kg/t ciężaru pociągu.

Skale krzywych  $f_p = f(v)$  nie mogą być zmienione i winny być zachowane z poprzedniego wykresu.

Na tym samym wykresie rysujemy wielkość siły oporu trakcji i siły przyspieszającej przy rozruchu w zależności od prędkości, przy czym przyjmuje się — dla uproszczenia — siłę pociągową przy rozruchu, jako wielkość stałą, przy śred-



Rys. 3.  
Wykres zależności siły pociągowej od prędkości.

niej szybkości pociągu za czas rozruchu.

W przypadku większych rozpiętości różnic szybkości początkowej i końcowej rozruch i hamowanie wozu najlepiej uskutecznić przy zastępczych wartościach sił przyspieszających (względnie opóźniających), w zależności od prędkości.

W celu ustalenia tych wartości, przejeżdżamy pewien odcinek trasy na poziomie i obliczamy analitycznie czas trwania rozruchu na poszczególnych kontaktach jezdnych, biorąc przy tym tak małe przyrosty szybkości, aby obliczenia były wystarczająco dokładne.

Mając całkowity czas rozruchu oraz analogicznie obliczony czas hamowania, jak również całkowity przyrost szybkości, obliczamy zastępczą siłę przyspieszającą rozruchu, względnie siłę opóźniającą hamowanie. Obliczamy ją według wzoru:

$$F_{\text{zast. wozu}} = \frac{W'}{g} \cdot \frac{\Sigma \Delta v}{\Sigma \Delta t}$$

gdzie:

- $\Sigma \Delta v$  — całkowity przyrost szybkości;
- $\Sigma \Delta t$  — całkowity czas trwania rozruchu, względnie hamowania na poziomie.

Jednocześnie obliczamy średni prąd rozruchu, względnie prąd odzyskany przy hamowaniu wg wzoru:

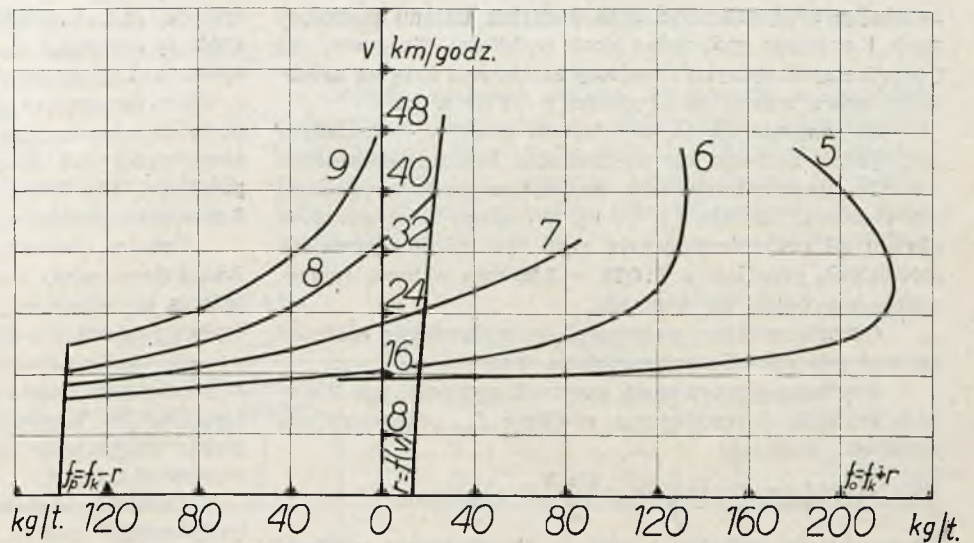
$$J_{\text{sr}} = \frac{\Sigma J \Delta t}{\Sigma \Delta t}$$

Prąd ten jest nam potrzebny do późniejszego obliczenia zużycia energii oraz do obliczenia prądu zastępczego.

Na skutek krótkotrwałych przebiegów rozruchu i hamowania możemy przyjąć:

$$\frac{\Sigma J_{\text{sr}}^2 \cdot \Delta t}{\Sigma \Delta t} \approx J_{\text{sr}}^2$$

Wartości zastępcze obliczamy na całkowitą wagę wozu, stosując jednak je w metodzie wykresnej, bierze-



Rys. 4. Wykres tzw. poruszany, zależności siły przyspieszającej (względnie opóźniającej) od prędkości.

my odnośne wartości, zgodnie z założeniem metody, liczone na 1 tonę ciężaru wozu.

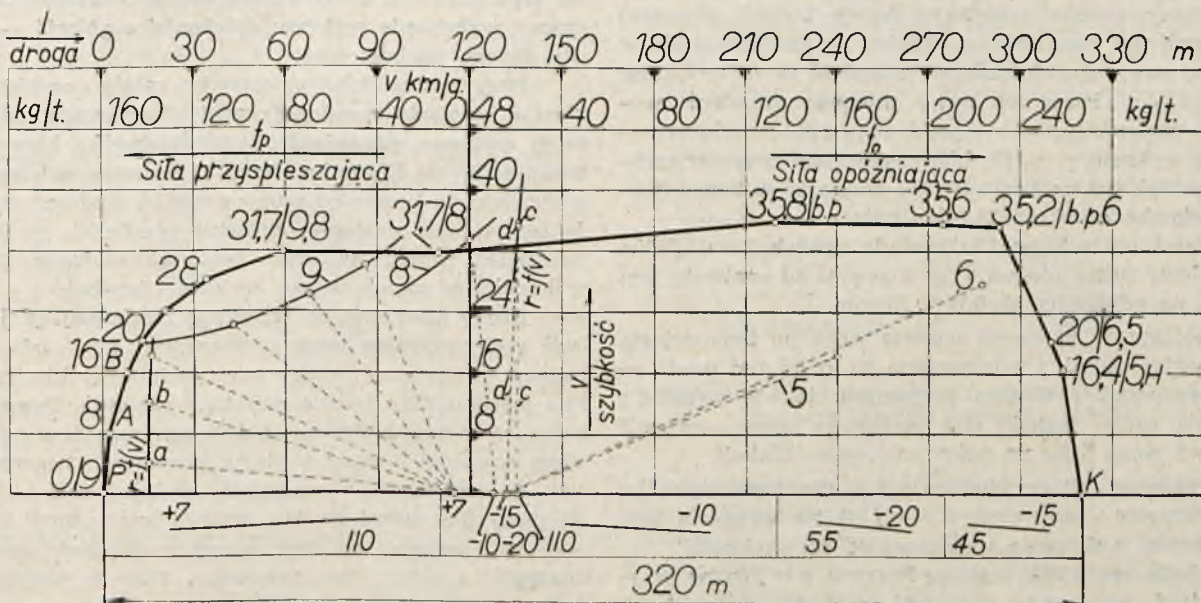
Wykres zależności sił przyspieszających od szybkości, wraz z krzywą rozruchu, kopiujemy na karton lub dyktę i wycinamy szablon. Osobno sporządzamy szablon krzywej oporu trakcji w zależności od prędkości. Oba szablony winny nam dawać obraz wykresu, pokazanego na rys. 4; jest to tzw. wykres poruszany.

ZASTOSOWANIE METODY W PRAKTYCE.

Mając wykonane szablony, możemy przystąpić do jazdy na zadanej trasie. Samą jazdę najlepiej będzie poznać na przykładzie pokazanym na rys. 5.

Na papierze milimetrowym, w obranej skali drogi, rysujemy profil rozpatrywanej trasy w ten sposób, żeby oś odciętych charakteryzowała długość. Na trasie zaznaczamy miejsca charakterystyczne, jak: wzniesienia, spadki, łuki, ograniczenia szybkości itp.

Na początku profilu, w pewnym oddaleniu, wzdłuż drogi kładziemy szablon  $f_p = f(v)$  — osią siły przyspieszającej w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu zespołu trakcyjnego. Obrysowujemy kontur szablonu, za-



Rys. 5. Przykład zastosowania metody wykresnej jazdy w terenie.



znacząc linię rozruchu oraz początek układu współrzędnych i opisując współrzędną skali szybkości. Na prawo od początku współrzędnych rysujemy szablonem krzywą zależności oporu trakcji od prędkości  $r = f(v)$  w kg/t.

Ze względu na to, że rozruch wozu w omawianym przykładzie zachodzi nie na poziomie, lecz na wzniesieniu  $i = 7\text{‰}$ , jednostkowa siła przyspieszająca, wrysowana dla poziomu, zmaleje o  $i = 7$  kg. Winniśmy więc początek układu sił przyspieszających, czyli tzw. *biegun promieni wodzących*, przenieść o  $7 \cdot 0,75 = 5,25$  mm w lewo, zaznaczając ten punkt na wykresie.

Obecnie możemy przystąpić do wykreślenia zależności  $v = f(l)$  dla obranego odcinka trasy.

Bierzemy pewien mały przyrost szybkości np.  $\Delta v = 8$  km/godz. i znajdujemy wielkość  $f_p$ , odpowiadającą szybkości średniej:

$$v_{sr. 0-8} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{0 + 8}{2} = 4 \text{ km/godz.}$$

Łącząc koniec wektora (punkt  $a$ ), określającego wielkość  $f_p$ , z biegunem  $0_{+7}$ , prowadzimy promień wodzący  $a 0_{+7}$ , zaś z punktu  $P$  — początku układu współrzędnych wykresu  $v = f(l)$  — prowadzimy prostopadłą do tego promienia, aż do punktu  $A$ , czyli szybkości 8 km/godz.

Następnie bierzemy dalszy przyrost szybkości np.  $\Delta v = 8$  km/godz. Średnia szybkość przyspieszająca  $f_p$ , odpowiadająca temu przyrostowi szybkości, wyniesie, oczywiście,

$$v_{sr. 8-16} = v_A + \frac{\Delta v}{2} = 8 + \frac{8}{2} = 12 \text{ km/godz.}$$

Prowadząc, jak poprzednio, promień wodzący  $b 0_{+7}$  oraz prostopadłą do niego przez punkt  $A$ , znajdujemy koniec krzywej  $v = f(l)$  w punkcie, odpowiadającym szybkości 16 km/godz. (punkt  $B$ ).

Postępujemy analogicznie dalej, lecz osiągając krzywą jezdną szeregową (9), musimy brać mniejsze przyrosty szybkości — takie, jak w przykładzie wykonanym, tj. co 2 km/godz.

Gdy osiągniemy szybkość 31,7 km/godz., przechodzimy na następną charakterystykę jezdną (8). Dla tej szybkości wielkość siły przyspieszającej na wzniesieniu  $i = 7\text{‰}$  jest równa zeru, wóz więc będzie poruszał się dalej z szybkością ustaloną, aż do końca pierwszego elementu profilu.

Następny element profilu posiada spadek  $i = -10\text{‰}$ . Znajdujemy przede wszystkim nowy biegun promieni wodzących dla tego spadku. Winien on znajdować się w prawo od zerowego położenia, na odległość  $10 \cdot 0,75 = 7,5$  mm (punkt  $0_{-10}$ ). Przez ten nowy biegun promieni wodzących prowadzimy — w sposób poprzednio omówiony — budowę wykresu  $v = f(l)$ , biorąc następny przyrost szybkości, jednak już na krzywej (8) i osiągając w końcu drugiego odcinka szybkość 35,8 km/godz.

Trzeci odcinek profilu posiada spadek  $i = -20\text{‰}$ . Znajdujemy nowy biegun  $0_{-20}$  w prawo od zerowego położenia, na odległość  $20 \cdot 0,75 = 15$  mm.

Załóżmy, iż w chwili wejścia wozu na ten odcinek, wyłączyliśmy silnik i wóz porusza się dalej bez prądu — siłą bezwładności. W tym przypadku, jak to wynika z równania ruchu trakcji, siła pociągowa wozu —  $F_k = 0$  siła żywa wozu idzie na pokonanie oporu trakcji.

Wykresem sił przyspieszających dla tego wypadku będzie krzywa oporu trakcji  $r = f(v)$  na wykresie tzw. poruszonym, ułożona na prawo od osi szybkości.

Z kolei omówimy budowę krzywej  $v = f(l)$ , w przypadku jazdy bez prądu. Ponieważ szybkość, w chwili początkowej wyłączenia silnika, wynosiła 35,8 km/godz., to zakładając ujemny przyrost szybkości (obniżenie szybko-

ści) do 35,6 km/godz., czyli  $\Delta v = -0,2$  km/godz., dla średniej szybkości  $v_{sr.} = 35,7$  km/g., znajdujemy wielkość oporu trakcji na krzywej  $r = f(v)$ . Niech będzie to punkt  $c$ , który łączymy promieniowo z biegunem  $0_{-20}$  i do tego promienia prowadzimy prostopadłą, przez końcowy punkt zbudowanej już krzywej  $v = f(l)$ , czyli odpowiadającą prędkości 35,8 km/g. Jak wynika z wykresu, na końcu 3 elementu profilu wóz osiąga szybkość 35,6 km/g.

Ostatni element profilu posiada spadek  $i = -15\text{‰}$ . Znajdujemy nowy biegun  $0_{-15}$  w prawo od zerowego położenia na odległość  $15 \cdot 0,75 = 11,25$  mm. Ponieważ trolejbus posuwa się dalej bez prądu, to zakładając  $\Delta v = -0,4$  km/g., znajdujemy  $v_{sr.} = 35,4$  km/g., której to szybkości odpowiada punkt  $d$ , na krzywej oporu trakcji. Łączymy ten punkt z biegunem  $0_{-15}$  i w sposób analogiczny znajdujemy punkt na trasie, gdzie szybkość wozu wynosi 35,2 km/g.

Ostatnim etapem ruchu wozu jest hamowanie z odzyskiwaniem energii, zwarciowe i mechaniczne. Ażeby znaleźć punkt początku hamowania, budujemy wykres od końca.

Z konstrukcji wozu wiemy, że hamowanie z odzyskiwaniem energii dochodzi do szybkości 16,4 km/g., po czym wóz, przy pomocy hamulców, zostaje zatrzymany na długości ok. 6 m przy opóźnieniu hamowania  $a = 1,7$  m/sek.<sup>2</sup>. Mamy więc punkt krzywej, odpowiadający prędkości zatrzymania wozu 16,4 km/godz. Poczynając od 16,4 km/g. do 20 km/g., wóz porusza się po krzywej (5) odzyskiwania energii. Znajdujemy dla szybkości  $v_{sr.} = 18,2$  km/g. punkt na krzywej (5), łączymy ten punkt z biegunem  $0_{-15}$  i prowadzimy prostopadłą przez punkt 16,4 drogi hamowania, aż do chwili, gdy prosta ta osiągnie prędkość 20 km/g.

Dalej wóz hamuje z odzyskiwaniem energii na krzywej (6). Bierzemy dostatecznie duży przyrost szybkości, ze względu na stromy przebieg hamowania i znajdujemy punkt, odpowiadający średniej szybkości hamowania na tej krzywej. Będzie nim punkt, odpowiadający średniej szybkości 27,6 km/g., znajdujący się na krzywej (6). Łączymy ten punkt z biegunem  $0_{-15}$  i prowadzimy prostopadłą przez punkt odpowiadający szybkości 20 km/g. drogi hamowania, aż do chwili, gdy prosta ta osiągnie prędkość 35,2 km/g, będącą początkiem hamowania z odzyskiwaniem energii, ponieważ krzywa jazdy bez prądu przecina się z krzywą hamowania. Jednocześnie kończymy wykonanie wykresu zależności *szybkość — droga* dla danego odcinka trasy.

Przy wszystkich wykresach należy pamiętać, że *chwila szybkości ustalonej zachodzi wówczas, gdy promień wodzący, poprowadzony przez odnośny biegun, jest prostopadły do kierunku drogi*. O ile zmuszeni będziemy prowadzić na prawo od pionu promień wodzący, wskazuje to, że musi nastąpić obniżenie prędkości, ze względu na ciężki profil; na lewo zaś poprowadzony promień wskazuje, że mamy wzrost szybkości jezdnej.

Drogę powrotną na tej samej trasie najlepiej odbywać pod wykresem jazdy w kierunku „tam“, odwracając papier milimetrowy, ażeby mieć zachowany kierunek ruchu papieru przy jeździe metodą wykreślną. Pozbywa się przez to nieuniknionych omyłek, związanych z odwracaniem prawideł metody jazdy w kierunku wstecznym.

Po wykonaniu — w podany wyżej sposób — wykresu jazdy dla całego profilu zadanej trasy „tam“ i „z powrotem“, możemy obliczyć wszystkie wielkości nas interesujące, a więc: czas przejazdu, zużycie energii elektrycznej oraz prąd zastępczy.

W tym celu zestawiamy otrzymane wyniki jazdy w podaną poniżej tabelę. Dane do tabeli obliczamy tak, jak

przy metodzie analitycznej, przy czym punktem wyjścia dla nas będzie przyrost drogi  $\Delta l$  w funkcji przyrostu szybkości  $\Delta v$ . Czas  $\Delta t$  obliczamy z równania:

$$\Delta t \text{ (sek.)} = \frac{\Delta l}{v_{sr}} \left( \frac{m}{m/\text{sek.}} \right)$$

Wartości prądu  $I_{sr}$  dla odpowiednich średnich wartości prędkości bierzemy z charakterystyk jezdnych obranego silnika (rys. 6).

ko w dwóch wariantach przejazdu w pobliżu przystanków.

Metoda niniejsza została opracowana w Katedrze Kolejnictwa Elektrycznego Politechniki Warszawskiej, której Kierownikowi Panu Prof. Inż. Romanowi Podolskiemu składam serdeczne podziękowanie za podzielenie się ze mną szeregiem cennych poglądów na sprawy w niej poruszane oraz za zachętę do jej wykonania.

Trolleybusy .....

Tabela.

Odcinek Nr. ....

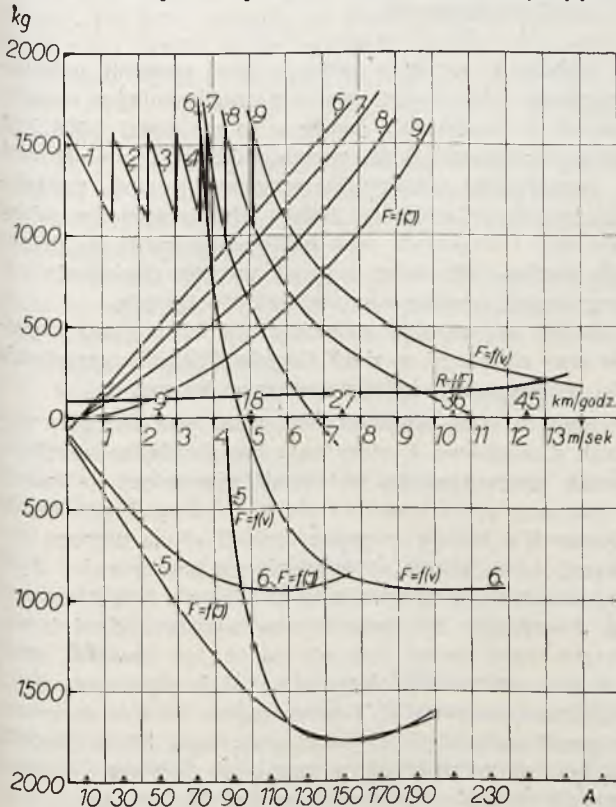
Od ul. .... do ul. .... Trasa .....

Kontakt	S z y b k o ś ć				Prąd pobrany $I_{sr}$ amp.	Prąd odzyskany $I_{sr}$ amp.	Wzniesienie i spadek $i$ ‰	Czas $\Delta t$ sek.	Droga		Pobrane $I_{sr} \cdot \Delta t$ amp. sek.	Odzyskane $I_{sr} \cdot \Delta t$ amp. sek.	$I_{sr}^2 \Delta t$ amp. <sup>2</sup> sek.
	$U_1$	$U_2$	$U_{sr}$	$U_{sr}$					$\Delta l$	$\Sigma \Delta l$			
	km/g	km/g	km/g	m/sek.	m	m							

W celu dokładnego odczytywania wartości szybkości ustalonych dla poszczególnych krzywych jezdnych, w zależności od zmiany terenu, ustalamy wykres pokazany na rys. 7.

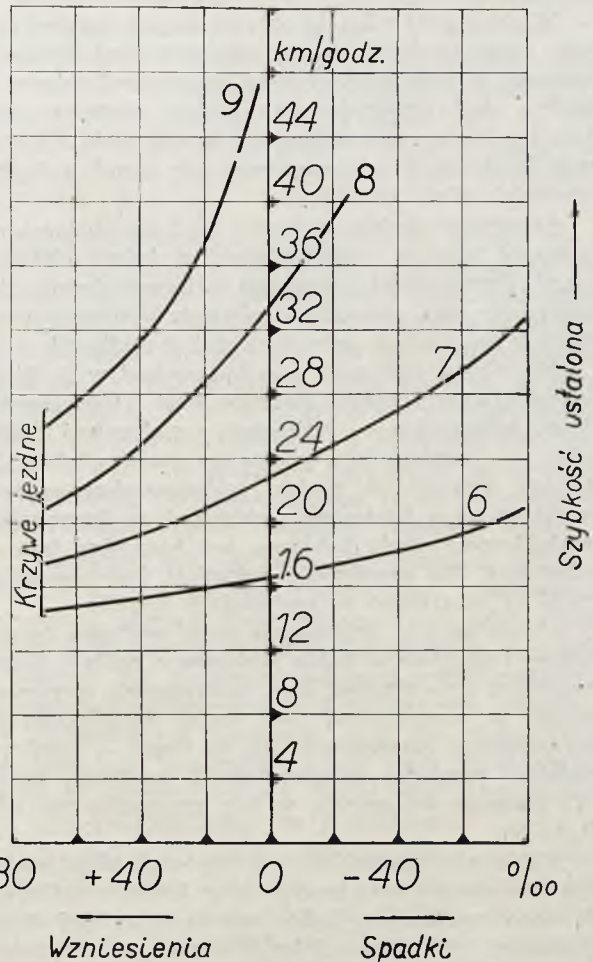
ZAKOŃCZENIE.

Na zakończenie należy zaznaczyć, że metoda wykreślna jazdy kierunków wzajemnie prostopadłych jest bardzo przejrzysta i łatwa w użyciu. Nadaje się ona do wszelkich projektów trakcyjnych i wprowadza duże ułatwienie wtedy, gdy mamy dany profil przejechać tym samym składem pociągu z uwzględnieniem postojów, lub bez, gdyż wtedy całe przebiegi między stacjami możemy w obu alternatywach pozostawić bez zmiany rysując tyl-



Rys. 6.

Wykres zależności siły pociągowej i prądu od prędkości obranego silnika.



Rys. 7.

Szybkość ustalona na różnych poziomach poszczególnych charakterystyk obranego silnika.

Szczególna moja wdzięczność należy się ponadto Panu Inż. Zbigniewowi Grabińskiemu za wskazówki i pomoc w opracowaniu metody, zaś Panu Mirosławowi Słonimskiemu — za przejrzyste i staranne wykonanie rysunków.

## Zasilanie sieci tramwajowej w Warszawie

Dr inż. Stanisław Wachowski  
Inżynier Tramwajów i Autobusów m. st. Warszawy

**Streszczenie.** Sieć tramwajowa w Warszawie zasilana jest z elektrowni tramwajowej i trzech podstacji. Elektrownia zasilą śródmieście w układzie trójprzewodowym, podstacje zasilają przedmieścia w układzie dwuprzewodowym. Na dwóch podstacjach zainstalowano prostowniki żelazne a na trzeciej — szklane. Autor porównuje pracę obu typów prostowników i podaje zasadę działania niektórych urządzeń, jak np. zapłonu lamp i aparatury prób na zwarciu w kablach.

Eksploatacja w pierwszym dziesięcioleciu do 1923 roku przedsiębiorstwa „Tramwaje i Autobusy m. st. Warszawy“ przez Miasto przyniosła w wyniku nie tylko naprawę i uzupełnienie urządzeń zdewastowanych przez okupantów w okresie ich gospodarki od 1916 roku do 11 listopada 1918 roku, lecz również i znaczną rozbudowę sieci tramwajowej, wywołanej rozbudową Warszawy.

Do roku 1928 całą sieć tramwajową zasilala elektrownia przy ul. Przyokopowej prądem stałym o napięciu 600 V na szynach zbiorczych w układzie dwuprzewodowym.

W zimie 1928 roku, w okresie dużych zamieci śnieżnych, powstały trudności w zasilaniu sieci trakcyjnej. Trudności te były spowodowane w znacznej mierze rozległością sieci tramwajowej i dużym wzrostem gęstości ruchu. Wobec przewidywanej dalszej rozbudowy sieci zaszła konieczność zdecydowania, jak zagadnienie to w przyszłości należy rozwiązać.

Pierwotny projekt zasilania sieci na obszarze całej Warszawy wraz z przedmieściami z jednej elektrowni przy ul. Przyokopowej systemem trójprzewodowym został zaniechany, jako gospodarczo nieusprawiedliwiony, a technicznie nasuwający duże trudności w realizacji.

Na wiosnę 1929 roku przyjęto projekt prof. Romana Podolskiego podziału zasilania sieci tramwajowej na rejon: śródmieście — zasilanego z elektrowni i przedmieść — zasilanych z podstacji prostowników. Projekt ten wykazał, że system trójprzewodowego zasilania, licząc się z istnieniem elektrowni na Przyokopowej i rozbudowaną siecią kablową, jest korzystny tylko dla śródmieścia, dla przedmieść natomiast jest niewłaściwy. Wyniki te otrzymano w następujący sposób:

zakładając dla śródmieścia układ zasilania dwuprzewodowy i przyjmując kable powrotne o ogólnej długości, wynoszącej 60% długości kabli zasilających, otrzymano z obliczeń w wewnętrznej sieci torów rozgałęzionych — przy założeniu odizolowania ich od ziemi — różnice potencjałów pomiędzy poszczególnymi punktami powyżej 7 V; przepisy dopuszczają w tym przypadku nie więcej niż 2,5 V.

Zakładając natomiast dla śródmieścia układ zasilania trójprzewodowy i przyjmując, przy kablach zasilających tak samo rozłożonych, kable zerowe o ogólnej długości wynoszącej 10% długości kabli zasilających, otrzymano różnice potencjałów poniżej 2,5 V.

Ponieważ obecnie w rejonie śródmieścia, zasilanym przez elektrownię systemem trójprzewodowym, długość kabli zasilających wynosi około 142 km, a zerowych 17,2 km — system ten daje oszczędności w zainwestowanym kapitale, w sieci kablowej wynoszące powyżej zł 2 700 000.

Zastosowanie w obecnych warunkach, przy niezbyt jeszcze rozbudowanej sieci, systemu trójprzewodowego zasilania w rejonach podstawowych nie daje korzyści gospodarczych, a nawet przeciwnie, wskutek konieczności zwiększenia ilości punktów zasilających, po-

ciąga za sobą konieczność znacznego zwiększenia ogólnej długości kabli.

Realizując projekt rozbudowy sieci tramwajowej prof. Romana Podolskiego, wprowadzono w roku 1929 w śródmieściu trójprzewodowy system zasilania z elektrowni tramwajowej, oraz postanowiono wybudować stopniowo 3 podstacje prostowników na przedmieściach — na Pradze, Wierzbnie i Żoliborzu.

W chwili obecnej moc zainstalowana elektrowni tramwajowej wynosi 12 900 kW, przy 5 jednostkach prądowców, a mianowicie: 2 turbozespoły po 4 000 kW, 1 turbozespół o mocy 2 500 kW i 2 turbozespoły po 1 200 kW.

Podstacja na Pradze jest systemu automatycznego. Składa się z 3 prostowników metalowych 12-to anodowych, każdy o mocy stałej 1 000 kW, wyrobu fabryki Brown — Boveri.

Automatyka obejmuje: regulację pomp próżniowych, regulację wodnego obiegu chłodzeniowego (obieg otwarty), włączanie i wyłączanie całej podstacji, włączanie w razie wzrostu obciążenia następnego zespołu, a przy zmniejszeniu obciążenia jego wyłączanie, oraz — w razie wyłączenia kabla zasilającego po stronie prądu stałego — ponowne jego włączenie. Przy zwarciach na sieci, po kilkakrotnych próbach włączenia, następuje zablokowanie kabla zasilającego. Wszystkie te czynności, dokonywane samoczynnie przez aparaturę, są sygnalizowane za pomocą układu dźwiękowego i świetlnego.

Podstacja na Pradze uruchomiona była w dniu 26 października 1929 roku. Długość kabli zasilających wynosi obecnie ok. 24,8 km, a powrotnych 8,2 km (około 33% ilości zasilających).

Podstacja na Wierzbnie jest systemu półautomatycznego. Składa się ona z 2 prostowników metalowych 12-to anodowych, każdy o mocy stałej 1 000 kW, z siatkami sterowniczymi, wyrobu fabryki Brown—Boveri.

Automatyka obejmuje: włączanie pomp próżniowych, regulację wodnego obiegu chłodzeniowego (obieg zamknięty) i włączanie oraz blokowanie kabli po stronie prądu stałego. Natomiast w razie wzrostu obciążenia następnego zespół prostowniczy włącza się ręcznie.

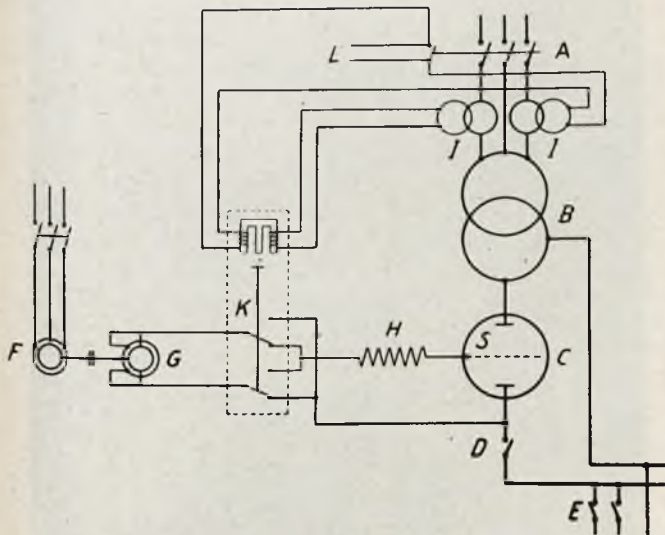
Siatki sterownicze zabezpieczają od zapłonu zwrotnego oraz od zwarć w sieci. Zasadę działania urządzenia siatki sterowniczej wyjaśnia schemat na rys. 1.

Gdy w sieci prądu stałego następuje zwarcie, wyłącznik dzielnicowy *E* otrzymuje impuls. Jednocześnie — wskutek wzrostu prądu po stronie pierwotnej — zostaje uruchomiony przez transformator prądowy *I* przekaźnik siatkowy *K* i ładuje — przez opór *H* — za pomocą napędzanej przez silnik asynchroniczny przetwornicy *F-G*, siatkę anodową *S* prostownika *C* ujemnie względem katody. Poczynając od tego momentu, przy żadnej z następujących anod nowy łuk nie może już powstać, przy czym łuk jeszcze istniejący nie zostaje zgaszony ujemnym ładunkiem siatki *S*; łuk ten gaśnie dopiero po przejściu prądu odpowiedniej fazy przez zero. W ten sposób zwarcie zostaje zgaszone w przeciągu jednego okresu i wyłącznik dzielnicowy *E* wyłączy już bez obciążenia.

Po opadnięciu prądu nadmiarowego po stronie pierwotnej, przekaźnik siatkowy *K* przełączy z pewnym opóźnieniem napięcie na siatkę *S*, ładując ją dodatnio

w stosunku do katody. Prostownik *C* ponownie zacznie pracować na sieć.

Zapłon zwrotny oznacza dla obwodu pierwotnego zwarcie. Wówczas zostaje natychmiast uruchomiony przełącznik siatkowy *K*, który ładuje siatkę *S* ujemnie w stosunku do katody.



Rys. 1.  
Schemat urządzenia siatki sterowniczej.

Gdy sieć prądu stałego zasilana jest równolegle z innego źródła, to zapłon zwrotny oznacza zwarcie również i dla obwodu prądu stałego; wówczas przez wyłącznik zespołowy *D* prąd popłynie w przeciwnym kierunku. Wyłącznik ten zaopatrzony jest we wsteczne urządzenie wyłączające.

Łuk prądu zapłonu wstecznego zostaje zgaszony podobnie, jak przy zwarcu w sieci prądu stałego, w ciągu jednego okresu. O ile wyłącznik olejowy *A* w międzyczasie nie wyłączy, prostownik może natychmiast pracować dalej. Wyłączenie wyłącznika *A* sygnalizowane jest przez obwód *L*.

Przy normalnej pracy potencjał siatki *S* jest stale dodatni w stosunku do katody. Dzięki temu praca prostownika może być utrzymywana nawet przy obciążeniu wynoszącym kilka amperów.

Podstacja na Wierzbnie uruchomiona była w dniu 16 maja 1937 roku. Długość kabli zasilających wynosi obecnie ok. 14,8 km a powrotnych 6,5 km (około 44% ilości zasilających).

Urządzenia na obu podstacjach są prawie identyczne z wyjątkiem szczegółów dotyczących automatyki i sterowania siatkowego.

Najważniejsze fragmenty urządzeń tych podstacji są następujące:

po stronie prądu zmiennego wysokiego napięcia — odłączniki, wyłączniki olejowe i aparatura pomiarowa na 15 000 V prądu zmiennego, transformatory olejowe z chłodzeniem naturalnym, każdy o mocy 1 500 kVA;

prostowniki o mocy stałej po 1 000 kW, mocy 60 minutowej — 1 250 kW i mocy 1 minutowej — 2 000 kW, zespoły pomp próżniowych składających się z pomp wysokopróżniowych, rtęciowych oraz wstępnych pomp odśrodkowych olejowych, urządzenia do mierzenia próżni i regulatory temperatury wody z samoczynną regulacją dopływu wody;

po stronie prądu stałego — wyłączniki samo-

czynne, zespołowe, z przekaźnikami zwrotnymi, aparatura do zapłonu i wzbudzenia, aparatura do samoczynnego uruchamiania pomp próżniowych, odłączniki, wyłączniki dzielnicowe nadmiarowe i aparatura do samoczynnego włączania tych wyłączników.

Podstację na Żoliborzu uruchomiono w dniu 11 czerwca 1938 roku. Długość kabli zasilających wynosi obecnie 8,1 km, powrotnych zaś 4,8 km (ok. 60% ilości zasilających). Podstacja ta jest w wykonaniu firmy Hewittic Electric Co. Ltd. Zainstalowano na niej 6 lamp prostowniczych szklanych, każda o mocy stałej po 200 kW, mocy 2-godzinnej — 250 kW, 15-minutowej — 300 kW i 10-sekundowej — 400 kW.

Najważniejsze urządzenia dodatkowe podstacji są następujące:

po stronie prądu zmiennego wysokiego napięcia — 2 trójbiegunowe wyłączniki olejowe, każdy o mocy odłączalnej 150 MVA, z dwoma wyzwalaczami elektromagnetycznymi i aparatura pomiarowa na 15 000 V prądu zmiennego, 2 transformatory olejowe, każdy o mocy po 1 000 kVA, 12-to fazowe z chłodzeniem naturalnym.

lampy prostownicze z wentylatorami do chłodzenia powietrznego, urządzenie do zapłonu i wzbudzenia;

po stronie prądu stałego — 2 wyłączniki zespołowe, suche, z przekaźnikami nadmiarowo-zwrotnym, 5 wyłączników ultra-szybkich, dzielnicowych na prąd 1 500 A z wyzwalaczami nadmiarowo-zwrotnymi, aparatura do samoczynnego włączania tych wyłączników i aparatura pomiarowa.

Prostowniki szklane firmy Hewittic ukazały się na rynku w roku 1923. Obecnie moc zainstalowanych prostowników tej firmy na całym świecie przekracza 300 000 kW. W Anglii — według oświadczenia firmy Hewittic — 98% wszystkich prostowników jest jej wyrobu. Między innymi prostowniki te zasilają linię kolejową Towarzystwa Kolejowego L. M. S. (London Midland and Scottish Railway) na odcinku Liverpool — Southport oraz Manchester — Bury. W Londynie prostowniki te (o łącznej mocy ok. 14 500 kW) zainstalowane są na 26 podstacjach tramwajowych (London Passenger Transport Board).

Prostowniki szklane mają przy obecnym stanie techniki ich wyrobu znaczną przewagę nad prostownikami metalowymi. Jedną z najważniejszych ich zalet stanowi prostota wymaganych urządzeń dodatkowych oraz łatwa ich obsługa. Już z samego podanego wyżej zestawienia aparatów zainstalowanych na 3 podstacjach, wynika, że przy prostownikach szklanych stają się zbędne liczne skomplikowane urządzenia, które przy prostownikach metalowych są nieodzowne i choćby więc z tej racji obsługa tych prostowników jest łatwiejsza.

Dla pracy wszystkich prostowników — zarówno metalowych, jak i szklanych — wymagana jest ściśle określona pod względem wielkości próżnia. W prostownikach metalowych próżnię tę trzeba stale podtrzymywać przy pomocy odpowiednich pomp. Próżnię należy kontrolować i wówczas, gdy prostowniki nie pracują. Pomimo, że system uszczelniający w prostownikach metalowych jest dziś rozwiązany bardzo dobrze, próżnia ta po pewnym czasie psuje się samoczynnie.

Z tych to względów podstację prostowników metalowych należy przed uruchomieniem odpowiednio przygotować do pracy, przy czym nawet po wyłączeniu podstacji takiej na kilka zaledwie godzin potrzebny jest dla przygotowania jej do ponownego uruchomienia czas ok. 15 do 20 minut. Natomiast podstacja prostowników szkla-

nych — nawet po bardzo długiej przerwie — gotowa jest w każdej chwili do natychmiastowej pracy.

Ta gotowość do natychmiastowej pracy wywołana jest tą okolicznością, że próżnia w prostownikach szklanych jest stała i niezmienna, uszczelnienie lampy sprządza się tu bowiem do odpowiedniego zalania naczyń szklanych. Ponieważ naczynia te przed ostatecznym zalaniem w specjalny sposób są obrabiane i wypalane, próżnia nie ulega tu zepsuciu. Zbędne stają się więc jakiegokolwiek pompy próżniowe.

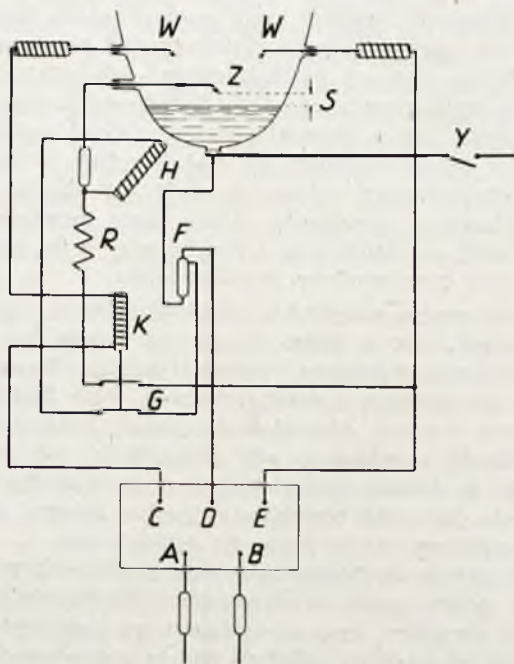
Zgodnie z osiągniętymi wynikami pracy prostowniki firmy Hewittic — według jej oświadczenia — pracują, praktycznie biorąc, nieograniczenie długo. Tak np. do dnia dzisiejszego pracuje stale większość tych lamp, które były zainstalowane nawet już kilkanaście lat temu. Na podstacji w Aldergate w Londynie z 40 lamp, które były tam zainstalowane w roku 1925, dotychczas tylko 1 lampka została zamieniona na nową. Z ogólnej liczby przeszło 4 000 zainstalowanych lamp pracuje — według oświadczenia firmy Hewittic — przeszło 96% bez wymiany.

Prostowniki metalowe wymagają chłodzenia wodą, której temperaturę trzeba stale kontrolować i regulować. W prostownikach szklanych stosuje się chłodzenie powietrzem, wobec czego odpada kosztowna instalacja wodociągowa.

Kształt prostowników szklanych dobrany jest w ten sposób, że anody pracują w jak najkorzystniejszych warunkach; są one umieszczone daleko od punktów pracy katody, dzięki czemu są zabezpieczone przed wznoszącymi się oparami rtęci. Mają one dużą powierzchnię chłodzenia, dopuszczalne jest więc stosunkowo większe przeciążenie prostowników szklanych, niż metalowych (25% w ciągu 2-ch godzin). Przy stosowanej obecnie budowie tych prostowników zapłon zwrotny jest wykluczony.

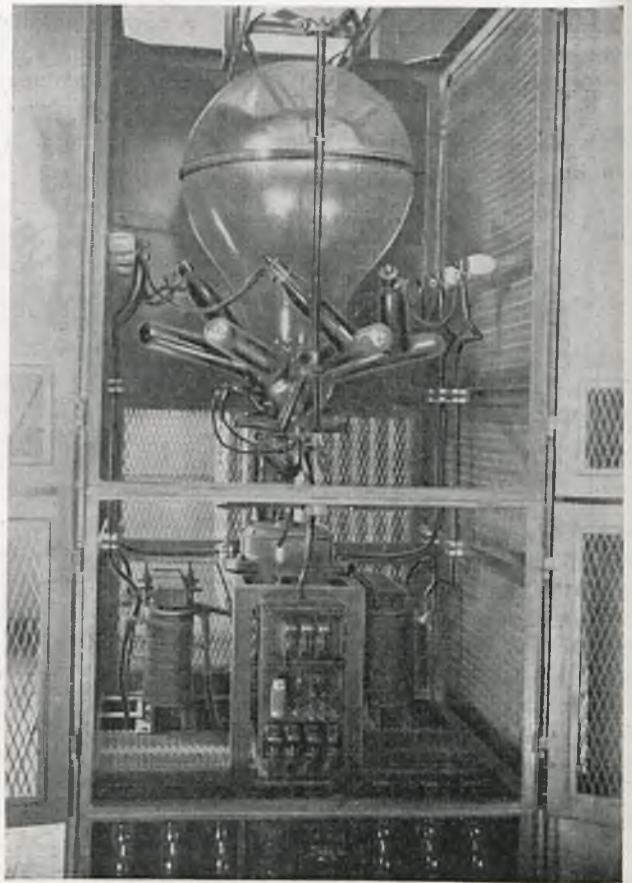
Dzięki powyższym okolicznościom prostowniki szklane mogą być w każdej chwili włączone zarówno na bieg jałowy, jak i na obciążenie, i mogą pracować nawet przy bardzo małych obciążeniach.

Sprawność prostowników szklanych firmy Hewittic



Rys. 2.

Schemat urządzenia wzbudzenia w prostowniku szklanim.



Rys. 3.

Prostownik rtęciowy w naczyniu szklanim na podstacji Zoliborz.

jest nieco większa niż prostowników metalowych, różnice te są jednak niewielkie.

Urządzenie wzbudzenia przy prostowniku szklanim jest proste. Działanie jego jest następujące (rys. 2):

po włączeniu zacisków pierwotnych A—B transformatora zapłonowego powstaje prąd w obwodzie: D—F—G—H—R—E. Cewka zapłonowa H przyciąga elektrodę zapłonową Z do zetknięcia się jej z powierzchnią rtęci; wówczas zwiiera się obwód cewki zapłonowej H i prąd płynie w obwodzie: D—F—Z—R—E. Cewka H przestaje działać, elektroda Z odrywa się od powierzchni rtęci i powstaje łuk: lampka się wzbudza. Wówczas popłynie prąd w obwodzie C—K—W—W—E, zadziała cewka K i wyłącznik G przerwie obwód zapłonowy. Po włączeniu wyłącznika zespołowego Y lampka może już pracować.

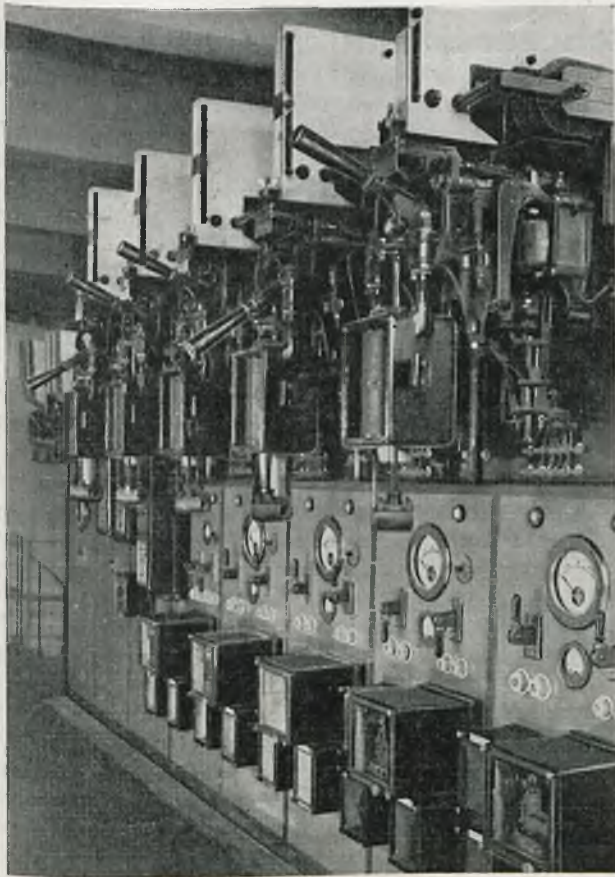
Urządzenie to działa sprawnie i niezawodnie; należy tylko przy montażu odpowiednio ustawić lampkę, by szczelina powietrzna S była niezbyt duża.

Włączając obwód wzbudzenia, należy włączyć jednocześnie wentylator chłodzenia powietrznego. Liczba obrotów śmigła wentylatora jest regulowana samoczynnie obciążeniem lampy i wzrasta wraz z jej obciążeniem.

Pomimo, że zapłon zwrotny w lampkach szklanych nigdy się nie zdarza, wyłączniki zespołowe Y (rys. 2) — poza wyzwalaczami nadmiarowymi — posiadają również wyzwalacze zwrotne.

Na rys. 3 pokazana jest celka z lampką prostowniczą jedną z sześciu, zainstalowanych na podstacji Zoliborz.

Wyłączniki dzielnicowe są ultra-szybkie, z napędami elektromagnetycznymi i z wyzwalaczami nadmiarowo-zwrotnymi; wyłączają zwarcia w ciągu 0,02 sekundy.



Rys. 4.  
Ultraszybkie wyłączniki dzielnicowe na podstacji Żoliborz.

Mogą one być włączane ręcznie lub też za pomocą specjalnego urządzenia, przeprowadzającego samoczynnie próbę na zwarcie. Na rys. 4 pokazane są wyłączniki dzielnicowe. Na podstacji Żoliborz jest obecnie zainstalowanych 5 wyłączników dzielnicowych, z czego jeden służy, jako rezerwa.

Urządzenie do prób na zwarcie składa się z silniczka z przekładnią redukującą liczbę obrotów tarczy, która sprzęga się w chwili działania z mechanizmem napędowym, cewki włączającej, powodującej sprzęganie, i z przekaźnika do odblokowywania. Na rys. 4 widoczna jest na dole aparatura tego rodzaju urządzenia.

Na obwodzie tarczy wkręca się w odpowiednich od siebie odstępach kołeczki, wywołujące chwilowe włączenia; ostatni kołeczek blokuje urządzenie.

Działanie tego urządzenia jest następujące:

wyłącznik dzielnicowy *W* (rys. 5), otwierając się, zamyka wyłącznik *B*, przy czym tarcza sprzęga się z mechanizmem napędowym. Cewka *C* zostaje wzbudzona, zamyka wyłącznik *E*; silnik *M* zostaje uruchomiony. Po upływie ok. 12 sekund przełącznik *F* wzbudza przez kontakt *a* cewkę *G*, przy czym do kontaktu *b* dotyka on dopiero po 1 do 2 sekundach. W tym czasie cewka *G* zamyka wyłącznik *H* i zwiiera kontakty *d*, *e* i *f*, włączając równolegle w obwód prądu stałego 600 V przez opór *K*, wynoszący 50 Ω — opór *R* i kabel dzielnicowy *Z*.

Jeżeli wozy tramwajowe, znajdujące się w danej dzielnicy, mają nastawniki na zerze i dzięki temu kablem *Z* nie płynie prąd lub też płynie prąd niewielki (np. tylko prąd oświetlenia wozów tramwajowych), wówczas przez cewkę *L* płynie prąd dostatecznie duży i cewka ta zamyka wyłącznik *S*; dzięki temu wzbudza się cewka *N*,

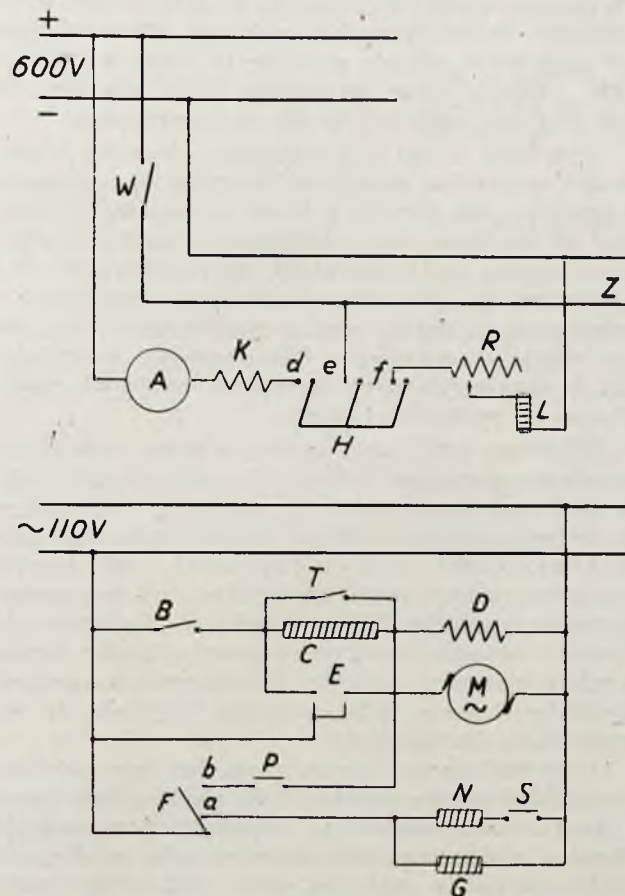
która zamyka wyłącznik dzielnicowy *W*, przy czym zamyka się również wyłącznik *P*, *B* zaś otwiera się. Gdy przełącznik *F* dotknie kontaktu *b*, zewrze on cewkę *C*, wyłącznik *E* otworzy się, silnik *M* zatrzyma się i urządzenie wróci do stanu wyjściowego.

O ile jednak przeciążenie kabla *Z* trwa w dalszym ciągu, wówczas przez cewkę *L* popłynie prąd zbyt mały, by zamknąć wyłącznik *S*. Cewka *N* nie zostanie wzbudzona, wyłącznik *W* nie zamknie się, nie zamknie się również i wyłącznik *P*; gdy przełącznik *F* dotknie kontaktu *b*, nie zewrze on cewki *C*. Urządzenie więc może przyjąć dalsze kolejne impulsy, wywołane stykiem przełącznika *F* z kontaktem *a*. Impulsów tych urządzenie nadawać będzie tyle, ile jest kołeczków na tarczy. Gdy w trakcie tych prób, trwających zazwyczaj kilkadziesiąt sekund, zostanie usunięta przyczyna powodująca zbyt znaczny przepływ prądu przez kabel *Z*, wyłącznik *W* zostanie włączony.

Gdy jednakże przeciążenie to ma charakter trwały (np. na skutek uszkodzenia kabla *Z*), wówczas ostatni kołeczek tarczy zamyka wyłącznik *T*, przez co zwiiera cewkę *C* i blokuje całe urządzenie. Wyłącznik *W* może być wówczas włączony dopiero po ręcznym odblokowaniu urządzenia.

Opór *R* można regulować, dostosowując w pewnych granicach działanie urządzenia do tych warunków, które przy danej gęstości wozów są jeszcze normalne dla sieci. Zmniejszając mianowicie ten opór, można uzyskiwać samoczynne włączenia wyłącznika *W*, a więc dostateczne wzbudzenia cewki *L* przy większych prądach pobieranych przez kabel *Z*.

Na podstacji Żoliborz opór *R* jest regulowany w granicach od 1 000 do 4 000 Ω.



Rys. 5.  
Schemat urządzenia do prób na zwarcie.

# O określaniu charakterystyk dużych seryj silników trakcyjnych

Inż. Jerzy Dzikowski

**Streszczenie.** Prawidłowość rozproszenia wyników pomiarów cech poszczególnych silników jednego typu i wykonania, wywołanego odchyleniami w produkcji i błędami pomiaru.

Określenie — przy pomocy statystyki matematycznej — granic, w których zawierają się wyniki poszczególne oraz wyniki średnie danych punktów charakterystyki obrotów dużych seryj silników trakcyjnych, wykonanych dla P. K. P.

Dokładne określanie charakterystyk wykonanych silników trakcyjnych posiada dla praktyki doniosłe znaczenie. Z faktu, że są one wykonywane przeważnie w dużych seriach, wynika konieczność oceny nie tylko własności indywidualnych każdego silnika, lecz i całej ich partii. Jak wiemy, różnice poszczególnych cech, występujące w tego rodzaju zbiorowościach, podlegają pewnym prawom, z których warto sobie zdać sprawę. Poniżej omówimy pokrótce te zjawiska, po czym postaramy się wyciągnąć wnioski przy pomocy rozpatrywanych przykładów z praktyki (określanie charakterystyk obrotów  $n = f(I)$ ).

Z wyżej podanego punktu widzenia należy rozróżniać cztery rodzaje charakterystyk:

- a) charakterystyki obliczone teoretycznie dla danego typu silnika (np. obrotów —  $n_t$ );
- b) charakterystyki średnie rzeczywiste, cechujące wykonanie danego typu przez fabrykę ( $n_{sr\ rZ}$ );
- c) charakterystyki średnie partii lub jej części ( $n_{sr}$ );
- d) charakterystyki poszczególnych silników ( $n$ ).

Odpowiednie wartości tych 4 rodzajów charakterystyk zasadniczo nie pokrywają się ze sobą, co jest łatwo zrozumiałe. Przede wszystkim wymiary, własności użytych materiałów itd. nie są ściśle te same co w projekcie, wskutek czego rzeczywiste liczby obrotów dla danej wartości prądu różnią się od teoretycznych.

Wykonane silniki pod względem wymiarów i właściwości materiałów różnią się nie tylko w odniesieniu do projektu, lecz również i jeden w stosunku do drugiego. W rezultacie wszystkie własności każdego z silników obciążone są odchyleniami *systematycznymi* ( $\Delta_s$ ) w stosunku do wielkości obliczonych, wynikającymi z niedokładności założeń, oraz *przypadkowymi* ( $\Delta_p$ ), na które składa się niezliczona ilość drobnych, nieuniknionych i nieprzewidzianych czynników produkcji, wpływających na właściwości silnika.

Wystarczy zdać sobie sprawę z wyżej określonego charakteru przyczyn różnic indywidualnych, aby już intuicyjnie przewidzieć, że do oceny tych odchyleń we własnościach silników można zastosować prawa statystyki matematycznej. W dalszym ciągu rozumowania opierać się będziemy na tym założeniu, które, oczywiście, będzie słuszne w przypadku, gdy mamy do czynienia z dużymi partiami silników, wykonanych i badanych w ściśle jednakowych warunkach. Jak się przekonamy dalej, praktyka wskazuje, że ten sposób ujęcia jest właściwy.

Odchylenia przypadkowe mogą być wyodrębnione w przypadku bardzo wielkiej liczby silników tego samego typu, wykonywanych w jednakowych warunkach. Wówczas średnia wartość znaleziona dla całej partii praktycznie będzie obciążona tylko odchyleniem systematycznym, co wyrazimy:  $n_{sr} \cong n_{sr\ rZ} = n_t + \Delta_s$ .

Pojęcie wartości średniej rzeczywistej ( $n_{sr\ rZ}$ ) na-

leży rozumieć w ten sposób, że jest to wartość średnia, którą otrzymalibyśmy dla danego typu silników, gdyby w tych samych warunkach wykonano i zbudowano partię nieskończenie wielką. Dla zupełnie jednolitej partii silników wartość średnia rzeczywista jest najbardziej prawdopodobną wartością, czyli, że prawdopodobieństwo napotkania silnika o pewnej wartości rozpatrywanej cechy jest tym mniejsze, im więcej różni się ona od wartości średniej.

Dotychczas mowa jest stale o istotnych własnościach silników, których jednakże w praktyce nie możemy poznać z absolutną dokładnością wskutek nieuniknionych błędów pomiarów. Jak wiemy, każdy z tych pomiarów obciążony jest błędem systematycznym ( $\delta_s$ ) zależnym od obranej metody i zastosowanych przyrządów, oraz błędem przypadkowym ( $\delta_p$ ). Te przyczyny wpływają na wyniki w sposób analogiczny, jak różnice w wykonaniu na odchylenia rzeczywistych własności poszczególnych silników. Praktycznie błędy przypadkowe możnaby wyodrębnić drogą wielokrotnego powtarzania każdego pomiaru z jednym silnikiem; istotne błędy systematyczne są natomiast praktycznie trudne do ustalenia, aczkolwiek można je, oczywiście, zmniejszyć przez użycie odpowiednio dokładnych przyrządów. Używając tych samych oznaczeń dla wyników pomiarów, co poprzednio dla istotnych własności silników, otrzymamy:

własności dla poszczególnych silników:

$$n = n_t + \Delta_s + \Delta_p + \delta_s + \delta_p;$$

wartości średnie rzeczywiste (dla partii nieskończenie wielkiej):

$$n_{sr\ rZ} = n_t + \Delta_s + \delta_s; \text{ oraz}$$

wartości średnie niewielkiej liczby badanych silników:

$$n_{sr} = n_t + \Delta_s + \delta_s + (\Delta_p)_{sr} + (\delta_p)_{sr}.$$

Przed dalszymi rozważaniami rozpatrzmy konkretne przykłady z praktyki Polskich Kolei Państwowych. Biuro Elektryfikacji Węzła Kolejowego Warszawskiego miało sposobność przeprowadzić stosunkowo wielką ilość pomiarów silników jednakowego typu. Między innymi zdejmowane były charakterystyki obrotów silników, przeznaczonych dla jednostek elektrycznych, o budowie zupełnie identycznej, lecz w wykonaniu dwu fabryk (produkcja „A” i „B”).

Rozporządzając tym bogatym materiałem, postawimy sobie zadanie określenia stopnia nierównomierności (rozproszenia) charakterystyk obrotów przy zupełnie identycznych warunkach produkcji i badania. W tym celu bierzemy pod uwagę 2 partie silników: produkcji „A” — 60 silników oraz produkcji „B” — 50 (badane w latach 1935 i 1936), których charakterystyki obrotów zdejmowane były w identycznych warunkach — bezpośrednio po 1-godzinnej pracy pod pełnym 1-godzinnym obciążeniem (80 A), przy czym temperatury otoczenia nie ulegały większym wahaniom. Dla uzyskania odpowiedzi w interesującej nas sprawie wystarcza poddać analizie po dwa punkty z otrzymanych charakterystyk. Bierzemy np. liczby obrotów na minutę przy prądzie  $I = 70$  A (0,87 prądu mocy trwałej) oraz przy prądzie  $I = 160$  A (1,43 prądu mocy 1-godzinnej), przy zachowaniu tego samego (prawego) kierunku obrotów.

Poszczególnych wyników nie przytaczamy ze względu na brak miejsca, natomiast w tabeli I podajemy

wartości średnie dla grup po 10 silników, na które podzielone zostały partie dla wykazania wpływu badanej ilości na ocenę silników. Poza tym w tabeli podano wartości maksymalne i minimalne, osiągane w każdej z dziesiątek oraz wielkości charakteryzujące całą partię, obliczone na podstawie poszczególnych wyników.

Tabela I.

Prąd w amperach	Nr. dziesiątki silników	Produkcja „A”			Produkcja „B”		
		$n_{max}$	$n_{min}$	$n_{\bar{s}}$	$n_{max}$	$n_{min}$	$n_{\bar{s}}$
70	I	1070	1048	1055,9	1056	1031	1044,2
	II	1060	1032	1050,8	1052	1035	1044,4
	III	1077	1043	1058,3	1075	1027	1049,8
	IV	1070	1049	1060,0	1064	1030	1050,3
	V	1066	1040	1054,0	1071	1026	1047,9
	VI	1072	1052	1058,2	—	—	—
	Całość	1077	1032	1056,1	1075	1026	1047,3
		$\sigma = 8,80$ obr./min.			$\sigma = 10,97$ obr./min.		
		$\sigma_{A10} = 2,78$ „ „			$\sigma_{A10} = 3,47$ „ „		
		$\sigma_{A60} = 1,13$ „ „			$\sigma_{A50} = 1,52$ „ „		
160	I	719	708	712,5	718	708	713,7
	II	732	708	714,6	726	703	715,1
	III	729	715	721,5	730	700	712,1
	IV	724	711	716,7	726	698	713,7
	V	726	714	717,6	732	700	714,7
	VI	726	712	720,6	—	—	—
	Całość	732	708	717,2	732	698	713,9
		$\sigma = 5,76$ obr./min.			$\sigma = 8,05$ obr./min.		
		$\sigma_{A10} = 1,82$ „ „			$\sigma_{A10} = 2,54$ „ „		
		$\sigma_{A60} = 0,74$ „ „			$\sigma_{A50} = 1,14$ „ „		

Dla każdej partii silników zostały obliczone tzw. odchylenia średnie  $\sigma$ , stanowiące miarę rozproszenia wyników. Wobec stosunkowo dużych ilości badanych silników można do obliczeń zastosować wzór:

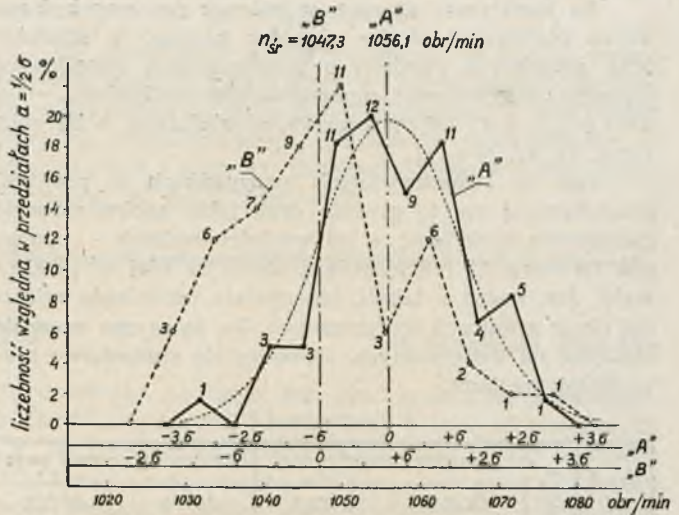
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{L}}$$

gdzie:  $L$  — liczba silników badanych,  $\Delta$  — różnica pomiędzy liczbą obrotów danego silnika a wartością średnią dla całej partii ( $\Delta = n - n_{\bar{s}}$ ). Poczyniono tu założenie, że średnia dla 60, wzgl. 50 silników równa się średniej rzeczywistej ( $n_{\bar{s} 60} \approx n_{\bar{s} rz}$ ), co, jak zobaczymy dalej, zbliżone jest do rzeczywistości.

Warto tu uprzytomnić sobie fizyczne znaczenie miary rozproszenia — odchylenia średniego  $\sigma$ . Jeżeli mianowicie przez  $A$  oznaczamy wartość średnią, to istnieje teoretyczne prawdopodobieństwo, że w przedziale od  $(A - \sigma)$  do  $(A + \sigma)$  znajdzie się 68,3% wszystkich wyników, w przedziale  $(A - 2\sigma)$ ,  $(A + 2\sigma)$  — 95,4%, zaś w przedziale od  $(A - 3\sigma)$  do  $(A + 3\sigma)$  — 99,7%, a więc, praktycznie biorąc, wszystkie.

Na rys. 1 przedstawione jest graficznie rozproszenie wyników dla punktów charakterystyk obrotów odpowiadających prądowi 70 A. Wykresy sporządzone zostały na następującej zasadzie: w skali liczby obrotów na minutę obrano pewne równe „przedziały”  $a$ , znajdując ilości sil-

ników, których rozpatrywany punkt charakterystyki mieści się w danym przedziale. Dla ułatwienia porównań wzięto przedziały równe połowie wartości średniego odchylenia ( $a = \frac{1}{2}\sigma$ ), obliczonego, jak wyżej. Gdyby liczba badanych silników rosła, to rozproszenie zbliżałoby się do rozproszenia teoretycznego, zaznaczonego na rys. 1 dla jednej z partii („A”) cienką linią kropkowaną.



Rys. 1.

Graficzne przedstawienie rozproszenia wyników dla punktów charakterystyk obrotów odpowiadających prądowi 70 A. (Cyfry przy poszczególnych punktach wykresów oznaczają liczebności bezwzględne przedziałów w ilościach sztuk).

Dla drugiego punktu charakterystyki obrotów, odpowiadającego prądowi 160 A, graficznego obrazu rozproszenia nie podajemy, gdyż wypadł on zasadniczo w sposób zupełnie podobny.

Przy pomocy tabeli wyników oraz wykresów możemy obecnie wyciągnąć wnioski odnoszące się nie tylko do danego przypadku z praktyki, lecz również wnioski o charakterze ogólnym.

#### PRAWIDŁOWOŚĆ ROZPROSZENIA WYNIKÓW.

Przed wszystkim możemy teraz powiedzieć, że teoretyczne przewidywania co do prawidłowości rozproszenia wyników przy wyznaczaniu poszczególnych punktów charakterystyk obrotów silników były słuszne, mamy więc prawo zastosowania kryteriów statystyki matematycznej przy określaniu tolerancji.

Z rozproszenia wyników widać, że badane zbiorowości były jednolite, to znaczy w jednej partii nie występowały grupy silników, na któreby działały przy wykonaniu lub przy pomiarach wyraźne przyczyny o charakterze systematycznym. Pamiętać tu należy, że celowo zostały wyeliminowane wyniki tych prób, o których z góry można było powiedzieć, że odbywają się one w innych warunkach, przy innym nagraniu itd. Poza tym jednak nie stosowano żadnych specjalnych środków dla zwiększenia jednolitości wykonania silników lub ich badania, a więc tym samym rozważania nasze dotyczą warunków normalnie spotykanych w praktyce.

Na wykresach prawidłowość rozproszenia wyraziła się zbliżeniem liczebności w przedziałach do krzywej teoretycznego prawdopodobieństwa (szczególnie w produkcji „A” — rys. 1).

Istnieją teoretyczne sposoby sprawdzenia, czy odchylenia rzeczywistej liczebności każdego z przedziałów



od liczebności teoretycznej nie wskazuje na możliwość postronnych przyczyn (partie niejednolite). Sposobu tego, prostego zresztą, nie podajemy tu; w każdym razie warto powiedzieć, że przeprowadzone sprawdzenia nie wykazały istnienia tego rodzaju przyczyn.

#### ODCHYLENIA WYNIKÓW INDYWIDUALNYCH.

Za teoretyczne granice, w których powinny być zawarte pomierzone liczby obrotów każdego z silników, przy jednolitych partiach o rozproszeniach określonych średnimi odchyleniami  $\sigma$ , możemy uważać wartości  $(n_{sr} - 3\sigma)$  oraz  $(n_{sr} + 3\sigma)$  (99,7% prawdopodobieństwa), o ile założymy, że  $n_{sr} \approx n_{sr\text{ rz}}$ .

Jak w rozpatrywanych przypadkach z praktyki przedstawiają się te granice oraz jakie zaobserwowano rzeczywiste odchylenia  $\Delta$  od wartości średnich — poucza nas tabela II (odchylenia podano na niej w procentach). Jak widać z tabeli, rzeczywiste odchylenia mieszczą się w granicach teoretycznych. To, że są one znacznie mniejsze od teoretycznych, tłumaczy się stosunkowo niewielkimi partiami.

Tabela II

Prąd w amperach	Produkcja	Granice teoretyczne				Skrajne otrzymane wart.			
		dolna		górną		dolna		górną	
		$n_{min}$	$\Delta\%$	$n_{max}$	$\Delta\%$	$n_{min}$	$\Delta\%$	$n_{max}$	$\Delta\%$
70	„A“	1029,7	-2,5	1082,5	+2,5	1032	-2,0	1077	+2,3
	„B“	1014,4	-3,1	1080,2	+3,1	1026	-2,6	1075	+2,0
160	„A“	699,9	-2,4	734,5	+2,4	708	-1,5	732	+1,9
	„B“	689,8	-3,4	738,6	+3,4	698	-1,7	732	+1,6

Błąd średni średniej określa nam granice, w których zawierać się mają przy danym rozproszeniu średnie wyniki otrzymane. Jeżeli przyjmujemy *obszar krytyczny* 3 $\sigma$  (99,7% teoretycznego prawdopodobieństwa), to wówczas istotne wartości zawierać się będą w granicach:

$$(n_{sr\text{ rz}} - 3\sigma_A) < n_{sr} < (n_{sr\text{ rz}} + 3\sigma_A)$$

Uważając średnie badanych całych partii za średnie rzeczywiste, obliczono teoretyczne granice dla wartości średnich i podano je w zestawieniu w tabeli III.

#### OCENA BŁĘDÓW SYSTEMATYCZNYCH.

Pomiary i eliminacje przypadkowych odchyłeń wykonania oraz błędów pomiarów nie dają nam istotnych wartości, gdyż wyniki pomiarów obarczone są nieznanym błędem systematycznym. Jednakże orientacyjnie możemy zdać sobie sprawę z rzędu wielkości popełnianego błędu. Znając mianowicie zależność pomiędzy napięciem, prądem a liczbą obrotów, znajdujemy łatwo, że największy możliwy błąd względny systematyczny wyniku jest suma względnych błędów wskazań użytych przyrządów. Zakładając te ostatnie błędy po  $\pm 1\%$ , widzimy, że przy określaniu poszczególnych punktów charakterystyki obrotów błąd systematyczny pomiaru  $\left(\frac{\delta_s}{n} 100\right)$  może dojść do 3%.

#### KOŃCOWE WNIOSKI

Poniżej postaramy się streścić wyniki przeprowadzonych wyżej rozważań teoretycznych oraz wykonanych pomiarów.

a) Przekładkowe odchylenie wartości otrzymywanych dla poszczególnych punktów charakterystyk obrotów silników trakcyjnych są stosunkowo niewielkie, mur-

Tabela III

Prąd w amperach	Produkcja	Granice teoretyczne średnich całych partii (50-60 silników)			Granice teoretyczne średnich z 10 silników			Skrajne otrzymane wartości dla średnich z 10 silników			
		górną	dolną	$3\sigma_A\%$	górną	dolną	$3\sigma_A\%$	$n_{sr\text{ min}}$	$\Delta_A\%$	$n_{sr\text{ max}}$	$\Delta_A\%$
		$n_{sr\text{ min}}$	$n_{sr\text{ max}}$		$n_{sr\text{ min}}$	$n_{sr\text{ max}}$					
70	„A“	1052,5	1059,5	$\pm 0,32$	1047,7	1064,5	$\pm 0,79$	1050,8	-0,5	1060,0	+0,4
	„B“	1042,7	1051,6	$\pm 0,44$	1036,9	1057,7	$\pm 1,00$	[1044,2	-0,3	1050,3	+0,3
160	„A“	715,0	719,4	$\pm 0,31$	711,7	722,7	$\pm 0,76$	712,5	-0,66	721,5	+0,60
	„B“	710,5	717,3	$\pm 0,47$	703,3	724,5	$\pm 1,50$	712,1	-0,25	715,1	+0,17

#### ODCHYLENIA WYNIKÓW ŚREDNICH.

Jasne jest, że średnie wartości różnych grup jednej partii różnią się pomiędzy sobą i to tym więcej, im mniejsza ilościowo jest każda grupa. Jeżeli istnieje prawidłowość w rozproszeniu indywidualnych wyników, to wartości średnie grup tej samej partii również podlegają analogicznemu prawom i możemy określić dla nich tzw. błąd średni średniej  $\sigma_A$ .

Przyjmując z pewnym przybliżeniem niezależność tej wielkości od liczebności wszystkich ocenianych silników, możemy dla błędu średniej użyć wzoru:

$$\sigma_A = \frac{\sigma}{\sqrt{l}}$$

gdzie  $l$  — liczba silników danej grupy. W tabeli I podano obliczone w ten sposób błędy średnie średniej dla każdej partii oraz dla oddzielnych dziesiątek.

szą jednakże być brane pod uwagę. Mianowicie znaleziono rozproszenie  $\sigma \approx 1\%$ , któremu odpowiadają odchylenia w pojedynczych silnikach do  $\pm 3\%$ , odchylenia średniej dla grupy 10 silników —  $\pm 1\%$  i wreszcie średniej z 50 szt. —  $\pm 0,4\%$  w stosunku do średniej rzeczywistej cechującej daną serię. Ponadto należy pamiętać, że przy wprowadzaniu różnic w wykonaniu lub w warunkach pomiarów odchylenia mogą być wyższe.

b) Ciekawe będzie tu przeprowadzenie porównania otrzymanych charakterystyk z wartościami określonymi uprzednio przez dostawców (wg. projektu). Otóż dla prądu 70 A przewidziane było  $n = 1080$  obr./min.; tym czasem z pomiarów znaleziono następujące maksymalne odchylenia od tej wartości:

- średnia wartość z 50 szt. — (-3%);
- średnia wartość z 10 szt. — (-3,3%);
- dla pojedynczego silnika — (-5,0%);

dla prądu 160 A przewidziane było  $n = 725$  obr./min.; otrzymano zaś odchylenia:

średnia wartość z 50 szt. — ( $-2,3\%$ );

średnia wartość z 10 szt. — ( $-1,8\%$ );

dla pojedynczego silnika — ( $-3,7\%$ ).

c) W celu dokładnego określenia charakterystyk obrotów, cechujących daną serię silników, konieczne jest przeprowadzenie pomiarów większej ich liczby; wyciąganie wniosków z pomiarów 10 silników okazać się może niedostateczne. Dla ustalenia granic, w jakich zawierają się będą cechy silników poszczególnych oraz średnie miesięcznych partii, należy uwzględnić miary rozproszenia  $\sigma$  i  $\sigma_A$ .

d) Błędy systematyczne przy zdejmowaniu charakterystyk obrotów mogą być stosunkowo znaczne, trzeba zatem dołożyć starań, aby je zmniejszyć przez staranne wycechowanie używanych przyrządów pomiarowych.

e) Dla porównania charakterystyk różnych seryj tego samego typu silników (np. dla oceny wpływu zastosowanych zmian) konieczna jest znajomość miary rozproszenia dla każdej serii oraz stosowanie znanych w statystyce matematycznej kryteriów istoty różnic dwu podobnych zbiorowości. Nie będziemy obecnie zajmować się tą sprawą, dla informacji podając tylko, że różnice pomiędzy produkcją „A” i „B” okazały się istotne (charakterystyka „A” przebiega wyżej).

Na zakończenie należy nadmienić, że z racji wykonywania silników trakcyjnych w dużych seriach nie tylko charakterystyki obrotów, lecz również i inne cechy posiadają rozproszenie o charakterze prawidłowym, a więc również i przy ich badaniu omówione wyżej metody okazać się mogą pożyteczne.

## Przyczyny stosowania trolleybusów

Inż. Stanisław Plewako

**Streszczenie.** Rozwój trakcji trolleybusowej w ostatnich czasach, spowodowany zaletami trolleybusów.

Stanowisko, jakie zajmuje trolleybus pomiędzy tramwajem a autobusem dzięki swym właściwościom. Przydatność trolleybusu dla średnich natężeń ruchu. Koszty zakładowe i utrzymania w istniejących urządzeniach trolleybusowych europejskich i amerykańskich.

Widoki rozwoju trolleybusów w warunkach polskich — ze względu na związany z tym rozwój dróg kołowych oraz lepsze wykorzystanie krajowych materiałów pędnych.

Trolleybus, czyli autobus elektryczny, czerpiący energię elektryczną z trakcyjnej sieci napowietrznej, został wynaleziony na początku XX stulecia. Przed wojną trolleybus nie znalazł jednakże zbyt wielkiego zastosowania — na skutek powszechnego niedocenienia jego zalet i stosunkowo słabego w owych czasach ruchu samochodowego w miastach i na szosach podmiejskich. Dopiero po wojnie, mniej więcej od roku 1920, datuje się wspaniałe rozwinięcie trolleybusów w krajach anglosaskich, od kilku zaś lat również i w Europie Zachodniej.

W dalszym ciągu pragnąłbym zapoznać pokrótce Czytelników z właściwościami charakterystycznymi trolleybusów i przyczynami ich stosowania.

### ZALETY TROLLEYBUSÓW.

a) **Bezzumna jazda.** Z pośród wszystkich ulicznych masowych środków transportowych trolleybus jest najcichszy. Dla porównania można podać, że hałas, powodowany przez jadący trolleybus, wyraża się 56 fonami, podczas gdy ten sam hałas wynosi przy autobusie — 66, przy tramwaju starego typu — 78, przy samolocie — 124 fonów. Na bardzo ruchliwej ulicy handlowej hałas wynosi: 70—87, na ulicy w nocy — 30 i w parku zamieszkim — 20 fonów.

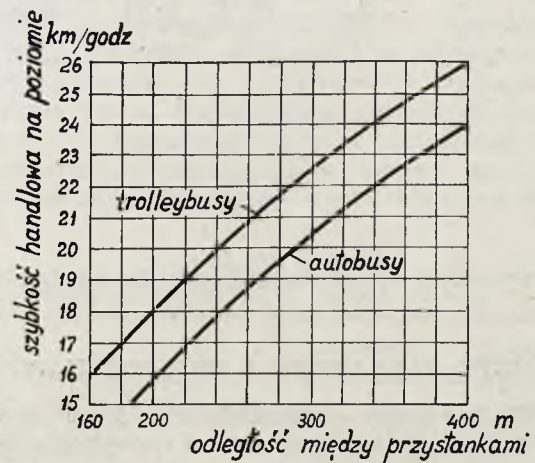
b) **Brak dymu i gazów** zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz wozu.

c) **Łatwe i dobre ogrzewanie** w najzimniejszą nawet pogodę, a w lecie brak dodatkowego nagrzewania się wnętrza wozu od silnika.

d) **Zwrotność i większe bezpieczeństwo.** Przy coraz bardziej wzrastającym natężeniu ruchu ulicznego zwrotność trolleybusów oraz możliwość nawet wzajemnego wymijania się posiada znaczenie pierwszorzędne. Ponadto możliwość wsiadania i wysiadania podróżnych wprost na chodnik ogromnie zwiększa ogólne bezpieczeństwo. W godzinach nocnych i porannych trolleybusy z łatwością mo-

gą dojeżdżać do remiz bez sieci trakcyjnej korzystając z niewielkiej zresztą pomocniczej baterii akumulatorów.

e) **Duże przyspieszenie rozruchowe i silne hamowanie.** Dzięki zastosowaniu silników elektrycznych trolleybusy posiadają bardzo duże przyspieszenie rozruchowe, zaś hamowanie elektryczne pozwala na stosowanie znacznych opóźnień hamowania. W rezultacie szybkość handlowa trolleybusów jest znacznie większa od szybkości autobusów; w przybliżeniu można ocenić, że w terenie płaskim jest ona większa o  $10 \div 15\%$ , zaś w terenie pofałdowanym o  $20 \div 30\%$ . Na wykresie (rys. 1) podana jest szybkość autobusu i trolleybusu w zależności od różnych odległości międzyprzystankowych.

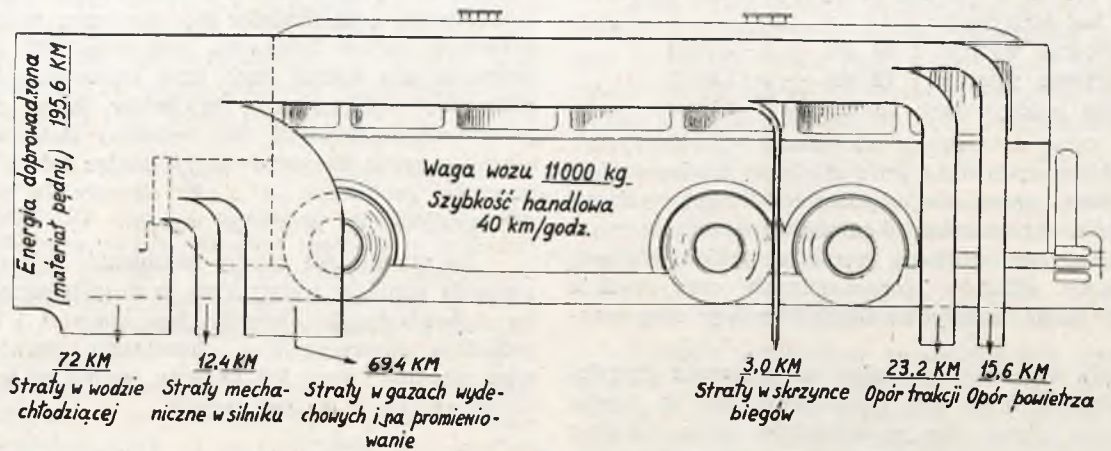


Rys. 1.

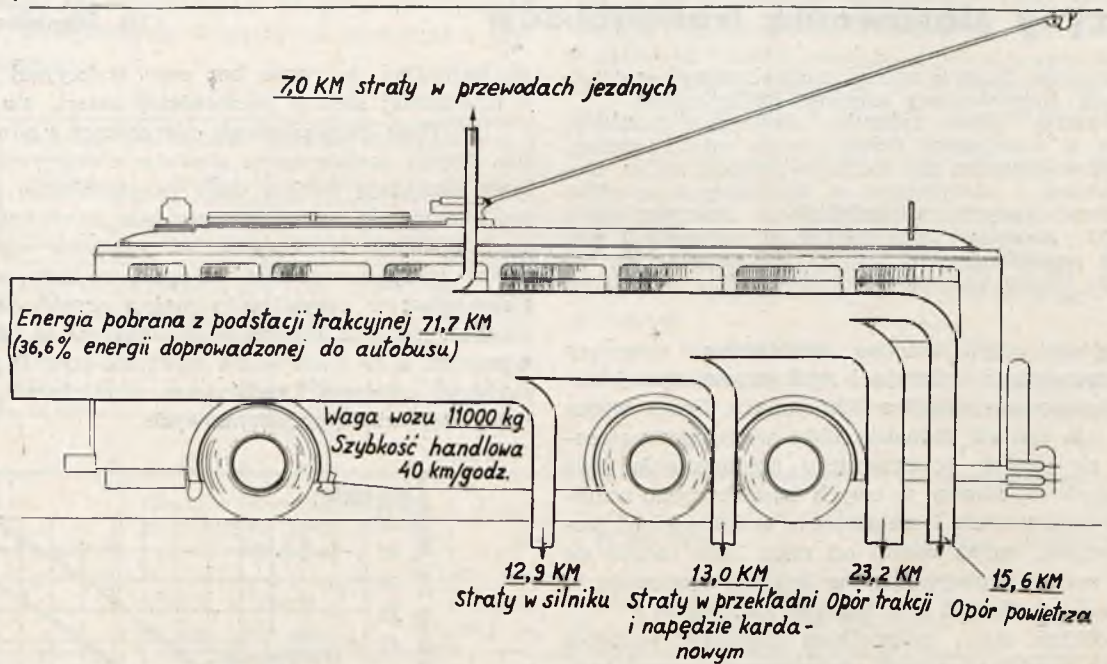
Wykres szybkości trolleybusów i autobusów w zależności od odległości międzyprzystankowych.

f) **Pewność ruchu i regularność.** Ze względu na prostsze urządzenia, mniej narażone na uszkodzenia, trolleybusy wymagają mniejszej rezerwy, natomiast zapewniają znacznie większą pewność i regularność ruchu, niż autobusy.

g) **Sprawność.** Ze względu na zastosowanie silnika elektrycznego i ekonomiczny sposób jazdy, jak również mniejsze straty, sprawność trolleybusów jest znacznie większa, niż autobusów. Na rys. 2 pokazany jest porównawczy bilans energetyczny dla obu środków, w założeniu tych samych warunków pracy i konstrukcji.



przewód jezdny



b

Rys. 2.

Porównawczy bilans energetyczny dla autobusów (a) i trolleybusów (b) w założeniu tych samych warunków pracy i konstrukcji.

#### KOSZTY ZAKŁADOWE I OBSŁUGA KAPITAŁU.

Według źródeł niemieckich, przy częstotliwości wozów 7,5—15 min. koszty zakładowe trolleybusów wynoszą 30—50% kosztów jednotorowej linii tramwajowej lub 20—40% kosztów linii dwutorowej; koszty te jednakże są o 40 — 100% większe niż autobusów dieslowych. Ogólnie biorąc, trolleybus jest droższy o 10—20% od autobusu dieslowego tej samej mocy, wielkości i wykonania. Różnica ta wynika z taniej, masowej produkcji autobusów. Potwierdza to fakt, że w Anglii ceny obu wozów są jednakowe. W przyszłości do potaniaenia trolleybusów najwięcej przyczynić się może normalizacja typu (np. w Anglii normalizują typ piętrowy, 6-kołowy, o pojemności 70 miejsc siedzących i 5 stojących, z jednym silnikiem 80 KM).

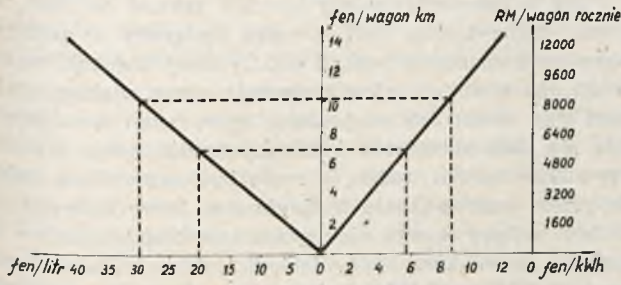
Koszt sieci trakcyjnej zależy od wykonania technicznego oraz częściowo i od długości linii dojazdowych; natomiast koszt utrzymania i odnowienia sieci wynosi 3÷6% ogólnych kosztów utrzymania.

Koszty budowy i utrzymania garażów (wozowni) są mniejsze, niż dla autobusów — ze względu na brak garażów spaliniowych, łatwiejsze ogrzewanie i tańsze zabezpieczenie przeciwpożarowe. Życie autobusu obliczane jest na 5 ÷ 9 lat, zaś trolleybusu na 12 ÷ 15 lat. Stąd odpisy na renowację dla trolleybusów są znacznie mniejsze, niż dla autobusów. Dzięki większej szybkości handlowej wykorzystanie wozu przy trakcji trolleybusowej jest o 20 ÷ 30% lepsze, niż przy autobusach. Również wykorzystanie miejsc w trolleybusach jest o 25% lepsze niż w autobusach. Wreszcie odpisy kapitału dla sieci można przyjąć na 4%, zaś dla podstacji prostownikowej — na 6 ÷ 8%.

#### KOSZTY UTRZYMANIA.

Koszty utrzymania trolleybusu, ze względu na jego trwałość i większy współczynnik sprawności, są mniejsze, niż dla autobusu.

W. Stuckhardt\*) twierdzi, że przy cenie ropy naftowej 20 fenigów/litr i cenie prądu 6 fenigów/kWh wydatki eksploatacyjne dla trolleybusu i autobusu są jednakowe — przy wozach o tym samym wykonaniu i przy tych samych warunkach pracy. Zależność wydatków eksploatacyjnych od cen prądu i ropy naftowej ujął on w wykres pokazany na rys. 3.



Autobus - diesel  
40 miejsc (siedzących i stojących); 0,35 litrów/wozo-km; 80000 wozokm/rocznie.

Trolleybus (w Oldenburgu)  
40 miejsc (siedzących i stojących); 1,2 kWh/wozo-km (w podstacji po stronie prądu stałego); 80000 wozokm rocznie.

Rys. 3.

Porównanie kosztów napędnych w mieście.

F. Lehrer\*\*) ogłasza następujące dane z praktyki niemieckich linii trolleybusowych:

Zużycie energii elektrycznej ze względu na duży opór trakcji jest o 70—100% większe, niż w tramwajach. Zużycie to, mierzone na podstacjach, razem z zużyciem pomocniczym, na istniejących liniach trolleybusowych w Niemczech, podane jest w tabeli I.

Tabela I.

Zużycie energii elektrycznej na liniach trolleybusowych w Niemczech

Linia	Odległ. między przystankami m	Szybkość handlowa km/g	Przyspieszenie ruchowe m/s <sup>2</sup>	Waga wozu średnie obciążenie t	Zużycie energii elektrycznej	
					kWh/wgkm	Wh,tkm
Mettmann-Gruiten	375	17,3	0,6	9,7	1,72	178
Idar-Tiefenstein	460	20,0	0,6	10,5	1,40	133
Spandau-Staaken	404	18,0	0,8	12,0	1,70	142
Stieglitz-Marienfelde	270	21,0	1,0	12,7	2,10	174
Oldenburg	350	20,0	1,0	8,0	1,15	115 ÷ 120
Insterburg	400	15,6	0,9	8,0	1,24	155

Dla porównania warto podać, że w Anglii średnie zużycie energii elektrycznej przy trakcji trolleybusowej wyniosło w r. 1935/36 — 1,34 kWh/wgkm; przy trakcji tramwajowej wynosiło ono — 1,48 kWh/wgkm.

Wg Lehrera w ruchu miejskim trolleybus opłaca się w porównaniu z autobusem przy koszcie energii elektrycznej do 6 fen./kWh. Dla porównania autor podaje, że w Anglii koszt energii elektrycznej wynosi średnio 5,1 ÷ 5,5 fen./kWh, zaś oleju gazowego — 22,5 fen./litr (przy kursie 1 £ = 20,4 RM).

Koszty utrzymania sieci trakcyjnej dla trolleybusów wg tegoż autora są niewiele droższe od tramwajowej i wynoszą średnio 1,2 ÷ 1,4 fen./wgkm. W trakcji trolley-

busowej koszt utrzymania taboru wynosi średnio 5 ÷ 6 fen./wozokm., zaś dla autobusów dieslowych 8 ÷ 9,5 fen./wozokm.

P. Schiemann\*) podaje następujący szereg danych z praktyki istniejących za granicą linii trolleybusowych; dane te są zawarte w tabelach II i III.

Tabela II  
Trolleybusy w Mediolanie

	1933	1935	1937	1938
Liczba przejechanych wagonokm . . . . .	52 381	345 269	1 085 198	1 450 000
Liczba pasażerów przewiezionych	177 267	2 163 759	9 433 343	13 550 000
Roczny dochód w lirach . . . . .	66 647	611 674	2 489 784	3 300 000

Tabela III

Porównawcze wydatki w Stanach Zjednoczonych A. P.

Kategoria wydatków	Trolleybus	Tramwaj	Autobus
	centów na wozokilometr		
Urządzenie (razem z czyszczeniem wozów) . . . . .	1,12	1,25	1,88
Personel . . . . .	3,85	4,35	3,80
Środki napędowe . . . . .	0,90	1,00	2,23

Porównanie pomiędzy trolleybusem i autobusem, oparte na rzeczywistych danych z praktyki Stanów Zjednoczonych A. P., zostało wykonane przez p. Ch. Guernsey, naczelnego inżyniera firmy J. G. Brill Co. Dane cyfrowe są zapożyczone ze statystyk „Zjednoczenia Narodowego Właścicieli Autobusów“ w odniesieniu do autobusów, natomiast dla trolleybusów — przedstawiają one średnie wyniki eksploatacyjne czterech towarzystw amerykańskich, użytkujących wozy tego samego typu, tj. na 40 miejsc siedzących. Liczby dotyczące wozów 30-miejscowych są wydedukowane. Całość ujęta jest w tabeli IV.

Tabela IV

Wyniki eksploatacyjne w centach na milę

	Trolleybusy		Autobusy	
	40	30	40	30
Pojemność (miejsc siedzących)	40	30	40	30
Wydatki ruchu . . . . .	5,70	5,70	6,55	6,55
Wydatki trakcji . . . . .	2,40	1,80	4,70	3,60
Utrzymanie sieci trakcyjnej . . . . .	0,70	0,70	—	—
Utrzymanie taboru . . . . .	5,60	4,40	6,80	6,20
Koszt garażu . . . . .	1,20	1,10	1,60	1,50
Wydatki różne . . . . .	1,20	1,20	1,20	1,20
Wydatki generalne . . . . .	3,90	3,70	4,20	4,00
Ogółem . . . . .	20,70	18,60	25,05	23,05

Z powyższego wynika, że w przypadku zmiennego ruchu koszty eksploatacji zmieniają się niewiele — w zależności od tego, czy używa się wozów 30 czy 40-osobowych; jednakże wozy 40-osobowe mają tu niewielką przewagę przy ruchu bardziej intensywnym, gdy tymczasem wozu 30-osobowe są bardziej ekonomiczne dla ruchu słabszego.

\*) „Warum Oberleitungs-Omnibusse für den Nahverkehr?“ (Elektrizitätswirtschaft Nr. 19/1938 r.)  
\*\*) „Der Oberleitungs-Omnibuss technische und wirtschaftliche Fragen“ (ETZ. Nr. 44—45/1937 r.)

\*) „Die Entwicklung und heutige technische und wirtschaftliche Bedeutung des Obusses“ (Elektrizitätswirtschaft Nr. 19/1938 r.)

## WNIOSKI.

Na rozwój trolleybusów w rozmaitych państwach wpłynęły, oczywiście, najrozmaitsze względy — zależnie od warunków lokalnych, ogólnego stanu komunikacji, możliwości kraju, ogólnego uprzemysłowienia, stanu dróg itp. Uderzający jest jednak fakt, że wszędzie obok wielkiego rozwoju motoryzacji i komunikacji autobusowej rozwijają się trolleybusy, jako środek komunikacji, mający swoje własne racje bytu, niezależnie od innych środków transportu. Poważnym czynnikiem w rozwoju trolleybusów jest również możliwość wykorzystania taniej energii elektrycznej, uzyskiwanej z elektrowni spalających mniej wartościowy węgiel, zamiast drogich paliw płynnych.

W Polsce trolleybusy dotąd nie znalazły jeszcze żadnego zastosowania — prócz miasta Poznania, eksploatującego jedną tylko linię o długości ok. 3 km., stanowiącą przedłużenie linii tramwajowej. Linię tę obsługują 2 trolleybusy, przerobione ze starych autobusów. Jakkolwiek eksploatacja tej linii dała wyniki dodatnie, to jednak, niestety, z rozmaitych względów nie wpłynęło to na dalszy rozwój trolleybusów. Wszystkie polskie przedsiębiorstwa tramwajowe albo rozbudowują swoje linie tramwajowe, tworząc częstokroć szereg długich linii o rzadkim i nierentownym ruchu, albo też uzupełniają swoje linie — liniami autobusowymi.

Ponieważ, jak wynika z poprzednich rozważań, trol-

lebus jest środkiem pośrednim, dającym w pewnych warunkach najekonomiczniejsze rozwiązanie komunikacji, z długiej zaś strony nasze własne zasoby paliwa ciekłego, zaoszczędzone wobec wprowadzenia trakcji trolleybusowej, mogłyby być obrócone na inne cele, przeto wydaje się, że obecny stan rzeczy jest raczej nienormalny.

Na zakończenie należy zwrócić uwagę na fakt, że rozwój trolleybusów jest również związany z ogólnym wzrostem konsumpcji energii elektrycznej. Warunki ruchu na ulicach wielkich miast powodują coraz większe trudności dla ruchu tramwajowego, które stopniowo likwidują się. Dla obciążenia istniejących elektrowni jest to, oczywiście, bardzo ważne, a może być naprawione jedynie przez wprowadzenie trolleybusów, które zużywają o ok. 50% więcej energii elektrycznej od tramwajów, — ze względu na większe opory trakcji, jakie stawiają opony gumowe. Dla przykładu podaje, że w Anglii ilość energii elektrycznej, zużytej przez trolleybusy, wzrosła z 1 miliona kWh w r. 1920 do 100 milionów kWh w r. 1936; natomiast zużycie energii przez tramwaje spadło w latach 1931—1936 z 846 mil. kWh do 792 mil. Dla porównania można podać, że jeden trolleybus średniej wielkości zużywa rocznie ok. 100 000 kWh, co — w przeliczeniu — oznacza rocznie tyle, co 150 pieców elektrycznych, 170 wariatorów lub 1000 chłodzi domowych.

## Wpływ elektryfikacji Warszawskiego Węzła Kolejowego na przewozy pasażerów podmiejskich

Inż. S. Plewako

*Streszczenie.* Po omówieniu zakresu obecnego, pierwszego etapu elektryfikacji Węzła Warszawskiego oraz założeń co do ruchu, ustalonych przed elektryfikacją, zostaje przeprowadzona analiza wzrostu ruchu pasażerów na liniach zelektryfikowanych.

Wnioski wynikające z porównania danych statystycznych.

Porównawcze zestawienie oszczędności na czasie przy przejazdach pociągami elektrycznymi w porównaniu z dotychczasową trakcją parową.

Wprowadzony od dwóch lat ruch pociągów elektrycznych na zelektryfikowanym węźle kolejowym warszawskim nie rozwiązuje całości zagadnienia i obejmuje na razie tzw. pierwszy okres elektryfikacji węzła.

Ponieważ elektryfikacja Węzła stanowi bardzo poważne i kosztowne zagadnienie, postanowiono przystąpić do jego realizacji etapami, decydując się na razie na zelektryfikowanie linii wykazujących największe na-

teżenie ruchu. W pierwszej kolejności zelektryfikowano linie od Warszawy do: Otwocka, Mińska Mazowieckiego i Żyrardowa (rys. 1), które w czasie opracowywania projektu wykazały największą liczbę przewozów pasażerów podmiejskich.

Charakter ruchu na wymienionych liniach nie jest bynajmniej jednakowy; linia do Żyrardowa posiada z jednej strony szybko rozrastające się osiedla przemysłowe, jak Ursus, Włochy, Pruszków, Grodzisk i Żyrardów, z drugiej zaś strony osiedla letniskowe, jak Brwinów i Milanówek o przeważającej ludności stałej, co w rezultacie powoduje, że ruch podróżnych na tej linii nie ma charakteru sezonowego i jest mniej więcej równomierny w ciągu całego roku.

Odmienny charakter ma linia do Otwocka, wzdłuż której, prócz miasteczka Falenicy, jednym nieprzerwanym ciągiem umieszczone są letniska, toteż ruch podróżnych — bardzo ożywiony w okresie letnim — maleje w zimie, jakkolwiek i na tej linii coraz więcej mieszkańców osiada na stałe. Linia do Mińska Mazowieckiego. Poza Rembertowem, do którego dojeżdża prawie połowa podróżnych i osiedlami letniskowymi do Miłosny, przebiega ona przez bardzo słabo zaludnione tereny aż do Mińska Mazowieckiego. Ze względu jednak na stałych mieszkańców Rembertowa i Miłosny ogólny charakter przewozów podróżnych na tej linii nie wiele się różni od linii żyrardowskiej, nie wykazując tak dużych fluktuacji podróżnych, jak to ma miejsce na linii otwockiej. Linię tę włączono do pierwszego etapu elektryfikacji jedynie ze względu na to, że przy przebudowie Węzła została ona na stałe wprowadzona na



Rys. 1.

Węzeł Warszawski i linie zelektryfikowane  
 — linie zelektryfikowane.  
 — linie nieelektryfikowane.

linię średnicową i umożliwiła w dogodny sposób „zważdowanie“ składów pociągów elektrycznych przerzucających z lewego brzegu Wisły na prawy i na odwrót. Z tego też względu, jakkolwiek wykazywała ona niezbyt gęsty ruch — uzyskała pierwszeństwo przed linią białostocką (do Tuszczu), która obecnie wprowadzona jest na skazany na likwidację Dworzec Wileński.

Założenia ruchowe zostały oparte na statystyce przewozów pasażerów na odcinkach podmiejskich, sporządzanej na podstawie raportów konduktorskich.

Badając zmianę natężenia ruchu w ciągu dnia, stwierdzono, że ruch pasażerów podlega dość znacznym zmianom, przy czym, jak wykazuje statystyka, dla kierunku do Warszawy 100%-owy szczyt przewozów pasażerów przypada w godzinach pomiędzy 6 i 9 oraz 50%-owy — pomiędzy godz. 18 i 21, zaś dla kierunku od Warszawy 100% przypada pomiędzy godz. 15 i 18 oraz 50% pomiędzy godzinami 18 i 21. W pozostałych godzinach ruch pasażerów jest mniej więcej równomierny.

Mając na celu radykalne usprawnienie ruchu podmiejskiego na odcinkach zelektryfikowanych, uznano — wzorem zagranicznych zelektryfikowanych kolei podmiejskich — za najracjonalniej tzw. „sztywny rozkład jazdy“, polegający na utrzymaniu ruchu pociągów przez 18 godzin na dobę — w równomiernych odstępach czasu, zagęszczając ponadto ilości pociągów w godzinach większego natężenia ruchu. Rozkład taki jest zresztą podobny do rozkładu stosowanego przez miejskie koleje elektryczne.

Utrzymywanie równomiernego rozkładu jazdy jest jednakże opłacalne tylko przy równoczesnym zachowaniu możliwości zmiany składu pociągów w zależności od natężenia ruchu. Dzięki takiemu rozwiązaniu uzyskuje się, w taki sposób, gęsty ruch pociągów podmiejskich, zapewniający stały i szybki dojazd podróżnych od poszczególnych miejscowości. Średni współczynnik napelnienia w elektrycznych pociągach podmiejskich uzyskuje się przy tym nieporównanie większy, niż w pociągach parowych.

Do obsługi pociągów podmiejskich zastosowano niepodzielne składy trójwagony — tzw. „jednostki pociągowe“ złożone z wagonu motorowego oraz z dwóch wagonów doczepnych. Ostatni wagon doczepny posiada przedział maszynisty pozwalający na prowadzenie pociągu wagonami doczepnymi naprzód, bez konieczności obracania składu. W zależności od natężenia ruchu „jednostki“ można łączyć ze sobą. Najdłuższy skład pociągu elektrycznego tworzą trzy jednostki, czyli razem dziewięć wagonów. Pojemność „jednostki“ łącznie z miejscami siedzącymi i stojącymi wynosi 350 osób, z czego na drugą klasę przypada 52 miejsca siedzące oraz 40 stojących, na trzecią zaś — 174 miejsc siedzących oraz 84 stojących.

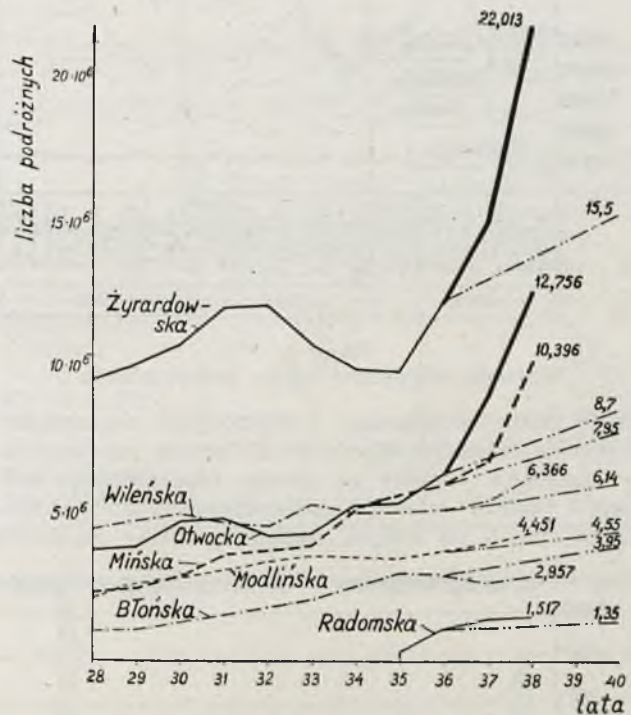
Ze względów technicznych rozkład jazdy pociągów elektrycznych nie był dotąd ściśle zorganizowany według wymienionych wyżej zasad, jednakże począwszy od dn. 15 maja b. r. ma on być wprowadzony w życie w całej rozciągłości.

Statystyka wykazuje, że roczny przyrost ruchu podmiejskiego dla całego Węzła Kolejowego Warszawskiego przed elektryfikacją wynosił ok. 7%, jakkolwiek poszczególne linie podmiejskie wykazywały niejednakowe natężenie ruchu.

Celem ustalenia ilości potrzebnego taboru dla obsługi odcinków zelektryfikowanych założono z wielką ostrożnością, że roczny naturalny przyrost podróżnych, obliczony na 7%, powiększy się na skutek elektryfikacji

bardzo znacznie, wobec czego przyjęto cyfrę 10%. Dodatkowo założono, że na skutek elektryfikacji i ogólnego usprawnienia ruchu pociągów podmiejskich wymieniony przyrost 10% powiększy się jednokrotnie o dalsze 15%. Tak skromne założenia można tłumaczyć z jednej strony zrozumiałą nieufnością do nowego środka lokomocji, z drugiej zaś strony narastającym kryzysem w okresie, w którym przystępowano do elektryfikacji. W tym samym czasie doświadczenia kolei zagranicznych wykazały ogromny wzrost przewozów po ich zelektryfikowaniu. Tak np. na Węzle Kopenhaskim, w rok po zelektryfikowaniu, stwierdzono ok. 100% wzrostu przejazdów. Tego rodzaju przykłady uznano jednak za niewystarczające.

Po uruchomieniu trakcji elektrycznej okazało się, że rzeczywistość prześcignęła wszelkie oczekiwania: w ciągu dwóch lat przyrost przewiezionych pasażerów na liniach zelektryfikowanych wyraził się następującymi liczbami: (w stosunku do stanu z r. 1936) na linii Żyrardowskiej — 78%, na linii Otwockiej — 100% oraz na linii Mińskiej — 71%.



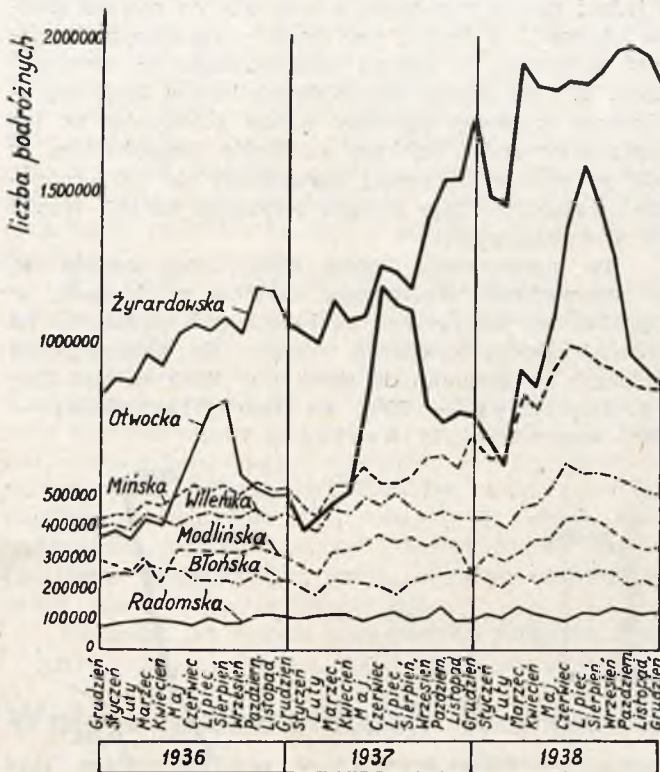
Rys. 2. Przyrost podróżnych na poszczególnych liniach.

- linie zelektryfikowane;
- - - linie niezelektryfikowane;
- · · przewidywany wzrost przejazdów na rok 1940 w stosunku do r. 1936.

Wykres na rys. 2 podaje przyrost podróżnych na poszczególnych liniach, wykres zaś na rys. 3 przedstawia miesięczne wahania ruchu podmiejskiego. Na rys. 2 zaznaczone są przewidywane przyrosty ruchu, z których wyraźnie widać, jak bardzo pesymistyczne były czynione założenia. Jak widać z wykresu linii Żyrardowskiej, od r. 1932 do r. 1935 zaznaczył się na niej spadek przejazdów kosztem wzrostu na liniach Otwockiej i Mińskiej. Nasuwało to w owym czasie przypuszczenie, że linia Żyrardowska wykazuje już nasycenie we wszystkich swych miejscowościach, co tym bardziej zdawało się usprawiedliwiać ostrożne przewidywania. Ciekawy jest również fakt, że na liniach Mińskiej i Otwockiej wzrost ruchu zaznaczył się jeszcze przed uruchomieniem trakcji elektrycznej, tj. od r. 1933. Tłumaczy się to dwoma

względnymi, a mianowicie: z jednej strony wprowadzeniem tych linii na średnice, co pociągnęło za sobą przewożenie pasażerów do środka miasta (na Dworzec Główny), z drugiej zaś strony — przystąpieniem do robót elektryfikacyjnych, co niezwłocznie spowodowało oży-

przewiezionych do i z poszczególnych stacji i przystanków przed elektryfikacją (w r. 1931) oraz po zelektryfikowaniu Węzła (w r. 1938). U spodu wykresu podany jest procentowy udział w ruchu wszystkich stacji, zaś nad słupkami — procentowy wzrost liczby pasażerów.

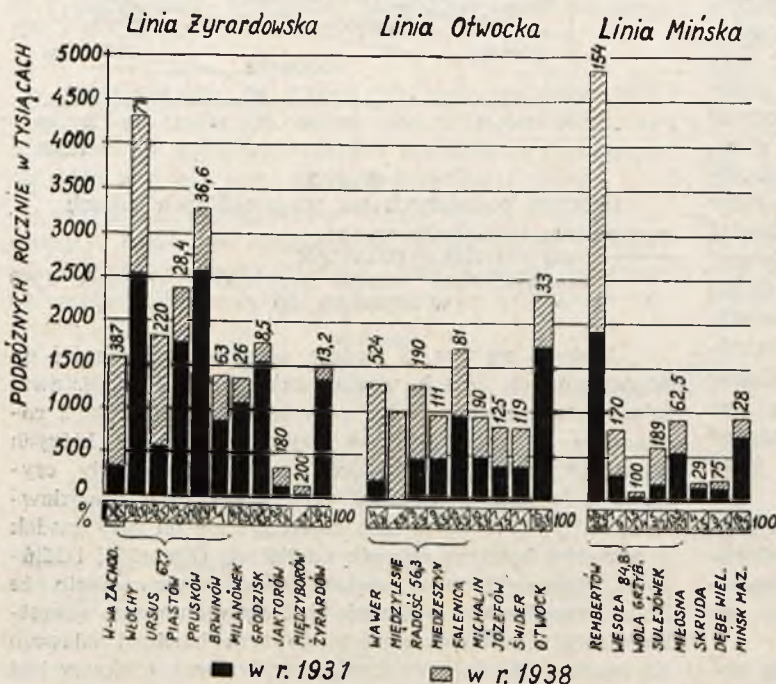


Rys. 3.

Wahania miesięczne ruchu podmiejskiego.

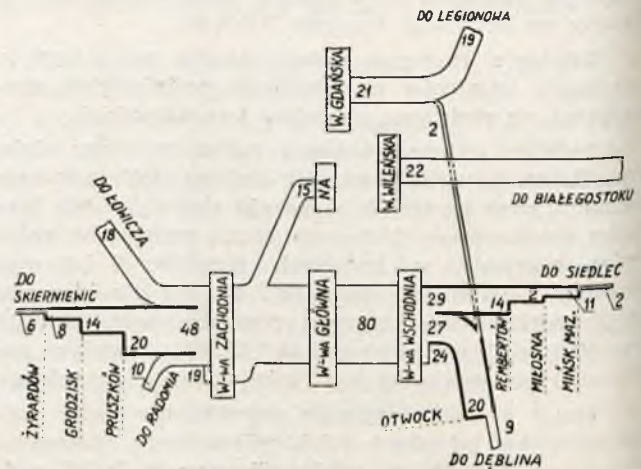
wienie ruchu budowlanego i przenoszenie się zawczasu stałych mieszkańców Warszawy do osiedli podmiejskich.

Zasługuje również na uwagę rozmieszczenie podróży wzdłuż szlaków zelektryfikowanych; przedstawia je rys. 4, na którym podane są liczby pasażerów



Rys. 4.

Ruch podróżnych na poszczególnych stacjach i przystankach.



Rys. 5.

Układ graficzny ruchu pociągów podmiejskich w r. 1936

□ — pociągi podmiejskie;  
 □ — pociągi podmiejskie na liniach podlegających elektryfikacji.

Po zbadaniu wykresu od razu rzuca się w oczy fakt, że największy przyrost ilościowy pasażerów wykazują stacje i przystanki najbliższe położone Warszawy, w promieniu mniej więcej ok. 20 km od centrum miasta, tj. st. Pruszków, Falenica i Miłosna. Do stacji tych przewozi się razem większość podróżnych, a mianowicie: do Pruszkowa — 67,7%, do Falenicy — 56,3% i do Miłosny 84,8%. Najmniejszy przyrost wykazują stacje krańcowe: Grodzisk, Żyrardów, Mińsk Mazowiecki, a nawet Otwock.

Jeżeli weźmiemy przyrosty procentowe, otrzymamy zupełnie inny obraz, który ściśle zależy jest od charakteru linii. O ile linia Otwocka (poza Wawrem i Międzyzlesiem) wykazuje mniej więcej równomierny przyrost pasażerów wzdłuż całej linii, o tyle pozostałe linie wykazują różny wzrost — w zależności od odległości danej stacji od Warszawy, wyraźnie dzieląc się również i pod tym względem na dwie strefy.

Stacje i przystanki w pobliżu Warszawy (do Pruszkowa i do Miłosny) wykazują większy wzrost niż stacje bardziej odległe, przy czym procentowy wzrost jest tu większy na stacjach o słabszym dotąd ruchu. Świadczyłoby to o tym, że dzięki usprawnieniu ruchu wzdłuż wszystkich linii zelektryfikowanych istnieje dążność do jednostajnego zaludnienia — tym gęstszego, im dana miejscowość jest bliższa Warszawy.

Dla ilustracji pokazany jest na rys. 5 ruch pociągów parowych na Węzle Warszawskim w r. 1936 — bezpośrednio przed uruchomieniem pierwszych pociągów elektrycznych, zaś na rys. 6 — ruch pociągów elektrycznych w roku 1938.

Jak wielkie znaczenie posiada elektryfikacja linii podmiejskich, mogą potwierdzić następujące liczby. Wg. danych Biura Regionalnego Warszawy liczba osób zarobkujących w

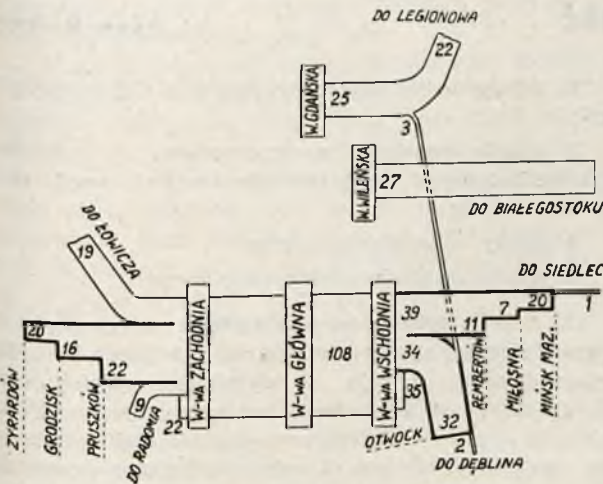
Warszawie, a zamieszkujących w siedmiu powiatach regionu warszawskiego, wynosi ok. 170 000; dla tych osób koleje są głównym środkiem komunikacji z Warszawą. W roku 1937 P. K. P. przewiozły 45,2 mil. podróży podmiejskich, E. K. D. — 3,2 mil., kolejki wąskotorowe — 7,2 mil. i autobusy 2,2 mil. P. K. P. przewożą zatem 78,3% ogólnej liczby podróży podmiejskich. Z wykresu rys. 2 można obliczyć, że linie

okazuje się, że wynosi on nie mniej nie więcej tylko 20%!

O intensywności osiedlania się w osiedlach podmiejskich świadczyć może fakt, że roczny wzrost zaludnienia m. st. Warszawy wynosi zaledwie 1% pomimo, iż przeciętny wzrost zaludnienia miast w Polsce (według Rocznika Statystycznego) stanowi 2,9%. Natomiast wzrost zaludnienia powiatu warszawskiego wykazuje ok. 6,4% rocznie. Obawy, iż stan ten ulegnie w najbliższej przyszłości zahamowaniu, nie wydają się być słuszne wobec wielkich możliwości budowlanych wzdłuż istniejących szlaków oraz przewidywanego dalszego usprawnienia i zagęszczenia ruchu pociągów elektrycznych.

Zerwanie z tradycją mieszkania w dusznym i zadymionym śródmieściu przy jednoczesnym usprawnieniu komunikacji z osiedlami podmiejskimi pozwala przypuszczać, że dalszy rozwój osiedli podmiejskich jest uwarunkowany jedynie usprawnieniem komunikacji, a to równoznaczne jest z elektryfikacją dotąd jeszcze nieelektryfikowanych linii podmiejskich.

Na zakończenie podajemy wykaz porównawczy czasów jazdy przy trakcji parowej i elektrycznej na zelektryfikowanych obecnie liniach:



Rys. 6.

Układ graficzny ruchu pociągów podmiejskich w r. 1938.

- — pociągi podmiejskie;
- ▣ — pociągi podmiejskie na liniach zelektryfikowanych.

zelektryfikowane przewiozły w roku 1938 75% pasażerów podmiejskich przewiezionych przez P. K. P. w obrębie całego Węzła Warszawskiego, czyli, że na liniach tych przewozi się ok. 60% ogólnej liczby wszystkich pasażerów podmiejskich Warszawy podróżujących rozmaitymi środkami lokomocji. Bardzo ciekawą cyfrą jest stosunek liczby pasażerów przewiezionych na zelektryfikowanych liniach podmiejskich do ogólnej liczby pasażerów przewiezionych w roku 1938 na całej sieci P. K. P.;

Odcinek	Czas jazdy		Oszczędność czasu, jaką daje trakcja elektryczna	
	trakcja parowa	trakcja elektry.	min.	%
	min.	min.		
Warszawa Gł. — Otwock	50	36	14	28
Warszawa Gł. — Zyrardów	70	50	20	28
Warszawa Gł. — Mińsk Mazowiecki	60	49	11	18



# GRUPA SZKOLNICTWA ELEKTROTECHNICZNEGO

## Obecny stan szkolnictwa elektrotechnicznego w Polsce i widoki jego rozwoju na przyszłość

Inż. Adam Bedyński

**Streszczenie.** Referat obejmuje szkolnictwo elektrotechniczne, z wyjątkiem szkół akademickich, w zakresie szkół prowadzonych zarówno wg dawnego jak i nowego ustroju oraz ich porównanie na podstawie schematów organizacyjnych.

Następnie omówione jest rozwiązanie programowe prowadzonych obecnie szkół elektrotechnicznych wszystkich stopni.

Wreszcie omówiony jest stan liczbowy szkół elektrotechnicznych oraz widoki ich rozwoju na przyszłość.

W ubiegłym roku szkolnym szkoły elektryczne wszystkich stopni\*) zostały przekształcone według nowego ustroju. Uwzględniają one obecnie przygotowanie zawodowe i ogólne — na poziomie średnim i niższym — wszelkiego rodzaju pracowników, jakich potrzebuje elektrotechniczny przemysł wytwórczy, elektrownie oraz przedsiębiorstwa i instytucje, korzystające w szerokim zakresie z maszyn i urządzeń elektrycznych oraz telekomunikacyjnych.

Reformę szkół zawodowych w ogóle, a między nimi i szkół elektrotechnicznych, wywołała konieczność zharmonizowania naszego szkolnictwa zawodowego z potrzebami gospodarczymi państwa, uczynienia zeń niezmiernie ważnego czynnika rozwoju gospodarczego, a przede wszystkim podjęcia na szeroką skalę reformy ustroju programów i sieci szkolnictwa zawodowego w ramach ogólnej reformy szkolnej.

Nowy ustrój szkół elektrycznych uwypuklił się wyraźniej przy porównaniu go z dawnym ustrojem szkół tej samej grupy.

### CHARAKTERYSTYKA SZKÓŁ ELEKTRYCZNYCH DAWNEGO USTROJU.

W Polsce, przed reformą szkolną, były następujące szkoły elektryczne (rys. 1):

1. szkoły techniczno-przemysłowe z wydziałami elektrotechnicznymi;

2. szkoły techniczne z wydziałami elektrotechnicznymi;

3. szkoły rzemieślniczo-przemysłowe z wydziałami elektrotechnicznymi (elektromechanicznymi, wzgl. elektromonterskimi);

4. szkoły dokształcające, oraz

5. szkoły majstrów elektrotechnicznych.

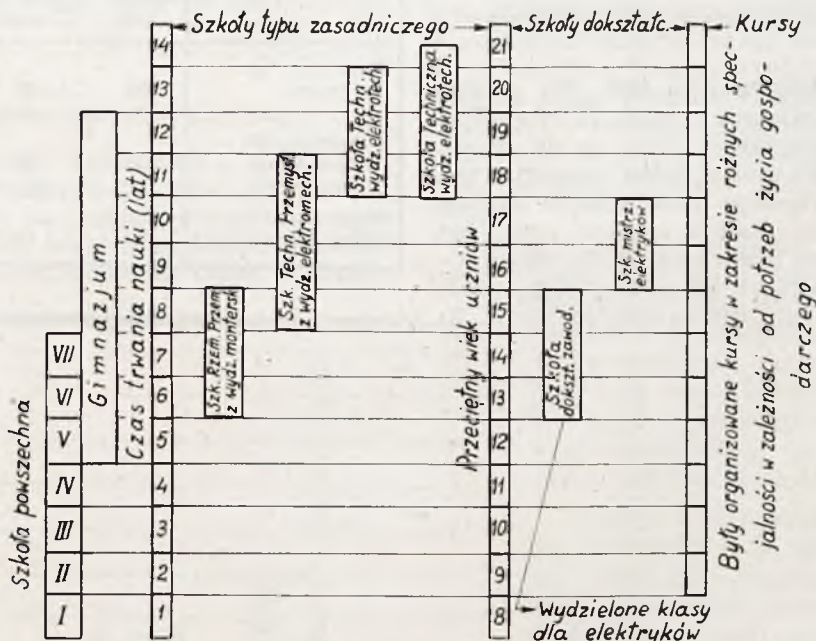
1. Szkoły techniczno-przemysłowe oparte były na programie pełnej szkoły powszechnej lub trzech klas gimnazjum dawnego ustroju. Z wyjątkiem wydziału elektrotechnicznego w Katowicach nie było jednak w Polsce szkół tego typu o charakterze wyłącznie elektrotechnicznym, istniało natomiast 7 szkół techniczno-przemysłowych z wydziałami elektrotechnicznymi lub mechanicznymi, których programy uwzględniały w dość szerokim

zakresie zagadnienia elektrotechniki. W szkołach tych nauka trwała 4 lata; grupa przedmiotów mechanicznych obejmowała głównie zagadnienia ruchu w zakresie, potrzebnym dla pracowników technicznych w przedsiębiorstwach zelektryfikowanych. Program nauczania wymagał średnio po 42 godziny zajęć tygodniowo w ciągu 4-letniej nauki.

2. Szkoły techniczne z wydziałami elektrotechnicznymi oparte były na programie sześciu klas gimnazjum dawnego ustroju. Szkół takich było 4, w tej liczbie dwie trzyletnie (Łódź i Wilno); w dwóch innych (Warszawa i Poznań, noszących miano „wyż-

szych“, nauka trwała trzy i pół roku. W szkołach tych — dzięki odpowiedniej podbudowie programowej — uczniowie, wzgl. słuchacze uzyskiwali szersze i głębsze wiadomości teoretyczne oraz praktyczne — w warsztatach i laboratoriach szkolnych. Programy uwzględniały przeważnie kierunek techniki prądów silnych.

Poza tym w tej grupie szkół dodatkowo wymienić należy Państwową Szkołę Teletechniczną w Warszawie, która, jako specjalna, posiadała 2-letni program nauczania; od kandydatów wymagano ukończenia 6 klas gimna-



Rys. 1.

Ustrój szkół elektrycznych przed wejściem w życie ustawy z dnia 11 marca 1932 r.

\*) Artykuł nie porusza szkół akademickich.

zjum dawnego ustroju i co najmniej rocznej praktyki. Szkoła ta, subwencjonowana przez Ministerstwo Poczty i Telegrafów, kształci teletechników dla potrzeb Ministerstwa Poczty i Telegrafów.

3. *Szkoły rzemieślniczo-przemysłowe* oparte były w zasadzie na programie pięciu oddziałów szkoły powszechnej, przyjmowały jednak — wobec znacznego dopływu młodzieży — przeważnie kandydatów z ukończoną pełną szkołą powszechną. Szkół tego typu, posiadających wydziały elektrotechniczne, było 14; nauka w nich trwała przeważnie 3 lata; w niektórych szkołach program nauczania był rozłożony na cztery lata.

W szkołach rzemieślniczo-przemysłowych główny nacisk kładziono na pracę warsztatową, montażową oraz na ćwiczenia praktyczne. Organizacja tych szkół nie była jednolita; w niektórych zaczynał się od drugiego roku nauczania podział na kierunki prądów silnych i słabych; szkoły te uwzględniały więc specjalizację; trudność zorganizowania zajęć instalacyjnych w warsztatach szkolnych (ze względu na znaczny ich koszt) wysunęła w jednej ze szkół (Poznań) koncepcję praktyki śródszkolnej, którą uczniowie odbywali w przedsiębiorstwach prywatnych; po odbyciu praktyki uczniowie powracali do szkoły celem dokończenia nauki.

Program nauczania omawianych szkół wymagał średnio po 46 godzin zajęć w tygodniu w ciągu trzech lat; na zajęcia warsztatowe poświęcono ok. 55% czasu szkolenia.

4. *Szkoły dokształcające* z wydzielonymi klasami dla uczniów-elektryków istniały tylko w większych ośrodkach, w których można utworzyć odpowiednio liczną grupę tych uczniów. W szkołach tych młodzież uzupełniała swe praktyczne wykształcenie w „terminie“ wiadomościami teoretycznymi oraz zajęciami w laboratoriach. Czas trwania nauki wynosił 3 lata przy 10—12 godzinach zajęć tygodniowo.

5. *Szkoły majstrów elektryków*, oparte na 7 oddziałach szkoły powszechnej lub na szkole dokształcającej, wymagały od kandydatów przynajmniej trzyletniej praktyki; przeznaczone dla wykwalifikowanych monterów-elektryków, szkoły te dawały rozszerzenie wiedzy zawodowej, ułatwiając w ten sposób absolwentom zdobycie stanowisk przodowniczych i nadzorczych.

W Polsce istniały trzy szkoły tego typu (Bielsko, Katowice i Lwów); pod względem zakresu programowego przedmiotów zawodowych teoretycznych były one zbliżone do szkół rzemieślniczo-przemysłowych.

Poza wymienionymi szkołami były organizowane różne kursy, czy to dokształcające, jak np. elektromonterskie dla dorosłych pracujących w zawodzie, czy też specjalne z pewnych dziedzin elektrotechniki, np. kursy radiotechniczne. Kursy te wyczerpywały zakreślone różniące programy w różnych czasach — od kilku tygodni do kilkunastu miesięcy — i posiadały charakter sporadyczny, dorywczy lub stały. Były to przeważnie kursy wieczorowe, umożliwiające nieprzerwanie pracy zawodowej.

Nie wszystkie z wymienionych wyżej szkół posiadały charakter wyłącznie elektrotechniczny. Szkoły techniczno-przemysłowe były szkołami elektromechanicznymi ze znaczną przewagą liczby przedmiotów oraz przeznaczonych na nie godzin z zakresu mechaniki; tak np. szkoła elektrotechniczna we Lwowie na ogólną liczbę 168 godzin tygodniowo w ciągu 4 lat nauki przeznaczala 75 godzin na przedmioty z zakresu mechaniki, a zaledwie 19 godzin na elektrotechnikę. Pozostałe godziny w tej szkole były przeznaczone na przedmioty przygotowujące zarówno do kierunku mechanicznego, jak i elektrotechnicz-

nego (język polski, matematyka, fizyka, chemia, wytrzymałość materiałów i inn.).

Jeszcze w mniejszym stopniu były uwzględnione przedmioty z elektrotechniki w szkole techniczno-przemysłowej w Wilnie: na ogólną liczbę 168 godzin tygodniowo w ciągu 4 lat nauki zaledwie 9 godzin było przeznaczonych na elektrotechnikę. Jakkolwiek szkoły te są wykazane w grupie szkół elektromechanicznych, to jednak, jak widzimy, przygotowanie tu absolwentów było o wiele gruntowniejsze w zakresie mechaniki, niż elektrotechniki.

W szkołach rzemieślniczo-przemysłowych z wydziałami elektromechanicznymi, podobnie jak i w szkołach techniczno-przemysłowych, przedmioty z dziedziny mechaniki miały znaczną przewagę nad przedmiotami z zakresu elektrotechniki. Toteż młodzież po ukończeniu tych szkół łatwiej znajdowała zatrudnienie w warsztatach mechanicznych, niż elektrotechnicznych.

#### *Nowy ustrój szkół elektrotechnicznych.*

Nowoczesny przemysł elektrotechniczny potrzebuje licznych pracowników o rozległej skali przygotowania zawodowego i ogólnego. Jeżeli chodzi o zagadnienie szkolenia, to przemysł ten podzielić można na 3 gałęzie:

1) przemysł silnoprządowy, do którego należą wytwórnie maszyn, aparatów oraz urządzeń elektrycznych; należałoby tu zaliczyć elektrownie, biura instalacyjne oraz kolejnictwo elektryczne;

2) przemysł teletechniczny, obejmujący wytwórnie sprzętu telefonicznego i telegraficznego oraz centrale;

3) przemysł radiotechniczny, reprezentowany przez fabryki aparatów i urządzeń radiofonicznych i radiotelegraficznych oraz stacje nadawcze.

Zanim przystąpiono do ustalenia typów szkół, ich organizacji i programów, przeprowadzono szczegółową analizę czynności pracowników, zatrudnionych w poszczególnych gałęziach przemysłu elektrotechnicznego, oraz wymagań, jakim powinni oni odpowiadać pod względem wiadomości i usprawnień zawodowych oraz ważniejszych cech psychofizycznych.

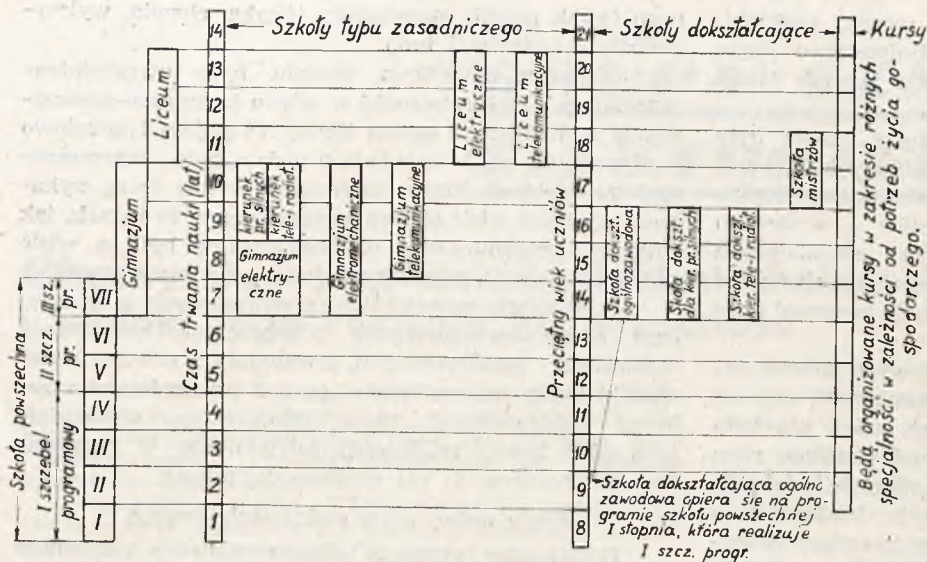
W wyniku powyższych rozważań ustalono następujące typy szkół elektrycznych:

- 1) licea elektryczne;
- 2) licea telekomunikacyjne;
- 3) czteroletnie gimnazja elektryczne z kierunkami: prądów silnych oraz tele- i radiotechniki;
- 4) czteroletnie gimnazja elektromechaniczne;
- 5) 3-letnie gimnazja telekomunikacyjne;
- 6) szkoły dokształcające zawodowe dla młodzieży, pracującej w przemyśle elektrotechnicznym;
- 7) szkoły dokształcające zawodowe dla młodzieży, pracującej w przemyśle tele- i radiotechnicznym;
- 8) szkoły dokształcające ogólnozawodowe z wydzielonymi grupami dla elektryków;
- 9) szkoły mistrzów oraz
- 10) różnorodne kursy szkolenia podstawowego i doskonalenia zawodowego pracowników przemysłu elektrotechnicznego.

Związek, jaki zachodzi pomiędzy szkołami elektrycznymi a szkołami ogólnokształcącymi, przedstawia schemat pokazany na rys. 2.

#### *LICEA ELEKTRYCZNE.*

Licea elektryczne mają na celu przygotowanie pracowników do pełnienia czynności ruchowych, energetycznych i konstruktorskich w dziedzinie produkcji, instalacji i eksploatacji urządzeń elektrycznych. W myśl tych założeń głównym terenem pracy absolwentów li-



Rys. 2. Ustrój szkół elektrycznych według ustawy z dnia 11 marca 1932 r.

6) wiadomości z traktacji elektrycznej — i napędu elektrycznego w zakresie typowych urządzeń o napędzie elektrycznym oraz przystosowaniu maszyn elektrycznych do maszyn napędzanych;

7) elektryczne metody pomiarowe laboratoryjne oraz sposoby badania maszyn elektrycznych i transformatorów zgodnie z przepisami PNE;

8) praktyczne przygotowanie do wykonywania naprawy i obsługi urządzeń elektrycznych oraz gruntowną znajomość nawijania, naprawy i obsługi maszyn elektrycznych;

9) wiadomości z zakresu telekomunikacji: sposoby usuwania zakłóceń, powstających w urządzeniach telekomunikacyjnych pod wpływem

Tabela I. Plan godzin w Liceum Elektrycznym

L. p.	Przedmioty	Klasa						Ogółem	
		Półrocza							
		I	II	III	I	II	III		
<b>A. Zawodowe:</b>									
1	Podstawy elektrotechniki . . .		8	5				13	
2	Miernictwo elektryczne . . .		3	3				6	
3	Maszyny elektryczne i transformatory . . .				5	5	8	8	26
4	Urządzenia elektryczne . . .				6	8	9	11	34
5	Elektryczne oświetlenie i ogrzewanie . . .					4			4
6	Kolejnictwo i napęd elektryczny . . .							6	6
7	Pracownia elektryczna . . .			3	6	6	6	6	21
8	Warsztaty elektryczne . . .				3	3	4		10
9	Tele- i radiotechnika . . .					3	3		6
10	Technologia metali . . .				4				4
11	Warsztaty obróbki metali . . .	4	3	3					10
12	Maszynoznawstwo ogólne . . .				6	6	3		15
13	Organizacja przedsiębiorstw i ustawodawstwo elektryczne . . .						4		4
14	Rysunek techniczny z nauką o rzutach . . .	7	5						12
15	Budownictwo . . .					2			2
<b>Razem A:</b>		11	16	35	35	38	38		173
<b>B. Pomocnicze, ściśle związane z zawodem:</b>									
16	Mechanika techniczna . . .	5	5						10
17	Fizyka . . .	6	2						8
18	Chemia i materiałoznawstwo . . .	4	3						7
19	Matematyka . . .	9	9						18
20	Higiena . . .					1	1		2
21	Zagadnienia gospodarcze i społeczno-państwowe . . .						2	2	4
<b>Razem B:</b>		24	19			3	3		49
<b>C. Pomocnicze, bezpośrednio nie związane z zawodem:</b>									
22	Religia . . .	2	2	1	1	1			8
23	Język polski . . .	2	2	2	2				8
24	Język obcy . . .	2	2	2	2				8
25	Przysposobienie wojskowe . . .	2	2	2	2	2	2		12
26	Ćwiczenia cielesne . . .	2	2	2	2				8
<b>Razem C:</b>		10	10	9	9	3	3		44
<b>Ogółem:</b>		45	45	44	44	44	44		266

ceów będą: biura instalacyjne, samodzielne warsztaty elektrotechniczne, elektrownie, wytwórnie maszyn i aparatów elektrycznych, tramwaje oraz koleje elektryczne.

Szkoła nie przeprowadza specjalizacji, dając absolwentom zasób wiadomości w wymienionym zakresie pracy. Dopiero dłuższy okres praktyki w obranej gałęzi elektrotechniki pozwoli na wyrobienie się i wyspecjalizowanie.

Licea są trzyletnie, a program ich opiera się na programie 4-letniego gimnazjum ogólnokształcącego. Przy ustalaniu planu godzin (tabela I) oraz materiału nauczania poszczególnych przedmiotów uwzględniono konieczność należytego przygotowania ogólnego, właściwego szkole elektrycznej stopnia licealnego. W podanym w tabeli I planie godzin przedmioty zawodowe stanowią podstawę dydaktyczną; nadają one kierunek wykształceniu, zapewniając młodzieży pełne przygotowanie zawodowe średnie, a ponadto posiadają doniosłą rolę wychowawczą.

Materiał nauczania poszczególnych przedmiotów zawodowych obejmuje:

1) podstawy elektrotechniki w zakresie niezbędnym do należytego rozumienia zjawisk, na których są oparte: miernictwo elektryczne, budowa i działanie maszyn oraz urządzeń elektrycznych;

2) zasady miernictwa elektrycznego, wzorce jednostek oraz typy przyrządów pomiarowych; ich budowę i działanie; umiejętność dokonywania pomiarów wielkości elektrycznych i magnetycznych przy pomocy przyrządów laboratoryjnych, technicznych oraz gotowych układów pomiarowych;

3) maszyny elektryczne i transformatory — w takim stopniu, ażeby absolwent liceum — po zdobyciu należytego wyrobienia praktycznego — mógł pełnić czynności w dziale ruchu, energetyki oraz pomocniczych prac konstruktorskich w dziedzinie produkcji, montażu i eksploatacji maszyn elektrycznych oraz transformatorów;

4) w zakresie urządzeń elektrycznych wiadomości z dziedziny projektowania budowy, nadzoru i ruchu instalacji, sieci oraz zakładów elektrycznych — w stopniu, odpowiadającym kwalifikacjom techników-elektryków;

5) elektryczne oświetlenie i ogrzewanie — wiadomości w zakresie projektowania oświetlenia zewnętrznego, wewnętrznego i reklamowego oraz obliczania prostych grzejników;

urządzeń silnoprądowych oraz telekomunikację na liniach wysokiego napięcia.

Poza tym absolwenci liceum elektrycznego powinni posiadać: znajomość technologii metali, obróbki ręcznej, mechanicznej i cieplnej metali; wiadomości z zakresu części maszyn, kotłów, silników parowych, spalinowych i wodnych; wiadomości o organizacji przedsiębiorstw i ustawodawstwie elektrycznym oraz gruntowną umiejętność wykonywania rysunków technicznych.

#### LICEA TELEKOMUNIKACYJNE.

Licea telekomunikacyjne mają na celu przygotowanie pracowników do pełnienia czynności ruchowych, energetycznych i konstruktorskich w dziedzinie produkcji, instalacji i eksploatacji *urządzeń telekomunikacyjnych*. Szkoła przygotowuje pod względem teoretycznym i praktycznym w takim stopniu, aby po odbyciu kilkuletniej praktyki młodzież mogła wykonywać następujące czynności:

a) prowadzenie ruchu i kontrolę sprawności działania urządzeń telekomunikacyjnych oraz usuwanie wadliwości w tych urządzeniach;

b) nadzór nad budową i kontrolę eksploatacji sieci telekomunikacyjnych; opracowywanie projektów i kosztorysów budowy i przebudowy linii teletechnicznych;

c) prowadzenie prób i badań w laboratoriach, projektowanie w biurach technicznych, kierownictwo bieżącą produkcją w warsztatach montażowych;

d) akwizycję, opracowywanie ofert i kalkulację w dziale handlowym wytwórni.

Jakkolwiek analiza czynności technika w dziedzinie telekomunikacji pozwala na wyodrębnienie dwóch głównych kierunków specjalizacji, a mianowicie teletechniki i radiotechniki, to jednak stwierdzić należy, że dzisiejszy rozwój telekomunikacji charakteryzuje coraz większe ich zacieśnianie się i wzajemne przenikanie. W obecnym stanie rzeczy zarówno teletechnika, jak i radiotechnika, nie stanowią dziedzin całkowicie zamkniętych w sobie, lecz współpracują ku obopólnej korzyści, opierając się na podstawach elektrotechniki, jako na wspólnym fundamencie. Zacieranie się granic pomiędzy teletechniką a radiotechniką występuje coraz silniej w zakresie tych wiadomości, które stanowią ogólne podstawy telekomunikacji. Toteż przy ustalaniu programu liceum telekomunikacyjnego — specjaliści, reprezentujący zarówno teletechnikę, jak i radiotechnikę, uznali za racjonalne przyjęcie takiego programu nauczania, który by dawał absolwentom jednolite przygotowanie podstawowe. Takie rozwiązanie programu liceum telekomunikacyjnego zapewnia absolwentom możliwość pracy i dalszej specjalizacji w dowolnie obranym kierunku — zarówno teletechnicznym, jak i radiotechnicznym.

Podobnie jak w liceach elektrycznych, plan godzin nauczania (tabela II) w liceach telekomunikacyjnych zawiera przedmioty zawodowe i ogólnokształcące.

Materiał nauczania przedmiotów zawodowych, charakterystycznych dla liceum telekomunikacyjnego, obejmuje:

1) z *podstaw teletechniki*: podział telekomunikacji, kryteria dobroci połączeń telekomunikacyjnych, zasady przekształcania energii, elementy urządzeń linii, zniekształcenia, łańcuchy i filtry, teorię czwórników, stany nieustalone w liniach i układach oraz zasady wielokrotnego wykorzystania linii;

2) z *lamp elektronowych*: ogólne wiadomości o lampach katodowych, działanie wzmacniające, detekcyjne i generacyjne lampy trójelektrodowej, modulację gene-

ratorów, wytwarzanie drgań magnetronowych, relaksacyjnych i elektronowych, lampy wieloelektrodowe oraz budowę i fabrykację lamp;

3) z *podstaw radiotechniki*: drgania swobodne, obwody sprzężone, obwody o stałych elektrycznych rozłożonych, obwody otwarte, promieniowanie, rozchodzenie się fal, modulację telegraficzną i telefoniczną nadajników lampowych i odbiór;

4) z *aparatów i łącznic telefonicznych*: zasadnicze układy telefonowania i aparaty oraz ogólne zasady dzia-

Tabela II.

Plan godzin w Liceum Telekomunikacyjnym

L. p.	Przedmioty	K l a s a						Razem
		P ó ł r o c z a						
		1	2	3	4	5	6	
<b>A. Zawodowe:</b>								
1	Rysunek techniczny . . .	6	2	2	—	—	—	10
2	Podstawy elektrotechniki z miernictwem . . . . .	—	8	2	—	—	—	10
3	Maszynoznawstwo ogólne	—	—	5	2	—	—	7
4	Technologia metali . . . .	—	2	2	—	—	—	4
5	Maszyny elektryczne i źródła prądu . . . . .	—	—	5	—	—	—	5
6	Urządzenia elektryczne . .	—	—	—	4	—	—	4
7	Podstawy telekomunikacji	—	—	—	—	—	—	—
	a) Podstawy teletechniki	—	—	8	—	—	—	8
	b) Lampy elektronowe . . .	—	—	—	6	—	—	6
	c) Podstawy radiotechn.	—	—	—	—	8	—	8
8	Aparaty i centrale telefoniczne . . . . .	—	—	—	5	5	4	14
9	Urządzenia telegraficzne.	—	—	—	5	3	—	8
10	Linie teletechniczne . . .	—	—	—	4	6	2	12
11	Urządzenia sygnalizacyjne	—	—	—	—	—	2	2
12	Urządzenia radioelektryczne . . . . .	—	—	—	—	—	8	8
13	Miernictwo teletechniczne	—	—	—	—	2	2	4
14	Miernictwo radiotechniczne . . . . .	—	—	—	—	—	2	2
15	Warsztat obróbki . . . . .	6	6	—	—	—	—	12
16	Warsztat tele- i radiotechniczny . . . . .	—	—	3	3	3	3	12
17	Pracownia elektrotechniczna . . . . .	—	—	6	—	—	—	6
18	Pracownia teletechniczna	—	—	—	6	6	6	18
19	Pracownia radiotechniczna . . . . .	—	—	—	—	4	4	8
20	Eksploatacja urządzeń telekomunikacyjnych . . .	—	—	—	—	—	2	2
21	Organizacja przedsiębiorstw . . . . .	—	—	—	—	—	2	2
<b>Razem A.</b>		12	18	33	35	37	37	172
<b>B. Pomocnicze, ściśle związane z zawodem:</b>								
22	Matematyka . . . . .	9	9	—	—	—	—	18
23	Fizyka . . . . .	4	4	—	—	—	—	8
24	Chemia z materiałoznawstwem . . . . .	4	2	—	—	—	—	6
25	Mechanika techniczna . .	6	2	2	—	—	—	10
26	Higiena z ratownictwem . .	—	—	—	—	1	1	2
27	Zagadnienia gospodarcze i społ.-państw. . . . .	—	—	—	—	2	2	4
<b>Razem B.</b>		23	17	2	—	3	3	48
<b>C. Pomocnicze, bezpośrednio nie związane z zawodem:</b>								
	Religia . . . . .	2	2	1	1	1	1	8
28	Język polski . . . . .	2	2	2	2	—	—	8
29	Język obcy . . . . .	2	2	2	2	2	2	12
30	Przysposobienie wojskowe . . . . .	2	2	2	2	2	2	12
31	Ćwiczenia cielesne . . . .	2	2	2	2	—	—	8
<b>Razem C.</b>		10	10	9	9	5	5	48
<b>Ogółem:</b>		46	46	45	45	45	45	268

łania łącznic, łącznice ręczne i automatyczne oraz centrale międzymiastowe;

5) z *urządzeń telegraficznych*: określenie komunikacji telegraficznej, alfabety, elementy połączeń, przekaźniki telegraficzne, aparaty telegraficzne, systemy przenoszenia telegrafii, przenośnie, przełącznice i łącznice telegraficzne oraz fototelegrafii;

6) z *linij teletechnicznych*: linie drutowe napowietrzne, linie kablowe, wzmacniaki i telefonię nośną;

7) z *urządzeń radioelektrycznych*: typy radiokomunikacji, radiostacje lampowe nadawcze, anteny, odbiorniki, urządzenia radiogoniometryczne i ogólne wiadomości o urządzeniach telewizyjnych;

8) z *urządzeń sygnalizacyjnych*: sygnalizację kolejową, domową, alarmową, przeciwpożarową, kopalnianą i ruchu ulicznego ze szczególnym uwzględnieniem zabezpieczenia ruchu pociągów;

9) z *miernictwa teletechnicznego i radiotechnicznego*: najważniejsze pomiary napięć i natężeń prądów, oporów, pojemności, indukcyjności, częstotliwości, sposoby badania elementów i zespołów, pomiary mocy, sprawności, pomiary liniowe oraz zdejmowanie charakterystyk;

10) z *pracowni teletechnicznej i radiotechnicznej*: praktyczne zaznajomienie z budową i działaniem przyrządów, aparatów i urządzeń tele- i radiotechnicznych, nabycie umiejętności w wykonywaniu pomiarów oraz nabycie wprawy w wyszukiwaniu niedomagań i uszkodzeń;

11) z *warsztatu tele- i radiotechnicznego*: warsztat kablowy oraz montaż i regulację aparatów i urządzeń, połączoną ze sprawdzaniem elektrycznym;

12) z *eksploatacji urządzeń telekomunikacyjnych*: charakterystykę urządzeń i omówienie: ordynacji telegraficznej i telefonicznej, konwencji telekomunikacyjnej, regulaminów, taryf oraz ważniejszych sieci i służb.

Poza tym absolwenci liceum telekomunikacyjnego powinni zdobyć wiadomości z: podstaw elektrotechniki z miernictwem, maszyn elektrycznych i źródeł prądu — ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń elektrycznych, spotykanych w telekomunikacji, oraz z zakresu technologii metali, maszynoznawstwa ogólnego, organizacji przedsiębiorstw i rysunku technicznego.

Grupa przedmiotów ściśle związanych z zawodem, umożliwiających pogłębienie i rozszerzenie wiadomości i umiejętności zawodowych, oraz grupa przedmiotów pomocniczych, nie związanych bezpośrednio z zawodem, a stanowiących przeciwwagę jednostronności w wykształceniu, są jednakowe dla obu liceów — elektrycznego i telekomunikacyjnego.

Pod względem przygotowania zawodowego licea elektryczne i telekomunikacyjne nie posiadają nastawienia konstruktorskiego (jakkolwiek w celach nauczania niektórych przedmiotów zawodowych jest mowa o projektowaniu), lecz wyraźny kierunek warsztatowy i eksploatacyjny, najbardziej odpowiadający potrzebom zarówno naszego przemysłu, jak i przedsiębiorstw eksploatujących elektrownie i sieci oraz centrale telekomunikacyjne. Przygotować konstruktorów dla przemysłu elektrycznego może tylko uczelnia wyższa, oparta na głębokich podstawach teoretycznych. Dlatego też w liceach telekomunikacyjnym i elektrycznym główną uwagę zwrócono na zaznajomienie uczniów z podstawami naukowymi w zakresie niezbędnym do należytego rozumienia zjawisk, na których są oparte budowa i działanie urządzeń elektrycznych, oraz z tymi procesami technologicznymi, z którymi absolwenci będą się stykali w swej pracy zawodowej.

To nastawienie przejawia się wyraźnie w odpowiednim sformułowaniu materiału nauczania przedmiotów zawodowych oraz w dużej liczbie godzin, przeznaczonych na zajęcia w laboratoriach i warsztatach szkolnych.

Dobór materiału nauczania w grupie przedmiotów pomocniczych — zarówno ściśle związanych, jak i nie związanych bezpośrednio z zawodem, został przeprowadzony nie tylko pod kątem widzenia potrzeb danego zawodu, lecz i pogłębienia wykształcenia ogólnego oraz ćwiczenia sprawności intelektualnej.

Normatywnie określają to cele nauczania tych przedmiotów, wymagające w zakresie każdego z nich przede wszystkim zdobycia określonej wiedzy. Zdobywanie jej winno zarazem ćwiczyć umysł ucznia, jak tego wymagają dalsze punkty celów nauczania.

I tak np. program języka polskiego wymaga: „zapoznania z rozwojem polskiej kultury, z uwzględnieniem zwłaszcza tych okresów i zjawisk, które dla niej mają specjalne znaczenie” oraz „przygotowania do udziału w życiu duchowym narodu i Państwa przez pogłębienie związku z istotnymi wartościami polskiej kultury narodowej”; program zagadnień gospodarczych i społeczno-państwowych: „zaznajomienia z istotą współczesnego gospodarstwa społecznego, ugruntowania znajomości najważniejszych zagadnień z dziedziny organizacji Państwa Polskiego”; program higieny: „wdrożenia do dbałości o zdrowie własne i otoczenia”; program chemii: „uświadomienia o roli chemii w rozwoju kultury oraz jej znaczenia we współczesnym życiu państw w czasie pokoju i na wypadek wojny” itp.

Czy istotnie słuszne jest, że w programach szkół zawodowych przeznaczono dużo miejsca na przedmioty ogólnokształcące?

Zgodnie z ustawą o ustroju szkolnym z dn. 11 marca 1932 r. młodzież, wychodząca z liceów zawodowych, ma prawo wejścia do szkół akademickich. Szkoły akademickie, a w szczególności ich wydziały techniczne, są szkołami wyłącznie zawodowymi. Liceum będzie więc ostatnim szczeblem, na którym wykształcenie ogólne jest przedmiotem zorganizowanej systematycznej nauki szkolnej.

Również wielu absolwentów liceów zawodowych w wyniku swej pracy zawodowej może zajmować wybitniejsze stanowiska w życiu. Muszą więc oni nie tylko posiadać wiadomości z różnych dziedzin wiedzy i nie tylko umieć je wyzyskać do zdobycia szerszych horyzontów poglądu na świat, ale powinni także być zdolni do wiązania tego poglądu z otaczającą ich rzeczywistością, która stawia ludziom wymagania, narzuca obowiązki, ocenia postępowanie. Przedmioty ogólnokształcące, łącznie z zawodowymi, winny mieć za zadanie kształcenie charakteru i wyrabianie osobowości człowieka.

#### GIMNAZJA ELEKTRYCZNE.

Gimnazja elektryczne mają na celu przygotowanie młodzieży — teoretyczne i praktyczne — do pracy w obranym kierunku zawodu monter - elektryka. Zadania swe gimnazja elektryczne spełniają przez odpowiednio skonstruowany program i organizację nauczania; program ten przewiduje przygotowanie zawodowe i ogólne. Przygotowanie zawodowe obejmuje naukę zawodu w warsztacie szkolnym, w pracowniach i na praktykach okresowych (wakacyjnych) oraz pewien całokształt wiadomości zawodowych i ściśle z zawodem związanych. Pod względem programowym w kl. III i IV gimnazjum elektrycznego wyodrębnione są kierunki: techniki prądów silnych oraz tele- i radiotechniki.

Zakres przygotowania zawodowego obejmuje szkolenie monterów-elektryków wszechstronnie w swym zawodzie usprawnionych. Dlatego program nauczania przewiduje — obok wiadomości i usprawnień w zakresie elektrotechniki — w pewnym stopniu również wiadomości i usprawnienia w zakresie ślusarstwa, kowalstwa i obróbki mechanicznej. Wymiar czasu pracy w poszczególnych działach przedstawia podany w tabeli III plan zajęć warsztatowych. W związku z powyższym programy przedmiotów zawodowych w pierwszych dwóch klasach są wspólne dla obu kierunków, w klasie zaś III i IV są odrębne dla każdego z nich. Programy przedmiotów pomocniczych, zarówno ściśle związanych, jak i bezpośrednio nie związanych z zawodem, są wspólne dla wszystkich klas i kierunków.

Tabela III.

Plan zajęć warsztatowych w Gimnazjum Elektrycznym.

K l a s y	Wspólne		Kierunek prądów silnych		Kierunek tele- i radiot.	
	I	II	III	IV	III	IV
Ślusarnia . . . . .	510					
Kuźnia . . . . .		48				
Elektromechanika . . . . .		192	84	108	84	
Instalacja światła . . . . .		120	84			
Instalacje tele- i radiotechniczne . . . . .		48	72		156	
Instalacja linii napowietrznych i podziemnych . . . . .			72		72	
Przewijanie i nawijanie maszyn elektrycznych i transformatorów . . . . .			72	270	72	
Montaż i instalacja tablic rozdzielczych i maszyn elektrycznych . . . . .				126		
Magazyn . . . . .			12		12	
Narzędziownia i wypożyczalnia . . . . .			12		12	
Obsługa silników i akumulatorów . . . . .				54		
Teletechnika . . . . .						372
Radiotechnika . . . . .						204
Biuro warsztatowe . . . . .				54		36
Razem . . . . .	510	408	408	612	408	612

Do gimnazjum elektrycznego jest przyjmowana młodzież po ukończeniu VI klasy szkoły powszechnej (drugi szczebel programowy).

Ugrupowanie przedmiotów oraz wymiar czasu na nie przeznaczony przedstawia podany w tabeli IV plan godzin.

Podstawowymi przedmiotami zawodowymi dla kierunku prądów silnych są: podstawy elektrotechniki z miernictwem, urządzenia elektryczne oraz maszyny elektryczne z pomiarami i materiałoznawstwo elektryczne.

Podstawowymi przedmiotami zawodowymi dla kierunku tele- i radiotechniki są: urządzenia elektryczne, linie teletechniczne, maszyny elektryczne z pomiarami, podstawy telekomunikacji, telefonia, telegrafia, radiotechnika i sygnalizacja. Przedmioty zawodowe, wspólne dla obu kierunków, stanowią: technologia, rysunki oraz fizyka z maszynoznawstwem.

Oprócz przedmiotów zawodowych w dość dużym wymiarze godzin są uwzględnione przedmioty ogólnokształcące.

Tabela IV  
Plan godzin w Gimnazjum Elektrycznym

L. p.	Przedmioty	K l a s y					
		I		II		III IV	
		Wspólne	Kierunek prądów silnych	Kierunek tele- i radiot.	Kierunek tele- i radiot.	Kierunek tele- i radiot.	Kierunek tele- i radiot.
1	A. Zajęcia warsztatowe . . . . .	15	12	12	18	12	12/16
2	Praktyka okresowa (wakacyjna) . . . . .		392	396		396	
	Razem A: . . . . .	15	12	12	18	12	14
	B. Zawodowe:						
3	Podstawy elektrotechniki z miernictwem . . . . .		6	4		6/0	
4	Urządzenia elektryczne . . . . .		0/4	4	6	4/0	
4a	Linie teletechniczne . . . . .					0/4	4/0
5	Materiałoznawstwo z chemią . . . . .		3				
5a	Technologia . . . . .		4/0				
6	Fizyka z maszynoznawstwem ogólnym . . . . .		3	3	2	4/0	
7	Maszyny elektryczne z pomiarami . . . . .				5	5	4
8	Podstawy telekomunikacji . . . . .				2		0/6
9	Telefonia . . . . .						4/6
10	Telegrafia . . . . .					0/4	2
11	Radiotechnika . . . . .						6
12	Sygnalizacja . . . . .						0/2
13	Organizacja zakładów elektrycznych . . . . .					3	
14	Rysunki . . . . .		2	3			2
	Razem B: . . . . .	8	16	17	14	18	18
	C. Pomocnicze, ściśle związane z zawodem:						
15	Matematyka z kreśl. geom. . . . .		7	4	2		2
16	Geografia gospodarcza . . . . .				2		2
17	Nauka o Polsce współczesnej . . . . .					2	2
18	Nauka o człowieku . . . . .					1	1
	Razem C: . . . . .	7	4	4	3	4	3
	D. Pomocnicze, bezpośrednio związane z zawodem:						
19	Religia . . . . .		2	2	2	2	2
20	Język polski . . . . .		3	3	2	2	2
21	Historia . . . . .		2	2	2		
22	Język obcy . . . . .		2	2	2	2	2
23	Cwiczenia cielesne . . . . .		2	2	2	2	2
24	Przysposobienie wojskowe . . . . .				2	2	2
	Razem D: . . . . .	11	11	12	10	10	10
	Ogółem: . . . . .	41	43	45	45	44	45

GIMNAZJA ELEKTROMECHANICZNE.

Gimnazja elektromechaniczne mają na celu przygotowanie teoretyczne i praktyczne w takim stopniu, aby ich absolwenci — po odbyciu kilkuletniej praktyki — mogli wykonywać następujące czynności o charakterze elektrotechnicznym:

- a) obsługę źródeł energii i nadzór nad urządzeniami mechanicznymi;
- b) obsługę maszyn, aparatów, urządzeń elektrycznych, tablic rozdzielczych i sieci;
- c) wykrywanie uszkodzeń lub zakłóceń w pracy maszyn, urządzeniach mechanicznych lub elektrycznych oraz doraźne usuwanie w nich błędów lub uszkodzeń;
- d) prace remontowe w warsztacie mechanicznym lub elektrycznym.

Gimnazja elektromechaniczne są czteroletnie, a program ich opiera się na drugim szczeblu (VI klas) programowym szkoły powszechnej. Podobnie, jak w gimna-

zjum elektrycznym, plan godzin (tabela V) obejmuje przedmioty zawodowe, pomocnicze ściśle związane z zawodem oraz przedmioty pomocnicze bezpośrednio nie związane z zawodem.

Tabela V.  
Plan godzin w Gimnazjum Elektromechanicznym

L. p.	Przedmioty	K l a s a				Razem
		I	II	III	IV	
	<b>A. Zajęcia warsztatowe:</b>	17	15	15	16	63
	<b>B. Przedmioty zawodowe:</b>					
1	Technologia . . . . .	—	2	2	2	6
2	Fizyka z maszynoznawstwem . . . . .	3	3	2	2	10
3	Podstawy elektrotechniki z miernictwem . . . . .	—	6	3	—	9
4	Urządzenia elektryczne . . . . .	—	—	3	6	9
5	Maszyny elektryczne z pomiarami . . . . .	—	—	4	5	9
6	Chemia z materiałoznawstwem . . . . .	5	—	—	—	5
7	Organizacja przedsiębiorstw . . . . .	—	—	—	2	2
8	Rysunki . . . . .	2	3	2	—	7
		10	14	16	17	57
	<b>C. Przedmioty pomocnicze, ściśle związane z zawodem:</b>					
9	Matematyka . . . . .	5	4	3	—	12
10	Geografia gospodarcza . . . . .	—	—	2	—	2
11	Nauka o Polsce współczesnej . . . . .	—	—	—	2	2
12	Higiena . . . . .	—	—	—	1	1
		5	4	5	3	17
	<b>D. Przedmioty pomocnicze nie związane bezpośrednio z zawodem:</b>					
13	Religia . . . . .	2	2	2	2	8
14	Język polski . . . . .	3	3	2	2	10
15	Historia . . . . .	2	2	—	—	4
16	Język obcy . . . . .	2	2	2	2	8
17	Przysposobienie wojskowe . . . . .	—	—	2	2	4
18	Ćwiczenia cielesne . . . . .	2	2	2	2	8
		11	11	10	10	42
	O g ó ł e m:	43	44	46	46	179

Przedmioty zawodowe uwzględniają w odpowiednim stopniu wiadomości zarówno z zakresu mechaniki, jak i elektrotechniki. Obok przedmiotów teoretycznych znaczną liczbę godzin przeznaczono na zajęcia warsztatowe; wymiar czasu pracy w poszczególnych działach warsztatu obejmuje plan zajęć praktycznych, podany w tabeli VI.

Tabela VI.  
Plan zajęć warsztatowych w Gimnazjum Elektromechanicznym.

Klasa	Biurowarsztatowe	Ślusarnia	Kuźnia	Mech. obr.	Narzędziarnia	Hartownia	Spawalnia	Warsztaty elektrycz.	Godzin tyg.	Godzin rocznie
I	—	518	—	—	—	—	—	—	17	578
II	—	225	105	90	—	—	—	90	15	510
III	—	210	—	90	—	—	30	180	15	510
IV	48	—	—	108	64	32	32	256	16	544
Razem	48	953	105	288	64	32	62	526		2142

Przedmioty ogólnokształcące są te same, co w gimnazjum elektrycznym.

### TRZYLETNIE GIMNAZJA TELEKOMUNIKACYJNE.

Oprócz czteroletnich gimnazjów elektrycznych będą organizowane trzyletnie gimnazja telekomunikacyjne. Nastawienie tej szkoły będzie wybitnie praktyczne. Zakres materiału nauczania przedmiotów zawodowych będzie taki, jak w czteroletnich gimnazjach elektrycznych o kierunku tele- i radiotechnicznym. Podbudowę programową gimnazjum telekomunikacyjnego stanowi III szczebel (VII klas) szkoły powszechnej. Układ poszczególnych przedmiotów oraz liczbę godzin na nie przeznaczonych zawiera plan godzin, podany w tabeli VII.

Tabela VII.

Plan godzin w trzyletnim Gimnazjum Telekomunikacyjnym.

L. p.	Przedmioty	K l a s y			Razem
		I	II	III	
1	<b>A. Zajęcia warsztatowe:</b>	15	15	15	45
	<b>B. Zawodowe:</b>				
2	Materiałoznawstwo z chemią . . . . .	4	—	—	4
3	Fizyka z maszynoznawstwem ogólnym . . . . .	3	2	—	5
4	Technologia . . . . .	—	2	—	2
5	Podstawy elektrotechniki z miernictwem . . . . .	7	—	—	7
6	Maszyny i urządzenia elektryczne . . . . .	—	4	—	4
7	Linie teletechniczne . . . . .	—	4	2	6
8	Telegrafia . . . . .	—	4	2	6
9	Telefonia . . . . .	—	2	4	6
10	Radiotechnika . . . . .	—	—	8	8
11	Sygnalizacja . . . . .	—	—	2	2
12	Organizacja zakładów elektrycznych . . . . .	—	—	1	1
13	Rysunki . . . . .	2	2	—	4
	Razem B:	16	20	19	55
	<b>C. Pomocnicze, ściśle związane z zawodem:</b>				
14	Matematyka . . . . .	7	2	—	9
15	Nauka o Polsce . . . . .	—	—	2	2
16	Higiena . . . . .	—	—	1	1
17	Geografia gospodarcza . . . . .	—	2	—	2
	Razem C:	7	4	3	14
	<b>D. Pomocnicze, bezpośrednio nie związane z zawodem:</b>				
18	Religia . . . . .	1	1	1	3
19	Język polski . . . . .	3	2	2	7
20	Przysposobienie wojskowe . . . . .	—	—	2	2
21	Ćwiczenia cielesne . . . . .	2	2	2	6
	Razem D:	6	5	7	18
	O g ó ł e m:	44	44	44	132

### SZKOŁY DOKSZTAŁCAJĄCE.

W szkołach elektrycznych typu zasadniczego kształcenie bezpośrednich wykonawców odbywać się będzie w niewielkim tylko stopniu. Wybitną rolę w kształceniu rzemieślników-elektryków oraz młodocianych pracowników, zatrudnionych w przemyśle elektrycznym, powinny odegrać szkoły dokształcające zawodowe. Są to szkoły mniej kosztowne zarówno dla Państwa, jak i dla

uczni; pozwalają one uzupełnić wiedzę praktyczną, zdobytą w warsztatach pracy, zasadniczymi podstawami wiedzy teoretycznej. Państwa zachodnie kształcenie rzemieślników i robotników wykwalifikowanych opierają głównie na warsztacie pracy i szkole kształcącej, a przemysł i rzemiosło otacza je troskliwą opieką. Jakkolwiek szkoły kształcące mają przed sobą wielką przyszłość, dotychczas nie dawały one jeszcze pełnej gwarancji, że spełniają należycie swoje zadania, jak nie zawsze spełnić je mogły warsztaty, w których młodzież praktycznie uczyła się zawodu. W Polsce, zwłaszcza na wschodzie, jest znaczna liczba warsztatów, nie posiadających ani dobrego zaopatrzenia w narzędzia pracy, ani wreszcie majstrów, stojących na poziomie współczesnej wiedzy technicznej.

Szkoły kształcące są dwojakiego rodzaju:

1) specjalne, w których nauka jest zorganizowana dla uczniów (terminatorów) i młodocianych robotników — jednego zawodu lub też zawodów pokrewnych; w szkołach tych nauka przedmiotów zawodowych jest dostosowana do potrzeb danego zawodu, a uczniowie w ciągu 3 lat mogą zdobyć dość gruntowne przygotowanie teoretyczne;

2) ogólnozawodowe, w których nauka jest zorganizowana dla uczniów (terminatorów) i młodocianych robotników, pracujących w różnych zawodach; w szkołach tych program z konieczności został ograniczony do pewnych wiadomości ogólnokształcących i ogólnozawodowych. Jeżeli jednak liczba młodzieży danego zawodu lub też zawodów pokrewnych jest większa, niż 10 uczniów, wówczas zostaje utworzona dla nich grupa zawodowa, lecz i w tym przypadku nie można dać uczniom gruntowniejszej podstawy teoretyczno-zawodowej.

Przygotowanie zawodowe młodzieży, uczęszczającej do szkół kształcących, jest zależne nie od szkoły, lecz od warsztatu pracy, w którym pobiera ona praktyczną naukę zawodu. Wyposażenie warsztatu w narzędzia i urządzenia techniczne, dobór robót, które terminator wykonuje, oraz umiejętne kierownictwo uczniem mają decydujący wpływ na jego przygotowanie zawodowe. W tych warunkach jedynie szkoła będzie mogła pogłębić wykształcenie praktyczne, zdobywane w warsztacie pracy.

Obecnie większość szkół kształcących ogólnozawodowych nie ma warunków do wykonania programu. Brak im pomieszczeń, pomocy naukowych, a bardzo często i fachowców — nauczycieli. W nieco lepszych warunkach pracują szkoły specjalne, znajdujące się w większych ośrodkach, jakkolwiek i tam jest jeszcze bardzo wiele do zrobienia. Poza tym niejednokrotnie właściciele warsztatów niechętnie zwalniają młodzież na naukę w szkole i wolą szkołę ogólnozawodową o mniejszym wymiarze godzin nauki, niż szkołę specjalną, dostosowaną wprawdzie do zawodu, wymagającą jednakże od ucznia 12 — 14 godzin nauki tygodniowo.

Szkoły kształcące zawodowe dla elektryków są przeznaczone dla uczniów i młodocianych robotników rzemiosła i przemysłu elektrotechnicznego, którzy podlegają obowiązkowi kształcenia zawodowego.

Zadaniem szkoły kształcącej specjalnej jest:

- 1) pogłębienie wykształcenia praktycznego, zdobywanego w warsztacie pracy, przez udzielanie niezbędnych wiadomości ogólnych i teoretyczno-zawodowych;
- 2) pogłębienie wychowania religijno-moralnego oraz społeczno-obywatelskiego.

Program szkoły opiera się na drugim szczeblu (VI klasie) szkoły powszechnej. Ze względu na znaczną różnorodność odgałęzień zawodowych w przemyśle elektrotechnicznym program szkoły kształcącej specjalnej powinien zawierać materiał nauczania, uwzględniający potrzeby zawodowe monterów-instalatorów, monterów warsztatowych i kinomonterów.

Całkowity program nauczania jest rozłożony na trzy klasy; czas nauczania w każdej z nich trwa rok szkolny, przy czym każda klasa pobiera naukę osobno. Plan nauczania przewiduje 12 godzin tygodniowo w każdej klasie — poza przysposobieniem wojskowym i sportowym. Ugrupowanie przedmiotów oraz liczbę godzin na nie przeznaczonych przedstawia plan godzin, podany w tabeli VIII.

Tabela VIII.  
Plan godzin w szkole kształcącej (specjalnej) — dla elektryków.

L. p.	Przedmioty	K l a s y					
		I		II		III	
		p ó ł r o c z a					
		1	2	1	2	1	2
<i>A. Zawodowe:</i>							
1	Fizyka z maszynoznawstwem	3	3	—	—	—	—
2	Materiałoznawstwo . . . . .	1	1	—	—	—	—
3	Elektrotechnika ogólna z ćwiczeniami . . . . .	—	—	5	5	3	3
4	Urządzenia elektryczne . . . . .	—	—	—	2	2	2
5	Tele- i radiotechnika . . . . .	—	—	—	—	1	2
6	Rysunki zawodowe z geometrią . . . . .	—	2	2	2	2	2
7	Organizacja warsztatu elektrycznego . . . . .	—	—	—	—	1	1
Razem A:		4	6	7	9	9	10
<i>B. Pomocnicze, ściśle związane z zawodem:</i>							
8	Rachunki . . . . .	4	3	—	—	—	—
9	Wiadomości o Polsce współczesnej . . . . .	—	—	—	1	2	1
10	Higiena . . . . .	—	—	2	—	—	—
Razem B:		4	3	2	1	2	1
<i>C. Pomocnicze, bezpośrednio nie związane z zawodem:</i>							
11	Religia . . . . .	1	1	1	1	1	1
12	Język polski . . . . .	3	2	2	1	—	—
Razem C:		4	3	3	2	1	1
Ogółem A+B+C		12	12	12	12	12	12
Przysposobienie wojskowe i sportowe . . . . .		2	2	2	2	2	2

Każdy uczeń szkoły kształcącej specjalnej dla elektryków powinien przyswoić sobie wiadomości z zakresu:

- 1) spotykanych w pracy zawodowej zjawisk fizycznych z dziedziny mechaniki i ciepła; zasad budowy, działania i obsługi najważniejszych maszyn napędowych i roboczych oraz urządzeń technicznych, stosowanych w elektrotechnice, a także elementów składowych tych maszyn i urządzeń;
- 2) zjawisk i związków chemicznych, z uwzględnieniem ważniejszych procesów chemicznych, spotykanych w elektrotechnice; ogólnych właściwości, gatunków handlowych i zastosowań metali, stopów, materiałów izolacyjnych i in., używanych w elektrotechnice;



3) zasadniczych praw w odniesieniu do prądu elektrycznego stałego i zmiennego, zasad budowy i działania maszyn elektrycznych prądu stałego i zmiennego, transformatorów, prostowników i akumulatorów; obsługi i regulacji tych urządzeń w zakresie potrzeb monterów-elektryka prądów silnych;

4) urządzeń elektrycznych z uwzględnieniem oświetlenia i tablic rozdzielczych; przepisów, dotyczących budowy, ruchu i bezpieczeństwa;

5) sygnalizacji, telegrafii, telefonii, radiotechniki i radiofonii oraz odnośnych przepisów PNE;

6) przeprowadzania najważniejszych pomiarów elektrycznych, jak: oporności, natężenia prądu, napięcia, mocy i pracy prądu; badania maszyn i transformatorów i sporządzania ważniejszych wykresów zależności na podstawie otrzymanych wyników pomiarów;

7) kreślenia geometrycznych i rzutowych oraz szkicowania prostych przedmiotów, urządzeń instalacyjnych dla siły i światła, rysowania prostych schematów uzwojeń maszyn elektrycznych; odczytywania rysunków montażowych; kosztorysowania pomniejszych instalacji elektrycznych;

8) znajomości zasad prowadzenia niewielkiego przedsiębiorstwa instalacyjnego, względnie warsztatu elektrycznego; znajomości najważniejszych przepisów prawnych z ustawodawstwa przemysłowego i socjalnego, istotnych dla monterów-elektryka; organizacji zakupów, sprzedaży i robót; zasad księgowości i kalkulacji;

9) dokonywania obliczeń, najczęściej spotykanych w zawodzie monterów; posilkowania się prostymi wzorami, tablicami matematycznymi i wykresami;

10) stanu przemysłowania i elektryfikacji kraju; czynników wpływających na rozwój przemysłu, rzemiosła i handlu; ustroju Państwa Polskiego oraz roli i obowiązków obywatela; najważniejszych przejawów naszego życia gospodarczego, społecznego i kulturalnego;

11) zasad higieny osobistej, zawodowej i społecznej oraz umiejętności przeciwdziałania ujemnym wpływom pracy zawodowej na organizm;

12) podstaw wiary i moralności;

13) poprawnego wyrażania myśli w mowie i piśmie; przeprowadzania korespondencji w sprawach prywatnych i urzędowych.

Obecnie w Ministerstwie Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego jest opracowywany program szkoły dokształcającej specjalnej dla tej młodzieży, która pracuje w zakładach tele- i radiotechnicznych.

#### GRUPY DLA ELEKTRYKÓW W DOKSZTAŁCAJĄCYCH SZKOŁACH OGÓLNOZAWODOWYCH.

W mniejszych ośrodkach, w których nie można zorganizować dokształcającej szkoły specjalnej, tworzy się dla elektryków grupę w szkołach ogólnozawodowych — w tym jednak tylko przypadku, jeżeli jest więcej niż 10 uczniów. Odrębnie młodzież ta uczy się dwóch przedmiotów: elektrotechniki z ćwiczeniami i rysunku zawodowego; pozostałe natomiast przedmioty przerabia wspólnie z młodzieżą innych zawodów. Ugrupowanie przedmiotów przedstawia plan godzin, podany w tabeli IX.

Zakres materiału nauczania elektrotechniki z ćwiczeniami obejmuje: podstawy elektrotechniki w zakresie niezbędnym do zrozumienia zasad działania maszyn i przyrządów elektrycznych; najważniejsze materiały stosowane w elektrotechnice; zasadę działania i obsługę maszyn elektrycznych i transformatorów; najczęściej stosowane urządzenia elektryczne do siły i światła; obowiąz-

ujące przepisy bezpieczeństwa; ogólne zasady organizacji warsztatu elektrycznego i podstaw kalkulacji zawodowej.

Tabela IX.

Plan godzin

w szkołach męskich z grupą zawodową dla elektryków II/III

L. p.	Przedmioty	K l a s y			Razem
		I	II	III	
1	Religia . . . . .	1	1	1	3
2	Język polski . . . . .	2	2	2	6
3	Wiadomości o Polsce współczesnej . . . . .		1	1	2
4	Rachunki . . . . .	3	1 1/2	1 1/2	6
5	Rysunki odręczne i kreślenia geometryczne z wiadomościami z geometrii . . . . .	2			2
	Razem . . . . .	8	5 1/2	5 1/2	19
6	Elektrotechnika z ćwiczeniami . . . . .		4	4	8
7	Higiena . . . . .		1/2	1/2	1
8	Rysunek zawodowy . . . . .		2	2	4
	Razem . . . . .		6 1/2	6 1/2	13
	Ogółem . . . . .	8	12	12	32

Ponadto 2 godz. tygodniowo ćwiczeń w hufcach P. W. Gry i sporty.

Ograniczona liczba godzin, przewidziana na przedmioty zawodowe, a często brak odpowiednich pomocy naukowych i odpowiednio wykwalifikowanych nauczycieli, przyczyniają się do niedostatecznego przygotowania teoretyczno-zawodowego młodzieży, uczęszczającej do tych szkół. Obecnie Izba Rzemieślnicza w Łodzi projektuje otwarcie centralnej szkoły dokształcającej, w której uczeni byliby przygotowani zawodowo młodzieży, uczęszczającej do szkół ogólnozawodowych. Uzupełnienie przygotowania zawodowego trwałoby ok. 3 miesiące, a cały ten okres byłby przeznaczony wyłącznie na naukę przedmiotów zawodowych. Kurs ten stanowiłby zakończenie nauki w szkole dokształcającej, a młodzież po jego przesłuchaniu i przerobieniu szeregu ćwiczeń w warsztatach i pracowniach szkolnych wyniosłaby, niewątpliwie, duże korzyści.

Utworzenie takiej szkoły połączone jest jednak z dużymi wydatkami, gdyż oprócz kosztów, związanych z prowadzeniem szkoły, należy utworzyć internaty dla uczniów, a także wystarać się o stypendia dla niezamożnej młodzieży.

#### SZKOŁY I KURSY MISTRZOWSKIE.

W przyszłym roku szkolnym zostaną opracowane programy oraz zorganizowane dwuletnie szkoły mistrzów zarówno dla przemysłu elektrycznego, jak i tele- i radiotechnicznego. Będą one kształciły pracowników zawodowych, posiadających dłuższą praktykę w przemyśle elektrotechnicznym oraz ukończoną szkołę powszechną i dokształcającą zawodową. Szkoły te przyczynią się, niewątpliwie, do rozszerzenia wiedzy zawodowej i ułatwią zdobycie w przemyśle stanowisk przodowniczych i nadzorczych. Szkoły te zasadniczo będą organizowane, jako wieczorowe, co ułatwia dostęp do nich licznym rzeszom pracujących, nie odrywając ich od warsztatu pracy.

Dużą rolę w kształceniu pracowników zawodowych spełniają wszelkiego rodzaju dłuższe lub krótsze kursy — zarówno doskonalenia zawodowego, jak i szkolenia podstawowego. Pierwsze są organizowane dla czynnych pracowników zawodowych, jako kursy funkcyjne lub też kursy, dające głębsze podstawy teoretyczne. Drugie — dla osób, nie posiadających wykształcenia praktycznego, by je właśnie przygotować do pewnych określonych czynności.

Czas trwania poszczególnych kursów jest różny — od kilku tygodni do trzech lat. Jedne z nich posiadają charakter stały, jak np. kursy, organizowane przez T-wa Kursów Technicznych, państwowe kursy radio- i teletechniczne i in.; inne natomiast są o charakterze dorywczym, prowadzone przez organizacje społeczne oraz różne instytucje zawodowe.

**PRZECHODZENIE MŁODZIEŻY ZE SZKÓŁ STOPNI NIŻSZYCH DO SZKÓŁ STOPNI WYŻSZYCH.**

**STAN LICZBOWY SZKOLNICTWA ELEKTROTECHNICZNEGO.**

Jak z powyższego omówienia wynika, szkoły elektrotechniczne dają młodzieży z jednej strony szerokie możliwości bezpośredniej pracy w przemyśle i różnych instytucjach, z drugiej — nie zamykają drogi przed swymi absolwentami do szkół stopni wyższych oraz akademickich. Trzeba jednak zaznaczyć, że masowe przechodzenie młodzieży z niższych szkół do wyższych byłoby z punktu widzenia potrzeb życia gospodarczego zjawiskiem wysoce niepożądanym.

Rozwój gospodarczy i techniczny, tak długo hamowany w Polsce w okresie rządów zaborczych, domaga się dziś stałego dopływu nowych sił, należycie przygotowanych przez szkoły zawodowe, sił, któreby — bez nadmiernego przewlekania studiów — mogły bezpośrednio wchodzić w życie i pracować zawodowo.

Tak więc pierwszym i naczelnym zadaniem szkoły zawodowej każdego stopnia jest bezpośrednio przygotowanie do pracy zawodowej, w stosunku zaś do jednostek wyjątkowo uzdolnionych — danie im możliwości osiągnięcia najwyższych szczebli wykształcenia.

Zestawienie ogólnej liczby uczniów, kształcących się w bieżącym roku szkolnym w szkołach typu zasadniczego na różnych poziomach oraz w szkołach doksztalających, wskazują, że państwowe i prywatne szkoły elektryczne przygotowują, wprawdzie obecnie liczne rzesze pracowników przemysłu elektrotechnicznego, jednak liczba absolwentów tych szkół w latach najbliższych — pomimo stałego ich wzrostu — nie będzie w stanie całkowicie zaspokoić szybko wzrastającego zapotrzebowania.

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 31.XII. 1936 r. w przemyśle elektrotechnicznym było zatrudnionych 13.166 pracowników fizycznych oraz 2.580 umysłowych. Ministerstwo Poczty i Telegrafów, Ministerstwo Komunikacji, P. A. S. T., Polskie Radio, prywatne sieci telefoniczne i mniejsze sieci telekomunikacyjne zatrudniały w tym czasie 1.690 techników elektryków oraz 2.800 monterów elektryków.

Dodać trzeba, że liczby te nie obejmują pracowników, zatrudnionych w 2.792 elektrowniach polskich. W chwili obecnej liczba zatrudnionych w przemyśle elektrotechnicznym jest prawdopodobnie znacznie większa, wskaźnik bowiem produkcji elektrotechnicznej w r. 1937 wynosił 303,8 w porównaniu do wskaźnika 100 w r. 1928.

Z zestawienia liczby uczniów w szkołach elektrotechnicznych typu zasadniczego i doksztalających wynika, że w szkołach technicznych kształcą się obecnie:

w szkołach wyższych (nieakadem.) . . . . .	110 słuchaczy
„ liceach elektrycznych . . . . .	250 uczniów
„ „ telekomunikacyjnych . . . . .	185 „
„ liceach średnich, opartych na 6 kl. gimn. starego ustroju . . . . .	62 „
„ szkole teletechnicznej . . . . .	167 „
„ 4-letnich szkołach, opartych na pełnej szkole powszechnej . . . . .	253 „

Ogółem więc w bieżącym roku kształcą się 1.027 osób. Świadectwa techników w r. 1937/38 otrzymało 160 osób.

W szkołach dla monterów elektryków kształcą się:

w gimnazjach elektrycznych . . . . .	905 uczniów
„ szkołach elektromechanicznych i elektromonterskich . . . . .	439 „
razem . . . . .	1.344 uczniów

Absolwentów w tych szkołach w r. 1937/38 było 197.

W szkołach doksztalających specjalnych dla elektryków pobiera naukę 1918 młodzieży. Ukończyło te szkoły w r. 1937/38 — 580 młodzieży.

Na różnych kursach przeszkolono 690 kandydatów w ciągu 147 000 godzin nauki teoretycznej i 31 000 nauki praktycznej.

**WIDOKI ROZWOJU NA PRZYSZŁOŚĆ.**

Brak w chwili obecnej danych statystycznych odnośnie zatrudnienia specjalistów elektryków w poszczególnych gałęziach przemysłu elektrotechnicznego uniemożliwia ustalenie zapotrzebowania na tych pracowników. Jednakże z zestawienia ogólnej liczby absolwentów i porównania jej z liczbą pracowników zatrudnionych w przemyśle wynika, że obecnie szkoły zawodowe zarówno typu zasadniczego, jak i doksztalające, przygotowują liczbę pracowników niedostateczną do zaspokojenia potrzeb przemysłu elektrotechnicznego i różnych instytucji. Należy jednak rozważyć, czy uzupełnienie braków wykwalifikowanych pracowników jest możliwe jedynie przez rozszerzenie sieci szkół zawodowych typu zasadniczego, przeznaczonych dla pracowników przemysłu elektrotechnicznego, czy też należałoby wziąć tu pod uwagę i inne możliwości.

Przed wszystkim stwierdzić trzeba, że większość lokali szkolnych w ostatnich trzech latach wskutek wzmoczonego napływu kandydatów do szkół została wykorzystana do ostatecznych granic; że warsztaty i pracownie szkolne w licznych szkołach są zbyt szczupłe, nadmiernie przeciążone i niedostatecznie wyposażone w odpowiednie pomoce naukowe; że angażowanie fachowych nauczycieli i instruktorów nastęrcza coraz więcej trudności wobec stałej poprawy koniunktury w przemyśle.

Zwiększenie liczby uczniów w szkołach wymagać będzie przede wszystkim budowy nowych gmachów oraz zaopatrzenia ich w pomoce naukowe i urządzenia techniczne. Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że koszt budowy gimnazjum elektrycznego wraz z całkowitymi urządzeniami sal wykładowych, warsztatów i pracowni — wynosi ok. 1 000 000 złotych, podczas gdy możliwości finansowe w tym kierunku są minimalne.

Jeżeli się weźmie również pod uwagę, że kształcenie ucznia w gimnazjum elektrycznym kosztuje od 400 do 700 złotych rocznie, stwierdzić wypadnie, że nie tylko stworzenie każdej nowej szkoły wymagać będzie dużych sum na inwestycje, lecz również i na prowadzenie tych szkół.

Przytoczone fakty wskazują, że bardzo poważne trudności towarzyszyć będą w utrzymaniu dotychczasowego stanu szkolnictwa i że w najbliższych latach powinniśmy dążyć raczej do wyposażenia istniejących szkół w pomoce naukowe, warsztaty i pracownie oraz odpowiedniej personel nauczycielski.

Z tych względów trzeba szukać innej drogi do zapokożenia olbrzymich, stale rosnących potrzeb przemysłu elektrotechnicznego w zakresie przygotowania wykwalifikowanych pracowników. Niewątpliwie trzeba jednakże będzie powiększyć liczbę szkół, kształcących techników elektryków, ponieważ kształcenie na tym poziomie może się odbywać jedynie w szkołach typu zasadniczego.

Jeżeli jednak chodzi o przygotowanie robotników wykwalifikowanych i rzemieślników, doświadczenia innych państw wskazują, że obrały one właściwą drogę — kształcenia tych pracowników w warsztatach przemysłowych, w dokształcających szkołach zawodowych oraz w szkołach fabrycznych.

W Szwajcarii ustawą federalną z dn. 26.VI.1930 r. o kształceniu zawodowym nałożono na zakłady przemysłowe obowiązek kształcenia praktycznego młodocianych, a w szkołach dokształcających młodzież ta pobiera wiadomości teoretyczno-zawodowe. Nie tworzy się tu natomiast nowych szkół typu zasadniczego, które kształciłyby bezpośrednich wykonawców.

We Francji dekret Prezydenta Republiki z dn. 24.V.1938 roku unormował sprawy kształcenia zawodowego w ten sposób, że nadał Ministrowi Oświaty w porozumieniu z Ministrem Pracy prawo narzucania przedsiębiorcom obowiązku przyjmowania przez nich młodzieży do nauki — proporcjonalnie do liczby pracowników i robotników wykwalifikowanych, zatrudnionych w przedsiębiorstwie.

W Niemczech ustawa z dn. 1.VII.1938 r. wprowadziła powszechną służbę pracy, pozwalając na całkowite uregulowanie spraw, dotyczących nauki terminatorów i młodocianych w przemyśle i rzemiośle.

Podobne ustawy z 1938 r. w Italii również narzucają obowiązek kształcenia młodocianych w zakładach pracy.

Przytoczone przykłady wskazują, że Zachód rozwiązuje zagadnienia przygotowania kadr kwalifikowanych pracowników poprzez praktyczne szkolenie w warsztatach pracy i w szkołach dokształcających oraz zakładanych przy fabrykach szkołach fabrycznych.

Szkoły przygotowujące rzemieślników i robotników wykwalifikowanych są na Zachodzie bardzo nieliczne lub w ogóle nie istnieją. W ten sposób nauka odbywa się tam w naturalnych warunkach, młodzież kończąca szkołę, znajduje od razu zatrudnienie, państwo zaś nie ponosi olbrzymich wydatków na utrzymanie szkół rzemieślniczych typu zasadniczego.

Na taką drogę kształcenia zawodowego wkracza i Polska. Mianowicie w bieżącym roku szkolnym staraniem Ministerstwa Spraw Wojskowych i odnośnego przemysłu metalowego powstał przy fabrykach szereg trzyletnich gimnazjów mechanicznych i dokształcających szkół dziennych dla metalowców.

Wydaje się, że ta droga przygotowania pracowników jest wskazana również i dla przemysłu elektrotechnicznego. Będzie ona więc skuteczna w realizacji masowego kształcenia i da specjalistów bardziej dostosowanych do potrzeb przemysłu.

Trzeba wreszcie zwrócić uwagę, że szkolnictwo zawodowe nie pokryje wszystkich braków i że dostarczenie pracowników w okresie wzmożonego zapotrzebowania jest możliwe tylko przez zorganizowanie odpowiednich szkół fabrycznych i dokształcających zawodowych dla młodzieży, pracującej w przemyśle elektrotechnicznym i innych instytucjach, zatrudniających monterów elektryków (większe elektrownie okręgowe).

Wreszcie szeroko i odpowiednio zorganizowana akcja prowadzenia kursów może w dużym stopniu przyczynić się do doskonalenia się zawodowego pracowników czynnych oraz do przygotowania pracowników przyuczonych dla różnych gałęzi przemysłu elektrotechnicznego.

## Nauczanie w dziedzinie oświetlenia

Doc. dr inż. Józef Pawlikowski

*Streszczenie.* Rozwój techniki oświetleniowej i powstanie nowej gałęzi wiedzy, która musi znaleźć swoje miejsce w szkolnictwie.

Rozwiązanie tego zagadnienia w niektórych państwach, w których istnieje możliwość specjalizacji w dziedzinie oświetlenia i uzyskanie tytułu inżyniera-oświetleniowca.

Stan nauczania w zakresie oświetlenia w Polsce; braki i zaniedbania w tej dziedzinie. Konieczność utworzenia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej Katedry Oświetlenia, jako ośrodka naukowo-badawczego i wyszkoleniowego.

Memoriał złożony w tej sprawie do Władz Politechniki przez Polski Komitet Oświetleniowy. Konieczność jak najszybszego wzięcia udziału przez Polskę w całości prac naukowych, związanych z oświetleniem oraz kształcenia fachowców w tej dziedzinie.

Do połowy XIX wieku postępy techniki oświetleniowej były bardzo nieznaczne i stan, w jakim się ona wówczas znajdowała, mało się różnił od stanu, w jakim była ona niemal w zaraniu kultury ludzkiej. Przyczyny tego leżały z jednej strony w szczupłości środków oświe-

tleniowych, które były do rozporządzenia, z drugiej zaś strony — w braku istotnej potrzeby sztucznego oświetlenia. Zadawalniano się jeszcze całkowicie światłem dziennym; zmierzch był zwykle początkiem odpoczynku, jeśli zaś nieliczne jednostki traciły wzrok, pracując przy lampce oliwnej, łuczywie lub woskowej świecy, ogół nie zwracał na to uwagi. Poza tym sztuczne światło uważane było za pewien rodzaj luksusu, któremu żaden poważny uczyony nie decydował się poświęcić swoich prac ani zainteresowań. Uzyskiwanie efektów świetlnych mogło leżeć w ówczesnych pojęciach w obowiązkach najwyższej jakiegś ochmistrza dworu i miało jedynie na celu uświetnienie uroczystości.

Gdy jednak z biegiem czasu wzmożenie produkcji staje się dla ludzkości sprawą nad wyraz aktualną, równoległe z powstaniem pierwszych maszyn rodzi się konieczność stworzenia sztucznego światła, które mogło by przedłużyć dzień i zadowolić w ten sposób coraz bardziej wzrastające tempo życia. Szukanie nowych źródeł światła nie dziwi już wówczas nikogo. Każda zdobycz w tej dziedzinie zaczyna interesować coraz to szersze koła,

pociągając do pracy w tym kierunku najtęższych uczonych, którzy już po krótkim czasie mogą się pochwalić coraz to nowszymi zdobyczami w tej dziedzinie. Zjawia się lampa naftowa i gazowa. Niebawem do celów oświetleniowych zostaje zaprzęgnięty łuk elektryczny; ukazują się żarówka elektryczna — początkowo węglowa, a następnie metalowa. Pod wpływem umiejętności zastosowanych wyładowań elektrycznych zaczynają świecić gazy...

Technika oświetleniowa zaczyna rozporządzać coraz to większą ilością źródeł światła. Może już ona zastanawiać się nad ich wyborem i jak najbardziej celowym wykorzystaniem. Jednocześnie powstaje w dziedzinie oświetlenia cały szereg zagadnień — zarówno teoretycznych, jak i praktycznych. Oświetlenie staje się powoli nową dziedziną wiedzy, stale zwiększającą swój zakres i znaczenie.

Podlegają badaniu prawa promieniowania energii świetlnej oraz fizjologiczne i psychologiczne podstawy techniki oświetleniowej; ustala się jednostki, wzorce i metody pomiarów świetlnych; opracowuje się teorie budowy systemów optycznych, w które „oprabia się” poszczególne źródła światła.

Następuje zróżniczkowanie zastosowań oświetlenia; ukazują się specjaliści - oświetleniowcy w dziedzinie oświetlenia wewnątrz (oświetlenie zakładów przemysłowych, kopalń, mieszkań, szkół, sklepów, teatrów itp.) oraz w dziedzinie oświetlenia zewnętrznego (oświetlenie ulic i dróg, oświetlenie kolejowe, samochodowe, lotnicze, morskie, dekoracyjno-architektoniczne). Liczba zagadnień oraz ich zakres rosną tak szybko, że poszczególni uczeni są już w stanie objąć całokształt wszystkich zagadnień oświetleniowych i muszą dla swych badań zatrzymać się tylko nad niektórymi spośród nich; bada się np. zagadnienia: ciała bezwzględnie czarnego, olśnień, cieni i inn.

Teoria łączy się w dziedzinie oświetlenia ściśle z praktyką: badania nad współczynnikami rozproszonego odbicia poszczególnych materiałów i wiążącej się z tym jaskrawości naświetlanych powierzchni, utworzonych z tych materiałów, tworzą podstawy nowoczesnego oświetlenia ulicznego, które podnosi w odpowiedni sposób bezpieczeństwo wzmagającego się wciąż ruchu. Badania nad minimum jasności, na które reaguje nasze oko, tworzą podstawy do obliczeń latarni lotniczych i morskich itp.

Nic też dziwnego, że sprawy oświetleniowe nie mogą już się znajdować w rękach ludzi, dla których całokształt oświetlenia jest zagadnieniem pobocznym, i, że muszą w tej dziedzinie powstać fachowcy, a co za tym idzie, zagadnienie oświetlenia musi znaleźć swoje miejsce w szkolnictwie na wszystkich jego szczeblach, odpowiednio do innych gałęzi techniki.

W wielu państwach Europejskich oraz w Stanach Zjednoczonych A. P. powyższe sprawy znalazły już swoje zrozumienie. Technikę oświetleniową wyodrębniono tam od innych pokrewnych jej dziedzin. Narówni z inżynierem drogowym, inżynierem - chemikiem, oraz inżynierem-elektrykiem zjawia się tytuł inżyniera - oświetleniowca. Powstaje szereg zawodowych i naukowych stowarzyszeń osób pracujących nad zagadnieniami oświetleniowymi, The Illuminating Engineering Society of Great Britain, The Illuminating Engineering Society of U. S. A., Association des Ingénieurs de l'Eclairage we Francji, Die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Genootschap

voor Verlichtingskunde w Holandii i tp.). Wydawany jest cały szereg czasopism naukowych i technicznych poświęconych oświetleniu, wszystkie zaś prace w tym kierunku znajdują oparcie w Katedrach Oświetleniowych na Politechnikach i Uniwersytetach oraz na powstających obok tych katedr Instytutach Naukowych.

Niektóre ciekawe dane z zakresu nauczania w dziedzinie oświetleniowej na poziomie akademickim przytoczone są poniżej.

**Anglia.** Technika oświetleniowa wykładana jest w bardzo szerokim zakresie na wielu wyższych uczelniach technicznych Anglii. Jest ona jednak traktowana bardzo różnorodnie, w związku z czym tytuł inżyniera-oświetleniowca można uzyskać dopiero po odbyciu odpowiedniej praktyki i zdaniu egzaminów w Stowarzyszeniu Inżynierów Oświetleniowców. W City and Guilds (Engineering) College, oświetlenie jest wykładane w ciągu trzech lat. W pierwszym roku nauczania wykładane są przedmioty teoretyczne, w drugim — praktyczna fotometria i projektowanie oświetlenia, w trzecim — specjalne działy fotometrii oraz badanie źródeł światła. W East London College (University of London) prowadzone są tylko wykłady z podstaw oświetlenia; poza tym corocznie wykładane są postępy z dziedziny oświetlenia. Wykłady te przeznaczone są w głównej mierze dla studentów architektury.

**Francja.** Specjalizacja w zakresie techniki oświetleniowej istnieje w École Supérieure d'Electricité w Paryżu. Specjalizacja zaczyna się na trzecim roku studiów i trwa jeden rok. Wykładane tam są następujące przedmioty:

Prawa promieniowania; fizjologia światła; fotometria; latarnie wielkiego zasięgu i reflektory; instalacje oświetleniowe (projektowanie); oświetlenie architektoniczne; łuki elektryczne i rury świetlące; żarówki elektryczne oraz wzorce świetlne.

Katedra Oświetlenia istnieje również w École Nationale des Beaux Arts. Poza tym wykłady z dziedziny oświetlenia prowadzone są na wielu innych uczelniach technicznych. Niezależnie od tego sprawy oświetleniowe są bardzo szeroko traktowane na Uniwersytetach przy nauczaniu fizyki.

**Niemcy.** Na Politechnice w Karlsruhe istnieje specjalny Wydział Oświetleniowy. Specjalizacja w dziedzinie oświetlenia następuje po dwóch latach ogólnych studiów technicznych i trwa również dwa lata. W ten sposób wykształcenie inżyniera - oświetleniowca zajmuje cztery lata wyższych studiów. Na Wydziale Oświetleniowym wykładane są następujące przedmioty:

Fizyczne i psychologiczne podstawy pomiarów świetlnych; fizjologia techniki oświetleniowej; teoria źródeł światła; technika i sztuka oświetlenia; optyka; teoria i konstrukcja przyrządów optycznych; prawa promieniowania; praktyczne zajęcia z techniki oświetleniowej; laboratorium fotometryczne oraz seminarium techniki oświetleniowej.

Na Politechnice Berlińskiej w Charlottenburgu istnieje Katedra Oświetlenia. Prowadzone są tam obowiązkowe wykłady z dziedziny oświetlenia dla studentów Wydziału Elektrycznego oraz dla studentów Wydziału Architektury.

**Stany Zjednoczone A. P.** Wykłady z dziedziny oświetlenia na wyższych uczelniach są bardzo różnorodne; tak np. na Uniwersytecie w Michigan obowiąz-

kowy jest dla studentów - elektryków wykład poświęcony oświetleniu — w zakresie 2 godz. w stosunku rocznym z dołączonymi do tego wykładu ćwiczeniami praktycznymi. Poza tym odbywają się wykłady specjalne, jak: oświetlenie dzienne budynków; postępy w dziedzinie oświetlenia; oświetlenie wnętrz; komórki fotometryczne i ich zastosowanie i tp.

W Massachusetts Institute of Technology obowiązkowe wykłady z dziedziny oświetlenia nie są przewidziane. Dla pragnących specjalizować się w tym kierunku istnieje kurs z Podstaw Oświetlenia 3 godz. teorii oraz 6 godz. praktyki tygodniowo — w stosunku rocznym; poza tym odbywają się wykłady, corocznie modyfikowane, i poświęcone postępom w dziedzinie oświetlenia.

Z. S. R. R. Specjalizacja w dziedzinie oświetlenia przewidziana jest na Politechnikach Leningradzkiej, Moskiewskiej i Charkowskiej. Specjalizacja ta może iść w dwóch kierunkach: produkcji źródeł światła oraz techniki oświetleniowej (instalacje świetlne). Rozkład godzin poświęconych przedmiotom oświetleniowym w poszczególnych spośród wspomnianych uczelni przedstawia się, jak następuje:

Przedmioty	Liczba godzin		
	Lenin-grad	Moskwa	Charków
Optyka . . . . .	40	120	40
Fizjologia światła . . . . .	40	40	20
Źródła światła . . . . .	110	40	—
Instalacje świetlne . . . . .	—	60	—
Fotometria . . . . .	140	100	60
Technika oświetleniowa . . . . .	250	210	160
Oświetlenie przemysłowe . . . . .	60	—	100
Sygnalizacja świetlna . . . . .	60	110	30
Oświetlenie dzienne . . . . .	70	—	—
Fotografia . . . . .	50	20	—
Kinematografia . . . . .	—	45	—
Oświetlenie architektoniczne . . . . .	—	30	10

Zawdzięczając takiemu postawieniu sprawy przygotowuje się w poszczególnych krajach szeregi uczonych i specjalistów w dziedzinie oświetleniowej, którzy są w stanie rozwiązywać coraz to nowe zagadnienia, zmierzające do udoskonalenia techniki oświetleniowej we wszystkich jej kierunkach.

Mnogość zagadnień oświetleniowych wywołała również potrzebę współpracy międzynarodowej. Międzynarodowa Komisja pomiarów świetlnych, zwołana do Paryża w r. 1900, przekształca się w r. 1913 w Międzynarodową Komisję Oświetleniową, która obecnie jednoczy 22 państwa, a jej zebrania plenarne, odbywające się w odstępach 3—4 letnich, stanowią poważne kongresy, łączące przedstawicieli teorii i praktyki oświetleniowej całego świata.

Jak się przedstawiają na tle tych danych badania i nauczanie w dziedzinie oświetlenia w Polsce?

W 1932 roku z inicjatywy Władz Lotniczych, które chciały nawiązać kontakt w sprawach oświetlenia lotniczego z innymi państwami, powstaje przy Stowarzyszeniu Elektryków Polskich Polski Komitet Oświetleniowy; w związku z tym Polska przystępuje do Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej i bierze udział za pośrednictwem swych delegatów w jej plenarnych Zjazdach w 1932 r. w Cambridge oraz w 1935 r. w Berlinie i Karlsruhe. Na pierwszym z tych Zjazdów Polsce zostaje przy-

dzielony Sekretariat Płytek Fotometrycznych, który w 1935 r. zostaje zmieniony na Sekretariat Fotometrii Obiektywnej.

Sekretariat ten, dzięki ofiarnej pracy kilku jednostek i opiece udzielonej mu przez prof. S. Pieńkowskiego, wykorzystując skromne środki zebrane przez Polski Komitet Oświetleniowy, prowadzi swe badania, starając się je utrzymać na poziomie godnym Polski. Są to jednak wysiłki sporadyczne i nie ujmujące całokształtu spraw oświetleniowych. Wysiłki te w każdej bowiem chwili mogą być przerwane, gdy np. osoby biorące w nich udział będą zmuszone w większym stopniu poświęcić się swym zajęciom osobistym, związanym z ich zawodniczą pracą zawodową i stanowiskiem społecznym, względnie, gdy osłabnie ofiarność osób wspierających materialnie prace Polskiego Komitetu Oświetleniowego.

Nauczanie oświetlenia w szkołach akademickich w Polsce nie jest związane z żadną pracą naukową wzgl. badawczą w tej dziedzinie. W ten sposób np. na Politechnice Warszawskiej nauczanie to ogranicza się do dwóch godzin wykładu i jednej godziny zajęć praktycznych w ciągu jednego semestru na Wydziale Elektrycznym, co daje możliwość wyłożenia słuchaczom zaledwie podstaw techniki oświetleniowej. W tych warunkach nie ma, oczywiście, zupełnie mowy o specjalizacji w jakiegokolwiek bądź dziedzinie oświetlenia, o pracach dyplomowych, doktorskich i tp.

Stan ten, oczywiście, musi uległ zmianie. Dla rozwoju sprawy oświetleniowej w Polsce, dla rozpoczęcia w niej niczym nieskrępowanej pracy twórczej — zarówno pod względem naukowo - badawczym, jak i wyszkoleniowym — konieczne jest stworzenie podstaw stałych. Takimi podstawami do czasu utworzenia Wydziału Oświetleniowego musi być na początek Katedra Oświetlenia Elektrycznego na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej oraz — w miarę rozwoju tej Katedry i związanego z nią Zakładu — Instytut Oświetleniowy, utworzony bądź przy Politechnice, bądź też, jako organ Polskiego Komitetu Oświetleniowego przy Stowarzyszeniu Elektryków Polskich.

Katedra Oświetlenia Elektrycznego i związany z nią Zakład miałyby za zadanie:

1. Stworzenie ośrodka naukowego, w którym mogły by być badane i rozwijane poszczególne dziedziny oświetlenia. Program tych prac leżałby w pierwszej mierze w wykonywaniu zadań ustalonych dla Polski przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową oraz we współpracy z innymi Komitetami Narodowymi. Należy tu ze wstydem zaznaczyć, że na większość ankiet międzynarodowych Polski Komitet Oświetleniowy musi dawać dotychczas stereotypową odpowiedź, iż „tym zagadnieniem oświetleniowym nikt się w Polsce dotychczas nie interesuje“. Do obowiązków Katedry należałoby również przeprowadzanie ekspertyz w dziedzinie oświetlenia, przeprowadzanie pomiarów fotometrycznych i tp.

2. Szkolenie inżynierów, specjalizujących się w technice oświetleniowej. Na tych inżynierów czeka dziś przemysł produkujący źródła światła i oprawy świetlne oraz biura techniczne trudniące się projektowaniem i dozowaniem instalacji oświetleniowych. Polska jest dziś bowiem pod względem oświetleniowym dosłownie „ciemną“. Brak nam fachowców umiejących projektować oświetlenie ulic, placów, większych obiektów przemysłowych oraz gmachów publicznych. Trzeba uprzytomnić sobie, iż wrażenie o braku u nas zapotrzebowania na in-

zynierów - oświetleniowców, powstaje nie na skutek rzeczywistego braku dla nich pracy, lecz na skutek tego, iż w społeczeństwie naszym na ogół nie istnieje jeszcze pojęcie specjalisty - oświetleniowca. Zamienia go z konieczności inżynier - elektryk, inżynier budowlany lub też inżynier architekt — tak, jak w swoim czasie inżyniera - elektryka zamieniał inżynier - technolog, a później inżyniera-radiotechnika zastępował inżynier-elektryk

Oczywiście, sprawa utworzenia nowej katedry nie jest sprawą prostą i łatwą; wiąże się ona ze sprawą kredytów, z trudnościami wynalezienia odpowiedniej osoby, która taką katedrę mogła by objąć. Nie przeszkadza to jednak, aby o tym, co jest konieczne, już dziś się zaczęło myśleć i przygotowywać w sferach, od których utworzenie tej katedry jest zależne.

Należy zaznaczyć, iż pierwszy krok w tym kierunku został już dokonany. Jest nim memoriał złożony w sprawie utworzenia Katedry Oświetlenia Elektrycznego przez Polski Komitet Oświetleniowy za pośrednictwem Zarządu Stowarzyszenia Elektryków Polskich do Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej.

Należy oczekiwać, że w najbliższej już przyszłości nastąpią dalsze posunięcia w tym kierunku, które doprowadzą w końcu do ostatecznego celu, — utworzenia Katedry Oświetleniowej. Odcinek oświetleniowy w Polsce będzie wreszcie podciągnięty wzwyż do poziomu innych cywilizowanych państw świata.

## STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH



### AUDIENCJA U PANA PREZYDENTA R. P.

W dniu 11 maja 1939 r. Prezydium Stowarzyszenia Elektryków Polskich w osobach: Prezesa inż. Kazimierza Szpotańskiego, I-go Wiceprezesa inż. Alfonsa Hoffmana i Sekretarza Generalnego — inż. Józefa Podoskiego przyjęte było na audjencji u Pana Prezydenta R. P. prof. dr. Ignacego Mościckiego, członka honorowego naszego Stowarzyszenia.

Delegaci Stowarzyszenia zaprosili Pana Prezydenta na XI-te Walne Zgromadzenie i na Wystawę Elektromechaniczną S. E. P. organizowaną w czasie od 18 do 29.VI. w Katowicach. Pan Prezydent obiecał wziąć udział w Zjeździe i dokonać osobiście otwarcia Wystawy, o ile Mu nie przeszkodzą w tym nieprzewidziane okoliczności i wyraził zgodę na opublikowanie tej wiadomości w komunikatach Zjazdowych.

### PORZĄDEK DZIENNY

#### UROCZYSTEGO OTWARCIA XI WALNEGO ZGROMADZENIA S. E. P. W KATOWICACH

Niedziela, dnia 18 czerwca.

8.30. Nabożeństwo.

9.30. Złożenie wieńca przy pomniku Powstańca Śląskiego.

10.00—12.00 Uroczyste otwarcie XI Walnego Zgromadzenia Stowarzyszenia Elektryków Polskich w auli Śląskich Technicznych Zakładów Naukowych w obecno-

ści Pana Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Prof. Dra Ignacego Mościckiego.

1. Zagajenie przez Prezesa S. E. P. inż. Kazimierza Szpotańskiego i odczytanie deklaracji o połączeniu się Stowarzyszenia Teletechników Polskich i Związku Polskich Inżynierów Elektryków w jedną ogólnopolską organizację, reprezentującą ogół inżynierów elektryków polskich.

2. Wybór dwu asesorów Walnego Zgromadzenia.

3. Przemówienie powitalne Prezesa S. E. P.

a) Powitanie Pana Prezydenta Rzeczypospolitej;

b) Uchwalenie tekstu telegramu do Naczelnego Wodza, zawierającego deklarację gotowości elektryków polskich do obrony Państwa.

c) Powitanie pp. Ministrów, Wiceministrów, Wojewody, Prezydentów Miast, przedstawicieli duchowieństwa, wojska, urzędów oraz gości i członków S. E. P.;

4. Uczczenie pamięci zmarłych członków Stowarzyszeń łączących się.

5. Przemówienia powitalne przedstawicieli władz.

6. Odczyt (statutowy) Prezesa S. E. P. inż. K. Szpotańskiego na temat: „Rola przemysłu w obronności państwa“.

7. Referaty:

a) Inż. Jan Obrębalski, Prezes Oddziału Zagłębia Węglowego S. E. P. „Elektryczność w wielkim przemyśle polskiego Zagłębia Węglowego“;

b) Inż. Zygmunt Gogolewski: „Widoki rozwoju przemysłu elektrotechnicznego w Polsce na tle osiągnięć pierwszego XX-lecia niepodległości“.

c) Gustaw Morcinek, literat: „Śląsk i jego ludzie“.

Godz. 13.00 Otwarcie Wystawy Elektromechanicznej przez Pana Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej.

### PORZĄDEK DZIENNY POSIEDZENIA DLA ZAŁATWIENIA SPRAW ORGANIZACYJNYCH

1. Nadanie godności członków honorowych S. E. P. i zatwierdzenie członkostwa honorowego S. E. P. dla członków honorowych Stow. Teletechników Polskich i Związku Polskich Inżynierów Elektryków.

2. Rozpatrzenie i zatwierdzenie sprawozdania Zarządu Głównego S. E. P. z działalności Stowarzyszenia

w roku 1938/39 (sprawozdanie wydrukowane w Nr. 12 „Przeglądu Elektrotechnicznego“ z dnia 18 czerwca rb.).

3. Rozpatrzenie i zatwierdzenie sprawozdania Komisji Rewizyjnej S. E. P.

4. Uchwalenie preliminarza budżetowego na rok 1939 i upoważnienie Zarządu Głównego do wydatkowania sum stosownie do wpływów (preliminarz wydrukowany w Nr. 12 „Przegl. Elektrotechnicznego“ z dn. 18 czerwca 1939 r.).

5. Wniosek Zarządu Głównego S. E. P. o utworzenie Sekcji Teletechnicznej S. E. P.

6. Zatwierdzenie regulaminów Sekcji Teletechnicznej i Radiotechnicznej.

7. Wniosek Zarządu Głównego S. E. P. o przejęcie majątku Stowarzyszenia Teletechników Polskich i przekazanie go Sekcji Teletechnicznej S. E. P.

8. Zatwierdzenie przepisów i norm elektrotechnicznych (PNE) stosownie do § 26 p. c. statutu S. E. P.

9. Ogłoszenie wyników referendum w sprawie wyborów Prezesa i członków Zarządu Głównego S. E. P.

10. Wybór członków Komisji Rewizyjnej.

11. Wybór członków Sądu Koleżeńskiego S. E. P.

12. Wybór miejsca XII Walnego Zgromadzenia S. E. P.

### XI WALNE ZGROMADZENIE.

W dniu 23 maja rozesłane zostały do wszystkich Członków komplety druków zjazdowych obejmujące: program Zjazdu, zgłoszenie, oraz kartę na zamówienie pokoju i niżki kolejowej.

W wypadku nie otrzymania druków zjazdowych prosimy zawiadomić natychmiast Biuro S. E. P., Warszawa Moniszki 7.

Wypełnione karty zgłoszeń odsyłać należy do Biura XI Walnego Zgromadzenia S. E. P. w Katowicach, ul. 3-go Maja 20.

Ostateczny termin nadsyłania zgłoszeń upływa 10 czerwca b. r.

### UZUPEŁNIENIE PROGRAMU

#### Poniedziałek, 19 czerwca.

27. Wycieczka do Centrali Telefonicznej Automatycznej Lokalnej i Międzymiastowej ul. Pocztowa — Główna Poczta.

15.00. Zbiórka (30 — 40 osób) przed Gmachem Poczty.

Wycieczka bezpłatna.

#### Wtorek, 20 czerwca.

28. Zwiedzenie Radiostacji w Brynowie i budującej się stacji nadawczej w Brzezince.

15.00. Zbiórka (30 osób) Dworzec Autobusowy, (Plac Zamkowy).

Koszt udziału Zł. 3.

### WNIOSEK ZARZĄDU GŁÓWNEGO NA XI WALNE ZGROMADZENIE.

#### REGULAMIN SEKCJI TELETECHNICZNEJ STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH.

##### Projekt.

##### I. Nazwa, siedziba, teren działalności.

§ 1. Sekcja nosi nazwę „Sekcja Teletechniczna Stowarzyszenia Elektryków Polskich“.

§ 2. Siedzibą Sekcji jest Warszawa.

§ 3. Terenem działalności Sekcji jest cała Rzeczpospolita Polska.

§ 4. Sekcja ma prawo, przy Oddziałach Stowarzyszenia Elektryków Polskich, istniejących poza terenem siedziby Sekcji, tworzyć swe Koła. Zasady organizacyjne Kół są omówione w §§ 51 — 56 niniejszego regulaminu.

§ 5. Zasadnicze wytyczne, co do — a) zakresu działalności Sekcji, b) jej charakteru, c) uprawnień i d) stosunku do Władz Stowarzyszenia Elektryków Polskich — są omówione w §§ 54, 55, 56, 57, 58, 59 i 60 Statutu Stowarzyszenia Elektryków Polskich, uchwalonego na X Walnym Zgromadzeniu S. E. P., 30 lipca 1938 r. w Gdyni i zatwierdzonego w dniu 31.III.1939 r.

§ 6. Organem prasowym Sekcji jest „Przegląd Telekomunikacyjny“.

##### II. Cel Sekcji i środki działania.

§ 7. Celem Sekcji jest realizowanie zadań, wymienionych w § 4 Statutu S. E. P., a w szczególności wszechstronne popieranie rozwoju telekomunikacji w Polsce.

§ 8. Do spełnienia tych zadań Sekcja dążyć będzie, z zachowaniem obowiązujących przepisów prawa, przez:

- a) urządzanie zjazdów, odczytów, zebrań i wycieczek naukowych,
- b) organizowanie książkowych wydawnictw, technicznych i wydawanie czasopism technicznych,
- c) organizowanie bibliotek i pracowni naukowo-technicznych,
- d) popieranie szkolnictwa telekomunikacyjnego,
- e) utrzymywanie stosunków z pokrewnymi instytucjami krajowymi i zagranicznymi,
- f) rozpowszechnianie wśród społeczeństwa zainteresowania telekomunikacją,
- g) udział w opracowaniu przepisów i norm oraz opiniowanie w sprawach, dotyczących urządzeń telekomunikacyjnych,
- h) organizowanie zebrań towarzyskich, zabaw, wycieczek.

##### III. Członkowie Sekcji, ich prawa i obowiązki.

§ 9. Członkowie Sekcji dzielą się na zwyczajnych i wspierających. Członkom honorowym S. E. P. przysługują wszelkie prawa członków zwyczajnych Sekcji.

§ 10. Postanowienia, dotyczące praw i obowiązków członków oraz sposobu ich przyjmowania i skreślenia, omówione w dziale II Statutu S. E. P., mają pełne zastosowanie również w stosunku do członków Sekcji, z tym iż funkcje Zarządu Oddziału spełnia Zarząd Sekcji, zaś członkowie Sekcji są członkami S. E. P. za jej pośrednictwem.

§ 11. Członkami zwyczajnymi Sekcji mogą być osoby o kwalifikacjach, wymienionych w § 8 Statutu S. E. P., pracujące na polu telekomunikacji.

§ 12. Nazwiska kandydatów na członków Sekcji oraz nazwiska członków nowoprzyjętych są ogłaszane w „Przeglądzie Telekomunikacyjnym“ oraz, zgodnie ze Statutem S. E. P., w „Przeglądzie Elektrotechnicznym“.

§ 13. Członkowie zwyczajni Sekcji, poza prawami, wynikającymi z należenia do S. E. P. i określonymi w Statucie S. E. P. mają prawo:

- a) uczestniczenia we wszelkich zebraniach Sekcji,
- b) czynnego i biernego wyboru do Władz Sekcji,
- c) korzystania z wszelkich urządzeń Sekcji,
- d) składania wniosków indywidualnych i zbiorowych do Zarządu i Walnego Zebrania Sekcji.

§ 14. Członkowie wspierający Sekcji, są przyjmowani przez Zarząd Główny S. E. P. na wniosek Zarządu Sekcji. Członkowie ci za pośrednictwem swego przedstawiciela, mają wszelkie prawa i obowiązki członków zwyczajnych, poza prawem wyboru do władz Sekcji i stawiania wniosków na Walnych Zebraniach Sekcji. Prawa i obowiązki członków zbiorowych w stosunku do S. E. P. są określone w statucie S. E. P.

§ 15. O przyjęciu na członka Sekcji kandydata wysuniętego przez Koło prowincjonalne Sekcji, decyduje Zarząd Sekcji.

## IV. Władze Sekcji.

§ 16. Władzami Sekcji są:

- A) Walne Zebranie Sekcji,
- B) Zarząd Sekcji,
- C) Komisja Rewizyjna Sekcji.

§ 17. Uprawnienia Walnego Zgromadzenia S. E. P. i Zarządu Głównego S. E. P. w stosunku do Sekcji są określone w §§ 54, 55, 56, 57, 58, 59 i 60 statutu S. E. P.

§ 18. Walne Zebranie Członków Sekcji, stanowiące najwyższą bezpośrednią władzę Sekcji, jest zwoływane przez Zarząd Sekcji, przynajmniej 2 razy do roku. Zwyczajne Walne Zebrania, sprawozdawczo - wyborcze, odbywają się najpóźniej w 3 miesiące po zakończeniu roku sprawozdawczego, który trwa od 1 stycznia do 31 grudnia. Nadzwyczajne Walne Zebrania są zwoływane:

- a) w razie potrzeby, na zasadzie uchwały Zarządu Głównego S. E. P. lub Zarządu Sekcji,
- b) na wniosek Komisji Rewizyjnej Sekcji,
- c) na żądanie przynajmniej 1/6 ogólnej liczby członków Sekcji.

W wypadkach wymienionych w punktach b i c Zarząd Sekcji jest obowiązany zwołać Zebranie na dzień wypadający najpóźniej w 3 tygodnie od chwili złożenia na piśmie wniosku przez Komisję Rewizyjną względnie Członków Sekcji.

§ 19. Zawiadomienia o terminie zwołania Walnego Zebrania, z podaniem porządku dziennego, winny być rozesłane członkom przynajmniej na 7 dni przed Zebraniem.

§ 20. Do kompetencji Walnego Zebrania należy:

- a) Wysłuchanie sprawozdań władz Sekcji za rok ubiegły i udzielenie absolutorium z wykonanych czynności.
- b) Rozpatrywanie i uchwalanie wniosków, złożonych przez Zarząd, Komisję Rewizyjną lub poszczególnych członków Sekcji.
- c) Wybór Zarządu Sekcji i Komisji Rewizyjnej.
- d) Rozpatrywanie i uchwalanie preliminarzy budżetowych, zwyczajnych i nadzwyczajnych.
- e) Zmiana regulaminu Sekcji, która następnie musi być zatwierdzona przez Walne Zgromadzenie S. E. P.
- f) Uchwalenie rozwiązania Sekcji.
- g) W wypadku zapadnięcia prawomocnego postanowienia rozwiązania Sekcji, zdecydowanie sposobu likwidacji Sekcji, a w szczególności jej majątku.

§ 21. Walne Zebranie jest prawomocne bez względu na liczbę obecnych na Zebraniu Członków, w wypadku rozpatrywania spraw, podanych w punktach a, b, c i d § 20. W pozostałych wypadkach, do prawomocności Walnego Zebrania wymagana jest obecność przynajmniej 1/5 ogólnej liczby członków Sekcji. O ile zwołane Walne Zebranie nie może się odbyć w pierwszym terminie, z powodu nieobecności wymaganej powyżej liczby członków, to następne Walne Zebranie, prawomocne bez względu na liczbę obecnych członków, ma się odbyć w drugim terminie, przypadającym w pół godziny po pierwszym terminie. O prawomocności uchwał powziętych w drugim terminie, bez względu na ilość obecnych, członkowie Sekcji winni być uprzedzeni w zawiadomieniach o zebraniu.

§ 22. Przewodnictwo Walnych Zebrań spoczywa w ręku Prezesa Zarządu Sekcji, z wyjątkiem tych punktów porządku obrad Zebrania, w których mają być rozpatrywane sprawy wymienione w punktach: a, c, d § 20. Podczas obrad nad temi sprawami, przewodnictwo Zebrania spoczywa w rękach jednego z obecnych członków Sekcji, wybranego przez Walne Zebranie, a nie wchodzącego w skład Zarządu Sekcji. Ponadto w skład prezydium Zebrania wchodzi sekretarz Zarządu Sekcji oraz 2 asesorów, powołanych przez przewodniczącego Zebrania.

§ 23. Uchwały Walnego Zebrania zapadają zwykłą większością głosów obecnych członków; uchwały dotyczące pkt. e) i f) § 20 wymagają dla swej prawomocności 2/3 głosów członków obecnych na Zebraniu. Głosowanie w sprawach wymienionych w pkt. c) § 20 ma być tajne, przy pomocy kartek sprawdzanych przez asesorów. Przebieg Walnego Zebrania winien być protokołowany, protokół podpisany przez przewodniczącego (względnie przewodniczących) i sekretarza i — ogłoszony w najbliższym numerze „Przeglądu Telekomunikacyjnego“.

§ 24. Zarząd Sekcji składa się z prezesa i 6 członków Zarządu, w tym wiceprezesa, sekretarza, skarbnika i referenta odczytowego.

§ 25. Prezes i Zarząd Sekcji wybierani są przez Walne Zebranie Sekcji na 2 lata. Po upływie 1 roku ustępuje 3-ch członków Zarządu, bądź drogą losowania, bądź też przez starszeństwo przebywania w Zarządzie. Na ich miejsce Walne Zebranie wybiera 3-ch nowych członków.

W wypadku otrzymania przez Zarząd „votum nieufności“ ze strony Walnego Zebrania Sekcji, lub też w wypadku zawieszenia Zarządu Sekcji przez Zarząd Główny S. E. P., — następują wybory całego Zarządu, łącznie z prezesem.

§ 26. Wybory Prezesa i Członków Zarządu są tajne i odbywają się przez głosowanie kartkami w sposób następujący:

- a) Zgłaszanie kandydatur na prezesa Zarządu i wyrażenie zgody przez kandydatów.
- b) Wybór prezesa Zarządu; wybrany zostaje ten kandydat, który otrzymał największą liczbę głosów. W razie gdy 2-ch kandydatów otrzyma taką samą liczbę głosów, następuje ponowne, ściślejsze głosowanie, tylko na 2-ch kandydatów.
- c) Zgłaszanie kandydatur na członków Zarządu i wyrażenie zgody przez kandydatów.
- d) Wybór 3-ch członków Zarządu oraz 2-ch zastępców, na rok bieżący. Wybranych zostaje 5 kandydatów w/g kolejności liczby otrzymanych głosów, przy czym 3 pierwszych na członków Zarządu, a 2-ch ostatnich na zastępców.
- e) Na kartce wyborczej mają być wpisane nazwiska i imiona kandydatów; kartki wypełnione inaczej lub czyste są nieważne.

§ 27. Członkowie Zarządu rozdzielają między siebie prace i funkcje w Zarządzie. W razie ustąpienia któregoś z członków Zarządu w ciągu kadencji, na jego miejsce wchodzi automatycznie zastępca.

W razie ustąpienia prezesa, funkcje jego obejmuje wiceprezes. O ileby obaj ustąpili, sekretarz Zarządu zwołuje natychmiast Walne Zebranie wyborcze i kieruje pracami Zarządu aż do chwili wybrania nowego prezesa.

§ 28. Zarząd Sekcji reprezentuje Sekcję na zewnątrz, w ramach Statutu S. E. P.

Do obowiązków i kompetencji Zarządu należy:

- a) Zwoływanie Walnych Zebrań Sekcji.
- b) Składanie Walnemu Zebraniu Sekcji rocznych sprawozdań ze swej działalności i działalności Komisji, a następnie przesyłanie tych sprawozdań Zarządowi Głównemu S. E. P.
- c) Przedkładanie Walnym Zebraniom Sekcji preliminarzy budżetowych i innych wniosków.
- d) Wykonywanie uchwał Walnych Zebrań.
- e) Przyjmowanie nowych członków i skreślanie członków, zgodnie z § 12 statutu S. E. P.
- f) Dysponowanie funduszami Sekcji w ramach uchwalonego budżetu.
- g) Nadzór nad działalnością Komitetu Redakcyjnego i poszczególnych Komisji Sekcji.
- h) Organizowanie zebrań naukowych, odczytów i wycieczek.
- i) Prowadzenie korespondencji i księgowości Sekcji.
- k) Przyjmowanie darowizn dla Sekcji.

§ 29. Zebrania Zarządu odbywają się przynajmniej raz na miesiąc: uchwały jego są prawomocne przy udziale co najmniej 4-ch członków, w tym prezesa lub wiceprezesa. Przebieg każdego zebrania Zarządu ma być protokołowany, a protokół podpisany przez prezesa lub wiceprezesa i sekretarza.

§ 30. Zarząd Sekcji jest reprezentowany na zewnątrz przez prezesa lub wiceprezesa i jednego z członków Zarządu. Akty prawne, umowy i korespondencje podpisuje prezes lub wiceprezes i sekretarz.

Czeki, zlecenia i zobowiązania pieniężne podpisują prezes, wiceprezes i skarbnik. Do prawomocności tych dokumentów wymagane są każdorazowo podpisy dwóch osób.

§ 32. Komisja Rewizyjna Sekcji składa się z 3-ch członków i 1 zastępcy, wybranych przez Walne Zebranie na 1 rok. Przewodniczącym Komisji zostaje członek Komisji, który otrzymał największą ilość głosów, a zastępcą



członka Komisji ten kandydat, który otrzymał czwartą z kolei ilość głosów.

W razie ustąpienia w ciągu roku jednego z członków Komisji, na jego miejsce wchodzi zastępca.

§ 33. Obowiązkiem Komisji Rewizyjnej jest sprawdzanie rachunkowości i działalności finansowej Zarządu oraz wszystkich agend i Komisji Sekcji, na prośbę Zarządu Sekcji lub z własnej inicjatywy. Z tego tytułu Komisja Rewizyjna ma prawo wglądu do wszystkich aktów i ksiąg Sekcji.

§ 34. Do prawomocności czynności i uchwał Komisji wystarcza obecność 2-ch członków Komisji, w tym przewodniczącego.

sprawozdanie Walnemu Zebraniu Sekcji, przynajmniej raz na rok, na zebraniu sprawozdawczym i stawia wniosek co do udzielenia absolutorium Zarządowi.

§ 35. Komisja Rewizyjna składa ze swej działalności § 36. Sądem koleżeńskim dla Członków Sekcji jest Sąd koleżeński S. E. P.

#### V. Majątek Sekcji.

§ 37. Majątek Sekcji Teletechnicznej stanowi fundusz specjalny w sensie § 15 p. b) statutu S. E. P. Majątek ten przeznaczony i użytkowany być może jedynie na cele związane z działalnością Sekcji Teletechnicznej z zastrzeżeniem ewentualnych odchyleń, wynikających z woli darczyńców, zapisodawców i udzielających subwencji.

§ 38. Majątek Sekcji mogą stanowić:

- a) nieruchomości,
- b) ruchomości,
- c) kapitały,
- d) papiery wartościowe.

§ 39. Majątek Sekcji powstaje:

- a) ze stałych i nadzwyczajnych świadczeń pieniężnych członków Sekcji (składki, wpisowe),
- b) subwencji, zapisów, darowizn,
- c) wpływów z imprez, odsetek od kapitałów i innych dochodów.

§ 40. Majątek Sekcji, stanowiący fundusz specjalny SEP dzieli się na następujące fundusze:

- a) fundusz na cele ogólne, tworzony z pozostałości budżetowych na działalność ogólną Sekcji lub kwot specjalnych na ten fundusz przeznaczonych przez Walne Zebranie.
- b) fundusze wydawnicze i specjalne, tworzone z pozostałości budżetowych na cele wydawnicze i specjalne, których przeznaczenie określi Walne Zebranie, subwencionariusze, zapisodawcy itp.

§ 41. Majątkiem Sekcji Teletechnicznej zarządza całkowicie i nieodwołalnie Zarząd Sekcji. Zarządzanie to odbywa się w ramach budżetu, uchwalonego przez Walne Zebranie Sekcji na wniosek jej Zarządu. Ingerencja Zarządu Głównego SEP w stosunku do budżetu Sekcji dotyczyć może jedynie przesunięć w poszczególnych pozycjach budżetu, nie może natomiast powodować jakichkolwiek zmian w przeznaczeniu majątku i dochodów Sekcji przypadających jej z § 42 regulaminu. Okres budżetowy Sekcji trwa od 1 stycznia do 31 grudnia każdego roku. Rachunkowość we wszystkich działach gospodarki Sekcji winna być prowadzona zgodnie z przepisami prawa i przyjętymi zwyczajami.

§ 42. Wysokość wpisowego i składek członkowskich zarówno członków zwyczajnych jak i wspierających określa Walne Zgromadzenie S. E. P. Przy obecnej wysokości składki członka zwyczajnego 12 lub 6 złotych kwartalnie, zasada podziału między Zarząd Główny i Zarząd Sekcji jest następująca:

- a) ze składki członka zwyczajnego, wynoszącej zł. 12,— kwartalnie, przeznaczają się: na Zarząd Główny SEP — 3 zł., na Zarząd Sekcji — zł. 8,—, na N. O. I. — 50 gr. i na fundusz biblioteczny S. E. P. — 50 gr.
- b) ze składki członka zwyczajnego, którego od ukończenia studiów wyższych dzieli okres krótszy niż 2 lata, wynoszącej zł. 6,— kwartalnie, przeznaczają się: Zarząd Sekcji — zł. 5,—, Zarząd Główny SEP — 50 gr. i na N. O. I. — 50 gr.

Członkowie wspierający Sekcji płacą składki o 50% większe od członków wspierających tylko SEP, przy czym 1/3 tej składki przeznaczają się na Zarząd Główny SEP. Przypadająca dla Zarządu Głównego część składek Zarząd Sekcji przekazuje w okresach kwartalnych na konto Zarządu Głównego SEP.

#### VI. Komisje Sekcji.

§ 43. Komisje Sekcji, powoływane są przez Walne Zebranie lub przez Zarząd Sekcji do wykonywania specjalnych zadań. Skład Komisji, zakres ich działania oraz stosunek do innych organów Sekcji ustala każdorazowa uchwała powołująca Komisję.

#### VII. Działalność wydawnicza Sekcji.

§ 44. Organem Sekcji, powoływanym do bezpośredniego nadzoru i kierowania działalnością wydawniczą Sekcji jest: Komitet Redakcyjny dla wydawnictw periodycznych Sekcji. Zagadnienia związane z wydawnictwami jednorazowymi są załatwiane przez Komisje powoływane w myśl § 43.

§ 45. Organami wykonawczymi Sekcji do prac związanych z działalnością wydawniczą są redakcje i administracje wydawnictw periodycznych i książkowych Sekcji, zatrudniające pracowników płatnych.

§ 46. Organy wymienione w § 44 i 45 działają na podstawie osobnych regulaminów, zatwierdzonych przez Zarząd Sekcji.

§ 47. Komitet Redakcyjny składa się z 6 osób, zaproszonych przez Zarząd Sekcji. Kadencja członków Komitetu Redakcyjnego, zaproszonych przez Zarząd Sekcji, trwa 3 lata. Corocznie ustępuje 2-ch członków Komitetu, a Zarząd Sekcji zaprasza na ich miejsce nowych 2-ch członków.

§ 48. Przewodniczącego Komitetu Redakcyjne i sekretarza wybiera corocznie Komitet ze swego grona.

§ 49. Zadaniem Komitetu Redakcyjnego jest dbanie o dobór treści i utrzymanie na odpowiednim poziomie czasopism periodycznych, wydawanych przez Sekcję. Ponadto do obowiązków Komitetu Redakcyjnego należy: nadzór nad administracją i gospodarką finansową wydawnictw periodycznych Sekcji, aprobowanie preliminarzy budżetowych, planów gospodarczych czasopism i sprawozdań, przedstawianych następnie Zarządowi Sekcji oraz ustalanie wysokości honorariów autorskich. Komitet Redakcyjny odbywa posiedzenia przynajmniej raz na miesiąc, w terminach wyznaczonych przez Przewodniczącego Komitetu. Obrady posiedzeń powinny być protokołowane. Protokoły powinny być podpisane przez przewodniczącego i sekretarza Komitetu.

W odstępach kwartalnych przewodniczący Komitetu składa Zarządowi ustne sprawozdanie z działalności Komitetu.

W posiedzeniach Komitetu bierze udział Redaktor wydawnictw periodycznych — z głosem doradczym.

§ 50. Redaktora oraz personel redakcyjny i administracyjny angażuje Zarząd Sekcji na wniosek Komitetu. Umowy z personelem mają być zawierane na piśmie na czas nieokreślony.

#### VIII. Koła prowincjonalne.

§ 51. W okręgach, w których istnieją Oddziały S. E. P., mogą się organizować, za zgodą Zarządu Sekcji, Koła prowincjonalne Sekcji, o ile w danej miejscowości liczba członków zwyczajnych Sekcji wynosi przynajmniej 10.

§ 52. Organizowanie Kół prowincjonalnych Sekcji ma na celu realizowanie zadań Sekcji na gruncie miejscowym.

§ 53. Koła prowincjonalne rządzą się regulaminem, zatwierdzonym przez Zarząd Sekcji, a zgodnym ze Statutem S. E. P. i regulaminem Sekcji.

§ 54. Koła prowincjonalne mogą posiadać własne fundusze, zbierane sposobami, nie przynoszącymi uszczerbku ogólnym interesom S. E. P. lub Sekcji i przewidzianymi w regulaminie Koła. Funduszami tymi dysponuje całkowicie Zarząd Koła.

§ 55. Zarządy Kół przedstawiają Zarządowi Sekcji, co rok, nie później niż 15 lutego, sprawozdanie z działalności Kół w ubiegłym roku.

§ 56. W razie niestosowania się poszczególnych Kół do postanowień statutu, regulaminów oraz uchwał Walnego Zgromadzenia S. E. P., Walnego Zebrania Sekcji i Zarządu Sekcji, Zarząd Sekcji ma prawo Koło rozwiązać.



## KOMUNIKAT BIURA ZNAKU PRZEPISOWEGO S. E. P.

### Udzielenie uprawnienia do Znak S. E. P.

Zarząd Główny S. E. P. na podstawie wyników badania zgłoszonych wyrobów oraz wyniku wizytacji wytwórni, udzielił uprawnienia do używania Znak Przepisowego S. E. P. w postaci nitki rozpoznawczej Inianej barwy żółtej niżej wymienionemu przedsiębiorstwu, członkowi zbiorowemu Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

1) „Pe - Ge“ Fabryka Izolowanych Przewodników Elektrycznych, Sp. z o. o. właściciele: Czesław Przybyszewski i Roman Gotwald, Łódź, ul. Wólczańska 243, w zastosowaniu do następujących wyrobów:

1) Przewody Ogumowane NDG i NLG do 10 mm<sup>2</sup>.  
Nitka fabryczna **niebiesko - czarna (skręcona).**

#### ZARZĄD GŁÓWNY.

##### Przyjęci na członków zbiorowych.

Elektrownia Obwodowa Pomorze — Stockimłyn, Sp. z o. o.  
Oddział w Pelplinie, ul. Marszałka Piłsudskiego 29.  
„Standard — Kabel” Fabryka Przewodów Elektrycznych, Wincenty Kossakowski — Zofia Kossakowska, Warszawa, ul. Kacza 4.  
Fabryka Materiałów Prasowanych i Elektrotechnicznych Jan Makowski, Łódź, ul. Sienkiewicza 78.  
Towarzystwo Górnicze Orłowa - Łazy w Orłowej.  
Elektrownia Miejska w Bielsku, Bielsko na Śląsku, ul. Bato-rego 13-a.

## R Ó Ź N E

### Pierwszy Polski Zjazd Spawaczy w Warszawie.

W niedzielę, dn. 23 kwietnia b. r. zakończono trzydniowe obrady Pierwszego Polskiego Zjazdu Spawalniczego w Warszawie, zorganizowanego przez Stowarzyszenie dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce, Stowarzyszenie Hutników Polskich, Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników Polskich, Inżynierów Budowlanych oraz Związek Polskich Inżynierów Lotniczych.

Otwarcie Zjazdu odbyło się w dn. 21 kwietnia w Auli Politechniki Warszawskiej przy udziale licznych przedstawicieli władz z p. Wiceministrem Piaseckim na czele.

Na wniosek p. prof. dr inż. S. Bryły, przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego Zjazdu, Prezydium ukonstytuowało się jak następuje:

Przewodniczący — p. dr. A. Sznerr — prezes Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali;

Członkowie Prezydium — pp. prof. Brillie (Paryż); prof. Feszczenko-Czopiński; inż. Mercier (Paryż); dyr. St. Raźniewski i prof. Schaper (Berlin).

Władze Państwowe reprezentowali: Pana Wicepremiera — p. dyr. Widomski; Pana Ministra Komunikacji — p. Wiceminister inż. Piasecki; Pana Ministra Poczty i Telegrafów — p. dyr. Szpaczyński; Pana Ministra Przemysłu i Handlu — p. ppłk. Łojko; Pana Dowódcę Broni Pancernej — p. ppłk. O'Brien de Lacy; Departament Bud. Min. Spraw Wojsk. — p. mjr. Jarosławski; Biuro Wojskowe Min. Przem. i Handlu — p. inż. Tatarczuch oraz Departament

### ODDZIAŁ POZNAŃSKI.

#### Przyjęty na członka zwyczajnego:

Czekajło Władysław, inż., Poznań, św. Józefa 5 m. 7.

### ODDZIAŁ WARSZAWSKI

#### Zgłoszenie na członka zwyczajnego \*):

Bobiński Wojciech, inż., Warszawa, Smolna 7 m. 8.

### ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.

#### Zgłoszenie na członka zwyczajnego.

Szulec Tadeusz, inż., Piotrowice k. Katowic, Piotra Skargi 1.

### ODDZIAŁ LWOWSKI.

#### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Kobyliński Witold, inż., Borysław, Kręta 6.  
Lejczak Bolesław, inż., Lwów, Tarnowskiego 6/III p.  
Sieprawski Władysław inż., Przemyśl, Mickiewicza 53.  
Słoniewski Witold, inż., Przemyśl, Pierackiego 4.  
Zdralewicz M, inż., Sarzyna C. O. P. Wytwórnia Nitrozwiązków.

### ODDZIAŁ KRAKOWSKI.

#### Przyjęci na członków zwyczajnych:

Stachurski Polikarp, inż., Jaworzno, Kilińskiego 370.  
Szeliga Adam, inż., Krynica willa pod „Koroną”.

### ODDZIAŁ WYBRZEŻA MORSKIEGO.

#### Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

Knyz Józef Piotr, inż., Gdynia 3, Radiostacja.

\*) Uwaga: Zgodnie z § 10 Statutu S.E.P., każdy członek Stowarzyszenia ma prawo złożenia właściwemu Zarządowi Oddziału w ciągu 4 tygodni od daty niniejszego ogłoszenia umotywowanego protestu przeciwko przyjęciu powyższych kandydatów.

Szkolnictwa Zawodowego Ministerstwa Oświaty — p. wizytator Orgelbrand.

Po odczytaniu depesz od p. Ministra Spraw Wojskowych Generała T. Kasprzyckiego, p. Ministra Oświaty, prof. W. Świętosławskiego i innych zostały wygłoszone powitalne przemówienia przez Rektora Zawadzkiego, p. Wiceministra Piaseckiego, p. dyr. Szpaczyńskiego i p. mjr. Jarosławskiego, po czym Zjazd przystąpił do obrad.

Obrady Zjazdu, przy udziale ok. 400 osób ze świata naukowego, technicznego i przemysłowego, odbywały się w gmachu Stowarzyszenia Techników Polskich, gdzie urządzono również Wystawę Spawalniczą. W Wystawie wziął udział cały przemysł produkujący urządzenia i materiały do spawania, wielkie zakłady stosujące spawania, Państwowe Zakłady Lotnicze oraz Szkoła Podchorążych Lotnictwa — Grupa Techniczna.

Na Zjeździe wygłoszono 58 referatów — na 5 sekcjach fachowych: 1) Zagadnienia ogólne, 2) Urządzenia i materiały, 3) Zagadnienia wytrzymałościowe i metaloznawcze, 4) Spawanie w budowie maszyn, kotłów i zbiorników oraz 5) Spawanie w konstrukcjach inżynierskich.

Należy podkreślić, że w Zjeździe wzięli udział także zagraniczni goście z Francji, Niemiec i Jugosławii, wybitni fachowcy w dziedzinie spawania, którzy wygłoszili 4 referaty.

Poza tym odbyły się dwa posiedzenia plenarne i wieczór odczytowy urządzony łącznie ze Stowarzyszeniem Techników Polskich.

Spośród uchwał Zjazdu na pierwszy plan wysunął się dezyderat dotyczący konieczności założenia w sto-

licy Państwa „Domu Spawalnictwa“, na terenie którego grupowałyby się wszelkie instytucje, mające na celu rozwój spawalnictwa w Polsce, a między innymi: Wyższe Kursy Spawalnictwa dla Inżynierów i Instytut Naukowy Spawalnictwa. Zjazd uważa, że założenie „Domu Spawalnictwa“ w Warszawie powinno być oparte na jak najszerszych podstawach — np. przez opodatkowanie się zainteresowanych przemysłów oraz przez uzyskanie jak największego poparcia ze strony instytucji rządowych i samorządowych.

Dalej powzięto uchwałę o konieczności poczynienia starań w sprawie utworzenia katedr spawania na na-

szych politechnikach oraz cały szereg wniosków, mających na celu rozwinięcie prac badawczych w dziedzinie spawalnictwa i wykorzystanie ekonomicznych zalet spawania dla obrony kraju i w produkcji przemysłowej, a w pierwszym rzędzie w budowie mostów, kotłów, zbiorników i maszyn.

Następne Zjazdy postanowiono zwoływać w terminach 3-letnich, a w międzyczasie — z okazji Walnych Zgromadzeń Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce — urządzać jednodniowe mniej liczne Zjazdy, jako „Dnie Spawania“.

## SPIS RZECZY

### GRUPA ELEKTRYFIKACYJNA.

Inż. Dombke P. Śląsk Zaolziański pod względem elektryfikacji.	Str. 267
Inż. Kozłowski I. E. Zagadnienia gospodarcze przy przesyłaniu energii elektrycznej . . . . .	274

### GRUPA GÓRNICZO - HUTNICZA.

Inż. Kulejewski St. Elektryczność w górnictwie polskim . . . . .	290
Inż. Grzywak J. Sygnalizacja szybowa w kopalniach — dla wydobycia klatkowego i skipowego . . . . .	297

### GRUPA PRZEMYSŁOWA.

Inż. Rychlik Z. Statystyka porażen elektrycznych w Polsce za lata 1937 i 1938 oraz ich analiza na tle naszych przepisów bezpieczeństwa . . . . .	308
Inż. Kowalski A. Organizacja ruchu przemysłowego w dużym zakładzie . . . . .	318
Inż. Szpor St. Bezpieczniki odgromnikowe o zmiennej oporności . . . . .	326
Inż. Schmidt J. Siły zwarciove w dławikach ochronnych . . . . .	329
Inż. Dzierzbicki St. i inż. Mejro Cz. Wybór aparatów dla rozdzielni na duże prądy zwarcia . . . . .	332
Inż. Kowalczewski D. Rzut oka na przemysł aparatów elektrycznych prądu silnego w Polsce . . . . .	339
Inż. Chrzanowski S. Rzut oka na rozwój przemysłu elektromedycznego w Polsce Niepodległej . . . . .	343
Inż. Borkowski St., inż. Mickiewicz T., inż. Mosiewicz P. i inż. Protasiewicz W. Urządzenia elektro-sygnalizacyjne produkcji krajowej . . . . .	348

### GRUPA TRAKCYJNA.

Prof. inż. Podoski R. 20 lat trakcji elektrycznej w Polsce . . . . .	361
Inż. Chełmicki K. R. Podstawy naukowe graficznej metody obliczenia czasu jazdy dla pojazdów elektrycznych z silnikami szeregowo-bocznikowymi . . . . .	363
Dr inż. Wachowski St. Zasilanie sieci tramwajowej w Warszawie . . . . .	370
Inż. Dzikowski J. O określaniu charakterystyk dużych seryj silników trakcyjnych . . . . .	374
Inż. Plewako St. Przyczyny stosowania trolleybusów . . . . .	377
Inż. Plewako St. Wpływ elektryfikacji Węzła Warszawskiego Kolejowego na przewozy pasażerów podmiejskich . . . . .	380

### GRUPA SZKOLNICTWA ELEKTROTECHNICZNEGO.

Inż. Bedyński A. Obecny stan szkolnictwa elektrotechnicznego w Polsce i widoki jego rozwoju na przyszłość . . . . .	384
Doc. dr inż. Pawlikowski J. Nauczanie w dziedzinie oświetlenia . . . . .	394
Stowarzyszenie Elektryków Polskich . . . . .	397
Różne . . . . .	401
Sprawozdanie i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego Nr 4 maj 1939 r.	

PRZEDPŁATA:  
 kwartalnie . . . . . zł. 9.—  
 rocznie . . . . . zł. 36.—  
 zagranicą + 50%  
 za zmianę adresu  
 (znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Królewska 15, II piętro  
 telefon Nr 690-23 i 648-65.  
 Administracja otwarta codz. od godz. 8 do 15, w soboty od 8 do 13  
 Redaktor przyjmuje we wtorki, środy i piatki od godziny 19-ej. do 20-ej  
 Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363

Cennik ogłoszeń  
 przesyła administracja  
 na żądanie.  
 Telefon działu ogłoszeń 648-65.

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska”, Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87.98 w dzierżawie Sp. Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.

# WYKAZ ŹRÓDEŁ ZAKUPU

## Akumulatory.

**„Petea” Polskie Tow. Akumulatorowe S. A.** Fabryka i biura: Biła k/Bielska — poczta Bielsko sk. p. 262, telefon: Bielsko, 20-43. Zarząd Warszawa, ul. Kopernika 13, tel. 539-09.

**Sanocka Fabryka Akumulatorów, S. A.**, Fabryka i biura: Sanok, ul. Reymonta 10, tel. 112-3, 122. Oddziały: Warszawa, Kredytowa 8, tel. 660-05 i 660-06, Katowice: dla baterii starterowych i radiowych, ul. Francuska 1, tel. 312-66, dla baterii stacyjnych, trakcyjnych i telefonicznych, ul. Mickiewicza 15, tel. 324-90, Kraków, ul. Wygoda 9, tel. 131-20, Poznań, ul. Marsz. Focha 60, tel. 82-84, Wilno, ul. Gościnną 1/2, tel. 3-30, Łódź, Piotrkowska 171/3, tel. 107-22, Gdynia, ul. Portowa 8, tel. 16-91.

**Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „Tudor”, Sp. Akc.** Warszawa, Złota Nr. 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: Bydgoszcz, ul. Gdańska 62, tel. 13-77, Katowice, Mariacka 23, tel. 326-50, Lwów, Sykstuska 44, tel. 252-35. Poznań, ul. Działyńskich 4, tel. 11-67. Fabryka akumulatorów ołowianych i żelazo-niklowych w Piastowie, st. kol. Pruszków. Przedstawicielstwa: Gdańsk, Poggenphul 10, Kraków, Dominikańska 3, Łódź, Piotrkowska 105, Lublin, Przemysłowa 10, Łuck, Słowackiego 26, Wilno, Zawalna 2, Kielce, Focha 50, Gdynia, 3 Maja 22/24.

## Akumulatory żelazo-niklowe.

**„Ericsson”. Polska Akc. Sp. Elektryczna**, Centrala Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 881-02 i 881-15. Fabryka, Radom, Andrzeja Struga 50, tel. 29-40.

**Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „Tudor”, Sp. Akc.** Warszawa, Złota Nr. 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: (patrz rubryka Akumulatory).

## Aparaty elektryczne.

**AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne**, Warszawa, W. Górskiego 7; Katowice, Mariacka 23; Łódź, Piotrkowska 105; Sosnowiec, Al. Mireckiego 14; Kraków, Tomasz 8; Poznań, Pierackiego 19; Gdynia, Świętojańska róg Derdowskiego.

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Aparaty elektr. do odbijania kamienia kołowego.

**„Devoorde” Inż. Józef Felner**, Kraków, Zyblikiewicza 19.

## Aparaty dla prądów silnych wysokiego i niskiego napięcia.

**„Elektroautomat” Zakłady Elektrotechniczne**, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88.

**Inż. Józef Imass, Fabryka Aparatów Elektrycznych**, Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Armatury kablowe (końcówki, złącza i masa kablowa).

**AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne**, Warszawa, W. Górskiego 7; Katowice, Mariacka 23; Łódź, Piotrkowska 105; Sosnowiec, Al. Mireckiego 14; Kraków, Tomasz 8; Poznań, Pierackiego 19; Gdynia, Świętojańska róg Derdowskiego.

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Armatury i przybory do oświetlenia elektrycznego.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**Tow. Elektr. „Elberyd” Sp. z o. o.** Fabryka Armatur Elektrycznych, Katowice, Kościuszki 42, tel. 300-63.

## Automaty rozruchowe.

**„Elektroautomat” Zakłady Elektrotechniczne**, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88. **K. i W. Pustola**, Warszawa, Jagiellońska 4-6, tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Bimetale.

**Wacław Bieliński**, Warszawa 1, Marszałkowska 17, tel. 714-41.

## Biura i zakłady elektrotechniczne.

**Michał Zucker, Jan Straszewicz, Biuro Elektrotechniczne**, Warszawa, Marszałkowska 119, telefony 274-84 i 609-98.

## Budowa elektrowni.

**AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne**, Warszawa, W. Górskiego 7; Katowice, Mariacka 23; Łódź, Piotrkowska 105; Sosnowiec, Al. Mireckiego 14; Kraków, Tomasz 8; Poznań, Pierackiego 19; Gdynia, Świętojańska róg Derdowskiego.

## Ceramiczne materiały izolacyjne

**Wacław Bieliński, Biuro dla dostaw materiałów przemysłowych**, Warszawa 1, Marszałkowska 17, tel. 714-41.

## Chromonikielina, nikielina, konstantan.

**Wacław Bieliński**, Warszawa 1, Marszałkowska 17, tel. 714-41.

## Dmuchawy kuzienne.

Fabryka Elektrowentylatorów i Aparatów Elektrycznych „Elektropol”, Warszawa, ul. Leszno 71, telefon 12-06-19.

**I. Korewa, Fabryka Motorów Elektrycznych**, Warszawa, ul. Syreny 7, tel. 5-00-95.

## Druty i taśmy oporowe

**„Brimac” Biuro Agent-Handl.**, Warszawa, Próżna 12, tel. 599-75 i 627-76. Wyłączne przedstawicielstwo British Driver-Harris Co. Ltd. Manchester.

**Do zalewania muf kablowych stosujcie tylko masę izolacyjną MK dla napięcia do 80.000 woltów Fabryki Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc.**

## BIBLIOGRAFICZNY PRZEGLĄD CZASOPISM (Nr. 53)

redagowany przez Podkomisję Bibliografii Technicznej SEP-u

(patrz artykuł wstępny w Przegl. Elektr. zeszyt 15 z 1-go Sierpnia 1935 r. str. 507 oraz Komunikat w Bibliograficznym Przeglądzie Czasopism Nr. 11 w zeszycie 9 Przegl. Elektr. 1936 r.).

## 1. Podstawy, studia techniczno-fizyczne.

**Über die gasionisierende Strahlung einer Funkenstrecke.** — (wg. H. Raether w Z. Phys. 1938, S. 611). — Opis badań stwierdzających, że droga iskrowa wydziela promieniowanie wywołujące ze swej strony dalszą jonizację gazów. — 2 rys., 400 sł. — ETZ. 1939, Nr. 1, str. 10.

**Beitrag zur Berechnung der Streuung bei symmetrischen Scheibenwicklungen.** — W. Knaack. — Przyczynek do obliczenia rozproszenia w symetrycznym uzwojeniu krążkowym; wpływ odległości zwojów od uzienia. — 5 rys., 1 tabl., 1400 sł. — ETZ. 1939, Nr. 2, str. 47.

**Ersatz von Kurventafeln durch Leitertafeln.** — A. Walther, H. J. Dreyer, H. Schüssler. — Metody graficznego przekształcenia rodziny krzywych przedstawiających zależność między trzema zmiennymi — na nomogram drabinkowy, wygodniejszy w użyciu. — 15 rys., 2500 słów. — ETZ. 1939, Nr. 3, str. 65.

## 2. Pomiar i przyrządy pomiarowe.

**Die elektrischen Tarifgeräte und die Tarifordnung für elektrische Energie.** — Paulus. — Liczniki elektryczne i ustawa taryfowa. — Rys. 3, słów 2400. — E.W. 1939. Nr. 2, str. 39.

**Ein einfacher Überschlags - Polaritätsanzeiger.** — K. Debus, E. Hueter. — Zasada działania wskaźnika biegunowości, przy której nastąpiło przebiecie w czasie próby prądem zmiennym. — 1 rys., słów 300 — ETZ. 1939, Nr. 7, str. 195.

**Fernmesseinrichtungen mit Röhrenverstärkern.** — wg. J. Pempel, Bull. Soc. Franc. Electr. 1938, S. 933). — Opis dwóch metod odległościowych pomiarów. — słów 500 — ETZ. 1939, Nr. 8, str. 226.

**Zur Frage der Messung von Hochfrequenzspannungen und Störspannungen kürzester Dauer mit der Kugelfunkenstrecke.** — P. Jacottet. — Analiza pomiarów i wnioski dotyczące zachowania się przerwy iskrowej przy wysokich częstotliwościach w porównaniu z normalną częstotliwością. — Literatura. — 8 rys., 2 tabl., 2000 sł. — ETZ. 1939, Nr. 4, str. 92.

**Einführung zu VDE 0430/1939 „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke“.** — W. Weicker. — Komentarze do nowego projektu przepisów pomiarów napięcia iskiernikiem kulowym 1300 sł. — ETZ. 1939, Nr. 4, str. 97. — Same przepisy — str. 99.

**Ein Doppelmeßstand für luftgekühlte Flugmotoren in Drehstromausführung.** — K. Madsen. — Opis instalacji do prób silników lotniczych chłodzonych strumieniem powietrza o szybkości 150 — 500 km/h. — 6 rys., 2800 sł. — ETZ. 1939, Nr. 5, str. 121.

## 3. Wytwarzanie energii elektr., zakłady wytwórcze.

**Technische Übersicht 1938 — Stromerzeugung.** — Zeidler. — Postępy techniczne w r. 1938. Kotły i paleniska. Turbiny. Maszyny elektryczne. — Rys. 4, słów 2500. — E.W. 1939. Nr. 3, str. 51.

## 4. Rozdział i regulacja energii elektrycznej.

**Untersuchungen über Erhöhung der Zuverlässigkeit einer Stromversorgungsanlage.** — (wg. H. P. Seelye, Electr. J. 1938, S. 242). — Znaczenie i możliwość wykonania poprawy pewności ruchu dostawy energii elektrycznej. Wyniki badań częstości i długotrwałości przerwy powodowanych przez uszkodzenia różnych części urządzeń wytwórczych i przesyłowych. — 1 rys., 500 sł. — ETZ. 1939, Nr. 1, str. 15.

**Das Verhalten von Kappenisolatoren unter mechanischer Belastung.** — W. Furkert. — Metoda badania wytrzymałości mechanicznej izolatorów wisiorowych oparta na rozpoznaniu początku uszkodzenia struktury ze zmiany współczynnika strat elektrycznych i pojemności. — 9 rys., 1500 sł. — ETZ. 1939, Nr. 3, str. 71.

**Versuche mit grossen Stoßströmen.** — R. Foitzik. — Szczegóły wykonania instalacji do prób udarami prądowymi rzędu kilkuset kA przy 70 kV. Połączenie działania generatora fal napięciowych z generatorem udarów prądowych. Opis szeregu ciekawych eksperymentów o charakterze zbliżonym do prawdziwego pioruna. — 21 rys., 2 tabl., 5000 sł. — ETZ. 1939, Nr. 4, str. 89 i Nr. 5, str. 128.

**Die Wahl der Spannung bei der Planung von Industrieanlagen.** — A. L. Müller. — Dane wpływające na wybór napięcia: ceny kabli, transformatorów, motorów; zależność od napięcia mocy odłączalnej wyłączników itp. — 10 rys., 3000 sł. — ETZ. 1939, Nr. 5, str. 143.

**Die gewitterfeste Aushildung von Hochspannungsmittelleistungs-Sicherungen für geringe Nennstromstärken.** — K. A. Lohausen. — Wskutek przepięć atmosferycznych na liniach napowietrznych przepalają się często pozornie bez powodu, bezpieczniki w stacjach transformatorowych po stronie wys. napięcia. Podane przeliczenie pokazuje, że przy przeskokach przepalenie się bezpieczników rzędu 2 A. jest możliwe. Dalej następuje opis nowych bezpieczników odpornych na tego rodzaju krótkotrwałe przeciążenie. — 800 sł., 3 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 95.

**Überspannungsschutz für Gleichstromnetze.** — Dr. G. Friuhaf. — Zamiast używanych dotychczas odgromników glinowych zastosowano z powodzeniem w sieciach prądu stałego odgromniki z oporem zmiennym o charakterystyce zależnej od wysokości przepięcia, stosowane dotychczas dla sieci prądów zmiennych. — 700 sł., 4 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 97.

**Schnelldistanz-Relais mit gebrochener Kennlinie.** — G. Walther. — Opis nowego przekaźnika selektywnego, w którym zastosowano prostowniki metalowe dla zmiany prądów zmiennych na stałe celem zwiększenia dokładności działania systemów pomiarowych przekaźnika. Osiągnięto przez to bardzo krótkie i niezależne od natężenia prądu i kąta fazowego czasu wyłączenia, możliwość dowolnego kształtowania charakterystyki, małe zużycie własne i dużą czułość na kierunkowość. — 1700 sł., 7 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 99.

**Stand des Druckgasschalterbaues.** — H. Korndörfer. — Różne typy wyłączników na gaz sprężony dla napięć roboczych od 10 do 220 kV. Szczegóły konstrukcyjne. — 900 sł., 5 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 103.

**Starkstrom-Grosskondensatoren.** — Dipl. Ing. E. Bornitz. — Budowa większych jednostek kondensatorów o mocy kilkuset kVA i o napięciu roboczym kilku tysięcy woltów dla poprawienia współczynnika sprawności w sieciach elektrycznych. — 1000 sł., 4 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 108.

**Das Transkommandosystem.** — Dla sterowania całych grup aparatów zainstalowanych w sieciach niskiego napięcia używać można impulsów napięciowych, przesyłanych przewodami sieci, polegających na obniżeniu napięcia o ok. 50% w czasie 2—3 okresów, wywołanych przez przerywanie prądu w jednej fazie sieci zasilającej wysokiego napięcia; powtarzane w dowolnej kombinacji. Odpowiednie odbiorniki reagują tylko na impulsy nadawane w pewnej określonej kolejności. Urządzenie nadaje się do sterowania urządzeń ochrony przeciwłotniczej, sterowania lamp ulicznych, odbiorników wielotaryfowych itp. Opis zasady działania aparatów nadawczych i odbiorczych. — 1500 sł., 11 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 116.

# WYKAZ ŹRÓDEŁ ZAKUPU

„Panelektra” Biuro elektro-techniczno-handlowe, Kraków, Zybkiewicza 10, tel. 112-66, skrz. poczt. 639.

Inż. W. Wiśniewski, Warszawa, Marszałkowska 110, tel. 502-30. Generalny Przedstawiciel Firmy — Henry Wiggin & Co. Ltd. London. Sprzedaż i Skład Fabryczny: Warszawska Spółka Elektryczna, Warszawa, Al. Jerozolimskie 117, tel. 667-15.

## Dźwigi elektryczne.

Roman Gronowski Sp. Akc. Fabryka Dźwigów Warszawa, Emilji Piłater 10, tel. 918-20, 918-22 i 955-17.

Bracia Jenike, Fabryka Dźwigów, Sp. Akc. Warszawa, Al. Jerozolimskie 20, tel. 220-00 i 629-64.

„Moc” Fabryka Maszyn Sp. Akc., Warszawa, Wolska 121, tel. 217-30.

## Elektrolit do akumulatorów żelazo-niklowych.

„Ericsson”. Polska Akc. Sp. Elektryczna, Centrala, Warszawa, Al. Ujazdowskie 47, tel. 881-02 i 881-15. Fabryka, Radom, Andrzeja Struga 50, tel. 29-40.

Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „Tudor”, Sp. Akc. Warszawa, Złota Nr. 35, tel. centrala: 5.62-60. Oddziały: (patrz rubryka Akumulatory).

## Elektrowiertarki i szlifiarki.

„Ferro-Electricum”, Łódź, Piotrkowska 123, tel. 111-09.

Inż. Józef Feiner, Kraków, Zybkiewicza 19, tel. 118-33.

## Grzejniki (aparaty nagrzewalne).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne, Warszawa, W. Górskiego 7; Katowice, Mariacka 23; Łódź, Piotrkowska 105; Sosnowiec, Al. Mireckiego 14; Kraków, Tomasza 8; Poznań, Pierackiego 19; Gdynia, Świętojańska róg Derdowskiego.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

## Grzejniki elektryczne dla gospodarstw domowych.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” S. A. Gródek, poczta Drzycim, tel. Drzycim Nr. 26 i 27. Oddział w Warszawie, Marszałkowska 150, tel. 30-668.

## Grzejniki elektryczne dla przemysłu.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” S. A. Gródek, poczta Drzycim, tel. Drzycim Nr. 26 i 27. Oddział w Warszawie, Marszałkowska 150, tel. 30-668

## Hydrofony.

„Sirlus”, Fabryka Maszyn, Warszawa, Zamojskiego 51, tel. 10-18-25.

## Impregnacja drzewa.

Polskie Zakłady Impregnacyjne, S. A. Warszawa, ul. Mokotowska 46, tel. 936-11, 929-89 i 969-78. Nasycalnie: Dzielno, Zadwórze, Molodeczno, Mińsk Mazowiecki i Lipa (C. O. P.).

## Izolatory.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne, Warszawa, W. Górskiego 7; Katowice, Mariacka 23; Łódź, Piotrkowska 105; Sosnowiec, Al. Mireckiego 14; Kraków, Tomasza 8; Poznań, Pierackiego 19; Gdynia, Świętojańska róg Derdowskiego.

„Norden” Polsko-Duńskie Towarzystwo Izolatorów, Warszawa, Okopowa 19, tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

J. Stolle „Niemem”, S. A. Huty Szklane, stacja kol. i poczta Niemem pow. Łódzki.

## Kablowe końcówki, złącza i masa kablowa.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

„Elektroautomat” Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88.

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Kolby elektryczne.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

## Kondensatory.

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi. Generalna delegatura techniczna, Warszawa, Kopernika 15, tel. 273-40.

Inż. A. Horkiewicz, Warszawa, ul. Stępińska 26/28, tel. 565-90.

„Hydra”, Berlin. Gen. Reprezentant: Biuro Techn.-Handl. M. Godlewski, Warszawa, ul. Krucza 3, tel. 860-44

## Kucharki elektryczne.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” S. A. Gródek, poczta Drzycim, tel. Drzycim Nr. 26 i 27. Oddział w Warszawie, Marszałkowska 150, tel. 30-668.

Do zalewania muf kablowych stosujcie tylko masę Izolacyjną MK dla napięcia do 80.000 voltów Fabryki Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc.

- Oellose, eisenarme Mittelspannungs-Schaltanlagen.** — Dipl. Ing. G. Meiners. — Zastosowanie płyt z materiałów izolacyjnych dla podziału cel rozdzielczych na oddzielne komory, celem ochrony od wędrującego łuku elektrycznego w rozdzielniach wyposażonych w wyłączniki i aparaty bezolejowe. — 900 sł., 5 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 105.
- Fortschritte auf dem Gebite der Fernmesstechnik.** — Udoskonalenia w technice przesyłania na odległość wartości pomiarowych przy użyciu metody impulsowej kompensacyjnej, przy czym wielkość mierzona wyraża się ilością impulsów w sekundzie. — 900 sł., 3 rys. — AEG, 1938, Nr. 3, str. 120.
- Die Umstellung der Schaltgeräte und des Installationsmaterials für die Verwendung von Aluminium.** — W. Höpp. — Zmiany konstrukcji aparatów rozdzielczych i materiałów instalacyjnych konieczne ze względu na wprowadzenie aluminium jako materiału zastępującego miedź. — 5 rys., 500 sł. — AEG, 1938, Nr. 5, str. 303.
- Schalttafel — Messgeräte mit Leuchtskalen.** — Dipl. Ing. W. Bauer. — Instrumenty pomiarowe ze skalami świecącymi w ciemności wskutek wykonania napisów farbami świecącymi pod wpływem naświetlań promieniami niebieskimi lub pozafioletowymi, pochodzącymi z lampy rtęciowej zaopatrzonej w odpowiednie filtry. — 2 rys., 1100 sł. — AEG, 1938, Nr. 5, str. 305.
- Fernbedienungseinrichtungen nach dem AEG-Wählerverfahren.** — W. Venzke. — Zasada działania wybierakowych urządzeń do sterowania na odległość przy użyciu jednej pary przewodów sterujących i przenoszenia większej ilości rozkazów. — 2400 sł., 4 rys. — AEG, 1938, Nr. 9, str. 459.
- Fernbedienungseinrichtungen nach dem AEG-Wählerverfahren Zweiter Teil: Wirkungsweise und Ausführungsmerkmale.** — W. Venzke. — Opis działania i konstrukcji urządzeń do sterowania z odległości działających na zasadzie wybieraków. Ciąg dalszy z Nr. 9, str. 459. — 3000 sł., 7 rys. — AEG, 1938, Nr. 10, str. 491.
- Fernbedienungseinrichtungen nach AEG-Wählerverfahren. Dritter Teil: Ausführungsmerkmale, Bauteile u. Gesamtaufbau.** — W. Venzke. — Daty techniczne dotyczące ruchu urządzeń do sterowania z odległości systemem wybierakowym; konstrukcja aparatów składowych oraz całego urządzenia. (Zakończenie artykułów z Nr. 9 i Nr. 10). — 2800 sł., 8 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 547.
- Sonderauslöser für AEG-Selbstschalter.** — Dipl. Ing. H. Ude. — Wyzwalacze specjalne dla wyłączników niskiego napięcia; zanikowe z opóźnieniem, zwrotne, zasilane z transformatorów prądowych i działające przy uszkodzeniu izolacji obwodu chronionego. — 1000 sł., 6 rys. — AEG, 1938, Nr. 9, str. 463.
- Spannungsresonanzkreise zur Beseitigung der Stromrichter — Rückwirkungen in Drehstromnetzen.** — Dr. Ing. L. Lebrecht. — Dla ochrony sieci trójfazowych przed działaniem wyższych harmonicznych, wywołanych pracą przyłączonych do sieci prostowników można stosować obwody rezonansyjne, obliczone dla niebezpiecznych harmonicznych. — 1100 sł., 3 rys. — AEG, 1938, Nr. 10, str. 489.
- Grundlegende Bauformem von AEG-Freiluftschaltanlagen.** — Dr. Ing. H. Probst. — Rozdzielnie na wolnym powietrzu, układy połączeń i formy budowy. — 1000 sł., 7 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 505.
- Der Aufbau der „AEG-Regelbauweise“ von Hochspannungs-Schaltanlagen.** — Dipl. Ing. G. Meiners. — Próba normalizacji tablic rozdzielczych wysokiego napięcia 6—30 kV, jednopiętrowych, wyłącznikami i aparatami bezolejowymi. — 9000 sł., 7 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 508.
- Technische Übersicht 1938 — Stromverteilung.** — Zeidler. — Postępy techniczne w dziedzinie rozdziału i przesyłania energii elektrycznej. Prostowniki. Kondensatory. Transformatory. Zabezpieczenia. Kable i przewody. Linie napowietrzne. Izolatory. Przyrządy pomiarowe. Rozdzielnie. Zastępcze materiały izolacyjne. Instalacje. — Rys. 26, słów 10500. — E.W. 1939, Nr. 3, str. 54.
- Ein neuer Hochspannungs — Motorschaltschrank.** — E. Gąsiorowski. — Opis szafy wyłącznikowej dla instalacji silnikowej wysokiego napięcia z wyłącznikiem bezolejowym na sprężone powietrze. — 600 sł., 3 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 515.
- Naturalne drogi rozwojowe elektryfikacji.** — Inż. G. Sokolnicki. — Wskazano na drogi, którymi krocy elektryfikacji w każdym kraju i przeprowadzono analizę kosztów przesyłania energii w sieciach okręgowych. — Rys. 11, słów 7600. P. E. 1939, Nr. 1, str. 1.
- Kilka uwag w sprawie obliczania słupów przelotowych linii prądu silnego.** — Inż. St. Kaniewski i inż. B. Mayzel. — Sprawa zbyt surowego obliczania słupów w Polsce i, w związku z tym, kosztownego ich wykonania. Słów 900. P. E. 1939, Nr. 1, str. 13.
- Elektryfikacja Centralnego Okręgu Przemysłowego.** — Inż. Wacław Günther. — Dane dotyczące robót wykonanych i projektowanych w najbliższej przyszłości. — Słów 800. — P. E. 1939, Nr. 3, str. 57.
- O właściwą metodę prac nad programem elektryfikacji.** — Inż. Kazimierz Siwicki. — Wskazano na ścisłą łączność ekonomiczną wszelkich postaci energii i wyłożono metodę Haideggera układania projektów elektryfikacyjnych. — Rys. 1, słów 1500. — P. E. 1939, Nr. 4, str. 85.
- Überspannungserscheinungen in einem Mittelspannungsnetz.** — O. Schroeder. — Opis ciekawych zjawisk przebiegowych w sieci średniego i niskiego napięcia. Przepięcia o charakterze nieatmosferycznym. — 4 rys., słów 3200. — ETZ. 1939, Nr. 6, str. 153.
- Indirekte Prüfverfahren von Schaltern in Italien.** — E. Pugno - Vanoni, G. Someda. — Opis schematów stosowanych dla pośrednich prób wyłączników. Osiągane wyniki. — 7 rys., słów 1800. — ETZ. 1939, Nr. 6, str. 157.
- Ladeeinrichtungen für Fernsprechanlagen mit selbsttätiger Spannungsregelung.** — A. Kammerer. — Urządzenia do ładowania akumulatorów z samoczynną regulacją napięcia, posiadające się dławikami. — 11 rys., słów 2000. — ETZ. 1939, Nr. 6, str. 163.
- Luftschutzraum der Lastverteilerstelle in Paris.** — (wg. *Technique Moderne* 1939, str. 518). — Opis centralnego dyspatczingu sieci paryskiej, umieszczonego w specjalnym schronie przeciwbombowym i przeciwgazowym. — 1 rys., słów 600. — ETZ. 1939, Nr. 6, str. 167.
- Belastbarkeit von Kabeln für Fortleitung und Verteilung von elektrischer Energie.** — (wg. J. I. E. E. 1938, str. 517). — Przegląd wszystkich czynników wywierających wpływ na dopuszczalne obciążenia kabli. W szczególności wyniki studiów nad wpływem zależnej od pór roku temperatury zewnętrznej. — 1 rys., 1 tabl., słów 600. — ETZ. 1939, Nr. 7, str. 197.
- Wanderumspanner für 120 000 kVA Leistung und 220 kV Spannung.** — M. Cholewa. — Opis konstrukcji przetożnego transformatora dużej mocy, pomyślanego jako rezerwa dla dużych stacji transformatorowych. — 900 sł., 4 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 516.
- Die 150 kV - Kabelverbindung Rotterdam — Den Haag.** — G. I. T. Bakker. — Opis prób, które poprzedziły budowę powyższej linii kablowej oraz szczegóły konstrukcji kabla, jego ułożenia i urządzeń pomocniczych. — 8 rys., 3000 sł. — ETZ. 1939, Nr. 8, str. 209.
- Kurzschlussvorgänge in mehrfach gespeisten, wermschten Netzen.** — (wg. A. Scheib, Arch. Elektr. 1939 S. 71). — Obszerne, matematyczne ujęcie zagadnienia prądów zwarcia. — słów 300. — ETZ. 1939, Nr. 8, str. 225.
- Übersicht über die Bauformen der Druckgasschalter.** — Dipl. Ing. E. Müller. — Przegląd typów wyłączników wysokiego napięcia na gaz sprężony. — 1200 sł., 8 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 518.
- Die Stromversorgung für die Sicherheitseinrichtungen in Kraftwerken und Schaltanlagen.** — M. Jackwirth. — Źródła prądu dla przekaźników i urządzeń zabezpieczających w centralach elektrycznych. Zastosowanie baterii akumulatorów stalowych; prostownik do ładowania akumulatorów. Przekaźniki do kontroli obwodów pomocniczych. — 12 rys., 1500 sł. — AEG, 1938, Nr. 5, str. 298.

# WYKAZ ŹRÓDEŁ ZAKUPU

## Kwas siarkowy do akumulatorów.

Z. A. T. Zakłady Akumulatorowe syst. „Tudor”, Sp. Akc. Warszawa, Złota Nr. 35, tel. centrala: 5.62-6J Odziały: (patrz rubryka Akumulatory)

## Lampy.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

A. Marcinlak, S. A. (fabr.) Warszawa. Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 592-02 i 614-81. Sklep fabr. ul. Bracka 4, tel. 960-55.

## Liczniki energii elektrycznej.

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

Landis & Gyr, S. A., Zoug, Szwajcaria. Przedst.: Cegielski i Iwanicki, Inżynierowie, Warszawa, Marszałkowska 35, tel. 9-06-41.

## Maszyny elektryczne (silniki, prądnice, przetwornice).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne, Warszawa, W. Górskiego 7; Katowice, Marlicka 23; Łódź, Piotrkowska 105; Sosnowiec, Al. Mireckiego 14; Kraków, Tomasza 8; Poznań, Pierackiego 19; Gdynia, Świętojańska róg Derdowskiego.

Inż. J. Boye i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne, Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.

„Elektrobudowa”, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych S. A. Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.

„Elektromotor”, Warszawa, Leszno 61, tel. 11-21-33.

„Elin” Polski Przemysł Elektryczny Spółka z ogr. odp., Kraków, Kopernika 6. Warszawa, Jaworzyńska 8. Lwów, Zimorowicza 15.

L. Korewa, Fabryka Motorów Elektr. Warszawa, ul. Syreny 7 tel. 500-95

K. I. W. Pustola, Warszawa, Jagiellońska 4-6, tel. 10-33-30 i 10-33-26.

Georg Schwabe, Najstarsza w Kraju Fabryka Silników, Bielsko-Sięsk, tel. Bielsko 2828.

## Maszyny do spawania elektrycznością.

„Elin” Polski Przemysł Elektryczny Spółka z ogr. odp., Kraków, Kopernika 6 Warszawa, Jaworzyńska 8. Lwów, Zimorowicza 15.

## Materiały instalacyjne.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

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

## Materiały izolacyjne.

„Brimac” Biuro Agent.-Handl., Warszawa, Próźna 12, tel. 599-75 i 627-76.

Daniel Landau, Warszawa, ul. Długa 26, tel. 11.67-72 i 11.74-93.

„Ferro-Elektricum”, Łódź, Piotrkowska 123, tel. 111-09.

A. Hoerschelmann i Ska, Sp. z o. o. Warszawa, Wspólna 44, tel. 9-58-85.

## Materiały prasowane dla celów elektro- i radio-technicznych.

„Elektroautomat” Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88

Jan Makowski, Fabryka Materiałów Prasowanych i Elektr. Łódź, ul. Sienkiewicza 78, tel. 182-94.

Paweł Zauder i S-ka (fabryka), Łódź, Sienkiewicza 163, tel. 187-06.

## Miedź elektrolityczna.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

## Naprawa i przewijanie maszyn elektrycznych.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne, Warszawa, W. Górskiego 7; Katowice, Marlicka 23; Łódź, Piotrkowska 105; Sosnowiec, Al. Mireckiego 14; Kraków, Tomasza 8; Poznań, Pierackiego 19; Gdynia, Świętojańska róg Derdowskiego.

Inż. J. Boye i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne, Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.

L. Korewa, Fabryka Motorów Elektr. Warszawa, ul. Syreny 7. tel. 500-95

## Naprawa przyrządów pomiarowych.

„ERA”, Polskie Zakłady Elektrotechniczne”, S. A., Zarząd i Fabryka Włochy p/Warszawą, tel. 548-88.

## Nastawniki, elektromagnesy i t. p.

„Elektroautomat” Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

K. I. W. Pustola, Warszawa, Jagiellońska 4-6, tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Ograniczniki prądu.

Inż. Józef Imass, Fabryka Aparatów Elektrycznych. Łódź, ul. Piotrkowska 255, tel. 138-96 i 111-39.

Jan Makowski, Fabryka Materiałów Prasowanych i Elektr. Łódź, ul. Sienkiewicza 78, tel. 182-94.

## Oporniki i Regulatory.

Fabryka Elektrowentylatorów i Aparatów Elektrycznych „Elektropol”, Warszawa, ul. Leszno 71, telefon 12-06-19.

Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc. Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

Inż. J. Relcher i Ska, Wytwórnia Elektrotechniczna, Łódź, Południowa 28, tel. 21-000.

## Oporniki precyzyjne.

Inż. J. Zubko, Brwinów.

## Opory stałe.

Inż. A. Horkiewicz, Warszawa, ul. Stępińska 26/28, tel. 565-90

## Piece elektryczne.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.



**Die elektrischen Einrichtungen des Luftschiffes „LZ 130“.** — E. Hillgardt. — Szczegóły instalacji elektrycznej sterowca: zastosowanie prądu trójfazowego, wykorzystanie ciepła gazów odlotowych agregatu diesla do kuchni, opis instalacji sterowniczej. — 7 rys., słów 2 200. — ETZ. 1939, Nr. 7, str. 185.

**Hartgasschalter.** — F. Petermichl. — Zasada działania i konstrukcja wyłączników obezolejowych na gaz sprężony, wytwarzający się w komorze wyłącznika pod wpływem łuku. — 900 sł., 6 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 521.

**Wirkungsweise des Druckgasschalters.** — Dipl. Ing. V. Grosse. — Zasada działania nowoczesnego wyłącznika na powietrze sprężone. — 1000 sł., 3 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 524.

**Mechanische Fragen im Druckgasschalterbau.** — Dipl. Ing. G. Bröckhaus. — Budowa wyłączników na sprężone powietrze dla najwyższych napięć. Możliwość przerywania obwodu prądowego na ok. 3 okresy i powtórnego włączania po dalszych 5 okresach przy przejściowych zwarciach. Wyłącznik dla 200 kV, zmontowany na wagonie kolejowym. — 1200 sł., 6 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 526.

**Stand der Hochspannungskabel- Technik** — Dr. Ing. E. Kirch. — Nowoczesne konstrukcje kabli; kable z izolacją olejową, kable z izolacją z masy pod ciśnieniem sprężonego gazu. — 1300 sł., 13 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 540.

#### 5. Maszyny elektryczne.

**Gehäuseformen von Wechselstrommaschinen I** — K. Bätz. — Konstrukcja korpusu małych i średnich maszyn prądu zmiennego. Charakterystyczne czynniki wywierające wpływ na tę konstrukcję. Tendencja normalizacji rozwiązań i upodobnienia do maszyn prądu stałego. — 12 rys., 3500 sł. — ETZ. 1939, Nr. 4, str. 111.

**Schaltung u. Wirkungsweise von Stoßgeneratoren, insbesondere unter Berücksichtigung der von der AEG entwickelten Stoßschaltung.** — H. Trautmann. — Układ generatorów fal uskokowych pozwalający na dobre uzyskanie generatorów przy stromym czole fali. Generatory do 750 kV zmontowane są na wózkach. — 1000 sł., 11 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 529.

**Über Stromstosstransformatoren zur Magnetisierung von Dauermagneten.** — Dr. Ing. W. Redepenning. — Projektowanie i budowa transformatorów dla wytwarzania udarowego prądu do wyrobu trwałych magnesów. — 1800 sł., 6 rys., 1 tabl. — AEG, 1938, Nr. 12, str. 553.

**Die Entwicklung der AEG- Hochspannungs- Prüftransformatoren.** — Rozwój budowy transformatorów próbnych z jednym biegunem uziemionym do 1 000 000 V. Opis konstrukcji wykonanych w ostatnich latach i ich porównanie. — 800 sł., 9 rys. — AEG, 1938, Nr. 11, str. 535.

**Gehäuseformen von Wechselstrommaschinen II.** — K. Bätz. — Szczegóły konstrukcji korpusów dużych maszyn prądu zmiennego. Literatura. — 11 rys., słów 3 500. — ETZ. 1939, Nr. 6, str. 177.

**Die Grenzleistung der elektrischen Maschinen bei gegebenem Raum.** — W. Nürnberg. — Analiza zależności granicznych mocy maszyn elektrycznych od elektrycznego i magnetycznego wykorzystania jej elementów. — 1 tabl., 8 tys., słów 2 700. — ETZ. 1939, Nr. 8, str. 233.

#### 6. Mechaniczne, cieplne i chemiczne zastosowania.

**50 Jahre elektrolytische Wasserzersetzer.** — K. Arndt. — Przegląd postępów w konstrukcji aparatów do produkcji tlenu i wodoru drogą elektrolizy wody. — 8 rys., słów 3 400. — ETZ. 1939, Nr. 7, str. 189.

**Neue Wege der Elektrowärmeanwendung im Haushalt.** — Zerelles. — Kuchnie i warki do roku 1937. Wpływ nowych taryf. Postęp techniczny w budowie kuchni elektrycznych. Kuchnie na napięcia normalne i napięcia obniżone (do 13 V). Kuchnie z akumulacją ciepła. Regulacja samoczynna. — Rys. 2, tabl 1, słów 2400. E.W. 1939, Nr. 5, str. 109.

**Klimaanlagen und ihre Bedeutung für die Elektrizitätsversorgung.** — Speidel. — Urządzenia do odświeżania powietrza. Powietrze musi posiadać odpowiednią temperaturę, wilgotność, musi być zupełnie czyste to są warunki, które muszą być spełnione przez te urządzenia. Konstrukcja ekonomicznego urządzenia. Znaczenie tych urządzeń dla przedsiębiorstw elektryfikacyjnych. Export. — Rys. 14, słów 4600. — E.W. 1939, Nr. 2, str. 27.

**Neuere Anwendungsgebiete der Elektrizität in der Landwirtschaft.** — Fischer. — Niemieckie rolnictwo w punkcie zwrotnym. Traktor jako źródło siły. Nowe możliwości silników elektrycznych w rolnictwie. Nowy charakter spożycia elektrycznego wsi. — Słów 4800. — E.W. 1939, Nr. 2, str. 34.

**Technische Übersicht 1938 — Stromanwendung.** — Zeidler. — Grzejnictwo elektryczne w przemyśle. Ogrzewanie elektryczne. Elektryczność w gospodarstwie domowym. Elektryczność w gospodarstwie rolnym. Oświetlenie elektryczne. Pojazdy elektryczne. — Rys. 5, słów 6000. E.W. 1939, Nr. 3, str. 68.

**Elektrische Trocknungsanlagen.** — Werdenberg. — Ogólne wiadomości o suszarniach elektrycznych. Suszarnie do drzewa. Suszarnie do rdzeni odlewniczych. Suszarnie do cegieł. Suszarnie do odpadków owocowych. — Rys. 16, słów 4300. — E.W. 1939, Nr. 4, str. 82.

**Elektrische Zentralheizungen mit erhöhter Speicherausnutzung.** — Sauer. — Elektryczne ogrzewanie centralne ze zwiększoną zdolnością akumulowania. — Rys. 6, tabl. 2, słów 4200. — E.W. 1939, Nr. 4, str. 88.

**Aluminium — zarys fabrykacji, surowce.** — Inż. Mieczysław Gogolewski. — Własności. Produkcja. Historia. Teoria hutnictwa. Surowce i ich przeróbka. — Rys. 33, tabl. 10, słów 10 800. — P. E. 1939, Nr. 1, str. 8.

**Zastosowanie prądów szybkozmiennych do hartowania powierzchniowego i cementowania.** — Inż. K. Balas. — Podstawy fizyczne. Środki techniczne do hartowania. Przyrządy dodatkowe. — Rys. 17, tabl. 1, słów 3 800. — P. E. 1939, Nr. 3, str. 59.

**Der heutige Stand der elektrischen Gasreinigung.** — R. Heinrich. — Elektryczne i mechaniczne wyposażenie urządzeń do elektrostatycznego oczyszczania gazów. Przykłady instalacji do oczyszczania gazów wielkopięcowych w cementowniach, w fabrykach chemicznych i gazowniach, wreszcie w zastosowaniu do oczyszczania spalin kotłowych. — 2 tabl., 9 rys., 4200 sł. — ETZ. 1939, Nr. 1, str. 7 i Nr. 2, str. 43.

#### 7. Trakcja elektryczna.

**50 Jahre Einphasen — Wechselstrom — Reihenschlussmotor.** — H. Kother. — Zarys historycznego rozwoju stosowania prądu zmiennego do trakcji elektrycznej. — 2 100 sł. — ETZ. 1939, Nr. 1, str. 11.

**Leistungsbemessung der Fahrmotoren elektrischer Triebfahrzeuge.** — H. Kother. — Przykład wyboru silników dla trójczłonowego kolejowego wagonu motorowego w zastosowaniu do prądu stałego i zmiennego. — 9 rys., 1 tabl., 3300 sł. — ETZ. 1939, Nr. 2, str. 41 i Nr. 3, str. 73.

**Neue Antriebe für Zugbeleuchtungsgeneratoren.** — H. Margot. — Opis rozwiązania napędu generatora do oświetlenia wagonu za pośrednictwem przekładni zębatej i walka przegubowego. — 1 rys., słów 700. — ETZ. 1939, Nr. 6, str. 171.

#### 8. Oświetlenie, radiologia.

**Hilfsmittel zur Projektierung von Grossflächenanleuchtungen durch Scheinwerfer.** — L. Wallner. — Metoda wykonywania obliczeń przy projektowaniu nasświetlania dużych powierzchni reflektorami. — 5 rys., 3 tabl., 1500 sł. — ETZ. 1939, Nr. 5, str. 125.

#### 9. Technika słaboprądowa.

**Analiza graficzna układu trójdiodego.** — Inż. L. Menakier. — Ustalenie warunków pracy zadanego układu trójdiodego. — Rys. 6, słów 700. — Prz. Radiot. (P. E.) 1939, Nr. 3—4, str. 9.

# WYKAZ ŹRÓDEŁ ZAKUPU

**Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” S. A.** Gródek, poczta Drzycim, tel. Drzycim Nr. 26 i 27. Oddział w Warszawie, Marszałkowska 150, tel. 30-668.

## Przewody

„**Centroprzewód**”, Warszawa, Królewska 23, tel. 3-40-31, 3-40-32, 3-40-33, 3-40-34.

**Fabryka Kabil I. M. Finkelstein**, Warszawa, Wronia 71, tel. 230-37 i 311-92.

„**Virunt**”, Fabryka Przewodów Elektrotechnicznych, Sp. z o. o., Warszawa, Nalewki 2a, tel. 11-57-18 i 11-57-33.

## Przewody rurowe do pary.

**Fabryka Przewodów Rurowych „Kompensator” W. Maciejewski i S-ka, Sp. z o. o.**, Warszawa, ul. św. Stanisława 1/3, telefony 534-65 i 618-72,

## Przyrządy pomiarowe elektrotechniczne.

**Chauvin Arnoux Fabryka Apar. Pomiar. Elektr. w Polsce**, Warszawa, Górnośląska 26.

„**Elektroprodukt**” — Warszawa, Nowy Świat 5, tel. 9.68-86.

„**ERA**”, **Polskie Zakłady Elektrotechniczne**, S. A., Zarząd i Fabryka Włochy p/Warszawą, tel. 548-88.

**Hartmann & Braun**, Przedstawicielstwo: Biuro Elektrotechniczne Michał Zucker, Jan Straszewicz, Warszawa, Marszałkowska 119, telefony 274-84 i 609-98.

„**Polam**” — W-wa, Wilcza 47 m. 3, tel. 9-27-64.

**Trüb Tüber & Co**, Zürich, Szwajcaria, Przedst.: Cegielski i Iwanicki, inżynierowie, Warszawa, Marszałkowska 35, tel. 9-06-41.

## Rurociągi przemysłowe.

**Fabryka Przewodów Rurowych „Kompensator” W. Maciejewski i S-ka, Sp. z o. o.**, Warszawa, ul. św. Stanisława 1/3, telefony 534-65 i 618-72,

## Silniki elektryczne.

(patrz dział „Maszyny elektr.”)

## Sprężyste elementy kompensacyjne.

**Fabryka Przewodów Rurowych „Kompensator” W. Maciejewski i S-ka, Sp. z o. o.**, Warszawa, ul. św. Stanisława 1/3, telefony 534-65 i 618-72,

## Szlifierki elektryczne.

**Fabryka Elektrowentylatorów i Aparatów Elektrycznych „Elektropol”**, Warszawa, ul. Leszno 71, telefon 12-06-19

## Szlifierki elektryczne z giętkim wałem.

Inż. **Józef Feiner**, Kraków, Zyblikiewicza 19, tel. 118-33.

## Transformatory.

„**Elektroautomat**” Zakłady Elektrotechniczne, Warszawa, ul. Dzielna 72, tel. 11-94-77, 11-94-78 i 11-94-88.

„**Elektrobudowa**”, Wytwórnia Maszyn Elektrycznych S. A. Łódź, ul. Kopernika 56/58, tel. 111-77 i 191-77.

**K. i W. Pustola**, Warszawa, Jagiellońska 4-6, tel. 10-33-30 i 10-33-26.

## Transformatory miernicze.

**Fabryka Aparatów Elektrycznych Krajowy Przemysł Elektryczny „S. K. W.” Sp. Akc.** Warszawa, Okopowa 19 (gmachy własne), tel. 234-26, 234-53, 683-77 i 645-31.

## Wentylatory.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**Fabryka Elektrowentylatorów i Aparatów Elektrycznych „Elektropol”**, Warszawa, ul. Leszno 71, telefon 12-06-19.

**Felchenfeld Adam, Inż.** Warszawa, Zielna 11, tel. 5.27-01.

## Żyrandole.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

**A. Marcinlak, S. A.** (fabr.) Warszawa Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 592-02 i 614-81. Sklep fabr. ul. Bracka 4, tel. 960-55.

## Piece elektryczne dla przemysłu metalowego.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

Inż. **J. Zubko**, Brwinów.

## Piece elektryczne przemysłowe i laborator.

**Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc.** Fabr. i Zarz. Warszawa, Grochowska 306/308, tel. 10-02-98. Sklepy własne: Jerozolimska 6, tel. 642-79 i Marszałkowska 129, tel. 310-50.

## Piece oporowe i indukcyjne.

Inż. **J. Zubko**, Brwinów.

## Pirometry.

Inż. **J. Zubko**, Brwinów.

## Pompy odśrodkowe.

„**Sirlus**” **Fabryka Maszyn**, Warszawa, Zamojskiego 51, tel. 10-18-25.

Inż. **Stefan Twardowski**, Zakłady Mechaniczne, Warszawa, Grochowska 314, tel. 10-18-86.

## Pompy podwodne (głębinowe).

„**Sirlus**”, **Fabryka Maszyn**, Warszawa, Zamojskiego 51, tel. 10-18-25.

## Prostowniki.

„**Elin**” **Polski Przemysł Elektryczny Spółka z ogr. odp.** Kraków, Kopernika 6 Warszawa, Jaworzyńska 8. Lwów, Zimorowicza 15.

## Prostowniki stykowe.

Inż. **J. Rodkiewicz** (wytwórnia), Warszawa 36, ul. Podchorążych 57, tel. 722-80.

**Westinghouse, London, Gen. Reprez. „Zetwest” S. A.** Warszawa, Jasna 8, tel. 613-24 (Składy w Warszawie).

**Stacja nadawczo - odbiorcza do komunikacji po przewodach wysokiego napięcia 150.000 V.** — *Inż. Henryk Kuhn.* — Teoria i opis urządzenia telekomunikacyjnego wielkiej częstotliwości, zainstalowanego na linii przesyłowej wysokiego napięcia 150.000 V, pomiędzy Mościcami i Starachowicami. — Rys. 32, słów 8 000. — *Prz. Radiot. (w P. E.)* 1938, Nr. 23—24, str. 123.

**Das Ultraschall - Lichtrelais beim Fernsehen.** — *G. Otterbein.* — Wykorzystanie w telewizji zjawiska oddziaływania dźwiękowych fal o częstotliwości ponadświatłowej na fale świetlne. — 5 rys., słów 2 100. — *ETZ.* 1939, Nr. 6, str. 161.

**Ausgleichverfahren zur Beseitigung von Störungen in einzeladrigen Fernmelde - Teilnehmerleitungen.** — *I. Bertelsen.* — Metoda usuwania zakłóceń występujących w jednoprzewodowych liniach telefonicznych, drogą wyrównywania oporności względem ziemi poszczególnych faz sieci silnopiętrowych, będących źródłem tych zakłóceń. — 4 rys., słów 900. — *ETZ.* 1939, Nr. 7, str. 194.

**Fernsprechen, Fernschreiben und Fernsehen über Leitungen.** — *F. Strecker.* — Wytyczne rozwoju telekomunikacji drutowej. W szczególności rozwój zastosowania kabli o szerokim zakresie przenoszonych częstotliwości. Znaczenie elementów nieliniarnych. Postępy dalekopisów. — 13 rys., 3 tabl., słów 6 500. — *ETZ.* 1939, Nr. 8, str. 214.

**Neue amerikanische Stahlröhren.** — (*wg. Wireless Wld.* 1938, s. 509). — Szczegóły wykonania lamp elektronowych z dolnym odprowadzeniem od drugiej siatki. — 1 rys., słów 500. — *ETZ.* 1939, Nr. 8, str. 222.

**Das neue Röhrenprogramm.** — *F. C. Saic.* — Przegląd produkcji lamp elektronowych przemysłu niemieckiego z uwzględnieniem postępów technicznych osiągniętych w 1938 roku jak również specjalnych typów lamp. — 8 rys., 1 tabl., 4500 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 1, str. 1.

**Überleitung zum Selbstanschlusssdienst im Vorortgebiet von Paris.** — (*wg. A. Duprez, Ann. Post. Telegr. Téléph.* 1938, S. 465). — Szczegóły wprowadzenia automatycznej telefonii w sieci podmiejskiej Paryża. — 1000 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 1, str. 13.

**Verminderung des Nachtfehlers in Funkpeileinrichtungen für Flughäfen.** — (*wg. H. Busignies, Elektr. Nachr. Wes.* 1938, S. 218). — Metoda sondowania Adcock'a, pozbawiona błędów, którymi obarczone jest stosowanie anteny ramowej. — 3 rys., 500 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 1, str. 14.

**Poröse keramische Stoffe für die Zwecke der Hochfrequenzisolation.** — *E. Albersschönberg.* — Zastosowanie porowatych ciał pochodzenia ceramicznego dla izolacji przy wysokiej częstotliwości. — 2 rys., 2 tabl., 3 200 sł. — *VDE.* 1937, str. 224.

**Eigenschaften von Zweigitterröhren mit Gas - oder Dampf füllung.** — *W. Koch.* — Konstrukcja, charakterystyki i zastosowania lamp elektronowych jedno- i dwusiatkowych, napełnionych gazem. — 5 rys., 1 700 sł. — *VDE.* 1937, str. 228.

**Untersuchungen an Erdern von Funksenderanlagen.** — *F. Vilbig.* — Rozkład strat antenowych; straty prądowe w otoczeniu uziemienia; straty uziemienia dla różnego wykonania uziemienia. — 9 rys., 2 800 sł. — *VDE.* 1937, str. 230.

**Der Stand der optischen Telephonie.** — *H. Köhler.* — Zasady i rozwój optycznej telefonii polegającej na modulacji częstotliwościami mówniczymi fal świetlnych. Literatura. — 8 rys., 3 000 sł., — *ETZ.* — 1938, Nr. 48, str. 1285.

**Über Schaltungen für piezoelektrische Quarzoszillatoren und -resonatoren zur Frequenzstabilisierung und als Selektionsmittel.** — (*wg. R. Bechmann, Telefunkenztg.* 1938, S. 60). — Schematy zastosowania rezonatorów kwarcowych w technice radiowej. — 1 rys., 1 000 sł. — *ETZ.* 1938, Nr. 48, str. 1311.

10. Różne.

**Kunststoffprüfung.** — Streszczenia artykułów omawiających w czasopiśmie „Kunststoffe“ (1938, str. 225) różne metody badania materiałów syntetycznych. — słów 1 000. — *ETZ.* 1939, Nr. 6, str. 160.

**Die Betriebsbeanspruchungen elektrischer Flugzeug Bordgeräte.** — *H. Vollhardt.* — Wpływ mechanicznych wymagań na konstrukcję składników instalacji elektrycznej dla samolotów. — 7 rys., 3 200 sł. — *VDE.* 1937, str. 238.

**Die Elektrizitätswirtschaft Finnlands Ende 1937.** — *V. Veijola.* — Stan elektryfikacji Finlandii w końcu roku 1937, rozwój w latach poprzednich. Wytwarzanie energii, spożycie, taryfy. — 5 rys., 4 tabl., 1 000 sł. — *ETZ.* 1938, Nr. 47, str. 1277.

**Bericht über die Volltagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC), Juni — Juli 1938 in England.** — Krótkie streszczenia obrad i ich wyników w poszczególnych podkomisjach. — 2 rys., 10 000 sł. — *ETZ.* 1938, Nr. 48, str. 1289, Nr. 49, str. 1327 i Nr. 50, str. 1348.

**Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1937.** — Ilość zatrudnionego personelu, czasy użytkowania, źródła energii biorące udział w wytwarzaniu energii elektrycznej. — 4 tabl., 1 rys., słów 600. — *ETZ.* 1939, Nr. 7, str. 203.

**Die 19 Tagung der Installationsfragen - Kommission (IFK).** — *K. Schening.* — Sprawozdanie z konferencji w Arnheim w r. 1938. — słów 1 500. — 8, str. 223.

**Nauczanie nauk podstawowych na wyższych uczelniach technicznych.** — *prof. M. Pożaryski* — Wykłady. Ćwiczenia rachunkowe. Prace laboratoryjne. Literatura. — Słów 2 000. — *P. E.* 1939, Nr. 3, str. 75.

**Marktanalytische Untersuchungen über den Energieverbrauch in einer deutschen Kleinstadt.** — *Kromer.* — Analiza spożycia energii elektrycznej i jej wykorzystanie w jednym miasteczku niemieckim. — Rys. 5, tabl. 8, słów 4600. — *E.W.* 1939, Nr. 1, str. 13.

**Zukünftige Aufgaben der deutschen Energiewirtschaft.** — *Dillgardt.* — Wymagania, które musi spełnić gospodarka energetyczna. Nowe zakłady wytwórcze. Rozdział energii. Tanie odbiorniki. Konieczność przyspieszenia tempa. — Słów 1200. — *E.W.* 1939, Nr. 4, str. 79.

**Neurere Verfahren bei der Tarifumstellung.** — *Schnauss.* — Nowe metody przy zmianie taryf. — Rys. 9, tabl. 4, słów 6600. — *E.W.* 1939, Nr. 1, str. 3.

**Zu Markt- und Bedarfsforschung elektrischer Haushaltgeräte.** — *Friedrich.* — Zbyt elektrycznego sprzętu grzejącego do użytku domowego. — Tabl. 3, Słów 2200. — *E.W.* 1939, Nr. 5, str. 106.

**Bilanzen und Geschäftsergebnisse deutscher Elektrizitätsversorgung — und Elektro - Aktiengesellschaften 1963 — 38.** — *Albrecht.* — Zestawienie bilansów i dochodowości niemieckich przedsiębiorstw przemysłu elektrycznego i przedsiębiorstw elektryfikacyjnych za lata 1936 — 38. Tabl. 8, słów 2100. — *E.W.* 1939, Nr. 5, str. 113.

**Die Dauerfestigkeit von Kunstharzpreßstoffen.** — (*wg. A. Thum, R. Jacobi w Masch. Schad.* 1938, S. 85, 101, 145). — Zestawienie spólczytników wytrzymałościowych dla szeregu materiałów syntetycznych. — 1 tabl., 500 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 1, str. 23.

**Die elektrische Energiewirtschaft in Frankreich.** — Dane statystyczne ze szczególnym uwzględnieniem zasilania Paryża. — 2 tabl., 2 rys., 900 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 1, str. 25.

**Wesen und Anwendung des Ultraschalls.** — *E. C. Metschl.* — Podstawy teoretyczne i praktyczne sposoby wykorzystania zjawiska ultradźwięku. Zastosowania dla celów telekomunikacji w głębi mórz, dla pomiarów głębokości wód, w przemyśle chemicznym i inne. — 11 rys., 5500 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 2, str. 33.

**Afrikanische Verkehrsfragen und zukünftige deutsche koloniale Verkehrsarbeit.** — *K. Remy.* — Przegląd stanu urządzeń komunikacyjnych w Afryce i przewidywany ich rozwój. — 1 rys., 3300 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 2, str. 59.

**Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1937.** — Wytwarzanie energii i zainstalowana moc zakładów wytwórczych w latach 1933 — 1937. — 3 tabl., 2 rys., 500 sł. — *ETZ.* 1939, Nr. 3, str. 83.

# SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ NATIONAL POLONAIS DE LA CONFÉRENCE MONDIALE DE L'ÉNERGIE

Tom XIII

WARSZAWA • MAJ • 1939 ROK

Nr. 4.

## TREŚĆ:

1. O racjonalnym użytkowaniu węgla kamiennego, inż. St. Kruszewski.
2. Wartość cieplna polskiego węgla, jego cechy i kategorie, inż. St. Felsz.
3. Sprawozdania z posiedzeń.

## SOMMAIRE:

1. Sur l'utilisation rationnelle de la houille, par M. St. Kruszewski, Ingénieur.
2. Houilles polonaises: valeur calorifique, traits caractéristiques, catégories, par M. St. Felsz, Ingénieur.
3. Comptes-rendus des séances.

Nakładem Polskiego Komitetu Energetycznego ukazała się drukiem praca

inż. St. Kruszewskiego: **ZBIÓR ANALIZ WĘGLA KAMIENNEGO W POLSCE 1928 — 1937.**

„Zbiór” charakteryzuje cechy węgla według sortymentów z 78 kopalń wszystkich trzech rejonów węglowych.

Cena zł. 12.50 bez kosztów przesyłki. Do nabycia w Polskim Komitecie Energetycznym tel. 624-55, w Księgarni Technicznej (ul. Czackiego 3, Warszawa I) i we wszystkich większych księgarniach.

## O racjonalnym użytkowaniu węgla kamiennego<sup>\*)</sup>. Inż. Stanisław Kruszewski.

Węgiel kamienny nie jest dotąd wyczerpująco zbadany naukowo. Jego własności chemiczne określone są drogą analizy jego składników; traktowanie różnymi rozpuszczalnikami organicznymi ujawnia jego strukturę i pochodzenie; szlify również pozwalają zaznaczyć się z jego strukturą. Własności fizyczne określone są drogą badań laboratoryjnych, półfabrycznych oraz czysto praktycznych. Kalorymetria określa jego ciepło spalania. Istnieje szereg teorii pochodzenia węgla, jednak żadna nie dała definicji właściwej, to też i klasyfikacja węgla nie jest jeszcze bezapelacyjnie ustalona.

Rozpiętość gatunków tego paliwa jest bardzo rozległa — od węgla antracytowych aż do węgla chudych.

W Polsce jest brak tylko węgla antracytowych i półantracytowych. Rozmieszczenie geograficzne pokładów węglowych na terenach Polski według jakości ujawnia dość wyraźny kierunek zmienności cech; od Karwiny, po przyłączeniu do Polski Zaolzia, w kierunku północno-wschodnim maleje stopniowo stopień spiekalności i gazowości oraz zawartość wodoru, wzrasta natomiast ilość tlenu. W wyniku — w północno-wschodniej części rejonu górnośląskiego oraz rejonów dąbrowskiego i krakowskiego nie posiadają węgla spiekającego się i gazowego. Węgiel koksujący pozostał w Czechosłowacji w rejonie ostrawskim.

Jedną cechą wspólną mają wszystkie gatunki węgla kamiennego w Polsce, mianowicie dużą zawartość — różnej co prawda jakości — części lotnych, średnio 33%, co czyni węgiel długopłomienym.

Już powyższy zarys geografii jakościowej wskazuje zgrubsza źródło wydobywania właściwego gatunku węgla na poszczególne cele. Szczegółowy wgląd w cechy węgla każdej kopalni ujawniłby właściwe przeznaczenie jej węgla. W ogóle orzec można, że każdy węgiel polskiego zagłębia daje się użyć jako paliwo.

Węgiel jest nośnikiem, a właściwie zasobnikiem energii pierwotnej. Zużywany być może w stanie takim, w jakim go wytworzyła przyroda, podobnie jak torf, drzewo, ropa naftowa, gaz ziemny itp. Energię swą węgiel może przekazywać w różnym nośniku energii, jak koks, gazy z destylacji, benzol, a przede wszystkim prąd elektryczny, drogą przemiany energii z węgla lub wody. Jako paliwo energetyczne, węgiel jest stosowany w paleniskach kotłów parowych różnych typów. Jako paliwo technologiczne może być używany w piecach przemysłowych, w gazowniach itp., wreszcie stosowany może być jako surowiec chemiczny.

Głębsze, systematyczne zbadanie poszczególnych gatunków węgla pozwoliłoby na utworzenie ich katalogu z wyszczególnieniem cech charakterystycznych. Dostarczyć by je mogły: 1) analiza techniczna węgla, 2) analiza elementarna, 3) analiza chemiczna popiołu i żużla z określeniem temperatury topienia, 4) określenie zawartości fosfo-

<sup>\*)</sup> Referat wygłoszony na posiedzeniu Komisji Węglowej w dn. 19.XII.38 r.

ru, 5) badanie stopnia utleniania się i samozapłonu węgla, 6) określenie zdolności koksowania, względnie spiekalności, 7) półkoksowanie, 8) zbadanie geologicznej struktury pokładów węgla, 9) badanie makro- i mikroskopowe, 10) analiza rentgenoskopowa.

Katalog tak zestawiony dałby oczywiście wszelką możliwość doboru właściwego węgla do określonego celu. Jednak w Polsce dalecy jesteśmy od takiego ideału; trwają nawet przejawy starań utrzymania jeszcze w tajemnicy przed spóżywcami wyników dokonanych badań węglowych, by pozostawić poza świadomością gatunków optymalnych dla ich celów.

Polska posiada duże zasoby węgla kamiennego, natomiast odznacza się małym jego spożyciem. Jeżeli weźmiemy pomyślny rok gospodarczy 1929, spożycie węgla w kg na głowę ludności wypada: Belgia — 4.513, Stany Zjednoczone — 4.368, Wielka Brytania — 3.686, Kanada — 3.132, Niemcy — 2.597, Francja — 2.281, Holandia — 1.648, Polska — 1.036, Japonia — 574, Włochy — 377. Po tym roku pomyślnym spożycie prawie wszędzie maleje, np. w Polsce w 1930 do 733 kg, w 1931 r. do 755 kg na głowę.

W tych warunkach spotykane w Polsce marnotrawstwo w zużyciu węgla, zdawałoby się, nie ma groźnych następstw gospodarczych, a nawet sprzyja wzmoczeniu produkcji węgla. I rzeczywiście, producenci i sprzedawcy uważają takie nadwyżkowe zużycie węgla przez spóżywców za korzystne dla produkcji. Pamiętam taki z mojej strony naiwny krok; kiedy napisałem broszurę „Jak oszczędzać opał w gospodarstwie domowym”, zwróciłem się do znajomego poważnego udziałowca w firmie węglowej z propozycją, żeby ją wydał, bo sam temu sprostać nie mogłem. Odpowiedział mi szczerze: „przecież nam nie zależy na oszczędnym spalaniu węgla”.

Jednak z energetycznego i państwowego punktu widzenia każde marnotrawstwo musi zniknąć. Zresztą pozostaje ono bezwiedne dla spóżywców tylko w okresach prosperity, zwłaszcza gdy wydatek na paliwo stanowi drobny składnik kosztów własnych. Natomiast czasy ciężkie, zwłaszcza kryzysowe, zmuszają do oględniejszej kalkulacji wydatków na paliwo, jeżeli stanowią one poważny procent wydatków eksploatacyjnych, np. na kolejach, w elektrowniach itp. przedsiębiorstwach o dużym spożyciu. Ministerstwo Kolei jako duży odbiorca stawia ostrzejsze wymagania co do jakości i ceny węgla nabywanego. Tworzy ono organy gospodarki cieplnej z zadaniem usprawnienia gospodarki opalowej ze wzrostem współczynnika wykorzystania węgla, zręka się gatunków nie odpowiadających przeznaczeniu itd. Elektrownie dobierają dla swych warunków optymalny jakościowo i wartościowo węgiel, lub odwrotnie przystosowują paleniska kotłów parowych do węgla tańszego; badają laboratoryjnie każdy gatunek węgla.

W ogóle po wojnie zaznacza się wszędzie postęp techniczny i usprawnienie w zakresie gospodarki cieplnej.

W tych warunkach maleje zapotrzebowanie na węgiel z przyczyn takich, jak: 1) połączenie ruchu fabrycznego na siłę i światło w kierunku daleko idącego wyzyskania ciepła odpadkowego,

2) lepsze wykorzystanie ciepła drogą racjonalnego stosowania zdobyczy techniki cieplnej, a więc: a) polepszenie pomiarów, lepszy dozór cieplno-gospodarczy, szkolenie personelu, b) stosowanie paliw mniej wartościowych (miał, węgiel brunatny, torf), c) powiększenie współczynnika sprawności instalacji cieplnych.

Występuje tu na czoło problem sortymentowy. Problem ten ciąży stale na produkcji wydobywczej i sortowniczej węgla; zależy on od własności fizycznych węgla w poszczególnych pokładach, otrzymuje się szersza lub węższa skala sortymentów od miału aż do grubych kęsów. Bywa co prawda możliwość urabiania pokładów w kopalni w pewnej proporcji, lecz taka robota górnicza gospodarczo rzadko się opłaca. Odgrywa też rolę sezonowość zapotrzebowań w ciągu roku. Rozwój innych, niż węgiel nośników energii cieplnej, jak elektryczność, gaz, oleje pędne, wywołuje zmiany w ciągłości zapotrzebowań poszczególnych sortymentów ponad naturalny ich udział w urobku. Koniunkturalne zwiększanie ilości jednych popytowych sortymentów kosztem innych, a nawet rozdrabnianie sortymentów grubszych jest kosztowne i ograniczone. Zabiegi wyrównawcze, żeby: 1) politykę cen na sortymenty popytowe doprowadzić do nieopłacalności tych sortymentów dla części ich odbiorców, 2) składać zastojowe sortymenty na zwał u siebie, 3) skłaniać zakłady przemysłowe do magazynowania w ich składach, 4) a nawet sugerować gospodarstwa domowe, by tworzyły zasoby, mają skutek niepewny.

Na rynku gatunki tłuste, jako paliwo przemysłowe, podlegają największym wahaniom, zaś węgle chude mają odbiorców w gospodarce miejskiej, częściowo rolniczej, oraz w gospodarstwach domowych, najbardziej stosunkowo odpornej na kryzys. Węgale gazowe i gazowo-płomienne dzielą się między obie grupy.

Jak konkurują ze sobą paliwa twarde, wskazuje fakt, że w Niemczech węgiel brunatny w postaci brykietów osiągnął przewagę nad węglem kamiennym, dlatego że wywalczył sobie stały odbiór w gospodarstwach domowych w czasie wojny, a po wojnie wyprzec się nie dał przez węgiel kamienny.

Zmniejszenie zapotrzebowania węgla kamiennego między innymi spowodowane zostało przez przechodzenie na statkach morskich z węgla na oleje pędne, w przemyśle metalowym, w piecach generatorowych na koks, zupełnie wolny od cząstek smolnych. W starych przemysłach (istniejących przed wojną) spadek zapotrzebowania węgla zaznacza się wyraźniej, wyrównać go może po części zapotrzebowanie węgla przez młode przemysły, jak aluminiowy, azotowy i inne. W centralnym ogrzewaniu, zwłaszcza w dużych instalacjach zaznacza się dążność do przejścia od koksu do miału węgla chudego. W swoim czasie niska cena miału spowodowała przechodzenie w kotłach parowych z węgla kawałkowego do miału tak dalece, że nawet podwyższenie ceny na ten sortyment nie skłaniało do powrotu do palenisk poprzednich. Zapotrzebowanie na miał w kopalniach regulują koksownie, brykietniarnie i gazownie. Gatunki najlichsze, nie znajdujące popytu, są zużywane na samej kopalni, zwłaszcza w postaci pyłu węglowego.

wego w elektrowniach, choć bywają i odwrotne zjawiska.

Sam pamiętam podczas Kongresu Energetycznego w Londynie zwiedzałem kopalnię węgla i tam widziałem spalanie we własnej kotłowni groszku dużej wartości opałowej. Wyjaśniono mi, że w danej koniunkturze groszek nie miał zbytu, więc kopalnie same go zużywają. Równolegle jednak spotkałem tam w paleniskach na pył węglowy spalanie węgla z zawartością do 28% części niepalnych.

Na problem sortymentowy ma duży wpływ budowa kotłów a zwłaszcza palenisk oraz gospodarka węglowa w kotłowniach parowych. W ostatnich czasach zaznaczył się wzrost ciśnienia i temperatury pary kotłowej, coraz intensywniejsze natężenie rusztu i powierzchni ogrzewalnej kotła, mechanizacja rusztów, specjalne ruszty dla gatunków węgla o małej wartości, stosowanie pyłu węglowego, co musi mieć wpływ na dobór gatunku i sortymentu węgla.

Przed wszystkim rozważyć warto po krótko współzależność sortymentów węgla i palenisk kotłowych. Paleniska obsługiwane ręcznie, z rusztem poziomym lub pochylonym, mogą dobrze spalać wszelki węgiel kawałkowy, natomiast nie są odpowiednie dla węgla miałkiego bez podmuchu. Poważną rolę gra tu ilość i jakość popiołu i żużla. Natomiast paleniska mechaniczne narzutowe łatwiej obsłużyć węglem miałkim, a w ogóle nie stosuje się tu węgla o ziarnie grubszym ponad 40 mm. Paleniska łańcuchowe łatwo dostosować, tak jak ręczne, do różnego sortymentu, byleby ziarna były równe, o ile nie jest to węgiel spiekający, który w ogniu zlepia się tworząc jednolitą masę. To też ilość łańcuchowych palenisk stale wzrasta, łagodząc bóle sortymentowe. Spalać na nich można dobrze węgle spiekające, gazowe i gazowo-płomienne, w postaci miału 0 — 10 mm, a nawet grysiku 15 — 25 mm. Natomiast gorzej się spalają gatunki drobne (0 — 40 mm). Wreszcie wspomnieć należy o mniej u nas stosowanych paleniskach kotłowych bezrusztowych na pył węglowy; częste natomiast są u nas paleniska bezrusztowe w piecach przemysłowych, w cegielniach, cementowniach i t. p. W paleniskach komorowych kotłów parowych daje się pył zarówno z węgla gazowo-spiekającego jak i gazowo-płomienno, bądź chudego, ze znaczną zawartością części niepalnych. Tutaj bodaj większą rolę odgrywa budowa samego paleniska i jego komory, niż gatunek pyłu węglowego.

Oczywiście, w każdym palenisku odgrywa najważniejszą rolę wartość opałowa węgla, lecz zarazem ważna jest kwestia jakości żużla i popiołu. Tym pozostałościom niepalnym warto poświęcić kilka słów. Najmniej kłopotu daje popiół, przedstawia bowiem sypki, spieczony składnik mineralny węgla. Tutaj odgrywa rolę raczej sprawa pozbycia się go przez odpopielanie takie lub inne. Natomiast trudniejsza jest kwestia z żużlem, który stanowi stopioną masę pozostałą z węgla spalonego przy wysokiej temperaturze. Sprawa żużla decyduje nieraz o możliwości zastosowania tego lub innego gatunku węgla w zależności od stopnia płynności i składu płynnej masy żużla. Nie odgrywają tu roli części ziemiste w węglu, gdyż nie tamują one procesu spalania, tworząc domieszki

mechaniczne. Natomiast ciała mineralne zawarte w węglu obfitują zwykle w związki metali redukujące np. żelaza; tworzą one w połączeniu z krzemionką i wapnem ciekłe szkliwo, pokrywające powierzchnie, z którymi się styka. Żużel w takim stanie atakuje całą wykładzinę ogniotrwałą paleniska, zwłaszcza ściany paleniska rusztowego. Niszczenie ścian zachodzi zarówno w drodze chemicznej wskutek wzajemnej wymiany składników, jak i działania mechanicznego przez tarcie warstw węgla i żaru przesuwających się na ruszcie, czy też drobin, unoszących się pod kotłem. Poza tym żużel zależnie od składu niszczy same rusztowiny, które pod działaniem niektórych płynnych żużli odwęglają się i w następstwie szybko giną.

Na generatorach sprawa przedstawia się odmiennie. Generatory wymagają od węgla własności, które rzadko się spotyka w zespole w jednym gatunku. Mniej nadają się tu węgle gazowe i gazowo-płomienne, bowiem wytwarzane gazy zawierają parę wodną i mgłę smolną. Najchętniej używane są orzech I i kostka II, drobniejsze bowiem sortymenty zatykają rury koksikiem i pyłem lotnym. Praktyka angielska zaleca do generatorów węgiel nie spiekający o zawartości 30—40% części lotnych.

Opał w gospodarstwach domowych, jak piece i trzony kuchenne, wymaga węgla kawałkowego od orzecha I wzwyż, łatwo zapalnego i palącego się płomieniem, przy tym nie spiekającego się, lecz pozostawiającego popiół sypki i możliwie bez żużla, a stanowczo bez żużla łatwo topliwego. W ogrzewaniu centralnym, np. w kotłach systemu Ströbla stosować można węgiel jako domieszkę do koksu. Węgiel jednak powinien być chudy nie spiekający się. Ja sam miałem do czynienia z centralnym ogrzewaniem jednomieszkaniowym; koks kalkulował się dość drogo, wobec czego próbowałem stosować mieszanekę. Szukałem najodpowiedniejszego węgla, chciałem bowiem zrobić to najekonomiczniej. Zastosowany wysokokaloryczny tłusty węgiel górnośląski narobił dużo kłopotu, bowiem przeplatany koksem destylował wydzielając smołę, w środku mroźnej zimy z braku ciągu proces palenia zanikł i trzeba było wypalić smołę w kanałach płomieniem drzewnym. Pod blachą kuchni i naokoło piecyka sadze z tego węgla zatamowały ciąg. Dopiero mieszanka koksu z węglem twardym, chudym, dość kalorycznym wytworzyła dobre paliwo.

Powyższe fakty zależności procesu spalania w instalacjach użytkujących węgiel od jego własności wskazuje wyraźnie na potrzebę jak najlepszego wzajemnego ich dostosowania; trzeba przyznać, że jest ono we wzajemnym interesie producenta, sprzedawcy i spożywcy węgla. Jednak w Polsce ze strony producenta podobne postawienie sprawy nie zawsze chętnie jest widziane; współdziałanie takie na rynku węglowym jest dopiero w zarodku.

Są już przejawy właściwszego kierunku w handlu węglowym, zwłaszcza w większych koncernach; puszczane są między odbiorców albumowe katalogi, gdzie poza opisem samych kopalń, podawane są przeciętne analizy węgla nie tylko techniczne, lecz nawet elementarne, a poza tym pewne wskazówki co do własności fizycznych węgla. W ogóle

jednak producenci węgla, zwłaszcza mniej kalorycznego, niechętnie ujawniają jego własności, a sprzedawcy — pośrednicy nie bardzo je nawet znają.

W takich warunkach spotykać się nieraz można z faktami zniechęcania się spóżywców do dostawcy z powodu dostarczania węgla nieodpowiedniego do jego potrzeb i wtedy spóżywca zraża się do kopalni, nowe propozycje przyjmuje podejrzliwie i w rezultacie przenosi się do innej firmy, na tym więc traci dostawca.

Inaczej rozumieją swoje zadanie kupieckie producenci i wielcy sprzedawcy w innych krajach, zasobnych w węgiel. W Anglii spotkałem już sporo lat temu wydawane przez kopalnie katalogi własnych gatunków węgla z ich charakterystyką. Obecnie widać w miastach angielskich wystawy sklepowe z gustownie ułożonymi według sortymentów i gatunków próbkami sprzedawanego węgla; umieszczona obok charakterystyka każdego eksponatu daje spóżywcy możliwość doboru węgla do potrzeb swego gospodarstwa domowego i przemysłowego. Jeszcze więcej zainteresowało mnie podejście prawdziwie kupieckie ze strony producentów, odtworzone w książce pod tytułem: „Ruhrkohlenhandbuch”, wydaną ładnie przez Reńsko-Westfalski Syndykat Węglowy; w książce tej poza charakterystyką produkowanych gatunków węgla wskazywane jest według sortymentów właściwe przeznaczenie każdego; opisywane są najodpowiedniejsze paleniska kotłowe, ruszty z odpornego materiału i t. d. Dla przykładu otworzyć można jedną ze stron (99), która przedstawia w odpowiednich rubrykach szkice 8 różnych palenisk, doradza najodpowiedniejszą obsługę kotła, podaje jaki jest najwłaściwszy gatunek i sortyment węgla i brykietów, jaki daje żużel, popiół i t. d. W ten sposób ujęte są wszystkie gatunki i sortymenty węgla rurskiego. Na innych stronach podane są grubości warstwy na ruszcie, chyżość posuwu, wysokość komór paleniskowych, stosunek powierzchni rusztu do powierzchni ogrzewalnej. Dalej instrukcja omawia kwestię kominów, rozpatruje materiały idące na obmurowanie kotłów, a nawet podaje rysunkowo, jakie używać narzędzia ogniowe. Jednym słowem Syndykat podaje taką charakterystykę swoich węgli, aby odbiorca mógł sobie wybrać najodpowiedniejszy ku wzajemnemu zadowoleniu. Znane są propozycje producentów względnie sprzedawców hurtowych robione większym odbiorcom węgla, przebudowy na własny koszt ich palenisk na miał węglowy z warunkiem zawarcia umowy na dłuższy okres na dostawę miału.

Zwraca na siebie uwagę książka, którą napisał Paul Fuchs, kierownik działu techniki paleniskowej we Wspólnocie Interesów na Niemieckim Górnym Śląsku pod tytułem „Feuerungstechnik mit Steinkohlen Oberschlesiens”. Omówione są tam własności węgla górnośląskiego, popiołu, żużla, jego atakowanie ścian ogniotrwałych, wskazane są optymalne typy rusztu, metody obsługi palenisk, znajdują się rady, jaki sortyment i jak stosować do pieców przemysłowych, generatorów gazowych, wreszcie wskazówki jak przechowywać węgle górnośląskie przez dłuższe okresy.

A co się dzieje u nas? Na rynku warszawskim forsowany jest węgiel pszczyński, jako górnośląski lecz bez wzmianki o jego gorszych własnościach; w ten sposób dostaje się do nieuświadomionych odbiorców, ale nie na długo, bo prędko się zrażają. Tym czasem we właściwych warunkach węgiel ten daje się spalać z powodzeniem. Weźmy fakt najświeższy, gdy objęty został Karwiński Rejon Zaolzia, by kopalnie tamtejsze nie ucierpiały od razu na zbycie, powzięto decyzję wysyłania ich węgla do większych ośrodków spóżywania węgla w głąb kraju; kolej zaczęła zużywać go na parowozach, trafiając na razie na szereg przykrych niespodzianek. Tym czasem ten węgiel jest dobry zmieszany z chudszyimi węglami, lecz znawcy Karwińscy nie przesłali wskazówek, jak użytkować węgle karwińskie. Łódź zaczęła narzekać, że dostała węgiel z Zaolzia taki, że ruchu fabrycznego nie może prowadzić, bowiem napotkano trudności w spalaniu go na rusztach używanych w Łodzi. Tym czasem jest w kopalniach karwińskich dobry węgiel kotłowy, lecz nikt go odbiorcom nie scharakteryzował, stąd pomimo całego dobrego usposobienia do tej sprawy odbiorcy zostali zaniepokojeni co do przystosowalności węgla karwińskiego do łódzkich kotłowni.

Sami producenci węgla tracić mogą na tym, że nie zarekomendują wszystkich zalet swego węgla. W r. 1913 jeździłem pięć miesięcy na parowozie z Wilna do Druskienik (porzecze) na czele pociągów różnej wagi i szybkości w celu badań porównawczych węgla dąbrowskiego z donieckimi (rosyjskimi). Wyniki tych badań wypadły korzystnie dla węgla dąbrowskiego nie tylko dzięki ujawnieniu lepszego w użytkowaniu ustosunkowania wartości opałowOfego tego węgla, lecz i dobremu wyzyskaniu swoistych dodatnich własności fizycznych. Okazało się, że węgle dąbrowskie choć mniej kaloryczne od koksujących donieckich i nie spiekające się przewyższały w wielu warunkach ruchu pociągów węgle donieckie. Wyraźnie się to zaznaczyło przy forsownych jazdach, kiedy dąbrowski węgiel potrafił prowadzić pociąg w przyśpieszonym rozkładzie, gdy doniecki pozostawiał parowóz w drodze „bez pary i wody”, ostry ciąg zrywał skorupę spieczonego węgla i proces palenia słabł zupełnie. W innym wypadku pojedynczy parowóz na węglu dąbrowskim wyciągnął sam ciężki pociąg towarowy z Wilna do Porubanka po dużym wzniesieniu, na którym normalnie na węglu donieckim spiekającym musiał pociąg popychać pomocniczy parowóz.

Węgiel dąbrowski z dużą zawartością tlenu pali się łatwo w grubej warstwie; te właściwości warto wskazywać odnośnemu odbiorcy jako dodatnią stronę, dogadzając mu w ten sposób i nie wywołując nieporozumień. Oczywiście ma tu bardzo dużo do powiedzenia cena węgla, wchodzi ona bowiem w kalkulację każdego odbiorcy. Zwykle cena węgla jest podawana za tonę loco kopalnia. Lecz nie jest to wystarczające. Każdy nabywca musi obliczyć ją loco miejsce spóżywania. Wchodzi tu nie tylko koszt przewozu kolejowego, wzgl. wodnego i kołowego, lecz i wyładowanie a więc loco kotłownia. W wielu miejscowościach rolę decydującą odgrywa koszt przewozu, który bywa wyższy, niż cena węgla loco kopalnia. Wtedy gorszy

węgiel choć tani loco kopalnia może okazać się mniej korzystny od droższego wagowo. Dla osiągnięcia wniosków właściwych przeprowadzić trzeba kalkulację ceny w oparciu na kaloryczności węgla, a więc np. za mio kcal loco kotłownia, a w ogóle miejsce spożycia. Kalkulacja taka może ujawnić, że niska cena węgla za tonę wcale nie jest gospodarczo korzystna, bowiem za przewóz części niepalnych w węglu małowalorycznym płaci się to samo, co za części palne. Dlatego też więksi odbiorcy prowadzą już swą kalkulację w odniesieniu nie tylko do jednostek wagi, lecz kaloryj; poza tym dobrać się starają najwłaściwszy sortyment, badają choć z gruba popiół i żużel, by instalacja wykazała należyta sprawność przy stosunkowo najniższej cenie kalorii w wyprodukowanej parze jako nośniku energii. Duże siłownie powtarzają taką kalkulację przy każdej zmianie węgla lub jego ceny. Stosują już one dla siebie formułki praktyczne dla określania kosztu proponowanego węgla loco miejsce spożycia na podstawie ceny kalorycznej oraz szeregu innych miejscowych składników gospodarki węglowej, jak koszty usuwania popiołu, koszty stałe i t. d. Oczywiście taki wzór może być dobry tylko w warunkach gospodarczych danej kotłowni. Kolej np. w rozsyłaniu węgla na swoje potrzeby kieruje się tym, że w najdalsze krańce sieci idą kaloryczniejsze przy tym twardsze gatunki węgla, bliżej — gorsze, przytem lepsze na parowozy pociągowe, zwłaszcza pośpieszne, zaś gorsze na parowozy z lżejszą pracą np. przetokowe.

Poważną rolę odgrywa dobór odpowiednich gatunków węgla najodporniejszych na wietrzenie dla dłuższego przechowywania węgla na otwartym powietrzu. Bliższe informacje na ten temat znaleźć

można w broszurze, wydanej w r. 1937 przez Polski Komitet Energetyczny pod tytułem: „Wskazówki dotyczące długotrwałego przechowywania węgla kamiennego”.

Nie można pominąć jeszcze jednego kierunku w użytkowaniu węgla. Mianowicie zaznaczyła się zagranicą w gospodarce węglowej niezmiernie cenna pod względem energetycznym dążność nowoczesnej gospodarki cieplnej i siłowej do przechodzenia do wyższych form energii drogą spalania węgla nie w stanie surowym, lecz w postaci pół surowym t. zw. półkoku tj. po odciążeniu drogą destylacji z węgla surowego cennych pochodnych składników. Na tym polu praktyka jest jeszcze stosunkowo nieznacząca, sądzę jednak, że warto tu sygnalizować tę dążność; jeżeli chodzi o Polskę, to jest to jeszcze muzyka przyszłości.

Wszystkie powyższe rozważania o racjonalnym użytkowaniu węgla dowodzą potrzeby bliższej współpracy górnictwa węglowego z techniką cieplną, przytem rola inżyniera cieplnego w handlu węglowym nabiera coraz większego znaczenia. Obecni pośrednicy używają zwykle wszelkich środków przekonujących, byleby towar sprzedać, lecz niewielu potrafi scharakteryzować należycie oferowany węgiel. To też wyraźnie odczuwa się potrzeba fachowych kupców w branży węglowej. U nas pod tym względem struna jest niedociągnięta, przyczynia się może do tego i ta okoliczność, że o ile w studiach na wyższych uczelniach technicznych mało udziela się czasu kalkulacji i rachunkowości, o tyle szkoły handlowe za mało zaznajamiają z surowcami energetycznymi i w zarzysie ich przerobem technicznym przynajmniej w odniesieniu do artykułów masowego obrotu.

## Wartość cieplna polskiego węgla, jego cechy i kategorie.<sup>\*)</sup>

lnż. Stanisław Felsz.

### 1. Masa organiczna węgla.

Z wydanego świeżo przez Polski Komitet Energetyczny „Zbioru analiz węgla kamiennego w Polsce” z ostatnich lat 1928—1937 dla każdej kopalni wyoszczędowane zostało przeciętne ciepło spalania ( $K$  kal/kg) grubego węgla, odnośny przeciętny procent popiołu ( $p$ ) i wilgoci ( $w$ ) z 10 najnowszych analiz przeważnie 1935 i 1936 r. Dla karwińskiego węgla odnośne dane — na razie pojedyncze dla każdej kopalni — zostały uzyskane od C. L. K. lub z innych pewnych źródeł.

Przy procencie t. zw. szkodliwego balastu w węglu ( $p+w$ ) % wartość  $100 - (p+w) = M$  jest procentem masy organicznej węgla (paliwa właściwego).

Liczba  $M$  jest treścią węgla, wyrażoną w dkg na kg paliwa, która przy spalaniu wydziela  $K$  kal na kg węgla. Zatem każdy dkg masy organicznej wydziela:

$$k_m = \frac{K}{M} = \frac{K}{100 - (p+w)\%} \text{ kal/dkg} \dots 1)$$

Jest to ciepło spalania dkg masy organicznej, która odpowiada wartości  $K_m = 100 k_m$  kal na kg

masy. W każdej kopalni wartość ta mało się zmienia w różnych sortymentach. W drobnych sortymentach jest ona trochę niższa — prawdopodobnie wskutek szybszego wietrzenia przed analizą, podczas gdy balast w nich wzrasta wraz z rozdrobieniem, czyli zmniejsza się procent masy organicznej.

To pociąga za sobą spadek wartości cieplnej samego węgla

$$K = k_m \times M$$

Dla ilustracji podane są przykłady w poniższej tabelce: (patrz str. 86).

Zaznaczam, że podawane tu liczby są liczbami przeciętnymi z 7—10 analiz (za wyjątkiem karwińskiego węgla), kopalnie są oznaczone numerami w „Zbiorze analiz”, umieszczonymi na str. IX, lub początkowymi literami ich nazw, a pod stosunkiem  $K$  należy rozumieć procentowy przyrost wartości  $K$  lub  $k_m$  w grubym węglu w porównaniu z drobnym.

Również należy zaznaczyć, że pod wartością cieplną rozumiam ogólnie ilość ciepła na kg, lub dkg wyrażoną albo w cieple spalania (wartości kalorymetrycznej)  $K$  kal na kg albo w wartości opałowej  $K'$  kal/kg =  $K - 6(9H + W)$ .

\*) Referat wygłoszony na Posiedzeniu Komisji Węglowej w dniu 31.1.39 r.



TABLICA I.

Węgiel	Kopalnia	Sortym.	$w^0/0$	$p^0/0$	$M^0/0$	K	$k_m$	Stos. K	Stos. $k_m$
Krak.	70	grysik gruby	17,28	15,53	67,19	4 908	73,0	+ 18,4 <sup>0/0</sup>	+ 3,4 <sup>0/0</sup>
			16,43	6,56	77,01	5 813	75,5		
Dąbrow.	50	miał gruby	12,88	13,52	73,60	5 510	74,9	+ 19,0 <sup>0/0</sup>	+ 1,9 <sup>0/0</sup>
			9,35	4,73	85,92	6 554	76,3		
Górnośl.	1—2	miał*) gruby	7,70	17,59	74,71	6 055	81,1	+ 25,2 <sup>0/0</sup>	+ 1,1 <sup>0/0</sup>
			2,85	4,65	92,50	7 583	82,0		
Karwiński	W	miał gruby	3,06	14,09	82,85	6 745	81,4	+ 15,0 <sup>0/0</sup>	+ 1,8 <sup>0/0</sup>
			3,12	3,39	93,50	7 755	82,9		

Na rysunku 1 uszeregowane są wszystkie kopalnie polskie według wzrastającego ciepła spalania ich grubego węgla (na osi odciętych). U dołu —

popiół, wyżej — wilgoć, u góry  $k_m$  — tj. ciepło spalania dkg masy organicznej.

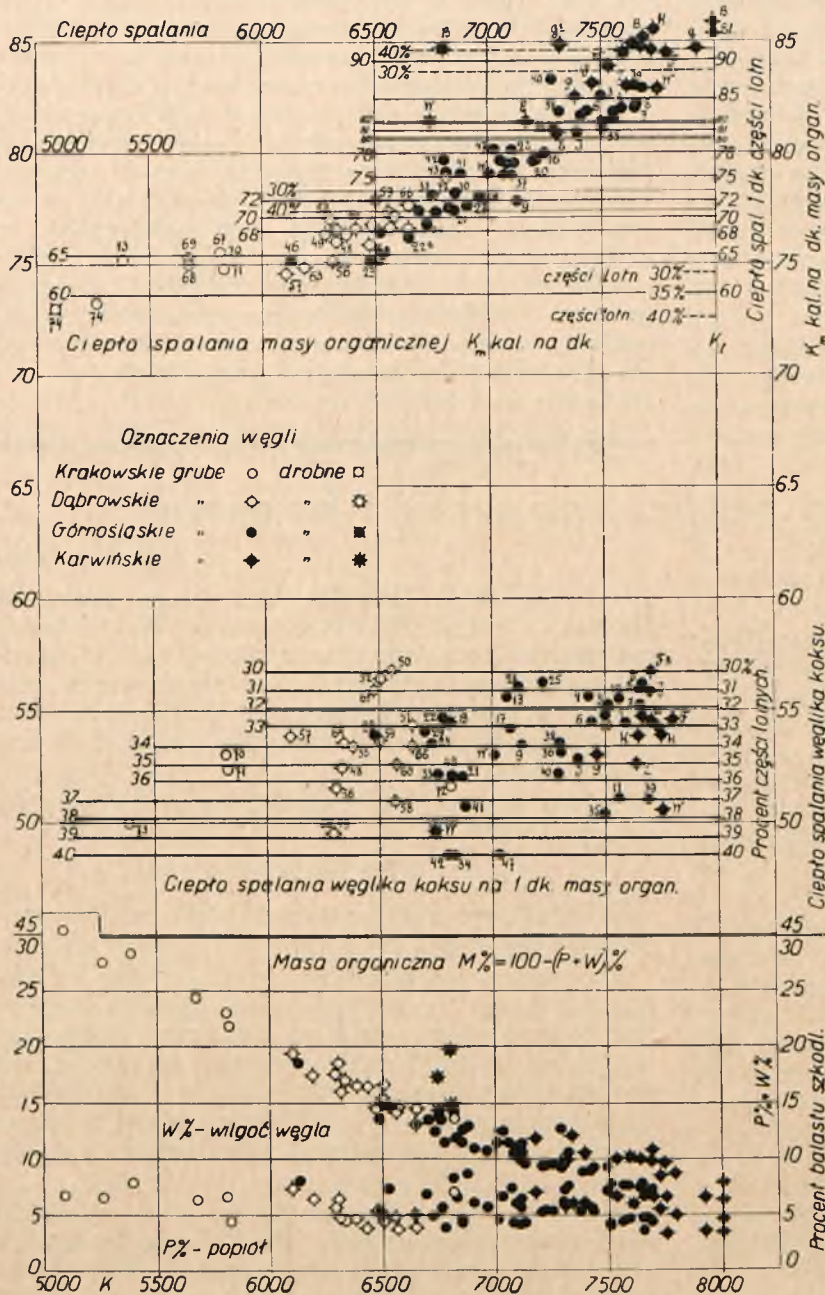
Popiół w grubszym węglu — tylko w dwóch kopalniach przekracza 8%, ale w stosunku do wysokiej tam wartości cieplnej 6800 — 6900 kal ilość popiołu nie przekracza 1,25 dkg na 1000 kal. Pod tym względem gorzej wypada ten stosunek w kilku kopalniach krakowskich. Tam wartość węgla ogromnie obniża jeszcze wilgoć, która dochodzi do 4 dkg na 1000 kal tj. powyżej 20 dkg na 5100—5400 kal.

Ciepło spalania polskich węgli waha się w szerokich granicach 5000 do 8000 kal tj. w stosunku 1 do 1,6, natomiast ciepło spalania ich masy organicznej, zestawione u góry wykresu waha się między liczbami 73 do 86 kal/dkg tj. w stosunku 1 do 1,18. Wzrasta ono, jak widać z rysunku wraz ze spadkiem balastu ( $p + w$ ) tj. wraz ze wzrostem procentu masy organicznej M.

## 2. Koks i części lotne węgla.

Ciepło spalania każdego węgla składa się z dwóch pozycji: spalania koksu w postaci żaru na ruszcie i spalania części lotnych w postaci płomienia.

Liczymy, że w koksie pozostaje popiół i sam węgiel, który wydziela 81 kal na dkg. Są tam jeszcze resztki (1%) części lotnych, którymi nie komplikujemy rachunku. Ze „Zbioru analiz” dla wielu kopalń można ustalić przeciętne składowe węgla: węgli-



Rys. 1.

\*) Specjalnie wyszukana kopalnia górnośląska, w której można było wybrać 10 analiz z największym balastem w miałe dla porównania z kopalnią krakowską (Nr 70). Nie przynosi to ujemnie dla kopalni 1—2, bo dobrane są tu analizy tylko z przypadkowym największym balastem, który w innych kopalniach trafia się sporadycznie w mniej licznych analizach. Zato tym bardziej uderzające są stosunki + 1,1<sup>0/0</sup> ciepła w masie organicznej wobec + 25,2<sup>0/0</sup> ciepła w samym węglu.

ka koksu ( $C_k$ ) i części lotnych. Rozbiór daje:  $p\% + w\% + C_k\% + g\% = 100$ . W tej postaci procenty  $C_k$  i  $g$  zależą od balastu: przy większym balaste ( $p + w$ ) są one mniejsze i odwrotnie.

Jedynie miarodajne i dość stałe są oba te procenty w masie organicznej w postaci:

$$C_{mk}\% + g_m\% = M\%$$

Ustalone graniczne procenty części lotnych w węglach krótko czy długopłomiennych, tłustych czy chudych dotyczą właśnie procentu ich w masie organicznej  $g_m\% = 100 - g_m M$ . Węglak koksu wagowo stanowi resztę tj.  $100 - g_m\%$  i wydziela 81 ( $100 - g_m$ ) kal na kg masy. Części lotne masy organicznej wydzielają więc w płomieniu resztę ciepła na kg tej masy  $K_l = 100 k_m - 81 (100 - g_m)$ , czyli każdy dkg albo % części lotnych w kg masy zawiera ładunek ciepła

$$k_g = \frac{100 k_m - 81 (100 - g_m)}{g_m} \dots 2)$$

Zatem ciepło spalania kg masy organicznej wynosi:

$$100 k_m = 81 (100 - g_m) + k_g g_m$$

Ciepło spalania węgla o masie organicznej  $M\%$  wynosić musi na kg

$$K = M k_m = 81 (M - g_m) + k_g g \dots 3)$$

w czym procentowy udział spalania żaru:

$$81 \frac{100 - g_m}{k_m} = 8100 \frac{M - g}{K}$$

a procentowy udział części lotnych w spalaniu:

$$\frac{k_g g_m}{k_m} = 100 \frac{k_g g}{K}$$

Stąd widać, że wartość ładunku ciepła  $k_g$  pozostaje niezmienna w każdym sortymencie danego węgla — tj. niezależnie od balastu. Zmniejszać się tylko może w miarę wietrzenia.

Obliczone dla poszczególnych polskich kopalń ciepło żaru 0,81  $C_{mk} = 0,81 (100 - g_m)$  w kaloriach na dkg masy organicznej zostało zestawione na rysunku 1 w środkowym pasie pomiędzy rzędnymi 48 do 57 kal. na dkg masy organicznej. To jest poziom ciepła żaru naszych węgli, liczony oczywiście od 0. Resztę ciepła w górę (do wartości  $k_m$  pomiędzy 73 i 86 kal na dk masy) węgle te wydzielają z części lotnych w całości, o ile są spalane bezdymnie i całkowicie.

Rys. 1 wskazuje, że ciepło spalania żaru w masie organicznej nie zależy od ciepła spalania węgla. Przy przeciętnych 35% części lotnych w masie organicznej ciepło żaru daje  $0,81 \times 65 = 52,5$  kal na dkg masy organicznej.

U najgorszych węgli gdzie min  $k_m = 73$  kal, części lotne dają  $73,0 - 52,5 = 20,5$  kal na dkg masy czyli udział ich ciepła wynosi 28%.

U najlepszych węgli gdzie max.  $k_m = 86$  kal, części lotne dają  $86 - 52,5 = 33,5$  kal czyli udział ich ciepła wzrasta do 39%.

Zatem — im lepszy jest węgiel, tym większą należy zwracać uwagę na bezdymne spalanie jego części lotnych.

Łatwo graficznie zobrazować na wykresie spalania koksu — jakie są na tym pasie procenty części lotnych w masie organicznej: przy 30% części lotnych — na węglak koksu zostaje 70% czyli 0,7 dkg masy organicznej. Zatem koks w 1 dkg masy daje  $0,7 \times 81 = 56,7$  kal. Na tym poziomie przeciągamy linię 30% części lotnych. Linia 40% części lotnych odpowiada ciepłu koksu  $0,6 \times 81 = 48,6$  kal. Pośrednie linie według prawych  $g_m$  wskazują dla każdej kopalni obliczoną zawartość części lotnych, a według lewych  $k_m$  — ciepło żaru na dkg masy organicznej.

Wszystkie więc polskie węgle są węgle długopłomienne: ich części lotne wynoszą od 30 do 40% masy organicznej, a przeciętne 35% części lotnych odpowiada poziomowi 52,5 kal w koksie na dkg masy organicznej albo 52,5  $M\%$  kal/kg węgla.

Również daje się zobrazować graficznie na rysunku 1 u góry poziom ładunków cieplnych  $k_g$  każdego dkg części lotnych. Wzór 2 dla  $k_g$  można przerobić w postaci:

$$k_g = 81 + \frac{100 k_m - 8100}{g_m} = 81 - \frac{8100 - 100 k_m}{g_m} \dots 3)$$

Przy wartości  $k_m = 81$  wartość  $k_g = 81$  przy wszelkich procentach części lotnych. Zatem taki ładunek ciepła spalania w każdym dkg mają części lotne z kopalń, leżących na tym poziomie (Nr 38, 36, 35, E, I). Linie innych ładunków zależą już od % części lotnych. Np. dla  $k_g = 81 \pm 1$  wartość  $k_m = 81 \pm g_m/100$ . Zatem przy  $g_m = 30\%$  wartość  $k_m = 81 \pm 0,3$  a przy  $g_m = 40\%$  wartość  $k_m = 81 \pm 0,4$ . Różnica między  $81,4 - 81,3 = 0,1$  kal jest drobna.

Im więcej odbiegają ładunki od poziomu 81 kal na dkg części lotnych, tym większe są różnice między ich wartościami dla 30 i 40% części lotnych.

Tak np. dla ładunków  $k_g = 81 \pm 14$  kal wartość  $k_m = 81 \pm 0,14 g_m$ .

Zatem przy  $g_m = 30\%$  wartość  $k_m = 81 \pm 4,2$  kal a przy  $g_m = 40\%$  wartość  $k_m = 81 \pm 5,6$ . Różnica między  $86,6 - 85,2 = 76,8 - 75,4 = 1,4$  kal jest już większa.

Należy zwrócić uwagę, że ładunki cieplne u węgli leżących niżej poziomu  $k_m = 81$  kal zmniejszają się, gdy wzrasta procent części lotnych: następuje jakby rozrzedzenie ich ciepła, natomiast u węgli, leżących powyżej poziomu  $k_m = 81$  ładunki cieplne wzrastają wraz ze wzrostem procentu części lotnych.

Dla ułatwienia orientacji w ładunkach cieplnych części lotnych przyjęto jako przeciętny ich procent  $g_m = 35\%$  i dla niego przeprowadzono na wykresie u góry linie przeciętnych ładunków cieplnych od 60 do 90 kal na dkg części lotnych. Widać z nich, że węgle krakowskie dają najmniej intensywny płomień — od 60 do 65 kal, dąbrowskie i słabsze górnośląskie od 65 do 72 kal, pośrednie górnośląskie od 72 do 80 kal, wreszcie najlepsze górnośląskie i karwińskie od 80 do 95 kal. Zatem kg masy organicznej polskich węgli daje przeciętnie 5250 kal ze spalania jej koksu i od 2000 do 3350 kal ze spalania części lotnych zależnie od pochodzenia węgla. Większa kaloryczność masy

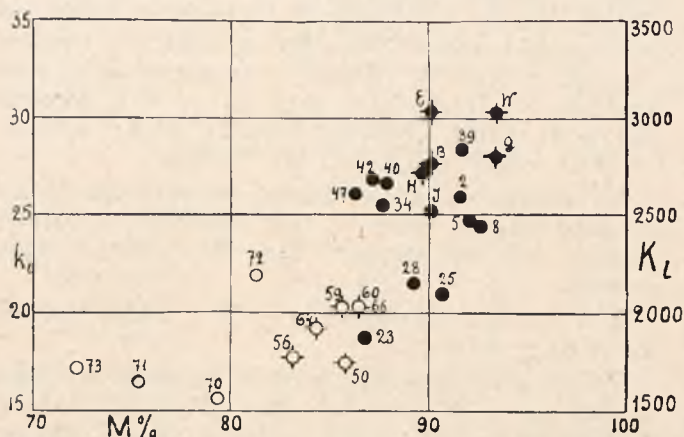
organicznej i węgla jest wynikiem większej kaloryczności części lotnych węgla.

Tak szeroką skalę ładunków cieplnych każdego dkg części lotnych od 60 do 95 kal należy objaśnić wzrastającym w nich udziałem bardziej zasobnych w ciepło węglowodorów.

Jeżeli ilość ciepła części lotnych z kg masy organicznej wynosi  $K_{ml} = k_g g_m^0/0$ , to z kg węgla, zawierającego  $M^0/0$  masy organicznej, procent części lotnych wynosi  $g^0/0 = g_m M$  (gdzie  $M$  jako współczynnik). Zatem ilość ciepła części lotnych z kg węgla wynosi:  $K_l = k_g g^0/0$ .

To ciepło jest podstawą kalkulacyjną dla gazowni. W tym iloczynie ładunek ciepła części lotnych zależy od typu węgla, ale jest niezależny od balastu. Procent zaś części lotnych a wraz z nim i ciepło ich spalania z kg węgla zależy od typu węgla i od balastu.

Na rys. 2 zestawione jest ciepło spalania  $K_l$  części lotnych z kg niektórych typowych węgli, uszeregowanych według ich masy organicznej. Z tego zestawienia widać, że niektóre karwińskie węgle np. gazowy E i gazowo-koksowy W górują nad wszystkimi. Natomiast typowy koksowy węgiel G wraz z B i H stoją poniżej górnośląskiego węgla Nr 39 i być może jeszcze paru innych.



Rys. 2. Ciepło spalania części lotnych z kg węgla.

Kompletny obraz kalkulacji dla gazowni pod względem kalorycznym może dać porównanie wszystkich karwińskich węgli z najlepszymi górnośląskimi, do czego brak na razie pełnych danych co do Karwiny.

### 3. Ciepło spalania.

Właściwy obraz układu obu czynników spalania — koksu i części lotnych w naszych węglach daje rys. 3 (p. str. 89).

Na nim według procentu  $M = 100 - (p + w)$  masy organicznej zostały oznaczone dla wszystkich naszych węgli:

u góry ciepło spalania masy organicznej  $k_m$  kal na dkg;

w środku ciepło spalania samego węgla  $K = k_m \times M$  kal na kg (na osi rzędnych liczby wskazują kal na dkg zatem na kg trzeba je brać stokrotnie);

u dołu — pas wartości cieplnych węgla w koksie, liczonych na dkg węgla (a nie jego masy organicznej, co było zestawione na rys. 1).

Z rysunku tego widać, że ciepło spalania masy organicznej w miarę wzrostu procentu tej masy w węglu wzrasta z początku wolno potem coraz szybciej (oś tego wzrostu wytknięta jest na wykresie). Ciepło zaś spalania węgla wzrasta bardzo szybko ze zmniejszaniem się balastu. Oś tego pasa dla grubszych krakowskich węgli i gorszych dąbrowskich może być wyrażona prostą linią

$$K = 75 M\% \text{ kal na kg węgla} \dots 4)$$

powyżej zaś

$$K \geq 6000 \text{ kal/kg i } M \geq 80\% \text{ krzywą linią:}$$

$$K = [75 + 0,05 (M - 80)^2] M \dots 4a)$$

dla węgli dąbrowskich i górnośląskich.

Karwińskie węgle górują nad tym pasem.

Wzory te można traktować jako orientacyjne dla przybliżonej oceny ciepła spalania, gdy o grubym węglu nic nie wiemy, ale podany jest balast  $(p + w)^0/0$ . Wtedy z wartości  $M = 100 - (p + w)$  możemy ocenić ze ścisłością  $\pm 3\%$  każdy nasz gruby węgiel prócz karwińskiego, który przy  $M = 90\%$  odbiega w górę o  $6\%$ .

Cały pas ciepła spalania węgla jest pokryty na wykresie pęczkiem promieni — jednakowych ładunków cieplnych części lotnych przy przeciętnej ich zawartości  $35\%$  w masie organicznej. Sposób wytyczenia tych linii jest analogiczny do rys. 1.

Na odcinku  $M = 100$  punkty końcowe tych promieni obliczają się tak samo, jak na rys. 1. Na odcinku zaś  $M = 65$ , wszystkie początkowe punkty promieni muszą przechodzić przez wartości  $K$ , wynoszące  $65\%$  tamtych, gdyż wszystkie wartości  $K$  dla węgla wynoszą  $M\%$  od wartości  $K_m$ . Wszystkie więc promienie dla węgla muszą tu wychodzić z centrum  $K$  i  $M = 0$ .

Oś pasa wartości kalorycznej węgli krakowskich do poziomu  $6000$  kal i  $M = 80\%$  styka się z promieniem, który wskazuje przeciętnie około  $65$  kal ładunku cieplnego części lotnych. Jest to przeciętny ładunek cieplny węgli krakowskich.

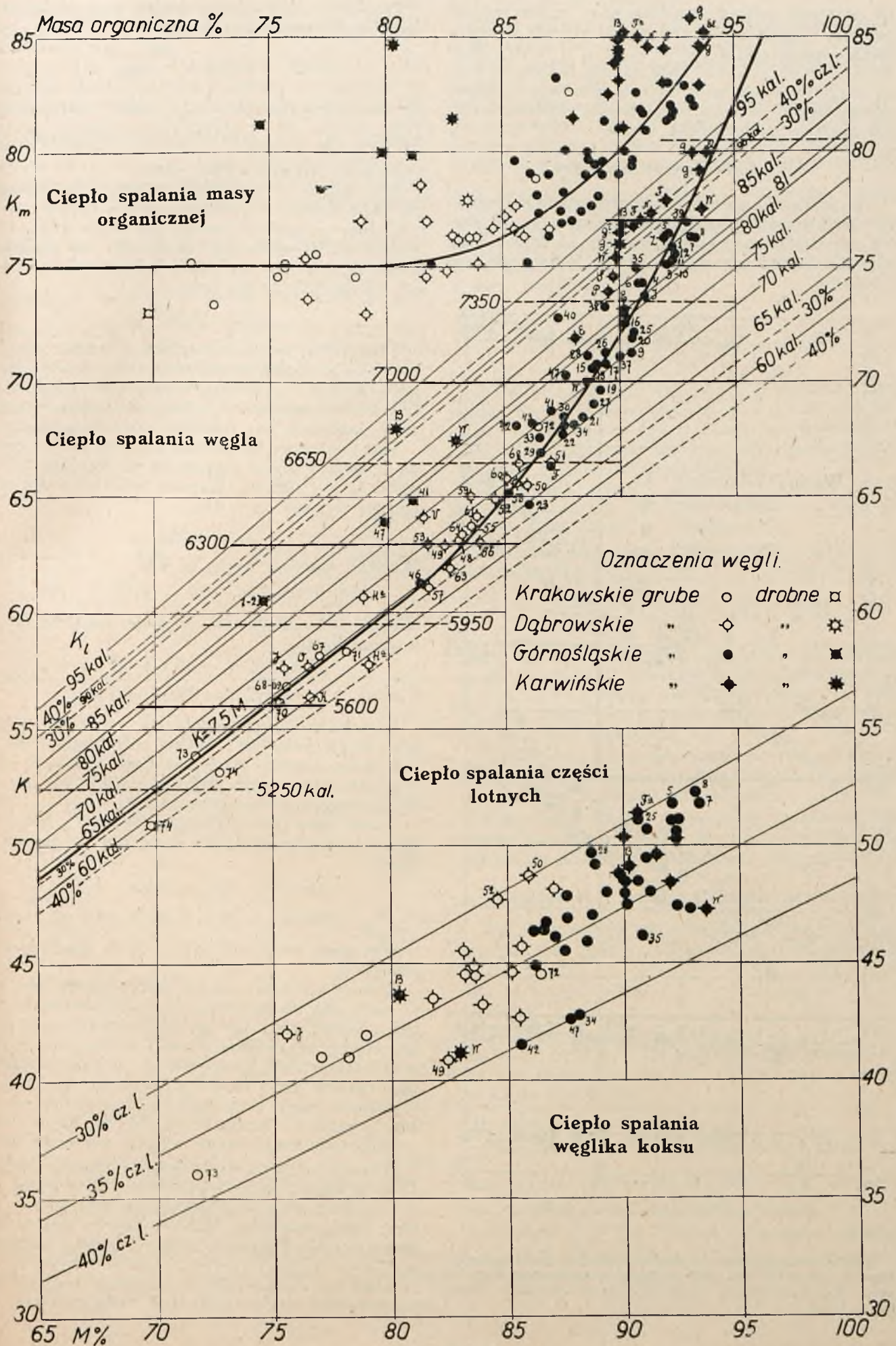
Powyżej — pas ciepła przecina coraz wyższe ładunki części lotnych, dochodząc na najwyższych odcinkach do  $k_g = 95$  kal na dkg.

Cała więc nadwyżka wartości kalorycznej węgla (nad min  $K = 75 M$  kal na kg) zależy od 3 czynników: procentu masy organicznej, procentu części lotnych w tej masie i ładunku cieplnego, przypadającego na dkg lub kg tych części. Gdyby ten ładunek u wszystkich węgli wynosił  $81$  kal/dkg, to ciepło spalania wszystkich węgli, zestawione według  $M$ , znalazłoby się na promieniu  $81 M$ .

W rzeczywistości zaś pas ciepła spalania naszych węgli przebiega między promieniami ładunków cieplnych części lotnych tak, jak zmienia się skład pierwiastkowy węgla zależnie do zwiększania się jego masy organicznej czyli zmniejszania się w nim balastu.

Określenie ciepła spalania paliwa, jako wartości  $K = k_m M$  pozwala na łatwe obliczenie ciepła spalania po wysuszeniu paliwa względnie po zamoczeniu.

Np przeciętny węgiel krakowski ma wartość  $k_m = 75$  kal/dkg masy organicznej, co przy  $p = 7\%$  i  $w = 18\%$  t. j. przy  $M = 75\%$  daje przeciętne ciepło spalania węgla  $75 \times 75 = 5625$  kal/kg.

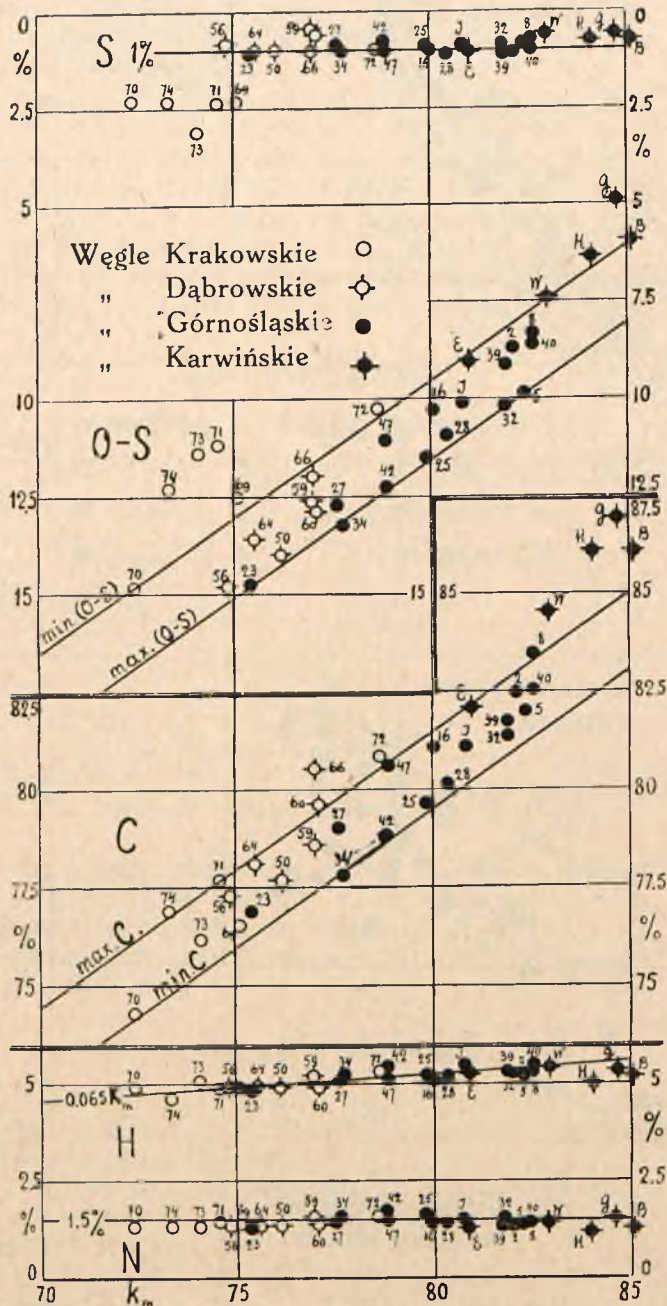


Rys. 3.

Ile wyniesie ciepło spalania, gdy wysuszymy go do 10%, wilgoci t.j. do przeciętnej wilgoci dąbrowskiego węgla? Wówczas  $w = 10\%$ ,  $p = 7,6\%$ ,  $M = 82,4\%$ ,  $K = 75 \times 82,4 = 6180$  kal/kg. Będzie to wtedy węgiel o zawartości cieplnej gorszego dąbrowskiego węgla. W odwrotny sposób oblicza się ciepło spalania zamoczonego węgla.

4. Skład pierwiastkowy.

Dla szeregu kopalń od najgorszego do najlepszego węgla\*) zostały obliczone liczby 5 — 10 analiz pierwiastkowych węgla grubego i kostki, a wraz z nimi odnośne przeciętne liczby ciepła spalania i balastu.



Rys. 4. Analiza pierwiastkowa węgla.

\*) Obliczenia podane dla 32 bardziej charakterystycznych kopalń, dobranych tak, aby tworzyły nieprzerwany ciąg danych. Dla karwińskich węgli podane są na razie liczby jednostkowe.

Procenty pierwiastków węgla, podzielone przez współczynnik masy organicznej

$$\left(0,01 M\% = 1 - \frac{p\% + w\%}{100}\right)$$

są uszeregowane na rys. 4 według otrzymanych wartości  $k_m = \frac{K}{M\%}$  kal/dkg masy organicznej, jako zawartość procentowa tej masy.

Jak widać — wszystkie pierwiastki układają się dość dobrze w pasach a nawet liniach.

U dołu — azot (N) waha się około 1,5%.

Wodór (H) waha się około 5%, ale z większą ścisłością może być wyrażony lekko podnoszącą się od 4,5 do 5,5% prostą linią:

$$H\% = 0,065 k_m.$$

Tak drobne wahania wodoru w masie organicznej naszego węgla umożliwiają dość ściśle określenie wartości opałowej węgla, gdy wiadome są tylko ciepło spalania i balast, podawane w masowych analizach bez podania procentu wodoru.

Teraz możemy tę wartość obliczyć z dość znaczną ścisłością przez odjęcie od  $k_m$  wartości  $0,54 \times 0,065 k_m = 0,035 k_m$ . Wartość opałowa masy organicznej wypada na 1 dkg:

$$k_m' = 0,965 k_m \dots 5)$$

Wartość opałowa węgla na kg:

$$K' = 0,965 k_m M - 6w = 0,965 K - 6w \dots 5a)$$

Węgiel (C) układu się w pasie szerokim na 2% z górną linią:

$$\max C\% = 25,5 + 0,7 k_m$$

i dolną

$$\min C\% = 23,5 + 0,7 k_m.$$

Karwińskie węgle odchodzą od niego w górę jako węgle koksowe. Wyżej równoległe idzie pasek tlenu, a ściślej tlenu bez siarki, (O — S) która u krakowskich węgli dochodzi do 3%, gdy u wszystkich innych nie przekracza 1%.

Pasek tlenu (O — S) ma szerokość 2% (jak i węgiel) z najmniejszą ilością (procenty — liczone od góry):

$$\min (O - S)\% = 65,5 - 0,7 k_m$$

$$\text{ i } \max (O - S)\% = 67,5 - 0,7 k_m.$$

Oba pasy węgla C i (O — S) są zupełnie równoległe\*).

Prawie wszystkie węgle, które leżą na linii max C mają tlen na linii min (O — S) i odwrotnie: węgle z min C mają tlen na linii max (O — S). Z tego wynika, że naogół: suma  $C + O - S = 91$  jest wielkością stałą. Rzeczywiście w poszczególnych obliczeniach suma ta waha się od 91 do 92 — za wyjątkiem węgli krakowskich, gdzie siarka zmniejsza tę sumę do liczby 88 — 89 (Nr. 72 ze swoim wyjątkowym krakowskim węglem ma sumę 91).

Wypada więc na to, że węgle z dolnej linii min C mają węgiel jakby wyciśnięty z góry przez tlen o 2%. Wszystkie te procenty są zestawione według ciepła spalania. Wodór tworzy jedną linię. Zatem węgle z linii min C mają o 2% mniej materiału

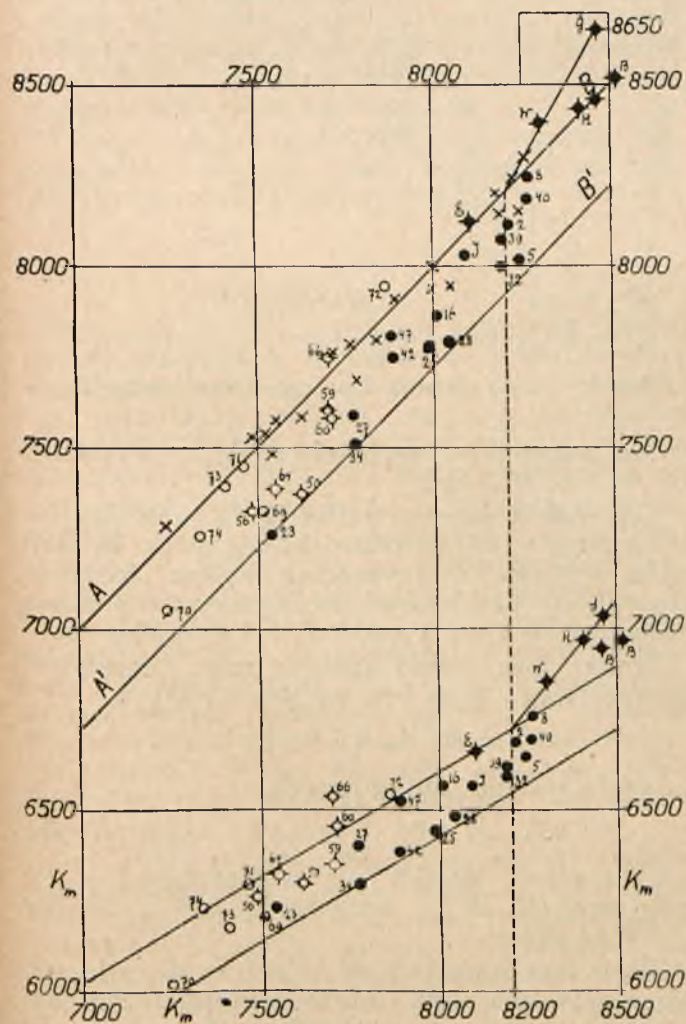
\*) Sam tlen nie daje takiej równoległości. Duży % siarki w krakowskich węglach zbliża je do węgla brunatnego.

palnego węgla, a o 2% więcej tlenu — który w dodatku ma paraliżować w węglu część czynnego wodoru i pomimo to dają w kalorymetrze jednakową ilość ciepła.

Tak dziwny objaw może być objaśniony tylko różnicami strukturalnymi. Ustalony jest pogląd, że tlen w węglu wiąże wodór na wodę i w wielu wzorach wartości cieplnej np. V. D. I. ósma część tlenu odejmuje się od  $H$ . Ponieważ dla wolnego wodoru przyjmuje się ciepło spalania 342 kal na kg, według tych wzorów tlen ujmuje z ciepła spalania węgla  $342/8 = 43$  kal na każdy procent tlenu.

Gdyby tlen wiązał w węglu nie wodór, ale węgiel na  $CO_2$ , to straty od tlenu byłyby mniejsze: wynosiłyby  $81 \times \frac{3}{8} = 30$  kal na każdy procent tlenu. Dawałoby to wzrost obliczanego ciepła spalania o  $13 \times 0\%$  kal na kg. Dla wyjaśnienia tych różnic na rys. 5 są podane według  $K_m$  kal/kg u dołu — ciepło spalania węgla 81  $C$ , a u góry całkowite wartości  $K_m$ , obliczone według wzoru, z którego powstał wzór V. D. I.

$$K_m = 81 C + 342 \left( H - \frac{O}{8} \right) + 22 S.$$



Rys. 5. Ciepło spalania masy organicznej.

Rezultaty obliczenia są wskazane kółkami. Rzeczywiste zaś ciepło spalania według kalorymetru

wskazuje przekątna linia  $AB$ , idąca od 7000 do 8500 kal na osi rzędnych.

Zatem wzór V. D. I. dla wszystkich węgli, leżących u linii  $min C$  daje do 280 kal/kg za małą wartość ciepła spalania a dla karwińskiej kopalni  $G$  — o 200 kal/kg za dużo.

Tę ostatnią rozbieżność łatwo objaśnić: węgle karwińskie  $W$  i  $G$  zawierają jak węgle koksowe ciężkie węglowodory, które pochłaniają część ciepła na rozszczepianie. Dla nich wartość  $342 \left( H - \frac{O}{8} \right)$  jest za wysoka. Natomiast wyższe w kalorymetrze ciepło spalania od obliczanego u wielu naszych węgli objaśnić można tym, że w ich masie organicznej tlen związany jest nie z wodorem a np z węglikiem na  $CO_2$ .

Wtedy:

$$K = 81 \left( C - \frac{3}{8} O \right) + 342 H + 22 S.$$

Przeliczone według tego wzoru wartości  $K$  wszystkich węgli, leżących na rys. 4 u dolnej linii  $min C$  są oznaczone na rys. 5 ukośnymi krzyżykami. Jak widać układają się one dość blisko po obu stronach kalorymetrycznej linii  $AB$ .

Dla kopalń, najniżej leżących u linii  $A' B'$  jak Nr. 23, 50, 34, 25, 28, 32, 5 — nawet ten wzór daje zbyt małe liczby.

Dla nich pozostaje przypuszczenie, że tlen jest związany nie na  $CO_2$  a na  $CO$ . To ujmuje wzór:

$$K = 81 \left( C - \frac{2}{9} O \right) + 342 H + 22 S.$$

Wzór ten daje o  $12 \times 0\%$  kal więcej od poprzedniego i zgadza się dla tych węgli z kalorymetrem. Zatem węgle o różnej strukturze muszą być ujmowane w różne wzory ciepła spalania, choć to ciepło może być jednakowe.

Skoro to są węgle jednowartościowe pod względem ciepła spalania, to zdawałoby się, że sprawa wewnętrznej struktury jest obojętna.

Tak jednak nie jest. Sprawę tę wyjaśniają dwa ważne czynniki spalania: węglkowy równoważnik utleniania paliwa i jego wskaźnik kalorymetryczny.

## 5. Węglkowy równoważnik utleniania paliwa.

Dla całkowitego spalania każdego kg paliwa potrzebna jest teoretyczna ilość tlenu lub powietrza.

$$L = \varphi \left( C + 3H - \frac{3}{8} (O - S) \right) = \varphi Z \quad . \quad 6)$$

Teoretyczną ilość powietrza na kg paliwa, liczoną w  $m^3$  przy  $0^\circ$  i 760 mm ciśnienia, określa liczba  $L = 0,089 Z$ ; o ile zaś oblicza się powietrze w kg to  $L = 0,1154 Z$ .

\*) Od  $C$  należy odjąć  $\frac{3}{4} O$ , ale wytworzony tlenek węgla daje ciepła 24,4 z każdego dkg. Strata  $81 \times \frac{3}{4} O$  kal zmniejsza się wtedy o  $24,4 \times 1750$  kal. Pozostaje strata  $18 O$  kal =  $81 \times \frac{2}{9} O$  kal. Pozatem w następnej publikacji o strukturze polskiego węgla sprawa związania tlenu na  $CO$  i  $CO_2$  będzie ściślej udowodniona.

Ten bardzo ważny przy spalaniu czynnik

$$Z = C + 3H - \frac{3}{8}(O - S)$$

nie ma swej ustalonej nazwy. Jednak zasługuje na to.

Dr. inż. A. Langrod w cennej swojej książce p. t. „Zasady ruchu parowozowego” nazwał ten czynnik cechą paliwa i pierwszy określił wartość opałową naszego węgla jako  $K' = 83 Z$ .

Nazwa ta jest jednak zbyt ogólnikowa i abstrakcyjna. Ażeby ściślej określić istotę tego czynnika trzeba użyć dłuższej nazwy.

*Wartość ta jest miarą ilości materiału palnego, podlegającego w kg paliwa całkowitemu utlenieniu podczas spalania.*

Węgiel w ilości  $C\%$  wchodzi do tej ilości materiału palnego jako jednostka podstawowa, liczona w  $C$  dkg na kg paliwa. 1 dkg wodoru wymaga 3 razy więcej tlenu, a wydziela 4,2 razy więcej ciepła, niż węgiel stały. Siarka wymaga mniej tlenu i wydziela jeszcze mniej ciepła. Tę miarę ilości materiału palnego do utleniania nazywam równoważnikiem węglkowym utleniania, a w skrócie równoważnikiem węglkowym. Oprócz węglkowego równoważnika może być wodorowy równoważnik utleniania, trzy razy mniejszy od poprzedniego.

*Równoważnik węglkowy  $Z$  w kg paliwa oznacza, że wszystkie składniki palne  $C$ ,  $H$ , i  $S$  mogą być zastąpione ilością  $Z$  dkg\*) węgla ale tylko pod względem zapotrzebowania tlenu czy powietrza dla całkowitego spalania.*

Wraz ze wzrostem tego równoważnika wzrasta i wydajność ciepła i zapotrzebowanie powietrza, ale ściśle temu wzrostowi odpowiada tylko zapotrzebowanie powietrza. Jest to więc warunkowy miernik ilości materiału palnego.

Rozróżniamy ciepło spalania masy organicznej  $K_m$  od ciepła spalania paliwa  $K = K_m M$ , gdzie  $M$  — spólczynnik masy.

Tak samo rozróżnić należy równoważnik masy organicznej  $Z_m$  od równoważnika samego paliwa  $Z = Z_m M$ , który przy stałej wartości  $Z_m$  dla danej kopalni może się zmieniać zależnie od spólczynnika masy w różnych sortymentach.

Gdyby na równoważnik  $Z$  składał się sam palny stały węgiel, to wartość kaloryczna takiego paliwa wynosiłaby 81  $Z$  kal na kg.

Gdyby na nią składał się sam wolny wodór, to ciepło spalania wynosiłoby  $\frac{342}{3} Z = 114 Z$ , a przy

samej palnej stałej siarce  $\frac{22 \times 8}{3} Z = 60 Z$ . Węgiel dominuje w węglu, siarki jest niewiele, zatem  $K > 81 Z$  kal na kg.

Jaka jest rzeczywiste ciepło  $A$  kal na dkg tej mieszaniny palnej, która się składa na równoważnik  $Z$  — podaje kalorymetr w postaci  $K = AZ$  kal na kg, z czego można obliczyć że każdy dkg równoważnika daje w kalorymetrze

$$A = K/Z \text{ kal/dkg} \dots 7)$$

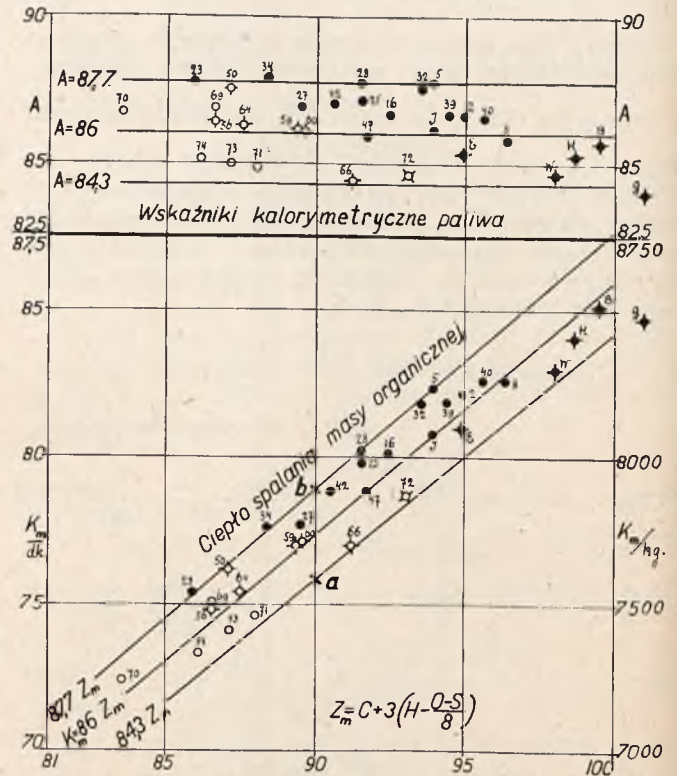
\*) Przy takiej definicji wartość  $Z$  może przekraczać liczbę 100 dkg w kg. Np. dla koksowego lub antracytowego węgla  $Z$  dochodzi do 102, dla ropy — 120, dla wodoru wynosi 300 itp.

Tę wartość cieplną każdego dkg  $Z$  nazywamy wskaźnikiem kalorymetrycznym paliwa.

## 6. Wskaźnik kalorymetryczny paliwa.

Według wskazanych na rys. 4 i 5 analiz pierwiastkowych zostały wyliczone dla tychże kopalń równoważniki  $Z_m$  masy organicznej węgla i odnośne wartości wskaźników  $A$ .

Na rys. 6 według  $Z_m$  na osi odciętych podane są u góry wartości wskaźników (pas poziomy) a po środku — wartości  $K_m = AZ_m$ .



Rys. 6. Ciepło spalania masy organicznej według  $Z_m$ .

Pas wskaźników rozpościera się na wysokości od 84,3 do 87,7 kal.

Górna linia pasa za wartością  $Z_m = 95$  dkg ma pochylenie w dół na prawo ku koksowym karwińskim węglom. Z dostateczną jednak ścisłością można ten pas uważać za poziomy z poziomą środkową osią na wysokości 86 kal na dkg  $Z_m$ .

Wobec tego ciepło spalania masy organicznej naszych węgli może być wyrażone wzorem

$$K_m = 86 Z_m \text{ kal na kg} \dots 8)$$

a ciepło spalania samego węgla

$$K = 86 Z_m M = 86 Z \text{ kal na kg węgla} \dots 8a)$$

— z możliwą omyłką nie przekraczającą  $\pm 2\%$ , gdy wzór V. D. I. i inne mogą dawać omyłkę  $\pm 3\%$  i więcej.

Wzór taki może być potrzebny do sprawdzenia, czy np. podana przy analizie wartość cieplna jest ciepłem spalania czy wartością opałową, o ile nie podano definicji.

Większy pożytek daje równoważnik węglkowy i wskaźnik kalorymetryczny, jako czynniki orientacyjne i obliczeniowe.

Weźmy na rys. 6 linię równoważnika  $Z_m = 90$ . Mamy na niej węgiel  $a$  ( $K_m = 75,8$  kal) i węgiel  $b$  ( $K_m = 78,9$  kal). Przy jednym i tym samym dopływie powietrza węgiel  $b$  wydzieli do tej samej ilości spalin o 4% więcej ciepła, co podniesie o 4% temperaturę spalania. Można to ująć ściślej.

Dla spalania kg paliwa z nadmiarem powietrza  $\alpha$  przy sprawności spalania  $\eta_r$  potrzeba powietrza

$$S = 0,09 \eta_r Z m^3/\text{kg}$$

Ilość wywiązanego ciepła wynosi  $\eta_r K = \eta_r A Z$  kal/kg. Mieści się ono w objętości spalin

$$\left(1 + \frac{\varepsilon}{\alpha}\right) S \text{ gdzie } \varepsilon = 0,04 \text{ do } 0,1$$

( $\varepsilon$  — kontrakcja chemiczna, która u najgorszych naszych węgli jest  $< 0,1$ ). Zatem w  $m^3$  spalin podczas spalania przy ciepłe właściwym spalin  $c$  dla przeciętnej temperatury spalania  $T$  i przy  $0^\circ - 760$  mm powietrza mieści się:

$$c T = \frac{\eta_r K}{\left(1 + \frac{\varepsilon}{\alpha}\right) S} = \frac{11,1 A}{\alpha + \varepsilon} \text{ kal} \quad \dots \quad 9)$$

Z tego widać, że wskaźnik kalorymetryczny paliwa jest zarazem wskaźnikiem natężenia ciepła spalania  $cT$  kal na  $m^3$  lub kg spalin, a przy jednakowym ciepłe właściwym ( $c$ ) — jest wskaźnikiem temperatury (oczywiście powyżej temperatury powietrza, zużytego do spalania).

Ciepło właściwe spalin przy porównywaniu jednego węgla z drugim można uważać za tak zbliżone, że przy jednakowych  $c$

$$\frac{c T_1}{c T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

Przy jednakowym nadmiarze powietrza ( $\alpha + \varepsilon$ ) i ciepłe spalania —  $K$ , te węgle które mają wyższy wskaźnik kalorymetryczny rozwijają na ogół wyższe temperatury spalania, niż węgle o niższym wskaźniku. Wyższa temperatura spalania podnosi sprawność przewodnictwa i samego spalania\*).

Na rys. 6 na poziomie  $b$  leżą 3 kopalnie Nr 42, 47 i 72 dające węgiel o jednakowej prawie wartości  $K_m = 7870 - 7880$  kal. Dla wydzielenia tego ciepła pierwsza potrzebuje najmniej powietrza i da najwyższą temperaturę spalania, ostatnia — najwięcej powietrza i da najniższą temperaturę spalania. Różnica prawie 3%. W ogóle więc węgle leżące powyżej przeciętnej wartości  $A = 86$  kal a więc i powyżej linii  $K_m = 86$   $Z_m$  dają wyższe temperatury spalania od węgli, leżących poniżej tej linii przy jednakowych oczywiście nadmiarach powietrza.

Jak widać ze wzoru dla  $cT$  temperatura spalania jest niezależna ani od ciepła spalania, ani od równoważnika paliwa, ani od sprawności spalania. Zależy tylko od wskaźnika  $A$ , nadmiaru powietrza  $\alpha$ , wartości  $\varepsilon$ , na którą wpływa balast gazowy paliwa i wilgoć jego, wreszcie od ciepła właściwego spalin ( $c$ ).

\*) Te temperatury należy uważać za przeciętne dla żaru i płomienia razem wziętych. Dla żaru są one mniejsze od przeciętnych, dla płomienia i w ogóle dla gazów — wyższe od przeciętnych. Do  $A$  wchodzi i energia promienista.

Warto porównać rys. 6 z rys. 4: węgle z najwyższym wskaźnikiem 87,7 leżą na linii min.  $C$  i max. ( $O - S$ ); węgle z najniższym wskaźnikiem 84,3 leżą u linii max.  $C$  i min. ( $O - S$ ). Im więcej tlenu na 1 kg węgla, tym wyższy wskaźnik przy jednakowym ciepłe spalania.

Wskaźnik kalorymetryczny okazuje się b. pożyteczny przy obliczaniu strat kotłowych. Posiłkując się nim, można stwierdzić, że ustalone w podręcznikach wzory strat kominowych, strat spalania i temperatur są bardzo nieściśle, a przy wysokich natężeniach spalania wprost mylne.

Wskaźniki kalorymetryczne naszych węgli, wskazane na rys. 6 dla 30% naszych kopalń, zostały obliczone z ciepła spalania masy organicznej. Dla samego węgla wskaźniki te pozostają bez zmiany. Zmienia się tylko równoważnik węglkowy tak, jak zmienia się jego ciepło spalania i procenty pierwiastków. Jeśli dla węgla mamy dane:

$$K \text{ kal/kg } C\% + H\% + O\% + N\% + S\% + p\% + w\% = 100 \text{ i } Z = C + 3 \left( H - \frac{O - S}{8} \right)$$

to dla masy organicznej wartości te wzrastają w stosunku  $\frac{100}{M\%}$

$$K_m = \frac{100 K}{M\%}, \quad Z_m = \frac{100 Z}{M\%} \text{ itd.}$$

I odwrotnie

$$K = \frac{K_m M\%}{100}, \quad Z = \frac{100 Z_m}{M\%}$$

Ale stosunki tych czynników pozostają bez zmiany a więc

$$A = \frac{K_m}{Z_m} = \frac{K}{Z}$$

Zatem, mając analizę węgla z wilgocią i popiołem, obliczamy bezpośrednio z procentów pierwiastkowych równoważnik samego paliwa:

$$Z\% = C + 3 \left( H - \frac{O - S}{8} \right).$$

Przy wiadomym ciepłe spalania  $K$  kal na kg oblicza się wskaźnik danego paliwa  $A = K/Z\%$ .

Z rys. 6 widać że węgle górnośląskie mieszczą się między  $A = 86$  i 87,7, karwińskie — między  $A = 86$  i 84, dąbrowskie i krakowskie — po obu stronach  $A = 86$ .

Zatem dla krakowskich i dąbrowskich węgli  $K = 86 Z$  ze ścisłością do  $\pm 2\%$ .

Dla górnośląskich  $K = 86,8 Z$  ze ścisłością do  $\pm 1\%$ .

Dla karwińskich  $K = 85 Z$  ze ścisłością do  $\pm 1\%$ . Przeciętnie dla polskich węgli  $K = 86 Z$  ze ścisłością do  $\pm 2\%$ .

Każda kopalnia ma swój przeciętny wskaźnik, który dla każdego pokładu daje prawdopodobnie odchylenia w obie strony. Wyższe wskaźniki charakteryzują taką strukturę węgla, która daje wyższe ciepło i temperatury spalania. I odwrotnie przy niższych wskaźnikach — rozszczepianie bar-



dziej złożonych składników palnych pochłania więcej ciepła i daje niższe temperatury.

Zatem wobec niewiadomej wewnętrznej struktury węgla wzór

$$K = AZ = A \left[ C + 3 \left( H - \frac{O-S}{8} \right) \right]$$

daje najściślejszą wartość ciepła spalania, która może się różnić od wskazań kalorymetru mniej niż o  $\pm 2\%$ . Obliczony zaś według kalorymetru wskaźnik  $A$  jest wskaźnikiem temperatury spalania, obliczanej z natężenia ciepła spalania ( $cT$ ).

### 7. Wartość opałowa węgla.

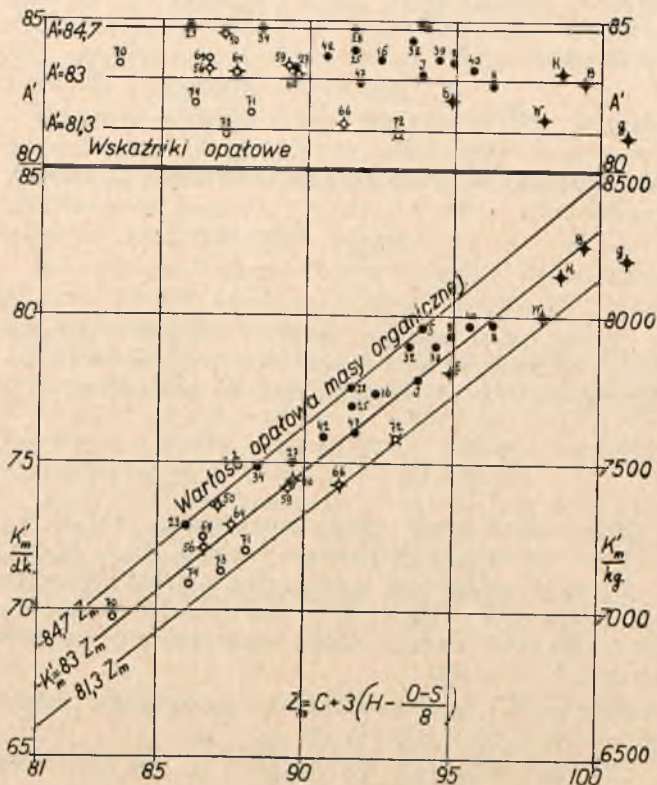
Ze składu pierwiastkowego wiemy, że wartość opałowa  $K'_m$  masy organicznej naszych węgli jest o  $3,5\%$  mniejsza od ciepła spalania

$$K'_m = 0,965 K_m \dots 10)$$

Zatem jeśli  $K_m = 86 Z_m$  to

$$K'_m = 0,965 \times 86 Z_m = 83 Z_m^*) \dots 10a)$$

Na rys. 7 pokazany jest układ wskaźników opałowych paliwa.



Rys. 7. Wartość opałowa masy organ. według  $Z_m$ .

Pas ten ma graniczne wartości od 81,3 do 84,7 kal. Oś środkowa 83 kal. Zatem  $K'_m = 83 Z_m$  ze ścisłością  $\pm 2\%$ . Przy  $w\%$  wilgoci — wartość opałowa samego paliwa

$$K' = 83 Z - 6 w \text{ kal/kg} \dots 11)$$

\*) Liczba ta zgadza się zupełnie z liczbą, przyjętą przez inż. A. Langroda w książce „Zasady ruchu parowozowego”.

Normalnie obliczamy tę wartość z ciepła spalania

$$K' = K - 6 (9H + w) \text{ kal/kg.}$$

Jeśli jednak nieznaną jest procent wodoru, ale wiadome jest ciepło spalania węgla  $K$ , to wartość opałową naszego węgla zgodnie z uwagą w p. 4 określa wzór

$$K' = 0,965 K - 6 w \dots 11a)$$

Za pomocą tego wzoru obliczone zostały wartości opałowe niektórych węgli na rys. 8, (p. str. 95) dla których w „Zbiorze analiz” podano tylko  $K$ ,  $p$  i  $w$ .

Liczby uszeregowane według masy organicznej.

U góry podane są obliczone ściśle wartości  $6 (9H + w)$ . Jak widać — u węgli krakowskich przekraczają one trochę wartość 300 kal na kg. U pozostałych — nie dochodzą do 300 kal.

I tu tak samo przeprowadzono linie ładunków cieplnych w częściach lotnych. Cała różnica między ciepłem spalania a wartością opałową węgla zmniejszyła wartość cieplną części lotnych przeciętnie o 10 kal na dkg cz. l. czyli o 1000 kal. na kg części lotnych.

Skala ich wartości przebiega od 50 do 85 kal na dkg.

Na rysunku oś pasa wartości opałowych wytknięta została przez krzywą

$$K' = [70 + 0,035 (M - 75)^2] M \dots 12)$$

ale dla lepszego krakowskiego węgla właściwsza jest prosta linia  $K' = 71 M$ , która idzie nieco niżej promienia 55 kal. Przy wiadomym więc tylko balaście a zatem przy wiadomej masie organicznej można według tego wzoru zorientować się ze ścisłością do  $\pm 3\%$  w przybliżonej wartości opałowej grubego węgla, za wyjątkiem karwińskiego, który na odciętej  $M = 90\%$  odbiega w górę do  $6\%$ .

Należy jeszcze zwrócić uwagę, że drobne węgle (przekreślone ukośnym krzyżykiem) leżą prawie wszędzie na tym samym promieniu ładunku cz. l. co i gruby węgiel tej samej kopalni. O ile oczywiście przed analizą nie zwietrzały.

### 8. Wskaźnik kalorymetryczny i spalanie węgla.

Wskaźnik kalorymetryczny kilograma węgla jest przeciętnym wskaźnikiem dla koksu z niego i jego części lotnych. Wartość jego zależy od udziału, jaki zajmuje w równoważniku węgla każda z tych dwóch składowych i od wskaźnika części lotnych.

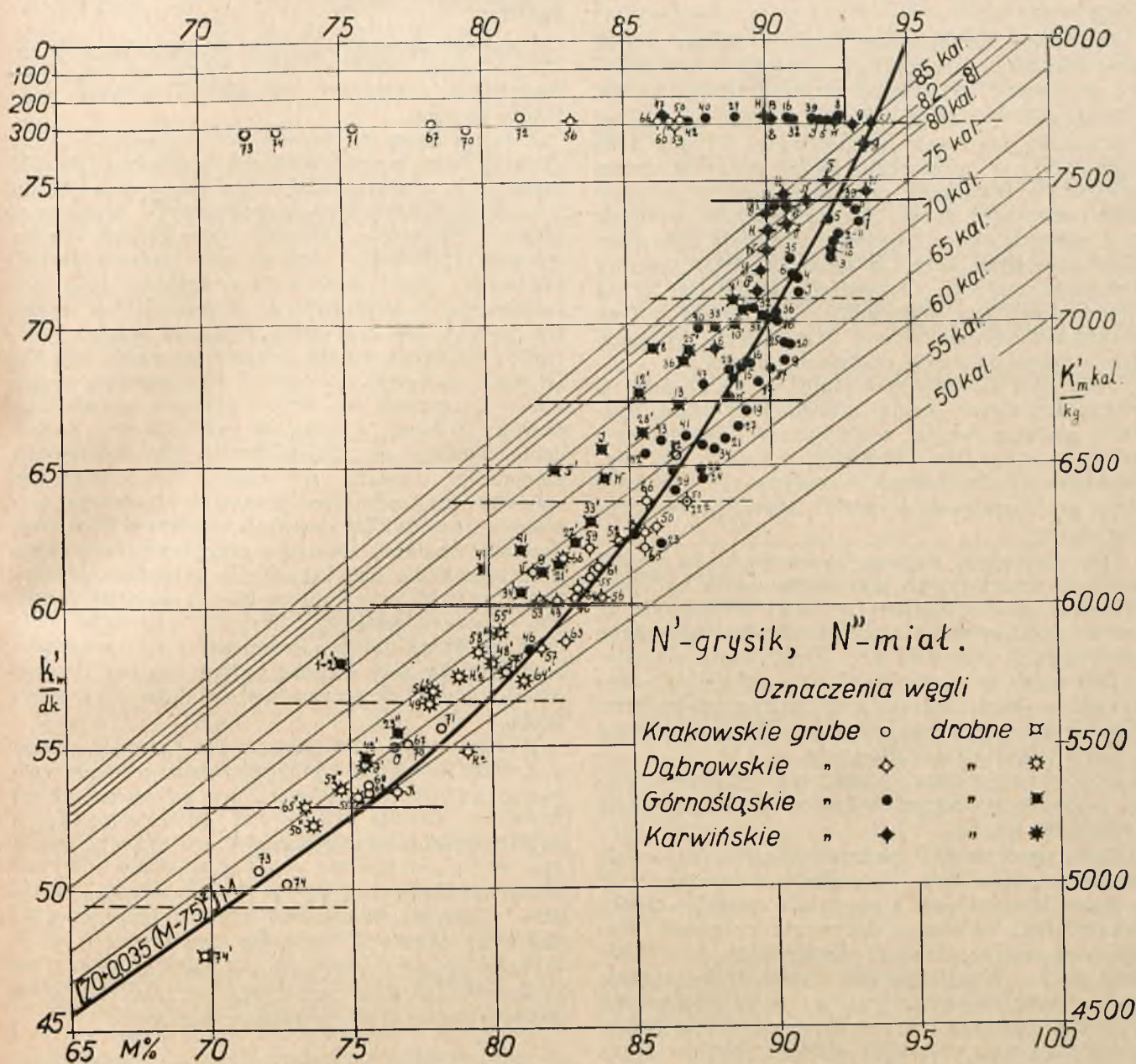
Wskaźnik kalorymetryczny stałego węgla — 81 kal/dkg.

Wskaźniki części lotnych są dużo wyższe od przeciętnego wskaźnika dla węgla.

Np. najwyższy wskaźnik części lotnych węgla Nr. 50 (Dąbrowa) wynosi 110 kal/dkg przy wskaźniku dla węgla 87,6.

Najniższy wskaźnik mają części lotne w węglu koksowym G (Karwina). Wynosi on 89,4 kal/dkg cz. l. przy najniższym wskaźniku dla węgla 83,8 kal.

Z węgla Nr. 50 do koksu odchodzi 67,1 dkg z kg masy org. Z jego równoważnika 87,1 dkg na części lotne pozostaje  $87,1 - 67,1 = 20,0$  dkg. Za-



Rys. 8. Wartość opałowa węgla.

tem udział obu tych składowych w materiale palnym węgla wynosi  $\frac{6710}{87,1} = 77,3\%$  dla koksu i  $22,7\%$  dla części lotnych. Stąd wynika przeciętny wskaźnik dla węgla Nr. 50.

$$A = 81 \times 0,773 + 110 \times 0,227 = 87,6 \text{ kal/dkg.}$$

Dla kokсового węgla  $G$  stosunki te wyrażają się:

$$A = 81 \times 0,666 + 89,4 \times 0,334 = 83,8 \text{ kal/dkg.}$$

Wysoki lub niski wskaźnik części lotnych pochodzi od ich palnych składników: wolnego wodoru, tlenu węgla i czterech węglowodorów. Wśród nich dominuje metan z mniejszą lub większą domieszką ciężkich węglowodorów: benzolu, etylenu i acetyleny. Każdy z tych gazów palnych ma swój wskaźnik kalorymetryczny: wolny wodór i tlenek węgla mają oba jednakowe i najwyższe

wskaźniki 114, potem acetylen 103,2, następnie etylen 92,7, metan — 88,8, wreszcie benzol — z najniższym wskaźnikiem 85,7\*).

To dostatecznie ilustruje różnicę między tymi krańcowymi węglami. W węglu Nr. 50, którego części lotne mają wskaźnik 110—graniczący z najwyższym wskaźnikiem 114 dla wodoru i tlenu węgla, te gazy muszą oczywiście dominować w częściach lotnych przy drobnych ilościach węglowodorów, wśród których może być i acetylen—z najwyższym wskaźnikiem między węglowodorami.

Te najwyższe wskaźniki dają najwyższe natężenie ciepła spalania a poniekąd i najwyższe przeciętne temperatury spalania.

To się odbija na samym węglu tym silniej, im większy procent on zawiera części lotnych, nie

\*) Sprawy te wyjaśnione zostaną szczegółowiej w pracy o strukturze polskiego węgla i paliw stałych.

rozwodnionych gazami martwymi ( $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$  i  $SO_2$ ).

Zawartość w częściach lotnych tlenku węgla, mającego niską temperaturę zapłonu ( $300^\circ$ ) wpływa oczywiście na łatwość zapłonu takiego węgla.

Następnie — wodór i tlenek węgla spalają się bezdymnie, gdy każdy węglowodór — dymi, o ile tylko podczas masowego wydzielania się części lotnych nie wystarcza powietrza dolnego lub górnego (wtórnego). A nasi palacze zwykle zarzucają zbyt duże dawki paliwa i nie rozumieją roli wtórnego powietrza przy ich spalaniu. Stąd masowe dymienie kominów. Oczywiście węgiel Nr. 50 jak i inne z wysokim wskaźnikiem (87,7) da w tych warunkach najmniej dymu, a możliwe i najmniej strat w niedopalonych częściach lotnych.

Duża ilość tlenu w tych węglach, związanego na łatwopalny tlenek węgla, ułatwia przy takim opalaniu spalanie węgla z najwyższym natężeniem rusztu, tym bardziej, że węgle te należą do niespiekalnych (nazywanych — rozsypnymi). Warstwa żaru przy porowatym żużlu łatwo przepuszcza powietrze.

Przy sztucznym ciągu na parowozach i na wzniesieniach miarodajnych taki węgiel może być produkcyjnie jeszcze spalany w ilości  $1000 \text{ kg}$  na  $\text{m}^3$  rusztu i godzinę przez niedługi czas bez nadmuchu pod ruszt. Co prawda  $40\%$  ciepła unosi się wtedy do komina w postaci niedopalonych grudek żaru (koksik w leszu, iskrach i zgaszonym pyłe żaru, nieuchwytnym dla pomiarów, ale uchwytnym przy ściślejszej analizie strat kotłowych).

Takie węgle można spalać przy tak słabym ciągu, przy którym węgiel spiekalny utworzy skorupę i spalić się nie da.

Są to więc węgle wybitnie kotłowe. Przy jednakowym ciągu one pozwalają na wytwarzanie większej ilości ciepła i pary, niż węgle z niskim wskaźnikiem, zwłaszcza, niż węgle koksowe. Nadają one kotłu większą elastyczność w wydajności pary. W kolejniactwie węgiel taki pozwala łatwo wyrabiać opóźnienia w ruchu osobowym. W ruchu towarowym zaś duże natężenia rusztu umożliwiają przewożenie cięższych składów przez t. zw. wzniesienia miarodajne. Od tego zależy rentowność ruchu.

Węgłe z niskimi wskaźnikami (84,3) zawierają w częściach lotnych duże ilości metanu, a koksowe — z wysokim równoważnikiem  $Z$  — dodatkowo jeszcze benzolu i innych ciężkich węglowodorów. Np. wskaźnik części lotnych węgla  $G$  — 89,4 sąsiaduje ze wskaźnikiem metanu (88,8) i niewiele przegradza go od najniższego wskaźnika palnych gazów węglowych — liczby 85,7 dla benzolu. Tu zjawia się najwyższa spiekalność.

Węgłe z niskim wskaźnikiem wymagają dla bezdymnego spalania nie tylko zarzucania na ruszt w mniejszych dawkach i dopływu wtórnego powietrza, ale również wydłużonej drogi dla płomienia przez palenisko (sklepienia, komory spalania), żeby węglowodory miały czas się spalić w przelocie przez palenisko: mają one wysoką temperaturę zapłonu. A zatem w tym miejscu płomienia, gdzie temperatura spada poniżej ich zapłonu (u ścianek paleniska, w płomieniówkach) niedopalone cząstki węglowodorów nie sploną już po-

mimo nadmiaru powietrza i ujdą do komina niespalone.

Spiekalne koksowe węgle dopuszczają najwyższe natężenia rusztu do  $800 \text{ kg}$  na  $\text{m}^2$  i godzinę. Nadrabiają częściowo ten brak — wyższą wartością cieplną.

Z omawianym tu koksowym karwińskim węglem  $G$  była przeprowadzona niedawno próbna jazda z b. ciężkim kurierskim pociągiem  $500 \text{ tn}$  i szybkością  $110 \text{ km}$  na godzinę na przestrzeni Wilno — Białystok. Węgiel o przeciętnym ciepłe spalania  $7767 \text{ kal}$  — pół na pół gruby z niesortowanym. Dużo miało w tym węglu — jako niesortowanym i w grubym po stłuczeniu, bo węgiel ten kruchy jak wszystkie koksowe węgle. Wypadło natężenie rusztu przeciętnie około  $400 \text{ kg}$ . Główny warunek dobrego i bezdymnego spalania — zarzucanie w pełny płomień niewielkich dawek:  $10 \text{ łopat} \times 7 \text{ kg}$  na ruszt  $4,5 \text{ m}^2$ . Zarzucanie reguluje się manometrem, gdy wskazówka manometru zaczyna się cofać. Nie wolno się spóźniać, bo trudniejsze będzie wyrównanie ciśnienia. Przy takich dawkach wystarcza dla bezdymnego spalania niedługie pozostawianie po każdym zarzuceniu uchylonych dla wtórnego powietrza drzwiczek przy dobrym ciągu i otwartej przedniej kłapie popielnika. Wypadł przeciętny dla całej jazdy nadmiar powietrza  $1,2$ . Osiągnięte b. dobre rezultaty cieplne byłyby jeszcze lepsze, gdyby węgiel skrapiano wobec dużego procentu miało.

*W tym oświetleniu wzór ciepła spalania paliwa w ogólnej formie  $K = AZ$  jest wzorem strukturalnym wszelkich paliw. W nim  $Z$  jest równoważnikiem*

*węglkowym utleniania paliwa  $Z = C + 3 \left( H - \frac{O - S}{8} \right)$*

*Wskaźnik kalorymetryczny  $A$  charakteryzuje paliwo. Wartość ta zmienia się od max.  $A = 90$  dla drew do min  $A = 82$  dla antracytu.*

*Polski węgiel z przeciętnym wskaźnikiem  $A = 86$  zajmuje w łańcuchu paliw stałych pod względem ciepła spalania ściśle środkowe położenie.*

## 9. Spiekalność, wietrzenie i inne własności.

Wszystkie polskie węgle należą do długopłomiennych z zawartością części lotnych  $30$  do  $40\%$ . Za cechę koksowych węgli przyjmuje się według Grunera zawartość części lotnych poniżej  $30\%$ ,

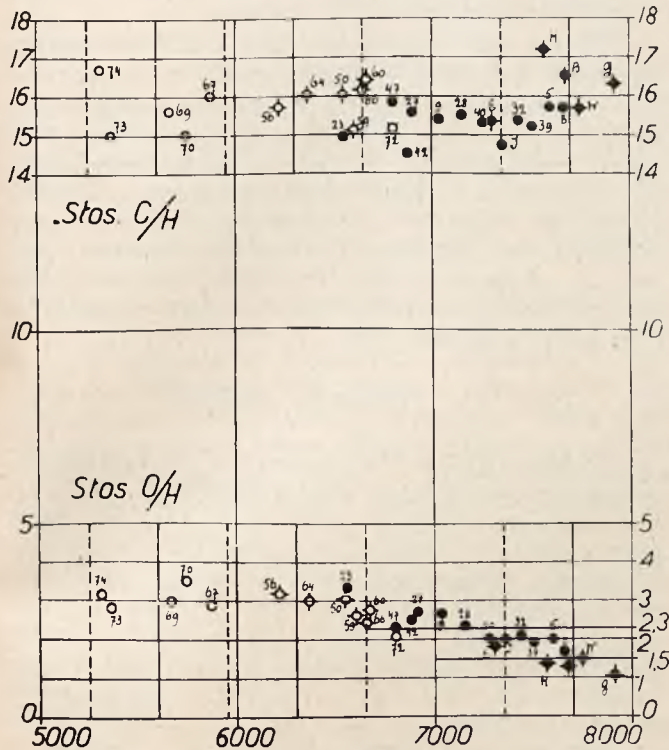
stosunek  $\frac{C}{H} = 17$  do  $18$ , stosunek  $\frac{O}{H} = 1,5$  do  $0,8$ .

Na rys. 4 kilka karwińskich kopalń wskazuje wyraźnie odchylenie  $C$  i  $O-S$ , poczynając od ciepła spalania  $82 \text{ kal}$  na  $\text{dkg}$  masy organicznej. Sfera koksowego węgla znajduje się więc powyżej wartości  $82 M = 7550 \text{ kal}$  na  $\text{kg}$  węgla.

Dla gazowych węgli przyjmuje się według Grunera stosunek  $\frac{C}{H} = 15$  do  $17$  i  $\frac{O}{H} = 2,3$  —  $1,4$ .

Na rys. 9 według ciepła spalania samych węgli zestawione są oba te stosunki. Z wartości  $\frac{O}{H} < 1,5$  widać, że ciepło spalania koksowego węgla przekracza  $7500 \text{ kal}$  na  $\text{kg}$  węgla.

Z wartości zaś  $\frac{O}{H} < 2,3$  wypada, że gazowe węgle mają dość rozciągliwą i niewyraźną granicę, powyżej 7250 kal/kg.



Rys. 9. Stosunki C i O do wodoru w węglu.

Pozostawiając gazownikom sprawę wyraźnej dolnej granicy dla węgla gazowych, należy tylko zwrócić uwagę na ładunek cieplny 81 kal na dkg części lotnych. Ładunek ten jest wartością stałą przy wszelkich procentach części lotnych i wypada wtedy, gdy ciepło spalania masy organicznej również osiąga 81 kal na dkg, wtedy g% części lotnych daje g% ciepła w węglu. Przy wyższych ładunkach od 81 kal procent ciepła części lotnych wzrasta więcej od procentu wagowego, gdy przy mniejszych ładunkach zachodzi stosunek odwrotny.

Ten punkt przełomowy u naszych węgla wypada według wykresu 3 na poziomie ciepła spalania 7350 kal na kg węgla.

Wydzielanie węgla gazowych i koksowych ma na celu ich najlepsze zużytkowanie dla gazownictwa, hutnictwa i fabryk chemicznych. Z tego względu należy je wydzielić w osobną kategorię. Za dolną granicę tej kategorii można ustalić ciepło spalania 7350 kal/kg, przy którym ciepło spalania części lotnych wynosi 8100 kal/kg cz. l. niezależnie od procentu części lotnych. Poniżej tej granicy 7350 kal/kg węgla możemy uważać wszystkie polski węgiel za węgiel opałowy.

To daje jedną z podstaw do proponowanego dalej konkretnego projektu podziału polskiego węgla na cztery kategorie cieplne przy ustaleniu polskiego normalnego węgla na wartości 7000 kal ciepła spalania — z rozpiętością każdej kategorii na  $\pm 350$  kal od wartości przeciętnej.

Wietrzenie węgla i samozapalanie jest jeszcze mało zbadane. Ze starych doświadczeń warte

są przypomnienia doświadczenia Grundmana w Tarnowicach, który przez rok badał górnośląski węgiel z niewiadomej kopalni, leżący w 3 kupach. Badanie polegało na pomiarach temperatury wewnątrz kup i sporadycznych analizach.

Na podstawie tych badań Grundman doszedł do następujących wniosków:

1. Rozkład węgla zachodził w równej mierze na powierzchni, jak i wewnątrz kupy.
2. Rozkład zachodził najszybciej w ciągu pierwszych tygodni.
3. Najwyższa temperatura była w końcu 3—4 tygodnia.
4. Zawartość tlenu w węglu zmniejszała się do połowy już w końcu drugiego tygodnia.
5. Straty są bez porównania większe dla mialu, niż dla brył.

TABLICA 2.

Straty od wietrzenia w ciągu roku	dla mialu	dla brył
w wadze węgla %	40,0	6,7
w ciepłe spalania %	56,4	8,7
w ilości gazu świetlnego %	48,0	18,1

Jak widać gazu w miale ubyło o 20% więcej, niż ubyło węgla, a w bryłach o 170% więcej. Zatem najsilniej wietrzeją części lotne, których w naszych węglach jest 35% przeciętnie. Przypuszczam więc, że te liczby mogą być miarodajne dla wielu kopalni. Są to liczby poważne, zwłaszcza dla drobnych sortymentów. Warto więc, aby np. P. K. P. przechowujące na składach największe ilości węgla, zbadały tę sprawę szczegółowiej w C. L. K.

Samozapłon objaśnia się obecnie własnością ciał porowatych wchłaniania i zgęszczania gazów w swoich porach, co wzmacnia utlenianie i wzrost temperatury aż do zapłonu tlenku węgla (300°). Wilgoć przyspiesza ten proces i ułatwia samozapłon.

Zatem należyte przechowywanie węgla na czas dłuższy polegać musi na możliwym odcięciu węgla od dostępu powietrza czy to pod wodą, czy to pod ziemią, a w tym ostatnim wypadku na wypełnieniu i ubiciu wolnych przestrzeni między bryłami — drobnym węglu i mialu. Również ubogie są dane o topliwości popiołu. Jest to sprawa ważna dla kotłów. Przy łatwotopliwym popiele szlaka zalewa prześwity między rusztowinami i tamuje a nawet uniemożliwia spalanie w ogóle. Szczególniej zaś tamuje pracę przy wyższych natężeniach rusztu.

Są dane z niektórych karwińskich kopalni o wysokiej temperaturze topienia popiołu powyżej 1350 a nawet 1600°. Górnośląski i dąbrowski węgiel w kolejnictwie nie dawał powodu do zarzutów pod tym względem i dlatego prawdopodobnie nie ma badań w tym kierunku. Przydałyby się one jednak dla niektórych kopalni krakowskiego węgla koło Sierszy, bo na nie były i podobno są utyskiwania pod tym względem.

### 10. Sortymenty.

Jako spadek po b. 4 zaborach mamy nieuporządkowaną sprawę sortymentów naszego węgla co do nazw i wymiarów. Węgiel w większych kawałach nazywa się gruby, kęsy, bryły, kostki są różne I, II, III, la, lb, orzechy — również. Wymiary graniczne są różne.

Dla doświadczalnego zbadania wpływu różnych sortymentów górnośląskiego i dąbrowskiego węgla na sprawność kotła parowozowego udało się zbliżyć do siebie pod względem wszystkich wymiarów w mm takie dwie kopalnie:

TABLICA 3.

Kopalnia H		Kopalnia S	
nazwa	wymiary	nazwa	wymiary
gruby	> 120	gruby	> 120
kostka II	85—65	kostka II	80—60
orzech II	35—20	orzech II	40—25
niesortowany	>120—0	pospółka	75—0
groszek	20—10	orzech II	25—15

To są największe zbieżności w wymiarach i nazwach. W całości wraz z Karwiną mamy teraz kompletny chaos sortymentowy. Po 20 latach niepodległości sprawa ta powinna być nareszcie uporządkowana. Tym bardziej, że jest gotowy projekt Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Zdaje się, że *normalizacja ta nie wejdzie w życie bez zastosowania ustawowego przymusu*, (jak z cegłą) *przyczem potrzebne będzie ustalenie terminu i rygorów*.

Przy spalaniu na ruszcie sortymenty drobne dają tym większy opór dla przepływu powietrza, im są drobniejsze.

To jest pożyteczne przy pracy z małym natężeniem rusztu t. j. przy spalaniu w cienkich warstwach natomiast jest szkodliwe dla pracy z większym natężeniem, kiedy przy grubszej warstwie potrzebny jest większy nadmiar powietrza. To jest jednak oddzielny temat.

Sortymenty drobne, miał i mieszanki w porównaniu z grubymi tej samej kopalni trzeba rozpatrywać pozatem pod względem: wartości cieplnej, balastu szkodliwego i wietrzenia.

Masa organiczna węgla każdej kopalni i jednorodnego pokładu ma swoje charakterystyczne ciepło spalania  $K_m$ , niezależne od sortymentu. Ciepło spalania sortymentu  $K_s = K_m \times M_s$  jest więc zależne od procentu  $M_s$  masy organicznej czyli od balastu ( $M_s = 100 - p - w$ ). Ten balast w grubszych węglach jest najmniejszy. W drobnych zaś wzrasta w miarę większego rozdrobnienia.

Przegląd analiz wskazuje, że wyraźne zmniejszenie ciepła spalania widać w orzechu II, w niektórych kopalniach już w orzechu I, dalsze zmniejszenie dają groszek, grysik, wreszcie miał. W orzechach wilgoć nie wzrasta, albo mało wzrasta. Widać tylko wzrost popiołu. W groszkach i grysikach wilgoć już wzrasta, jeszcze więcej popiół. W miałe wilgoć wzrasta silniej, a najwięcej popiół. Ilustruje to tabliczka porównawcza na początku niniejszego. Należy jeszcze zaznaczyć, że

jeden i ten sam procent balastu jest tym szkodliwszy dla spalania, im mniejszą wartość cieplną ma masa organiczna węgla. Wilgoć — więcej wtedy obniża wartość opałow, a popiół i szlaka — więcej tamuje przepływ powietrza przy jednakowym kalorycznie natężeniu rusztu.

*Zatem pole rusztu powinno być tym większe, im gorszy i drobniejszy węgiel spala się na ruszcie,*

Co do wietrzenia, to przytoczone wyżej liczby Grundmana dla grubego węgla i miału są liczbami krańcowymi. Pośrednie sortymenty dałyby — pośrednie liczby strat wietrzenia. *Wartość użytkowa drobnych sortymentów jest zatem tym mniejsza, niż to wskazuje stosunek wartości cieplnej do grubego węgla, im dłużej węgiel czeka na zużytkowanie od momentu jego wydobywania i im on jest drobniejszy.*

### 11. Kategorie cieplne.

Polskie Koleje Państwowe w początkach organizacji przyjęły gruby węgiel dąbrowski jako t. zw. normalny, ustaliły dla niego 6300 kal jako przeciętną wartość cieplną i w stosunku do niego gruby węgiel górnośląski ma zaliczony współczynnik 1,1, a gruby krakowski obecnie 0,85.

To znaczy, że przeciętna wartość cieplna grubego węgla górnośląskiego liczona jest w zao krągleniu na 7000 kal t. j.  $6300 \times 1,1$ , a grubego krakowskiego na 5350 kal t. j.  $6300 \times 0,85$ .

Drobne sortymenty (bez miału) liczone są o jedną kategorię niżej — Zatem węgiel podzielony został na 4 kategorie.

Z początku było 5 kategorii, gdyż orzechy były wydzielone. Dla zmniejszenia jednak ilości sztabli na składach ustalono tylko dwa główne sortymenty: grubsze i drobne, które się mieszczą w czterech kategoriach. Konwencja dzieli węgiel na 3 klasy z podziałami *a* i *b* a więc na 6 kategorii.

Z gospodarczego punktu widzenia ustalenie normalnego węgla przyjętego za 1 jest konieczne, jak również konieczne jest ustalenie takich kategorii węgla, aby one mogły być określane współczynnikiem przeciętnej wartości cieplnej. Dla umotywowania tej potrzeby wystarcza motto lorda Kelvin'a „Nie wiemy nic, dopóki nie mamy w ręku liczby”. Ustalenie dla polskiego normalnego węgla liczby 6300 kal należy uważać obecnie za anachronizm nawet, jeżeli pod tą liczbą przyjąć wartość opałow.

Przeciętna wartość wydobywanego polskiego węgla przekroczyła w r. 1936 — 7000 kal ciepła spalania, gdy górnośląski węgiel stanowił przeszło 75% wydobywania. Obecnie, gdy dochodzi jeszcze węgiel karwiński, ta przeciętna wartość jeszcze wzrośnie.

Pojęcie „normalny” podświadomie się łączy z pojęciem „przeciętny”.

*Choćby ze względu na eksport nie należy ustalać wartości normalnego węgla poniżej przeciętnej jego wartości.*

Jeżeli przyjąć za normalny — gruby węgiel o wartości cieplnej 7000 kal/kg i liczbę tę przyjąć za 1, to przy współczynnikach 1,1 do 0,7 otrzymamy:

TABLICA 4.

1 kategorię	7700	kal. spótcz.	1.1	od 8050 kal. do	7350 kal.
2 norm.	7000	"	1.0	" 7350 "	6650 "
3 kat.	6300	"	0.9	" 6650 "	5950 "
4 kat.	5600	"	0.8	" 5950 "	5250 "
5 kat. drobny	4900	"	0.7	" 5250 "	4550 "

Na rys. 3 powyższy podział jest zaznaczony na pasie spalania węgla: przerywane poziome linie wskazują granice kategorii, pełne poziome — przeciętne wartości dla każdej kategorii. Zaznaczone są numery kopalń według „Zbioru analiz”, na str. IX lub początkowe litery nazwy kopalń.

Charakterystyka każdej kategorii grubego węgla (brył i kostki):

Kategoria 1 — węgiel **karwińsko-śląski**: wszystkie prawie kopalnie karwińskie (za wyjątkiem paru z normalnym węglem) i kilkanaście (13) górnośląskich — z nad granicy niemieckiej. Te ostatnie w r. 1936 wydobyły 8 mil. ton węgla. Karwińskie podobno tyleż. Węgiel koksowy z kilku karwińskich kopalń, reszta — gazowy. Wszystkie z ciepłem spalania części lotnych > 8100 kal/kg, a masy organicznej — 83 kal/dkg przyczem karwińskie 84 kal, górnośląskie 82 kal. Masy organicznej od 90 do 94% (średnio 92%), wilgoci od 2% do 4% (średnio 3,1), popiołu od 4 do 7% (średnio 5%). Ciepło spalania węgla — przeciętnie 7620 kal/kg przyczem karwińskie 7720 kal, górnośląskie 7540 kal.

Wartość opałowa niższa od ciepła spalania przeciętnie o 280 kal na kg węgla i o 900 kal na kg części lotnych (z wilgocią). Przy opalaniu nim kotłów należy bardzo dbać o bezdymność spalania części lotnych, zawierających tym więcej węglowodorów, im wyższa jest wartość cieplna.

Pozostałe 4 kategorie — węgle kotłowe.

Kategoria 2 — normalny **węgiel górnośląski** — który dostarcza 75% kopalń górnośląskich z Silesją i Brzeszczem (z krakowskiego zagłębia — przeszło 6800 kal) oraz paroma kopalniami karwińskimi. Wydobyte w 1936 r. — przeszło 14 mio ton. Kilka kopalń z Górnego Śląska odpada do 3 kategorii.

Ciepło spalania części lotnych — od 7000 do 8100 kal na kg a masy organicznej od 77 do 83 kal przy przeciętnej 79 kal/dkg. Masy organicznej — powyżej 85% do 91% (średnio 88,5%), wilgoci od 3 do 8% (średnio 5,5%), popiołu od 4 do 9% (średnio 6%). Ciepło spalania węgla przeciętnie 7010 kal/kg.

Wartość opałowa niższa od ciepła spalania przeciętnie: o 280 kal na kg węgla i o 900 kal na kg części lotnych (jak w kategorii 1).

3-a kategoria — **węgiel dąbrowski** ze wszystkich kopalń dąbrowskich (za wyjątkiem czterech drobnych — nieczynnych obecnie z kat. 4). Do niego należałoby zaliczyć z Górnego Śląska kopalnie Nr 22a, 23, 45 i 46 oraz parę drobnych. Razem około 21 kopalń z wydobywaniem około 7 mio t. w r. 1936. Ciepło spalania części lotnych powyżej 6500 do 7200 kal/kg a masy organicznej powyżej 75 kal do 78 (średnio 76 kal na dkg). Masy organicznej 80 do 87% (średnio 84,2%) wilgoci od 8 do 12,5% (średnio 10,6%), popiołu zaś od 4 do 8% (średnio 5,2%). Ciepło spalania przeciętnie 6420 kal — jednakowo dla dąbrowskich i zaliczonych tu 4 górnośląskich.

Wartość opałowa niższa od ciepła spalania przeciętnie: o 290 kal na kg węgla i 950 kal na kg części lotnych.

4-a kategoria **węgiel krakowski** (+ 4 nieczynne kopalnie dąbrowskie) — oczywiście bez Nr 72 (Brzeszcze). Razem 6 czynnych kopalń z wydobywaniem około 1,5 mio t w r. 1936. Ciepło spalania części lotnych około 6500 kal/kg a masy organicznej 75 kal/dkg. Masy organicznej od 71 do 80% (średnio 75,4%), wilgoci od 16 do 21% (średnio 18,1%), popiołu od 4 do 8% (średnio 6,5%).

Ciepło spalania przeciętnie 5640 kal.

Wartość opałowa niższa od ciepła spalania przeciętnie: o 310 kal na kg węgla i 1000 kal na kg części lotnych.

Zatem dla grubszych sortymentów wystarczyłyby zupełnie cztery kategorie węgla z przeciętnymi liczbami i ich stosunkiem:

TABLICA 5.

Kat.	Nazwa węgla	Ciepło spalania		Wartość opałowa		Przyjęto
		kal/kg	stos.	kal/kg	stos.	
1	Karwino-śląski	7 620	108,7	7 340	109,0	110
2	Górnośląski	7 010	100,0	6 730	100,0	100
3	Dąbrowski	6 420	91,5	6 130	91,1	90
4	Krakowski	5 640	80,4	5 330	79,2	80

Tak wypadają przy tym podziale stosunki wartości cieplnych obliczonych jako przeciętne arytmetyczne.

Inne nieco byłyby liczby wartości cieplnych, obliczone z wydobywania, ale stosunek ich byłby zmienny i bliski do stosunku z przeciętnej arytmetycznej. Drobne sortymenty od orzecha do gryśka i mieszanek z miałem z gruba należy zaliczać o jedną kategorię niżej, miał — jeszcze niżej. Spółczynnik musi być tym niższy, im dłuższe wypada magazynowanie drobnych sortymentów bez okrycia ze względu na wietrzenie. W stosunku do normalnego węgla o wartości 7000 kal na kg drewno ma współczynnik 0,5, jeśli zawiera 25% — 26% wilgoci.

Z powyższej tabliczki widać, że dla stosunku wartości cieplnych węgla prawie obojętne jest, czy ten stosunek obliczamy z ciepła spalania, czy z wartości opałowej węgla.

Za podstawę do podziału węgla na kategorie cieplne przyjęte zostało ciepło spalania normalnego węgla w ilości 7000 kal/kg dla względów następujących:

1) Ciepło to wskazuje kalorymetr bezpośrednio bez potrzeby analizy pierwiastkowej na wódr. Z balastem zaś należy się liczyć zawsze.

2) Całą gradacją ciepła spalania grubego polskiego węgla od 5300 do 8000 kal/kg można podzielić na 4 kategorie z odstępami co 700 kal, lub na 5 kategorii z odstępami co 550 kal, wreszcie na 6 kat. z odstępami co 450 kal. Mniejsza ilość kategorii potrzebna jest dla P. K. P.

3) Ta mniejsza ilość 4 kategorii z odstępami co 700 kal prowadzi konsekwentnie do przyjęcia liczby 7000 kal jako miarodajnej wartości kalorycznej normalnego polskiego węgla, a liczba

ta jest bliska do rzeczywistej przeciętnej wartości naszego węgla, obliczanej według wydobycia i jako średnia arytmetyczna.

4) Przy przyjęciu liczby 7000 kal dla normalnego węgla, przy 4 kategoriach grubego węgla z odstępami co 700 kal według 4 dziesiętnych współczynników od 1,1 do 0,8 i granicznymi liczbami  $\pm 350$  kal w każdej kategorii mieszczą się b. dobrze regionalne kopalnie: w pierwszej — karwińskie (bez paru kopalń), w trzeciej — wszystkie dąbrowskie (bez paru drobnych kopalń), w czwartej — wszystkie krakowskie bez Brzeszcza, który ma węgiel o wartości 6800 kal/kg t. j. lepszy od dąbrowskiego.

Tylko Górnośląskie kopalnie z szeroką gradacją od 6100 do 7700 kal/kg trzeba rozparcelować między kategorią pierwszą (13 kopalń), drugą (około 30 kopalń) i trzecią (4 kopalnie lub więcej). Przy tym podziale utarte w życiu codziennym nazwy węgla: krakowski, dąbrowski, górnośląski wreszcie obecnie karwiński określać mogą dość ściśle nasz węgiel pod względem cieplnym przy proponowanym podziale na kategorie z tym, że najlepszy węgiel górnośląski musi być połączony z karwińskim pod nazwą karwińskośląski.

5. Dla rachunkowości węglowej P. K. P. proponowana wartość 7000 kal dla normalnego węgla przesuwa tylko obecne kategorie P. K. P. o stopień niżej: obecna kategoria 1,1 stanie się 1, obecna 1 stanie się 0,9, obecna 0,85 (w rzeczywistości 0,88) stanie się 0,8

6) Górna graniczna wartość 7350 kal dla normalnego węgla odpowiada ciepłu spalania części lotnych 81 kal na dkg. Powyżej tego węgiel liczy się za gazowy.

Podział grubego węgla na 4 kategorie można w razie potrzeby detalizować: na 8 lub 12 klas. Np. przy 8 klasach: kat. 1a spółcz. 1,125, kat 1b spółcz. 1,075, kat. 2a spółcz. 1,025, kat 2b spółcz. 0,975 itd.

Wreszcie dla orientacji co do sprawności urządzeń cieplnych przy obliczaniu rozchodu węgla w węglu normalnym. Teoretycznie na koniogodzinę wypada

$$\frac{270\,000 \text{ kgm}}{427 \text{ kgm/kal}} = 632 \text{ kal.}$$

Jeśli urządzenie zużywa na koniogodzinę  $n$  kg normalnego węgla po 7000 kal, to pracuje ze sprawnością

$$\eta = \frac{63\,200}{7\,000 n} = \frac{9}{n} \%$$

obliczoną na ciepło spalania

$$\text{lub } \eta = \frac{63\,200}{6\,720 n} = \frac{9,4}{n} \%$$

według wartości opałowej.

Przy rozchodzie  $n$  kg normalnego węgla na kWh

$$\eta = \frac{85\,900}{7\,000 n} = \frac{12,8}{n} \%$$

ciepła spalania,

$$\text{lub } \frac{85\,900}{6\,720 n} = \frac{12,8}{n} \%$$

wartości opałowej węgla.

## 12. Kategorie węgla w gospodarce narodowej.

Jeżeli od kotła lub pieca wymagana jest pewna wydajność ciepła użytkowego np  $\theta$  mio kal na godzinę, sprawność kotła lub pieca wyraża się współczynnikiem  $\eta$ , a spalany węgiel zawiera  $K$  kal na kg to dla osiągnięcia tych  $\theta$  mio kal trzeba spalać na godzinę  $B = \theta/\eta K$  kg węgla.

Zatem tym mniej spalimy węgla, im wyższe mamy  $\eta$  i  $K$ . Oba te czynniki: sprawność cieplna urządzenia i wartość cieplna węgla są równoważnościowe.

Należy więc dążyć do takiej kalkulacji cen na równoważnościowy węgiel, aby na miejscu spożycia cena węgla była możliwie proporcjonalna do jego wartości cieplnej.

Gdyby były jakieś wyraźne cechy na każdym kawałku węgla, które wskazywałyby na jego wartość cieplną, to oczywiście samo życie od razu przystosowałoby ceny do tej wartości tak jak np. w hodowli regulują się automatycznie ceny na różne pasze, zależnie od ich pożywności. Ta pożywność jest tam mierzona w jednostkach pokarmowych. Ceny za  $q$  pasz treściwych są na ogół tym wyższe, im więcej jednostek pokarmowych zawiera ten  $q$  paszy. W rezultacie hodowca kalkuluje tak, aby cena jednostki pokarmowej wypadała mu tanio lub jednakowo.

W zastosowaniu do węgla — P. K. P. od razu weszły na właściwą drogę przez podział węgla na kategorie ze współczynnikami i na odpowiednią politykę przewozową.

Podział węgla na kategorie ze współczynnikami wartości pozwolił obliczać rozchód węgla możliwie ściśle w węglu normalnym, przez to pozwolił na wprowadzenie premiowania za zmniejszony rozchód węgla na jednostkę pracy przewozowej, a premie dały b. poważne oszczędności na rozchodzie węgla kolejowego.

Polityka przewozowa P. K. P. (w zastosowaniu oczywiście do zakupionego przez P. K. P. węgla) polega na tym: im dalej trzeba przewozić węgiel do miejsca spożycia, tym lepszy węgiel należy wozić, bo wtedy przewozi się mniej balastu, a więcej treści t. j. masy organicznej (M).

Zupełnie jednakowo kosztuje przewóz najgorszego i najlepszego węgla. W wagonie 20 tonowym przewozi się w najgorszym węglu 100 mio kal + 6 t balastu, w najlepszym zaś węglu — 160 mio kal + 1 t balastu. Zatem przewóz 1 mio kal w węglu najgorszym kosztuje spóżywcę o 60% drożej, niż przewóz 1 mio kal w węglu najlepszym.

Ten sam stosunek obciąża wszelkie koszty wyładunku, przewozów konnych, ceny placów do magazynowania, plac, podatków, zarobku pośredników itd. Te 60% wyrażają się w złotych tym wyżej, im dalsze są odległości przewozowe i im wyższe są koszty pośrednictwa i magazynowania.

P. K. P. kieruje najlepszy węgiel górnośląski a obecnie i karwiński do najdalszych Dyrekcyj: za Bug, za Lwów, na Pomorze, dąbrowski — do parowozowni bliższych Zagłębia, krakowski

zaś spala na manewrach lub w pobliżu Zagłębia. Wykonywanie tej polityki wymagać może tylko pewnych korektyw.

W ten sposób racjonalnie przewozi się niecałe 10% wydobywanego węgla. Każdy wagonowy odbiorca, sprowadzający dla siebie węgiel danej kopalni, lub mający możliwość oceny jego wartości cieplnej, może również kalkulować koszt paliwa.

Ale w wolnym handlu decyduje zysk hurtownika. Jeżeli wagon węgla niskocielnego kosztuje go choćby o złotówkę taniej, niż wagon węgla wysokocielnego, a spóżywcy nie zdają sobie sprawy, jaki węgiel nabywają, to oczywiście ta złotówka decyduje o sprowadzeniu najgorszego węgla.

Ta sprawa może być uregulowana tylko w ten sposób, aby każda kategoria węgla opałowego miała swój rejon zbytu: najlepsze marki w najdalszych rejonach i najdroższych miastach, najgorsze zaś w pobliżu Zagłębia. Warszawa np. powinna mieć na równi z kresami wschodnimi i północnymi — najlepszy węgiel, jeżeli nie karwinośląski to górnośląski — normalny. Tym czasem, o ile wiem, dominuje tu jak przed wielką wojną — węgiel dąbrowski. Wydawałoby się najwłaściwsze, aby normalny węgiel, przyjęty za jednostkę cieplną oraz kategorie naszego węgla z odnośnymi współczynnikami i granicznymi wartościami były ustalone przez władze państwowe, jako miarodajne nie tylko dla P. K. P. ale dla całego Państwa.

Polska Konwencja Węglowa zaliczałaby kopalnie do poszczególnych kategorii ze sporadycznymi zmianami kopalń w razie zmiany wartości cieplnej.

P. K. W. kierowałaby odnośną polityką przewozową węgla opałowego pod nadzorem państwowym dla osiągnięcia możliwej racjonalizacji przewozów i możliwego zbliżenia cen, płaconych przez spóżywców do wartości cieplnej węgla.

#### Wnioski.

Wnioski o charakterze teoretycznym pozostają się na razie na uboczu. Wyłaniają się następujące wnioski o charakterze praktycznym:

1. Dla należytego wyzyskania ciepła części lotnych naszego węgla opałowego należy tym większą zwracać uwagę na bezdymne jego spalanie, im bardziej kaloryczny jest węgiel.

2. Wobec poważnych strat wietrzenia węgla, wykazanych przez Grundmana, zwłaszcza w częściach lotnych i drobnych sortymentach należałoby, aby odnośne zainteresowane w tym instytucje gospodarcze zbadały laboratoryjnie, jaka jest skala tych strat dla różnych kopalń i sortymentów. Pożądane byłoby jednocześnie zbadanie topliwości popiołu.

3. Po przyłączeniu karwińskich kopalń normalizacja sortymentów polskiego węgla stała się więcej potrzebna niż przedtem. Konieczne się staje ustawowe rozwiązanie tej sprawy co do nazw, wymiarów wzorcowych, terminu i rygorów wykonawczych przy wzięciu pod uwagę co do nazw, grup i wymiarów odnośnego projektu Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

4. Dla ustalenia przeciętnej wartości cieplnej węgla w poszczególnych klasach lub kategoriach należy przyjąć za jednostkę cieplną — węgiel normalny o takiej wartości cieplnej  $K_n$  kal/kg w grubszych sortymentach, aby w stosunku do niego można było podzielić kopalnie polskiego węgla na kilka kategorii. Wówczas każda z tych kategorii miałaby współczynnik wartości cieplnej  $n$ , a liczba  $nK_n$  byłaby przeciętną wartością cieplną danej kategorii.

5. Złagodzenie znacznych różnic w cenach węgla opałowego, różnic, pochodzących od większych czy mniejszych kosztów przewozu, magazynowania i handlu, jest możliwe przez takie nastawienie aparatu wewnętrznego zbytu węgla, aby spóżywcy w dalszych od Zagłębia lub droższych rejonach zbytu mieli zagwarantowany węgiel o wyższej kaloryczności, od rejonów, bliższych do Zagłębia Węglowego, opłacających niższe koszty pośrednie.

## SPRAWOZDANIA Z POSIEDZEŃ

### KOMISJA WĘGLOWA

#### Protokół posiedzenia z dnia 6.V.1938 r.

P. Kruszewski, jako przewodniczący Komisji Węglowej Polskiego Komitetu Energetycznego otwiera posiedzenie i komunikuje, że dzisiejszy temat obrad jest właściwie dalszym ciągiem opracowania wskazówek dotyczących długotrwałego przechowywania węgla kamiennego. Na terenie Komisji była już na ten temat obszerna dyskusja i P. K. En. wydał broszurę, zawierającą wskazówki dotyczące długotrwałego przechowywania węgla kamiennego. Broszura ta była rozdana w dużej ilości egzemplarzy jako dodatek do pism technicznych. Była do niej dołączona prośba o poczynienie do niej uwag. Rzeczywiście uwagi nadeszły z rozmaitych stron. Te wszystkie uwagi p. Kruszewski zebrał jako autor tej broszury i zamierza wystąpić dziś z odpowiednimi wnioskami. W związku z tym p. Siwicki obejmuje przewodnictwo i udziela głosu p. Kruszewskiemu.

P. Kruszewski: Ujemne warunki geograficznego położenia złóż naszego węgla wywołały potrzebę długotrwa-

łego przechowywania węgla kamiennego, a stąd i ujęcia w pewne punkty wskazówek dotyczących takiego magazynowania. Chcę zaznaczyć, iż inaczej ta sprawa wygląda przy krótkim, paromiesięcznym przechowywaniu w drobnych ilościach, choć pewne wskazówki i tu są celowe. Głównie jednak będziemy mówili o długotrwałym przechowywaniu większej ilości węgla na otwartym powietrzu jako najtańszym sposobie przechowywania. Tendencją autora było zebrać wyczerpujące wskazówki, przede wszystkim natury ogólnej. Ogólne metody składowania są korygowane przez warunki miejscowe, terenowe czy techniczne. Bardzo troskliwe zabiegi w przechowywaniu węgla oczywiście powodują większe wydatki, lecz decyduje staranie o zachowanie cennych własności węgla np. przemysłowego.

Uwagi, jakie otrzymaliśmy, pochodzą od organizacji, instytucji, przedsiębiorstw, bądź też od poszczególnych osób. Te wszystkie krytyczne uwagi postaram się z całą lojalnością Panom przedstawić, mając nadzieję, iż dyskusja ogólna pozwoli uzupełnić te punkty w pożądanym kierunku.

Uwagi, są zarówno charakteru ogólnego jak i co do poszczególnych punktów wskazówek. Zacznę od uwag ogólnych.

Pierwsza opinia Biura Przemysłu Wojennego:

„Spośród zakładów i zainteresowanych instytucji wojskowych, Państwowe Zakłady Inżynierii proponują uzupełnie-



nie broszurki inż. Kruszewskiego „Wskazówki dotyczące długotrwałego przechowywania węgla” tablicą porównawczą kaloryczności węgla świeżego i przechowywanego w warunkach nieodpowiednich oraz w warunkach odpowiadających przepisom. Poza tym zdaniem P. Z. Inż. przechowywanie węgla pod wodą powinno być rozwinięte nieco szerzej z podaniem przykładów ilustrujących wartość takiego magazynowania w porównaniu z magazynowaniem w stosach.

Następna — Departamentu Intendentury.

„Departament Intendentury proponuje uzupełnienie broszurki wskazówkami co do przydatności składowej poszczególnych gatunków węgla polskiego oraz danymi co do ubytku wartości opałowej węgla w zależności od sposobu magazynowania i czasu pozostawiania węgla na składzie. Zdaniem Departamentu Intendentury broszurka — pomijając niewątpliwą jej przydatność przy magazynowaniu węgla na małą skalę — posiada braki w treści co do masowego przechowywania węgla, które to zagadnienie ma w Polsce doniosłe znaczenie państwowe ze względu na niekorzystne rozmieszczenie złóż”.

Co do P. Z. Inż. Ważne jest tu zestawienie porównawcze kaloryczności naszych węgli w zależności od okresu leżenia na składzie. Badania te istnieją w małym zakresie.

Dłuższe obserwacje były prowadzone przez biuro kolejowe. W tym kierunku prac było bardzo mało. Na to jest jedyna odpowiedź: położyć węgiel na skład, poddawać okresowym badaniom co do wartości opałowej oraz zmian własności fizycznych i chemicznych.

Świadomość spadku kaloryczności przy leżeniu jest bardzo ważna, ale P. K. En. nie może iść w kierunku badań poza swoje możliwości finansowe.

Co do przechowywania węgla pod wodą, to było o tym wspomniane w broszurze, iż u nas nie jest prowadzone. Są zakłady, które trzymają drobne sortymenty (miał, grysik) w szczelnym basenie murowanym naziemnym z możliwością spustu do 1 m wysokości; nalana woda zapelniająca ocembrowaną przestrzeń, na zasadzie włoskowatości podnosi się w węglu aż do wierzchu zwału. Robi się to w porze nie mroźnej. Na okres mrozów woda jest spuszczana. U nas w Polsce ten sposób nie ma szerszego zastosowania.

Co do uwag Departamentu Intendentury zaznaczyć muszę, że opieranie się na kaloryczności węgla przy jego zakupie jest słuszne, lecz trudne w zastosowaniu, gdyż przez producentów i głównych jego sprzedawców traktowane jest jako bardzo poufne i bardzo niechętnie ze względów konkurencyjnych. Do własności miarodajnych należy i twardość węgla. Z zapytanych monopolów o uwagi do broszury Polski Monopol Solny, który zużywa znaczną ilość drobnego węgla na odparowanie wody z solanek w panwiach warzelnych i warzelniach parowych dobra metoda przechowywania węgla ma znaczenie dość ważne. Daje on odpowiedź tego rodzaju: „Dyrekcja Polskiego Monopolu Solnego nie zgłasza swych uwag ani propozycji odnośnie opracowanych przez p. inż. St. Kruszewskiego wskazówek do długotrwałego przechowywania węgla, uznając je za opracowane zupełnie wyczerpująco”.

Monopol Spirytusowy daje taką odpowiedź: „W związku z wydaniem broszury p. t. „Wskazówki dotyczące długotrwałego przechowywania węgla kamiennego” — Dyrekcja Państwowego Monopolu Spirytusowego prosi o uwzględnienie w następnym wydaniu broszury w szerszej mierze sprawy magazynowania węgla w mniejszych ilościach, poczynając od 50 ton wwyż.”

Wpłynęły uwagi Politechniki Lwowskiej. Na pewne sprawy odpowiedziałem bezpośrednio, po tym omawiałem z prof. Ochęduszką; dalej pozwolę sobie je omówić.

Ministerstwo Komunikacji zainteresowało broszurą wszystkie swoje Dyrekcje. Trzeba przyznać z dużym uznaniem, iż Ministerstwo Komunikacji chciało tę rzecz u siebie poddać szerszej krytyce, oczywiście mając na celu własne potrzeby. Uwagi te zostały udostępnione P. K. En. Uwagi te pozwolę sobie rozbić na pewne grupy.

Na P. K. P. obowiązują pewne przepisy ogólne co do układania stosów w składach węgla, maksymalny okres leżenia węgla w składzie zależy z jakiego rejonu węgiel pochodzi i jaki sortyment. Poza tym są w opracowaniu dalsze ulepszenia samych składów, w celu większego uodpornienia własności węgla.

Oddział Katowicki T. W. T. w czerwcu 1937 udzielił dużo uwagi w tej broszurze w mojej nieobecności, mianowicie prof. Akademii Górniczej Zalewski poświęcił tym wskazówkom część odczytu. Niestety jest on dzisiaj nieobecny pomimo zaproszenia. Protokół posiedzenia zawiera uwagi w pewnych ogólnych punktach. P. Zalewski wyraził swoje uwagi w następującym ustępie protokołu: „Po wygłoszeniu referatu,

który dołącza się do niniejszego protokołu, p. prof. Zalewski zajął się broszurą inż. Kruszewskiego wydaną nakładem Polskiego Komitetu Energetycznego p. t. „Wskazówki dotyczące długotrwałego przechowywania węgla kamiennego”, wykazując szereg nieścisłości i przeciwieństw w broszurze p. inż. Kruszewskiego. Przyczyną omówienia broszury inż. Kruszewskiego było umieszczenie w broszurze kilku ustępów, zaczepiających metody przechowywania węgla pod ziemią, w których autor broszury radzi zacząć na doświadczenia tej metody uzyskane zagranicą, przypuszczalnie nie wiedząc, że autorem metody przechowywania węgla pod ziemią jest prof. Zalewski”.

Zdaje mi się, iż uwagi te są spowodowane moją wzmianką w broszurze na str. 4. że „Przechowywanie... pod ziemią lub pod wodą rokuje dobre wyniki, zwłaszcza przemysłowych gatunków węgla...”, a na str. 14: „Równoległe pożądane byłoby przeprowadzenie prób przechowywania węgla pod ziemią, zwłaszcza gatunków przemysłowych, w których strata cennych chemiczno-fizycznych własności, np. zdolności koksovania, spadek wydajności gazu i t.p. przy leżeniu na otwartym powietrzu jest poważna. W tym celu należałoby wybrać teren suchy, z wodą podskórną na znacznej głębokości, wykopać na nim kanał, zasypać go węglem i pokryć warstwą ziemi nie przepuszczającą wody i powietrza, na izolacji oddzielającej węgiel od mieszaniny z ziemią, względnie poświęcić na pośrednią stratę przy drobnym węglu powierzchniową jego warstwę. Pożądane byłoby uprzednie zapoznanie się z zagranicą z taką metodą magazynowania węgla”.

O wynikach prób p. Zalewskiego przechowywania węgla pod ziemią protokół głosi: „Moje próby przechowywania węgla pod ziemią przez 4 lata dały doskonałe wyniki: lepiej było, by o tych próbach napisał eksperymentator, a nie p. inż. Kruszewski, który nie był do tego upoważniony”.

Przyznaję, iż nic nie wiedziałem o próbach prof. Zalewskiego, chociaż staram się śledzić za publicystyką i literaturą dotyczącą węgla, zwłaszcza polskiego. Od uwag nad próbami prof. Zalewskiego, ujętymi w protokóle Konferencji Katowickiej wstrzymuję się ze względu na nieobecność p. Zalewskiego, chociaż mam pewne zastrzeżenia.

Przechodzę do uwag do poszczególnych punktów mojej broszury. Będę cytował uwagi tylko krytyczne, pomijając aprobujące.

I. Na otwartym powietrzu.

a — dobór węgla.

p. 1. nie wywołał żadnych uwag.

p. 2. — tutaj p. Zalewski powiada:

„Zaś poszczególne dyrekcje kolejowe uważają go za krepujący m. in. dlatego, iż kolej wymaga dostarczenia węgla, który jest na powierzchni nie dłużej jak 2 miesiące, pomimo że świeży węgiel z chciwością wchłania tlen z powietrza.”

Otóż co do opanowania tych trudności, to wszystko zależy od przeznaczenia węgla. Możliwy ten punkt w broszurze zmienić na krótki: Nie łączyć węgla świeżego z nieświeżym.

p. 3. Żadnych uwag nie wywołał.

b — Urządzenie składu.

p. 1. Zastrzeżeń nie było.

p. 2. Co do operowania węglem łagodnie, dyrekcje kolejowe uważają je za nie wykonalne w składach kolejowych. Otóż duże składy posiadają mechaniczne urządzenia dla masowego obrotu węgla. Nie ulega wątpliwości, iż łagodne operowanie węglem może mu wyjść tylko na dobre.

Co do wskazówki: „Wskazane jest pozostawienie odstępów przeciwpożarowych szerokości najmniej 2 m.” Dyrekcje kolejowe zaznaczają, iż ciasnota nie pozwala na takie odstępy. Ze względów pożarowych jednak jest to pożądane. Jestem za utrzymaniem tego ze zmianą; „co najmniej” na „możliwie nie mniejszej od 2 m.”

p. 3. Żadnych uwag nie wywołał.

p. 4. Pewne wyjaśnienia. Ministerstwo Komunikacji dało wyraźne wskazówki jaka ma być wysokość poszczególnych sortymentów, poszczególnych gatunków.

Kwestia miału. Miałem możność z p. dyr. Raźniewskim mieć do czynienia z miałem węglowym, okazało się, iż uklepanie i utworzenie pewnej skorupy spistej jest rzeczą niezmiernie ważną. Poza tym p. Raźniewski wypowiada się za pokrywaniem zwału papką wapienną.

p. 5. Politechnika Lwowska proponuje stosować figurę stożkową; jest to oczywiście niewygodne. Przy dużych składach i przy długotrwałym leżeniu stosowanie stożka jest niewygodne, albowiem wymaga większego terenu, i dlatego najlepszą jest postać graniastosłupów ściętych.

W tym punkcie 5 w pierwszym zdaniu: węgiel gruby składać można wewnątrz pionowych wymurowanych z możliwie płaskich kawałów tego węgla „— dodałbym: „lub z brykietów” — jeżeli się nimi rozporządza.

Innych zastrzeżeń co do tego punktu nie ma.

p. 6. Dyrekcje kolejowe zaznaczają brak możliwości jego zastosowania w swoich składach. Zależy to jednak od metody rozdawniczej węgla oraz od okresu jak długo węgiel ma leżeć. Ja podałem optymalne warunki.

Poza tym dyrekcje zaznaczają, iż niektóre gatunki węgla mniej odporne starają się składy odrazu wydawać na parowozy aby uniknąć skutków ujemnych.

p. 7. Wobec uwagi p. Zalewskiego o niejasności tego punktu zaznaczam, że chodziło o to, aby nie zsypany z góry całą zawartość czerpaka, jak to się robi przy ładowaniu okrętowym, tylko rozsypywać warstwami. Ponieważ takie ujęcie myśli wywołuje pewne uwagi, dałoby się redakcję poprawić.

p. 8. (str. 3)

P. Zalewski zaznacza, iż zalepianie papką z pyłu węglowego jest wprowadzaniem wilgoci. Jest to jednak obawa płonna, bowiem chodzi o powierzchniową warstwę, gdzie następuje szybkie schnięcie, wilgoć nie jest wysysana, a miał pozostaje w szparach.

Zaznacza p. Zalewski i dyrekcje kolejowe, iż sposób zalepiania gęstą smołą jest kosztowny. Znowu tu powtarzam, iż broszura podaje warunki optymalne, a stopień zastosowania zależy od użytkownika. Jeżeli chodzi o grubsze sortymenty, to odpowiedni dobór płaskościennych kęsów i podmurowanie brykietami sprowadza koszty do minimum.

p. 9. Nie jest wykonalny dla dyrekcji kolejowych, bowiem czekanie na odpowiednie dni do układania w stopy powodowałoby straty w postaci postojowego. Otóż można powiedzieć tylko: jeżeli będziemy stosować się do tego punktu, to tylko zabezpieczymy się od skutków, jest to kwestia kalkulacji strat i zysków, lecz nie osłabia celowości zabiegu.

p. 10. Żadnych uwag nie wywołał. Uważa się ten zabieg za bezwzględnie potrzebny. Dodać tylko można uwagę p. Raźniewskiego, iż należy raczej zrywać miejsca palące się i zalewać. Zrywanie jest sprawą najradkalniejszą.

p. 11. Nie ma żadnych uwag.

p. 12. Politechnika Lwowska dodaje: o ile wystają końce belki ze zwałów. Proponuję dodać na końcu: o ile wystają na zewnątrz ze zwałów.

c. Obsługa składu,

p. 1. Dyrekcje kolejowe zaznaczają, iż w ich warunkach jest to niewykonalne. Jednak ten punkt powinien zostać jako drogowy.

pp. 2 i 3 żadnych zastrzeżeń nie wywołały.

P. Zalewski zaznacza, iż kwestia sygnalizowania za pomocą termometrów jest bardzo kosztowna i że należałoby używać tylko prętów. Zdaniem moim pręt jest zbyt pierwotnym przyrządem. W składach masowych z długotrwałym przechowywaniem węgla wydatek na termometry się opłaca.

P. Zalewski punkt c) zaopatruje następującą uwagę: Wykrywanie miejsca pożaru powonieniem jest zawodne gdyż miejsce wydzielania się gazów spalinowych zależy od kierunku i siły wiatru.

Jednak w uwagach z innych źródeł ten punkt uważany jest za praktyczny, jeżeli bowiem stanie się pod wiatr to gazy dają się odczuć. W każdym razie ten środek jest również do wykorzystania, ponieważ nie każde powonienie jest na to czułe, jednak magazynierzy zdolność tę posiadają.

p. 5, 6 nie ma żadnych uwag.

II. Przechowywanie pod dachem.

p. 1 — 6.

Urządzenie wentylacji wyciągowej w magazynach do usuwania gazów nie jest w zgodzie z p. 1, 6 i 8. Zastrzeżenie p. Zalewskiego uważam za nieporozumienie. Tu nie chodzi o węgiel, a o ludzi, którzy będą wchodzić do zamkniętego składu. Z racji ludzi mówi się o kwestii odprowadzania gazów iż jest pożądane. Uważam, iż dla uniknięcia nieporozumień możnaby dodać w punkcie I: ze względu na bezpieczeństwo obsługi.

III. Przechowywanie w gazach obojętnych oraz pod ziemią lub pod wodą. Wzmianka o przechowywaniu węgla pod ziemią była wyżej omówiona.

Następnie do omówienia są uwagi do „Objaśnień do wskazówek”.

Politechnika Lwowska zwraca się z życzeniem konkretnego sprecyzowania co to jest krytyczna temperatura samozapłonu, tym bardziej iż są rozmaite tego określenia. Pozwolę sobie odczytać moją odpowiedź: „Krytyczna temperatura

samożgrzania jest punktem zwrotnym ku szybkiemu podnoszeniu się temperatury węgla, w porównaniu z poprzednim stadium spokojnego utleniania się. Niepowstrzymany tu wzrost temperatury doprowadza do samozapłonu węgla t. j. do krytycznej temperatury samozapalenia i wreszcie do pożaru, t. j. ciągłego procesu palenia się.

Każdy gatunek węgla ma swoistą jedną i drugą temperaturę krytyczną, to też w literaturze spotykamy dość duże ich różnice. Temperatura samozgrzania waha się w granicach 50 — 65 — 85°C i nieco wyżej (Robert J. Snelling Philadelphia, Betriebsblatt N. 6/36 Archiv f. Warmewirtschaft). Podane na str. 5 broszury temperatury samozapłonu (zaczątkowe) określone zostały w specjalnym piecu samozapłonowym Buriana, którego podstawą jest kąpiel parafinowa. Opis i wyniki podaje dr. Wilhelm Glud w swej książce „Handbuch der Kokerei” t. I, str. 59/60.

Inne źródła podają wyższe temperatury samozapłonu nawet dla polskiego miału węglowego (16 prób z różnych kopalń trzech zagłębi w Chemicznym Instytucie Badawczym). Jednak ostrożność pożarowa nie pozwoliła mi na doradzenie wyższych temperatur”.

lb. Urządzenie składu.

1. Ma wątpliwości prof. Ochęduszek: „Jest prawdą, że wilgoć sprzyja utlenianiu węgla, jednakowoż para wodna działa tylko jako katalizator, t. zn. ilość jej nie odgrywa zasadniczej roli. Jeżeli chodzi o utlenianie, to wystarcza para wodna zawarta w powietrzu i para uzyskana przez częściowe wyparowanie wilgoci paliwa.

Wilgoć zawarta w magazynowanym paliwie ma swoje dobre i złe strony. Dobre są: zwiększenie przewodnictwa cieplnego skupienia węglowego, a tym samym szybkości odprowadzania ciepła od węgla do ziemi. Wady wilgotnego podłoża są: zwiększenie wilgoci paliwa i ewentualne zanieczyszczenie paliwa składnikami ziemi (błoto), co obniża wartość opałową paliwa”.

Na to pozwoliłem sobie odpowiedzieć: „Poza wspomnianym działaniem katalitycznym woda działa czysto fizycznie a) więc rozsądzać kawałki węgla (mechanicznie) przy nagrzewaniu się i zamarzaniu powiększa powierzchnię utleniania, b) wilgoć odparowuje z porów węgla, które wchłania natomiast powietrze. Dodać można, że w razie pożaru nadmiar wilgoci podsyca go, tworząc łatwopalny gaz wodny”.

p. 6. Na końcu uwaga Politechniki Lwowskiej co do zwalniania pracy (zasypowej) wydaje mi się nieporozumieniem.

Do końca broszury zastrzeżeń nie ma.

Omówiłem zatem wszystkie uwagi zgłoszone i poruszone poza mną uwagi i proszę o poddanie całości pod dyskusję.

Przewodniczący p. Siwicki: Będziemy prowadzić dyskusję, punkt za punktem, jak to robił prelegent.

P. Raźniewski: Pewne generalne uwagi. Ja te rzeczy znam, byłem w kontakcie z p. Kruszkowskim. Przy dalszym opracowywaniu uważam, iż należałoby rozbić wskazówki stosownie do trzech wielkości składów: małych, średnich i wielkich, bowiem nie we wszystkich składach występują te same trudności, przy małych składach nie ma obawy zatrucia obsługi. Nie wiem, w jakiej formie to uczynić, uważam jednak iż byłoby pożądane zrobienie tego odróżnienia.

P. Kossuth: Uważam również, iż przy ponownym wydaniu należałoby stosownie do propozycji p. Raźniewskiego zrobić rozróżnienie odnośnie wielkości składów.

P. Przew.: Przyjmujemy do wiadomości. Przechodzimy do poszczególnych punktów: p. I, — a, — 1, — 2.

P. Kossuth: Może poinformuję Panów o tym, co było zrobione dla innych celów, chodzi o wydzielanie metanu z węgla — doświadczenia Cybulskiego. Doświadczenia dały w wyniku to, iż utlenianie świeżego węgla jest ogromne, ale nadzwyczaj krótkie, trwa kilkanaście godzin do paru dni. Jeżeli weźmiemy produkcję, to zazwyczaj świeży węgiel leży pewien czas na kopalni. Tak więc dodatkowego przewietrzania węgla nie potrzeba. Dlatego sądzę, iż należałoby skreślić przewietrzanie.

P. Kruszkowski: Uwagę tę zanotowałem.

P. Kossuth: Jabym skreślił i słowa: „nie łączyć węgla świeżego z nieswieżym”, jako nie mające racji bytu.

P. Kruszkowski: Spotykałem na składach duże różnice czasu składanych we wspólnym zwale dostaw węgla. Chodzi o to, aby węgiel świeży przychodzący nie był łączony z już leżącym. Przy krótkim okresie czasu nie ma to zresztą znaczenia, dopiero przy dłuższym.

P. Jakóbkiewicz: Chcę zapytać, czy nie zachodzi tu nieporozumienie. Węgiel przychodzi ten, który długo leżał na zwałach, który nie jest świeży w sensie wydobycia

z kopalni. Jeżeli weźmiemy czas, w którym węgiel przychodzi od momentu wywiezienia z przodku, to zdąży już przewietrzyć się czy więc doświadczenie p. Cybulskiego ma jakiegokolwiek znaczenie praktyczne poza teoretycznym? Mam wrażenie, że przy większych masach nie ma istotnego znaczenia. P. Kruszewski nie bierze tutaj pod uwagę szybkości przywiezienia pewnych partij, czy też ma tylko na względzie jakość tego węgla, który wcześniej był wydobyty w kopalni.

P. Kruszewski: Chcę stanąć na gruncie praktycznym. W składnicy świeżym jest węgiel nie według swego wydobywania a nadejścia.

P. Kossuth: Może leżeć na zwale przeszło  $\frac{1}{2}$  roku.

P. Kruszewski: Chodzi o to, aby nie zsypywać na jeden zwal.

P. Kossuth: Bardzo łatwo dojdziemy do porozumienia. Chodzi o to, aby sortować węgiel według kopalni.

P. Kruszewski: Możemy dodać: „nie mieszać węgla z różnych kopalni”.

P. Przew.: punkt 1 — b — 2. Jest zastrzeżenie dyrekcji kolejowych.

P. Raźniewski: Wszystko jedno, 2 m to jest mało. Trudno, jak nie ma miejsca, to zostawia się nawet i pół metra, ale 2 m to jest pewne minimum.

P. Kossuth: Trzeba zostawić tak jak jest.

P. Przew.: Redakcja pozostaje bez zmian, przechodzimy do p. 1 — b — 4. Była uwaga p. Raźniewskiego co do uklepywania miału.

P. Raźniewski: Sprawa miału wielokrotnie była dyskutowana. Miałem sposobność praktycznie zająć się tą sprawą; w bardzo dużych zwałach, mało jest możliwości samozapalenia miału. W małych zwałach jest gorzej, bo jest możliwość samozapalenia.

P. Kossuth: W niektórych miejscach zupełnie odrębnie traktowane jest przechowywanie sortymentów grubych i miału. Jakkolwiek cel ten sam, droga do osiągnięcia jest różna. Kwestia miału ma znaczenie znacznie szersze.

Przy miałe radzi p. Kruszewski, aby go starannie ubić. Otóż różne są sposoby, aby miał ten był ubity i nie było szczelin. Na jednej kopalni sypie się miał warstwami 1 m i zwykły walec drogowy ubija. Na drugich sypie się miał na duże wysokości i z góry ubija się walcem, poczem zbocza do połowy wysokości są oblewane smołą. Trzecia metoda polega na zastosowaniu wody. Gdy woda odcieknie, wówczas nie ma szczelin dla dostępu powietrza. Inne sposoby są stosowane w Niemczech dla miału koksowego; uwalcowywa się pewne partie i te partie zakrapia się smołą. Jest to sposób drogi. Różnymi sposobami można dojść do uszczelniania.

P. Kruszewski: Przy zastosowaniu wody, na jakim podłożu się to odbywało i jak długo węgiel trwał?

P. Kossuth: Kilka lat. Na łące.

P. Kruszewski: To zależy od rodzaju miału. Mam trochę wątpliwości co do stosowania tego sposobu przy naszym miałe. Smołowanie do połowy wysokości zwału uważam za celowe. Poruszana była sprawa, czy pozostawić miał naturalnemu zsypaniu, czy też trochę mniej pochylić, aby nie wytwarzały się bruzdy.

P. Raźniewski: Ten sposób z wodą jest analogiczny z podsadzkami płynnymi. Nie nasuwa to wątpliwości. Co do nachylenia, to uważam, iż jednak zlągodzenie ma duże znaczenie. Przy normalnym nachyleniu woda idzie ostro i robi bruzdy. Kwestia redakcyjna: Byłoby dobrze bardzo drobne gatunki wyodrębnić w przyszłości w specjalne punkty.

P. Przew.: Prosiłbym o sprecyzowanie, czy Panowie uważają za wskazane umieszczenie tego rodzaju uwag w tych wskazówkach, czy też tylko przyjmujemy do wiadomości, aby w przyszłych pracach mieć to na oku.

Głos: Można by podać osobno.

P. Kossuth: Nie stawiam wniosku. Pragnę tylko, aby węgiel dobrze składować.

P. Raźniewski: Byłbym za tym, aby podać magazynowanie wielkich ilości węgla Nr. 1, a Nr. 2 — miału.

P. Przew.: Broszura dzieliłaby się na: węgiel gruby i drobny, oraz na przechowywanie średnich i drobnych ilości.

P. Kruszewski: Pod koniec można pomówić na ten temat.

P. Jakóbkiewicz: Ja myślę, iż potrzebne będzie drugie wydanie tej broszury, można ją uzupełnić i przerobić.

P. Przew.: To jest rzecz redakcyjna. Może omówimy ją później. Przechodzimy do punktu 6 na str. 2.

P. Raźniewski: Koleje oponują przeciwko temu z powodu swoich potrzeb. Trzeba jednak we wskazówkach dać sposób dobry.

P. Przew.: Punkt 7. Jest uwaga p. Zalewskiego. Ten punkt w broszurze jest jasny.

P. Kossuth: Przy drobnym węglu byłoby pewne ułatwienie, można bez żadnych obaw tak rozsypywać.

P. Raźniewski: Miał należy zsypywać z góry, od strony południowej, zrobić spadek zlągodzony i iść ku północy — jeżeli się będzie walcować. Jeżeli się nie będzie walcować, to robić stożek wysoki i posuwać się ku północy.

P. Kossuth: To pojęcie: warstwami poziomymi — może być niejasno rozumiane. Czy to ma być rzucane łopata, czy ma być 1 m grubości?

P. Kruszewski: Tu chodzi o mechaniczną obsługę.

P. Kossuth. Mechanicznie można nasypać warstwą i 2 m, czy to będzie warstwa pozioma. Trzeba to wyjaśnić, albo skreślić.

P. Przew.: Jest to kwestia natury redakcyjnej. Punkt 8 str. 3.

P. Kossuth: To jest rzecz kosztów. Nie wiem, czy te sposoby są dla grubych kawałków. Nie ulega kwestii, iż zawsze jest lepiej, gdy nie ma szczelin ale to jest nieosiągalne przy grubych kawałkach.

P. Kruszewski: Zawsze z grubym węglu idą drobne odłupane kawałki, które grożą w zwale niebezpieczeństwem. W tym kierunku podane są różne środki zaradcze, a wybór zależy od kwestii finansowej.

P. Kossuth: Proponowałbym tutaj wydzielić miał.

P. Raźniewski: Drobne gatunki.

P. Kossuth: Używam tutaj określenia w znaczeniu technicznym.

P. Przew.: Punkt 9. Są uwagi kolei, iż nie mogą się stosować do tego przy przeladunku.

P. Raźniewski: Co innego, iż to sprawia kłopoty.

P. Kruszewski: To powinniśmy zostawić jako cel.

P. Kossuth: Gdyby ten punkt pozostawić dla składów drobnych w piwnicach i średnich, to możnaby życiowo to wykonywać. Przy wielkich składach...

P. Przew.: Dla dużych składów nie pisz o tym. Punkt 10. Była uwaga o zalewaniu lub zrywaniu.

P. Raźniewski: Mam wrażenie iż możnaby zrobić oszczędność.

P. Kossuth: Proponuję, aby tego zalecenia przy urządzaniu składów nie dawać. Należy par force propagować hydranty. Zamiast tego proponuję, aby przy obsłudze składów dać paragraf o pożarach i sposobach walki z nimi.

P. Kruszewski: To jest w wyjaśnieniach. Możliwość raczej z wyjaśnieniami przemieścić tutaj.

P. Przewodniczący: Punkty 11 i 12.

P. Raźniewski: Praktyka daje nam pewne zjawiska. Do nich musimy dorobić teorię. Przekonał się, iż kawałki drzewa, będące w zwałach węgla, zwęglały się, a przy szynach, słupach żelaznych mamy zawsze popiół. Pochodzi to stąd, iż zawsze mamy między węglu a tymi słupami pewną pustą przestrzeń, która jest przewodnikiem powietrza. Jeżeli jest ciąg powietrza, to następuje nagrzewanie. Chodzi o to, aby nic nie było w środku. To jest rzecz bardzo ważna. Mam wrażenie, iż najlepszy tu byłby beton, gdyby zachodziła potrzeba, bowiem żelazo, węgiel i woda tworzą elektrolizę.

P. Kruszewski: Dlatego dodaję tu: osłanianie betonem. Tutaj możnaby uzupełnić, „o ile znajdują się na zewnątrz zwału”.

P. Raźniewski: Zwłaszcza dotyczy to węgla miałkiego i drobnego.

P. Ochędusko: W punkcie 11 zbyteczne jest słowo: „promieniujących” źródeł ciepła.

P. Przew.: C. Obsługa składu. Jest uwaga p. Zalewskiego, aby używać tylko prętów.

P. Kossuth: Nie wchodzi w to, czy miałyby być pręty, czy termometr, ja wolę termometr, ale trzeba zważyć, iż ten wsadzony termometr będzie luźnym. Gdy będziemy wsadzać pręt, to będziemy niszczyć ubicie.

P. Raźniewski: Ja przyłączam się do zdania p. Kossutha. Wzmianka o powonieniu jest bardzo dobra. Trudno: jedni je mają, inni nie. Trzeba używać ludzi, którzy mają to powonienie. Jeżeli jest wsadzona jakaś rura, to musi być zamknięta u dołu i u góry zakorkowana.

P. Ochędusko: Przy użyciu rury o małej średnicy odpadają zastrzeżenia. Kawałki węgla do małej rury zawsze będą lepiej przylegać.

P. Kossuth: Tutaj średnica rury nie ma znaczenia. Przy zsypaniu się kawałków, zawsze jeden kawałek zachodzi na drugi, przez to wytwarza się naturalna droga dla powietrza.

P. Kruszeński: Jeżeli termometry są za drogie, oczywiście nie należy rzekać się używania pretów. Zimą topniejący śnieg w tych miejscach jest sygnałem.

P. Raźniewski: Przy małe rury należałoby eliminować.

P. Ochędusko: Odwrotnie.

P. Raźniewski: Zwał liczy 6 m, jest ubity. Wsadzenie pretu tylko psuje. Przy grubych i średnich gatunkach nie ma to znaczenia. Przy małe szkodzi.

P. Makowski: Miał będzie zbity, pomiędzy grubymi kawałkami pozostają szczeliny, po których powietrze kursuje. Czy będzie rurka, czy nie, nie będzie to stanowiło różnicy.

P. Raźniewski: Jeżeli jest gruby, to nie ma niebezpieczeństwa. Jeżeli jest gruby i potłuczony — pospółka, to orientowanie się przy pomocy rurek ma znaczenie. Rurkę z miału precz, a zostawić w gatunkach średnich w orzechu. Zwał porządnie ubity z wapnem nie przedstawia żadnego niebezpieczeństwa. Jeżeli nawet coś się zagrzeje, to ubić, połać wapnem, wszystko się zdusi.

P. Kossuth: W zwalchach z miałem musimy liczyć się z tym, iż węgiel się zagrzewa, ale potem ostygnie. Jeżeli jednak podniesie się do 50°, to trzeba przystąpić do zaradzenia. Jestem głęboko przekonany, iż do zwalów miału termometry są niepotrzebne.

P. Raźniewski: Wchodząc do termometrów, psuje się powierzchnię.

P. Przew.: Tę kwestię dobrze rozważymy. Punkt 5. str. 4.

P. Kossuth: Proponuje się, iż jeżeli temperatura podniesie się do 65°, to zwał należy rozwalać. Uważam to za przedwczesne. Wystarczy parę kubłów wapna.

P. Raźniewski: Przede wszystkim przy drobnych gatunkach najlepiej zalewać mieszanką wapienną.

P. Kossuth: Chodzi o wyraz: „usuwać”. Usuwanie — to jest ostateczna decyzja.

P. Kruszeński: Przede wszystkim trzeba zwał taki poddawać nieprzerwanej obserwacji, bowiem ośrodki tego gorąca mogą się przesuwać na coraz to inne miejsca. Nie sama temperatura decyduje, ale chodzi o jej zmiany.

P. Kossuth: Może by po „oziębiać” dodać „zalewać wodą, wapnem i w razie potrzeby usuwać”. Tutaj woda nie koniecznie musi być pod ciśnieniem, czasem i kubeł wody wystarczy.

P. Kruszeński: Były wypadki wybuchu. Chodzi o to, aby były odpowiednie urządzenia.

P. Kossuth: Moje uwagi prosiłbym nie uważać za krytykę tekstu, chodzi mi tylko o dobre zrozumienie.

P. Przew.: Rozdział II. Przechowywanie pod dachem.

P. Kossuth. W uwagach p. Zalewskiego jedna rzecz jest słuszna, iż wentylator urządzony w dachu nie usunie CO<sub>2</sub>.

P. Raźniewski: Z piwnic nie usunie się gazu bez sztucznego wyciągu.

P. Ochędusko: Może uzupełnić słowami „ze względu na niebezpieczeństwo obsługi?”.

P. Kruszeński: Miałem na celu piwnice.

P. Raźniewski: Trzeba to wyjaśnić.

P. Przew.: Rozdział III. Przechowywanie w gazach obojętnych. Tu były uwagi p. Zalewskiego.

P. Raźniewski: Istotnie p. Zalewski odpowiednio próbował. Ale p. Kruszeński zaczerpnął o tym dane z innego źródła.

P. Przew.: Wyniki doświadczenia p. Zalewskiego nie były opublikowane? Szkoda, iż p. Zalewskiego nie ma, bo to by ułatwiło dyskusję.

P. Kruszeński: Sprawa przechowywania węgla pod ziemią znana mi jest z literatury zagranicznej. Warto by ją szerzej wypróbować, bo jest to sposób rokujący dobre wyniki.

P. Przew.: Przeszliśmy więc wszystkie punkty wskazówek. Pozostają tylko objaśnienia.

P. Ochędusko: Chciałbym zwrócić uwagę na pewną nieścisłość pomiędzy tym, co prelegent nazywa temperaturą samozapłonu, a tym, co nazywa Instytut Chemiczny jak i prof. Czyżewski. Może to w broszurze uda się uzgodnić. — Teraz rola wilgoci. Wodę używa się do gaszenia pożaru. Z drugiej strony woda sprzyja pożarowi. Można powiedzieć, iż woda jest tu katalizatorem, pewnego rodzaju zarzewiem do pobudzania czynności chemicznych. Słuszna jest uwaga p. Kruszeńskiego, iż duża zawartość wody w składzie w po-

rze zimowej jest niekorzystna i szkodliwa. Otóż tutaj może chodzić o wodę deszczową, która jest wodą destylowaną i ma zdolności wchłaniania większych ilości tlenu. Możliwe, iż zabieranie tego tlenu z atmosfery jest szkodliwe.

P. Raźniewski: Ta sprawa nie jest jasna. Przy drobnym węglu mamy to zjawisko, iż spadł deszcz, słońce zagrzało — i następuje zapalenie. Tu jest pole do wyświetlenia tego zjawiska pod względem naukowym, jakie są głębsze jego przyczyny.

P. Ochędusko: Należy raczej kłaść to na karb parowania, jeżeli byłoby widać unoszące się opary.

Z wodą jest sprawa tego rodzaju: Węgiel podsuszony zawiera pewne ilości wody 2—3%. Ta woda tkwi w porach. Dla usunięcia tej wody potrzeba dość wysokiej temperatury. Jeżeli jest tylko woda higroskopijna to nie widzę złego wpływu. Tylko woda w większej ilości jest zębna. Powinno być podłożo takie, aby woda mogła spływać.

P. Kruszeński: Woda deszczowa padając zabiera ze sobą cząsteczki powietrza, to ma znaczenie. Niewątpliwie należy unikać terenów wilgotnych.

P. Ochędusko: Na str. 8 jest zdanie: Taki czworobok wypełnia się kawałkami węgla o figurze nieprawidłowej. Jak to rozumieć?

P. Kruszeński: Kiedy wytworzy się mur z kęsów możliwie płaskich, to później nie zwraca się uwagi na kształt węgla układanego w środku jednak tego samego sortymentu.

P. Raźniewski: Słowo „figurze” poponuję zamienić na „kształcie”. Są punkty, które należy wygładzić. Str. 11 punkt 5 — trzeba dopasować co do wapna.

P. Makowski: Na stronie 13 jest ustęp: „Wiadomo już z badań geologiczno-chemicznych, że warunki tektoniczne powstawania węgla w zagłębiu polskim powikłały układ pokładów pierwotnej masy węglowej o tyle, że w niektórych stratygraficznych grupach spotyka się pokłady o różnej jakości węgla. Stąd też w niektórych kopalniach trafiają się warstwy węgla, nieoczekiwane w grupowym układzie pokładów”. Proponuję to wszystko skreślić. Wiemy, iż w tym samym pokładzie spotyka się często węgiel rozmaitych gatunków. Co do przyczyn, to są one sporne. W następnym zdaniu zamiast: w każdej kopalni, powinno być raczej: „w każdym pokładzie.”

P. Przew.: W jakiej postaci wydać poprawione wskazówki?

P. Raźniewski. Czy ma być drugie wydanie? Przychyliam się do wniosku p. Kossutha, tylko trzeba by przerehabilitować w tym sensie, aby wyodrębnić miał i zupełnie drobne gatunki. Następnie trzeba by powiedzieć, jakie punkty mają zastosowanie do składów małych, średnich i dużych. Można by przerabiać całe broszury, podałbym ogólne zasady, a potem dałbym nowy rozdział, gdzieby można było objaśnić różnice przechowywania węgla w różnego typu składach.

To może być jedno rozwiązanie.

P. Jakóbkiwicz: Bardziej przejrzystą byłaby forma rozwinięcia jednej formy za drugą. W razie potrzeby ktoś by zatrzymał się na części ogólnej, inny zaś sięgnąłby do następnych. To zależy od potrzeby.

P. Przew.: To się wszystko rozważą.

P. Raźniewski: W każdym razie musi być nowe wydanie broszury.

P. Kruszeński: Czy zachodzi potrzeba drugiego wydania ze strony użytkownika?

P. Wojtczak: Dla wojska byłoby najwłaściwiej, aby przedstawić to w formie instrukcji: jak w najogólniejszych ramach obchodzić się z miałem, a jak z innymi gatunkami węgla.

P. Ochędusko: Może zostawić na początku wskazówki ogólne, a zamiast objaśnień dać wskazówki szczegółowe.

P. Kruszeński: Objasnienia zawierają uzasadnienie.

P. Raźniewski: Wiele jest nieporozumień odnośnie kaloryczności węgla. Poszczególne kopalnie wprowadzają różne próby, ale nie zawsze je podają. Może przy pomocy składów węglowych prywatnych i państwowych udało się przeprowadzić odpowiednie próby. Trzeba tylko człowieka, któryby pobrał węgiel, zrobił analizy w odpowiednim miejscu przechował i w ciągu kilku lat robił badania.

P. Przew.: W tezach, które były poprzednio uchwalone był wniosek o potrzebie stworzenia kopalni doświadczalnej; co do wydania ponownego tej broszury to sądzę, że kwestie finansowe nie będą stały tu na przeszkodzie. Nikt z Panów nie przemawiał przeciwko potrzebie ponownego wydania. Uważam przeto, iż Panowie zgadzają się na to.

P. Makowski: Na stronie 14 i 15 mówi się o próbach przechowywania węgla pod ziemią oraz pod wodą. Jeżeli

w zimie stworzy się lód, to jak wówczas wydobywać ten węgiel? W ciepłych miesiącach sprawa ta nie przedstawia żadnych trudności.

P. Raźniewski: W Anglii od wielu lat węgiel zatapia się w morzu.

P. Kruszewski: To wszystko jest wysunięte hypotetycznie. Nie jestem tego zwolennikiem. Pod ziemią były u nas próby, ale przechowywania węgla pod wodą nie próbowano.

P. Raźniewski: Przechowywanie węgla pod wodą może być zupełnie dobre na południu kraju, w centralnym okręgu przemysłowym. Za wyjątkiem zimy r. 1929 nie mamy zbyt wielkich mrozów i może trudno byłoby wydobywać węgiel spod wody w ciągu 2-ch, 3-ch miesięcy. Można by zrobić doświadczenie w okręgu radomskim.

P. Wojtczak: Dla potrzeb wojska należałoby stosować wszystkie trzy sposoby. W miesiącach mroźnych możnaby się posługiwać składami naziemnymi lub podziemnymi.

P. Przew.: Włosi zakupili węgiel w Polsce i zatopili go, co prawda warunki klimatyczne są tam inne, ale na północy Włoch bardzo często są mrozy.

P. Kruszewski: Trzeba zobaczyć co się robi gdzieś indziej.

P. Wojtczak: Czy celowym byłoby podanie wskazówek odnośnie magazynowania koksu?

P. Kruszewski: Sprawę tę trzeba by oddzielnie potraktować.

Na tym posiedzenie zakończono.

### Posiedzenie z dnia 19.XII.1938 r.

Przewodniczący Komisji inż. Kruszewski otwierając posiedzenie, wyraża pragnienie aby referat jego wywołał dyskusję, porusza bowiem sprawę racjonalnego użytkowania węgla kamiennego dosyć aktualną dla świata producentów i odbiorców węgla. Przewodnictwo obejmuje p. Dyr. Swierczewski, poczem p. inż. Kruszewski wygłasza swój referat p. t. „O racjonalnym użytkowaniu węgla kamiennego“).

Przewodniczący: dziękuje referentowi i otwiera dyskusję.

P. Piwoński zauważa, iż jeśli chodzi o uregulowanie w sprzedaży tego co nie jest materiałem opałowem, a co węgiel w szerokich granicach zawiera, sprawa ta w Polsce nie rozwinęła się jeszcze. Jednak, dla kupującego węgla nie jest rzeczą obojętną czy będzie on miał 3 czy 4<sup>o</sup>/<sub>o</sub> czy kilkanaście <sup>o</sup>/<sub>o</sub> popiołu. W praktyce mówcy udało się raz zaledwie, kiedy chodziło o kupno koksu, uzyskać zależność ceny od zawartości w koksie popiołu ponad pewną zawartość procentową. Za każdy procent popiołu w cenie dawano zniżkę 1/2 <sup>o</sup>/<sub>o</sub> i to na kopalni, a transport został bez zmian.

Przewodniczący opisuje trudności znalezienia drogi do porozumienia się z kopalnią dostarczającą węgiel. W jednym tylko wypadku, kiedy dowiódł, że dostarczono dla gazowni węgiel opałowemu zamiast gazowego, uzyskał zwrot należności w stosunku do ilości węgla, jaki dostał się do gazowni. A pozatem o jakimś określeniu ilości wody, ilości popiołu w węglu nikt nie chciał słuchać. W czasie wojny spotkał się mówca w laboratorium magistratu z węglem, który miał 40<sup>o</sup>/<sub>o</sub> części mineralnych i ten węgiel sprzedawano po tej samej cenie, jak węgiel np. Saturna, który daleki jest od tego procentu. Więc ta rzecz, którą przedstawił nam prelegent, ma olbrzymią wartość z tego względu, że dostawczy się do wiadomości odpowiednich sfer z tej strony nastąpi nacisk, aby raz w końcu metoda, którą się posługują sprzedawcy, szczególnie w stosunku do przemysłu, a później i w stosunku do centralnego ogrzewania i gospodarstwa domowego, aby dotychczasowa metoda zmieniała się w kierunku sprzedaży racjonalnej i dla konsumenta.

Inż. Felsz komunikuje, że ma zamiar zająć się poruszoną sprawą w specjalnym odczynie; na razie pragnie podkreślić, że chodzi o ugrupowanie kopalń według wartości opałowem wydobywanego węgla. Taka klasyfikacja w pewnym zakresie istnieje. Są już 3 klasy A, B, C i 6 kategorii.

Tymi kategoriami operują koncerny. Nie wiadomo jak one się podzieliły, a jaka może być stąd korzyść dla spóżywców. Kolej dzieli kopalnie na 5 kategorii według wartości opałowem. Kolej tak gospodaruje węglem, jak prelegent wspomniał, mianowicie, że najbardziej wartościowe węgle śląskie idą do Dyrekcji Wileńskiej i innych na dłuższe dystanse. Tego rodzaju gospodaraka winna być wytyczoną dla całego handlu węglem. Jak zastosować tę politykę? Mówca przypuszcza, że sami właściciele kopalń, żeby zbyć swój węgiel łatwiej, będą go zbywać na Kresy Wschodnie, żądając cenę 50 — 60 zł. za tonę w Wilnie za węgiel, który ma 8 000 kcal, a nie za posiadający 5 000 kcal. Gorszy węgiel lepiej spalić na samej kopalni lub w okolicy. Otóż jeżeli kopalnia, wysyłająca ten węgiel, nie trzyma się tej zasady, czy temu się przeciwdziała? Zdaniem mówcy, Państwo winno to ująć w swoje ręce w ten sposób, że pewne kopalnie, które zaliczają się do wysokiej kategorii, otrzymują rynek zbytu za Bugiem i przed Bugiem nie będą mogły wysyłać. Warszawa musi mieć węgiel również wysokowartościowy. Otóż jeżeli same biura rozsprzedają węgla tej zasady nie przeprowadzają, winno to wziąć w ręce Państwo. Ta sprawa winna być ujęta w jakieś rzy. Oczywiście najlepiej byłoby, żeby automatycznie sami sprzedawcy sprowadzali na dalekie mety węgiel wysokowartościowy.

Druga rzecz, czy u nas na tony rozchodzi się węgiel. Przypuszczam, że to jest wina i samego aparatu handlowego. Np. Wspólnota Interesów zorganizowała punkt sprzedaży węgla w miejscowości gdzie chłopci używali wyłącznie drewno a węgiel był dla nich niedostępny. Później sprzedaż ta została zaniechana, bo traktowano ją po amatorsku jako dobroczynność, ale to się po 2 latach sprzykrzyło. Rozprzedaż szła jednak bardzo dobrze i do dziś dnia chłopci z tej miejscowości żałują, że węgla nie mogą nabywać, bo mieli i blisko i tanio. Mogła Wspólnota Interesów tanio sprzedawać, bo miała dojazdówkę, z której nikt inny korzystać nie mógł. Ale niechby sprzedawali trochę drożej, przypuszczam, że sprawa szłaby. To że chłopci mało kupują jest winą aparatu handlowego.

Przewodniczący przytacza przykład z mroźnego roku 1928/29 kiedy gazownia warszawska dostawała węgiel z kopalni nie ten, który chciała mieć, tylko jaki podobalo się kopalni przysłać. Gazownia przestała brać ten węgiel, żądając stanowczo węgla lepszego. W końcu, na skutek interwencji Ministra Spraw Wewnętrznych, a następnie aż Premiera dostarczono gazowni właściwy węgiel, lecz z zawartością 10 — 12<sup>o</sup>/<sub>o</sub> popiołu; zlewał się on na ruszcie tak, że obniżał temperaturę generatorów, a to wpływało na obniżenie temperatury pieców destylacyjnych.

P. Langrod pragnie zwrócić uwagę na następujące fakty. Jeżeli uwzględnimy węgiel jaki się sprzedaje to statystycznie wypada, że wartość opałowem ma 8000. Wówczas dla pewnego zakładu otrzymujemy częstotliwość danej wartości. Jeżeli natomiast weźmiemy paliwo właściwe i po oddzieleniu części mineralne, to dodatnie właściwości uwytłniają się silniej, największa częstotliwość jest daleko większa, rdzeń jest daleko krótszy, tak że paliwo właściwe daleko lepiej charakteryzuje dany węgiel. Pochodzi to stąd, że ilość wody i popiołu jest bardzo zmienna i w danej kopalni bardzo chwiejna. Dlatego mówca zapytuje, czy nie należy jako słusne przy badaniu metod klasyfikacji uwzględnić więcej statystycznych badań paliwa właściwego.

Inż. Kruszewski zaznacza, że gdy był w Wilnie, zaglądał do składów węgla: tam były wszystkie gatunki. Co do tego, że jest potrzeba tego rodzaju wglądu w gospodarce energetycznej, to niewątpliwie, tylko ta gospodarka winna być szerzej ujęta, musiałaby być energetyczna gospodaraka kierowana. Tu chodzi o kwestię właściwego rozdziału i właściwego użytkowania. W niektórych państwach istnieją już organa właściwego rozdziału i właściwej gospodarki energetycznej. W innych — rolę tę spełniają właściwe instytucje wyniki badań których są przyjmowane jako coś wiążącego. Prelegent przypuszcza, że i u nas dojdzie do tego, że będzie nadzór nad całą gospodarce energetyczną. Lecz trzeba do tej sprawy podchodzić bardzo umiejętnie, bowiem jest niełatwa. Zaś co do sprawy, czy oprzeć się tylko na kaloryczności, sądzą, że obok tego musi być analiza, bo sama kaloryczność nie mówi bezpośrednio o zawartości popiołu i wody. W gospodarce normalnej, gdzie jeszcze nie stać nie tylko na kalorymetrię ale i na całą analizę, sądzą, że na pierwszym miejscu stoi kwestia wartości opałowem, nawet nie ciepła spalania; coraz częściej spotyka się w analizach obie wartości cieplne.

\*) Ogłoszony na 1-ej stronie tego zeszytu „Spr. i Prac PKEŃ“.

Poza tym Prelegent dziękuje za otrzymane uwagi, zaznacza, jako przewodniczący Komisji Węglowej, że jest w nadziei kilka jeszcze analogicznych tematów, do których nie długo Komisja wróci. Przeważnie staramy się tutaj omówić kwestię użytkowania węgla. Natomiast jeżeli chodzi o sam węgiel, będzie on raczej omawiany w samym zagłębiu węglowym, bo łatwiej i o prelegenta i jest tam bardziej zainteresowane środowisko.

## POŁĄCZONE KOMISJE TORFU I DREWNA ORAZ GOSPODARKI ELEKTRYCZNEJ

Protokół posiedzenia z dnia 12.III. 1938 r.

Obecni pp.: Altenberg, Czaplicki, Ender, Fle-scharowa, Forbert, W. Günther, Hempel, Kazubski, Kowalski, Krzyżkiewicz, Mierzejewski, Nowicki, Obrąpalski, Podoski, Preisner, Sienkowski, Siwicki, Swierczewski, Stefanowski, Tołłoczko, Turczynowicz, Wielowieyski, Wójcik, Zieliński.

Po zagajeniu zebrania przez p. prof. Turczynowicza wygłosił p. dyr. Mierzejewski referat na temat budowy elektrowni na torfie w Brześciu n/B.

Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja, w której zabierali głos pp.: inż. Tołłoczko, prof. Turczynowicz, inż. Krzyżkiewicz, dyr. Altenberg, dyr. Obrąpalski, prof. Czaplicki, inż. Nowicki, dyr. Swierczewski oraz prelegent dyr. Mierzejewski.

W dyskusji wielokrotnie zabierał głos p. inż. Tołłoczko, którego wywody można streścić w następujących punktach:

1. Użytkowanie torfu dla celów energetycznych nie dało zadawalających rezultatów w szeregu krajów jak: Rosja, Niemcy, Dania.
2. Torf charakteryzuje się szeregiem cech ujemnych.
3. Badania nad torfem dotyczące metod wydobycia, spalania i t. p. winny być systematycznie prowadzone w oparciu o poważny obiekt o znacznych zapasach torfu, przy czym nie można urządzać elektrowni na torfowisku, w odległości aż 20 km od niego.
4. Rentowność opalania elektrowni Brzeskiej torfem staje wobec powyższego pod znakiem zapytania.

Zdaniem prof. Turczynowicza ostatnie wyniki badań nad torfem nie następują powodów do pesymizmu, tym bardziej zaś należy przeprowadzić próby z wytwarzaniem elektryczności przede wszystkim drogą gazowania torfu, że należy tu uwzględnić ważny moment obrony kraju. Większych obiektów torfowych nie brak na Polesiu, między innymi mówca przytacza dla przykładu wielkie torfowisko Hącza. Według dzisiejszego stanu wiedzy wystarcza na 1 kWh tylko 1,3 kg torfu.

P. inż. Krzyżkiewicz wypowiada się za gazyfikacją torfu, podkreślając jednak, że wobec braku badań w tym kierunku należałoby doświadczenia rozpocząć od prób spalania pod kotłami. Mówca zaznacza, że według doświadczeń, poczynionych w kraju, silniki gazowe mogą pracować zarówno na gaz mocny jak i słaby, który pozyskujemy z torfu.

P. dyr. Altenberg zaleca ostrożność w szacowaniu okresu czasu, na jaki wystarczy zapasów torfu, gdyż liczyć się należy z przyrostem zapotrzebowania, co spowoduje szybsze wyczerpanie się zasobów torfowiska niż to preliminowano.

Według p. dyr. Obrąpalskiego technika spalania gazu z torfu dla wytwarzania elektryczności nie nastęca dziś żadnych trudności, jednak cyfra 1,3 kg torfu na 1 kWh wydaje się za niska. Badania nad torfem zdaniem mówcy należy koniecznie prowadzić, dążąc jednocześnie do stworzenia pewnych zapasów na wypadek wojny. W czasie pokoju należałoby jednak stosować węgiel.

P. prof. Czaplicki wypowiada się za prowadzeniem badań nad torfem tylko na wielką skalę, gdyż jego zdaniem zamierzenia elektrowni w Brześciu są minimalne i właściwie nie dadzą zadawalających rezultatów.

P. inż. Nowicki wyjaśnia, że sprawa elektrowni na torf w Brześciu nie przedstawia specjalnie zbyt ry-

zykowego eksperymentu, gdyż cała próba polega na zainstalowaniu nowego kotła. Ważnym natomiast jest eksperyment z dostawą torfu na znaczną odległość ok. 20 km.

P. dyr. Swierczewski dzieli się z zebranymi swymi spostrzeżeniami poczynionymi w Niemczech, gdzie zabrano się ponownie do systematycznych badań nad torfem. U nas wobec zawodu, jaki nam sprawił węgiel brunatny wyłania się konieczność urządzenia stacji badawczej nad torfem.

Po zamknięciu dyskusji p. dyr. Mierzejewski udzielił wyjaśnień, podnosząc że:

1. Badania nad torfem jako paliwem są niezbędne.
2. Warunki eksperymentu w Brześciu są oparte na realnych podstawach obliczeń, przewidujących zwiększone zużycie energii elektrycznej.
3. Próby w Brześciu będą przeprowadzane bez uszczerbku dla opłacalności przedsiębiorstwa.

Na tym przewodniczący prof. Turczynowicz zamknął posiedzenie, dając wyraz pogładowi, że zebranie jednogłośnie stwierdziło potrzebę prowadzenia badań nad torfem jako paliwem, które może znaleźć zastosowanie w elektrowniach, należy jednak uprzednio zbadać torfowiska pod względem nie tylko zasobów, lecz i jakości torfu.

## KOMISJA WODNA

Protokół posiedzenia z dn. 23.III. 1939 r.

Obecni: Przewodniczący prof. dr. Pomianowski, Członkowie: Inż. Herbich, inż. Ferch, inż. Smoleński, prof. Wójcicki, inż. Konopka, inż. Żmigrodzki.

Zebranie zagaił Przewodniczący Komisji Wodnej PKE<sub>n</sub> prof. K. Pomianowski, na którego wniosek obecni uczcili pamięć ś. p. inż. J. Puzyny, członka K. W. PKE<sub>n</sub>.

- 1) Odczytano i przyjęto protokół poprzedniego posiedzenia K. W. PKE<sub>n</sub> z dn. 26.II.1938 r.
- 2) Inż. H. Herbich złożył sprawozdanie z 10 posiedzenia Komitetu Wykonawczego Międzynarodowej Komisji Wysokich Zapór, odbytego w dn. 25 sierpnia 1938 r. w Wiedniu\*).
- 3) Odnośnie rozszerzenia zakresu działalności Komitetów Międzynarodowych, rozszerzenie szersze zostało uznane za korzystne i wskazane.
- 4) Przyjęto do wiadomości program III-go Kongresu Wysokich Zapór, który będzie obejmował 4 tematy:
  - a. krytyczne wyniki z obserwacji pomiarowych, dotyczących wyporu i naprężeń w zaporze,
  - b. urządzenia możliwie najnowsze dla przeciwdziałania tworzeniu się przerw w zaporach ziemnych,
  - c. fundamentowanie zapór,
  - d. nauka wynikająca z użytkowania metod studiów i zastosowania cementu specjalnego do wysokich zapór.
- 5) Postanowiono zgłosić ze strony Polski dwa referaty na III Kongres Wysokich Zapór, mianowicie jeden odnośnie tematu „a” i jeden odnośnie tematu „c”.
- 6) Odnośnie zagadnień, dotyczących zapór ziemnych, uznano, że na zapytanie Komitetu Międzynarodowego w powyższej sprawie nie można udzielić należytej odpowiedzi, z uwagi na brak tak wszelkich obserwacji, jak i samych zapór ziemnych w Polsce o odpowiednich rozmiarach.
- 7) Skład osobowy Komitetu Polskiego ustalono jak następuje: Przewodniczący: Prof. dr. K. Pomianowski, członkowie: inż. S. Ferch, inż. H. Herbich, prof. M. Huber, inż. A. Konopka, prof. M. Matakiewicz, inż. M. Prokopowicz, dyr. E. Romański, prof. R. Rosłoński, inż. J. Skrzyński, inż. S. Śliwiński, inż. S. Smoleński, prof. K. Wójcicki, inż. Z. Żmigrodzki.

\*) Podane dalej jako załącznik.

## 8) Program prac na rok 1939:

Przewodniczący prof. P o m i a n o w s k i przedstawił korzystne możliwości uzyskania na Wiśle pod Włocławkiem energii elektrycznej (350 000 000 kWh rocznie, przy instalowanej mocy 50 000 kW i piętrzeniu 7,5 m) przy jednoczesnej budowie zakładu pompowego dla pokrycia szczytów, wskazując również na możliwości uzyskania 2 600 000 000 kWh przy wykorzystaniu Wisły na odcinku Sandomierz—Włocławek. Prof. Pomianowski postawił wniosek na przeprowadzenie odpowiedniego studium i opracowanie kosztorysu zakładu wodno-elektrycznego na Wiśle pod Włocławkiem łącznie z zakładem pompowym.

Inż. Herbich zwrócił uwagę na kolosalne braki w produkcji energii, na jej wielki głód oraz na konieczność dostosowania programu do potrzeb i postawił wniosek na rozszerzenie studium na wyzyskanie energii całej Wisły.

W związku z powyższym Komisja Wodna doszła do wniosku, że należy przeznaczyć odpowiednią kwotę na opracowanie projektów wstępnych i kosztorysów zakładu we Włocławku, wraz z zakładem pompowym, łącznie z ramowym projektem kanalizacji Wisły.

**Załącznik do protokołu posiedzenia Komisji Wodnej  
z dn. 23.III.1939 r.**

**Sprawozdanie inż. H. Herbicha z 10 posiedzenia Komitetu Wykonawczego Międzynarodowej Komisji Wysokich Zapor odbytego w dn. 25 sierpnia 1938 r. w Wiedniu.**

Pod przewodnictwem prezesa Mario Giandotti wzięło w posiedzeniu 40 delegatów z 17 państw.

Po kilku słowach powitania przez przewodniczącego posiedzenia oraz delegata Ministra Rolnictwa Rzeszy na wstępie zaakceptowano protokół posiedzenia ubiegłego roku z Paryża.

Następnie załatwiono szereg spraw administracyjnych a mianowicie:

1. Przyjęto do wiadomości zgłoszenie do Międzynarodowej Komisji Wysokich Zapor dalszych państw jak: Bułgarii, Portugalii, Brazylii i Argentyny.

2. Na miejsce ustępującego po 3 letniej kadencji przewodniczącego Komisji p. Reicha z Niemiec — przewodniczący zaproponował delegata z Norwegii — co zostało przez aklamację przyjęte. Nazwisko osoby poda Komitet Norweski później w drodze pisemnej.

3) Sekretarz generalny komisji p. M. Aubert złożył szczegółowe sprawozdanie finansowe z którego wynika, że z powodu dewaluacji franka francuskiego zarówno w normalnym budżecie 1937 r. jak i w budżecie II Kongresu powstały deficyty o łącznej sumie 107 744 fr. fr.

Deficyt ten pokryty będzie w budżecie 1938 r. gdzie składki członkowskie są ustalone na podstawie decyzji Komitetu Wykonawczego z 1937 r. w Paryżu — w funtach angielskich po 15 £ od 5 000 mieszkańców (t. zn. mówiąc nawiasem na Polskę przypada 90 £ rocznie). Budżet 1938 r. opiewał na sumę 1290 £ i miał być zrównoważony.

4. W części technicznej posiedzenia dyskutowano głównie w sprawie programu III Kongresu Wysokich Zapor.

Sprawa ta omawiana była początkowo na posiedzeniu Komitetu Wykonawczego w 1937 r. w Paryżu i wówczas postanowiono drogą ankiety rozesłać poraz wtóry szereg tematów do poszczególnych Narodowych Komitetów Energetycz-

nych. Odpowiedzi jakie nadeszły od Komitetów — wykazały zgodność co do treści tematu nr 1 i nr 3. Natomiast na obecnym posiedzeniu odbyła się dość ożywiona dyskusja nad tekstem tematów.

W wyniku dyskusji i głosowania przyjęto następujący tekst 1-go i 3-go tematu na III Kongres:

*Z działu zapór ciężkich.*

I. „Krytyczne wyniki z obserwacji pomiarowych dotyczących wyporu i naprężeń w zaporze” (exposé critique des mesures de sous — pressions et de pression dans un barrage).

*Z działu zapór ziemnych.*

III. „Urządzenia możliwie najnowsze dla przeciwdziałania tworzeniu się kanalików” („Disposition les plus récentes pour empêcher la formation des renards”).

W sprawie tematu nr 2 to przewodniczący zakomunikował iż na podstawie ankiety rozpisanej między Narodowymi Komitetami Energetycznymi wysnuły się dwie alternatywy:

*Z działu wysokich zapór.*

a) „obliczanie i sprawdzanie doświadczalne zapór łukowych” i b) „Fundamentowanie zapór”.

W wyniku dłuższej dyskusji wybrano jako temat nr 2 „Fundamentowanie Zapor” („Fondation des Barrages”) bez ograniczenia tego tematu zarówno co do wyboru typu zapory tj. ciężkiej czy ziemnej lub z narzutu itd. jak i sposobów fundowania, jednym słowem pozostawiono ten temat w najogólniejszej formie.

*Z działu cementu specjalnego.*

IV. Czwarty i ostatni temat na III Kongres zarezerwowany został przez uprzednie uchwały Komitetu Wykonawczego dla Podkomisji Cementowej.

Przewodniczący tej Podkomisji, p. Hellstrom zaproponował temat, który został zaakceptowany, a mianowicie: „Nauka wynikająca z użytkowania metod studiów i zastosowania cementu specjalnego do wysokich zapór”. (Enseignements resultant de l'utilisation des methodes d'essai et de l'emploi des ciments speciaux pour grands barrages”).

Jednocześnie zostało zalecone, by temat ten obejmował następujące punkty: a) doświadczenie z zastosowania cementu specjalnego przepisane przez Podkomisję prowizorycznym raportem na II Kongresie w 1936 r.; b) Plusy i minusy przy zastosowaniu cementu specjalnego w porównaniu ze zwykłym cementem; c) Jak to porównanie wygląda szczególnie pod kątem widzenia powstawania rys? d) Zagadnienie czasu trwania wiązania betonu a w związku z tym zagadnienie szybkości betonowania, f) Kwestia uziarnienia cementu i tp.

Następnie sekretarz generalny p. Aubert przedstawił szereg tematów, które wysuwają poszczególne komitety, a które wobec nie wejścia ich do programu III Kongresu będą przedmiotem dyskusji dla ich umieszczenia na następnym kongresie.

1. Określenie wymiarów przelewów, upustów i ujęć wody przy zaporach.

2. Kolmatacja zbiorników.

3. Poza tym zostały ustalone terminy III-go i IV-go Kongresu Wysokich Zapor na 1940 i 1942 r. przyczem ten najbliższy odbędzie się w Berlinie łącznie z częściową Światową Konferencją Energetyczną, tj. w czerwcu 1940 r.

4. Podkomisja terminologiczna kończy swe prace i teksty angielski, niemiecki, włoski, hiszpański, amerykański są na ukończeniu a francuski jest już gotów.

Na tym posiedzeniu zamknięto.

Adres Redakcji i Administracji „Sprawozdań i Prac PKE<sup>n</sup>”:  
Warszawa, ul. Elektoralna 2, telefon 624-55.  
Redakcja otwarta codziennie od godz. 10 do 12-ej.

P. K. O. 14.252

Cena rocznika Zł. 10. —

Cena zeszytu Zł. 2.50

Wydawca: **Polski Komitet Energetyczny**

Redaktor **Inż. Kazimierz Siwicki** — Sekretarz Generalny P. K. En.

Druk „Bagatela” (właśc. M. Twardowski). Tel. 9-40-99.

# SILNIKI ASYNCHRONICZNE

Nasza produkcja silników asynchronicznych obejmuje wszelkie rodzaje wykonania, pokrywając zapotrzebowanie na nowoczesny napęd elektryczny

## PTE

**POLSKIE TOWARZYSTWO ELEKTRYCZNE**

SPÓŁKA AKCYJNA

Zarząd: Warszawa, Marszałkowska 137, tel. 5-70-40

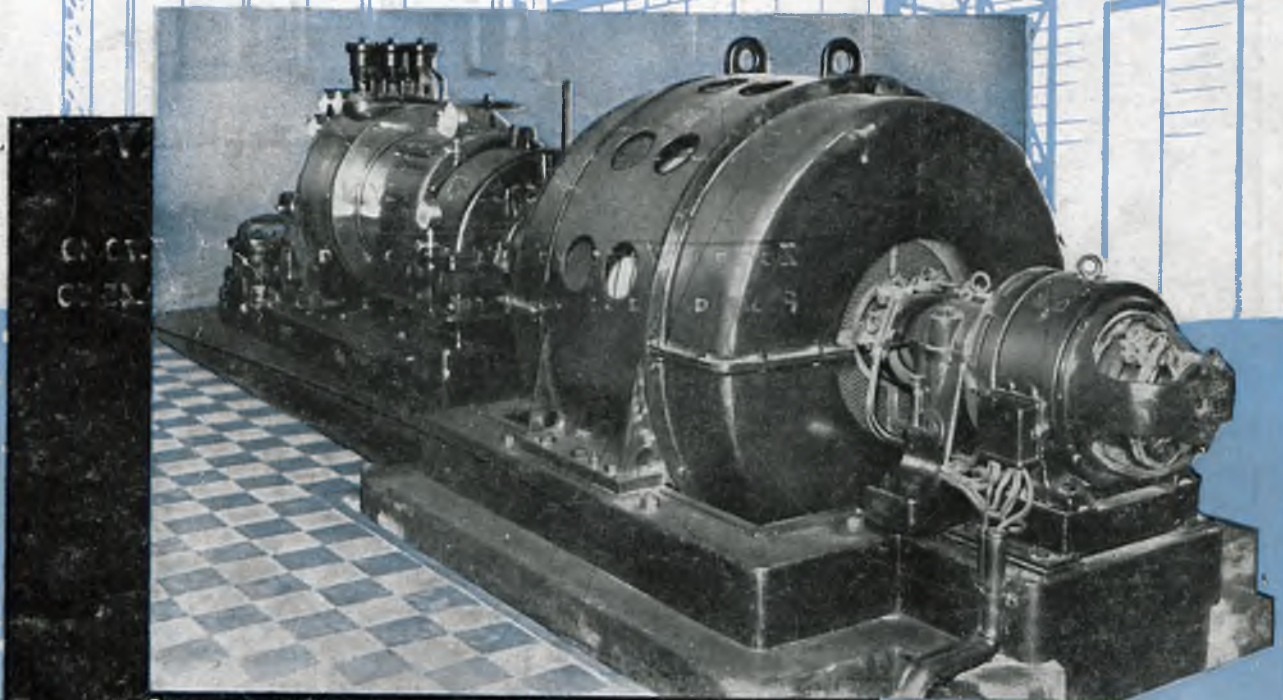
Fabryka: Warszawa, Terespolska 46/48, tel. 10-45-50



*Silniki pionowe, zwarte dwuklatkowe do napędu wirówek.  
Zdjęcie przedstawia grupę silników wirówkowych z częściowej dostawy dla jednego z naszych klientów.*



# Pierwszy wykonany całkowicie w Polsce turbogenerator.



Generator trójfazowy do napędu turbiną parową  
700 kVA, 3150 V, 1500 obr./min. wykonany przez  
fabrykę w Żychlinie dla elektrowni w Krzemieńcu.

# ROHN-ZIELIŃSKI

B R O W N B O V E R I