

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XVIII.

1 Stycznia 1936 r.

Zeszyt 1.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Królewska 15, tel. 690-23.

A. Kühn. Kilka słów w sprawie elektryfikacji Warszawy i jej okolic. — Dyskusja. — G. Sokolnicki. W sprawie elektryfikacji Warszawy i okolic. — Wywiad z p. Prezydentem Starzyńskim. — W. Szwander. Elektryfikacja Warszawy i innych wielkich miast w świetle cyfr. — W. Szwander. Wytoczne budowy i eksploatacji miejskich sieci. — Sprawozdanie z Międzynarodowej Konferencji wielkich sieci. K. Drewnowski. — Deklaracja Międzynarodowego Komitetu Miar. — Szkolnictwo elektrotechniczne w Polsce. G. Hensel. — **Dział prawny.** — **Przeгляд czasopism.** — Uprawnienia. — SEP. Przepisy na przyłączenia urządzeń do sieci. — **Bibliografja.** — Różne.

## Kilka słów w sprawie elektryfikacji Warszawy i jej okolic \*)

Inż. A. Kühn

Prezes Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Szanowni Państwo! Od chwili kiedy na terenie Warszawy rozgorzała niejako walka pomiędzy Zarządem Miejskim a Elektrownią Warszawską, sprawa elektryczności stała się bardzo popularna i ogół zaczął się nią zajmować. My elektrycy — specjalnie pod tym względem zainteresowani, nietylko mamy prawo, ale i obowiązek zająć się zagadnieniem elektryfikacji Warszawy. Aby móc rzucić pewne myśli, trzeba jednak sięgnąć nieco wstecz do początku elektryfikacji na terenie Warszawy.

Działo się to przed laty 33-ema, kiedy zawdzięczając walce, jaka istniała między Zarządem Miejskim a Gazownią, walce ze strony Tow. Gazowego o przedłużenie koncesji gazowej, a ze strony Zarządu Miejskiego o złagodzenie bardzo uciążliwych warunków ówczesnej koncesji gazowej, powstała myśl, aby stworzyć konkurencję dla gazu i zająć się wprowadzeniem w Warszawie elektryczności. Zakrzętnięto się około wyszukania koncesjonariusza, któryby podjął zadanie budowy i eksploatacji elektrowni. Koncesjonariuszem setało się Tow. Schuckert i S-ka, z którym zawarto umowę w r. 1902 na okres 35-u lat, do dnia 11 stycznia 1937 r. W r. 1903 powstała elektrownia tymczasowa, a w 1904 r. właściwa, przewidziana kontraktem. Składała się ona z 3-ch maszyn parowych tłokowych z których dwie były po 1 000 KM i jedna 500 KM, o napięciu, jak na owe czasy bardzo wysokim, bo 5 250 woltów. Niewielka moc tych maszyn świadczy o tem, jak skromnie była wyposażona elektrownia i jak nieprzygotowana do dalszego rozwoju, z którym Towarzystwo się nie liczyło. Jeżeli zważymy, że cena za kilowatogodzinę ustalona była na 30.5 kop., co obecnie odpowiada cenie 1½ Zł., dalej, że wówczas nie było lampek żarowych o drucie metalowym, a były tylko węglówki, które zużywały po 3½ wata na świecę, to możemy stwierdzić, że wówczas koszt oświetlenia elektrycznego odpowiadał cenie za kWh około 5 zł., czyli był 10 razy wyższy, aniżeli obecnie. Były to ceny, przy których elektrownia w Warszawie rozpoczęła funkcjonowanie. Oczywiście oświetlenie elektryczne było luksusem, dostępnym tylko dla najzamożniejszych i z tego powodu, jeżeli chodzi o oświetlenie, to elektrownia spotkała się z przyjęciem życzliwym tylko w szczupłym gronie najzamożniejszych. Żywsze zainteresowa-

nie okazały sfery, pracujące w dziedzinie przemysłu drobnego i rzemiosła, a to ze względu na zastosowanie elektryczności do motorków. Zastosowanie to było bardzo poważne, wskutek czego rozwój elektryfikacji rzemiosła posuwał się szybko naprzód, tak iż wkrótce okazała się potrzeba rozszerzenia elektrowni i postawienia nowej maszyny. Powstała wówczas wielka kwestja, co postawić, czy maszynę tłokową, czy turbinę. Zwyciężyła po długich rozważaniach turbina.

Jeżeli o tem wszystkim wspominam, to poto, aby podkreślić wielkie zmiany, jakie zaszły w tym 30-letnim okresie od powstania Elektrowni Warszawskiej. Przytoczę jeszcze — cofając się wstecz — jeden moment, który świadczy o dziewiczości ówczesnej elektryczności, a który w dzisiejszych warunkach wydawać się może nawet humorystycznym. Otóż przed 30 laty istniały przepisy prawne, które mówiły, że z chwilą zainstalowania jakiegobądź silnika, instytucja, w której został on zainstalowany, staje się fabryką. A więc tam, gdzie miał być silnik elektryczny — miała być fabryka; wszystkie zatem przepisy, dotyczące fabryki, musiały być stosowane do takiej instytucji. Badano ją bardzo skrupulatnie i szczegółowo; schodziła specjalna komisja, składająca się z lekarza, architekta, inżyniera, kapitana straży ogniowej, inspektora fabrycznego, komisarza policji, wreszcie z przedstawiciela władz miejskich. Ogółem przychodziło 6 — 7 osób dla zbadania instytucji, w której zainstalowano niewielki motor elektryczny do jakiegoś warsztatu rzemieślniczego. Potrzeba tak licznych komisji wynikała z przepisów prawnych. Był to przepis prawny, z którym trudno było sobie dać radę, a na to, aby go zmienić, trzeba było zwracać się aż do władz w Petersburgu, które bardzo niechętnie zgadzały się na zmiany. W tym czasie, na szczęście dentyści zaczęli wprowadzać motorki elektryczne o mocy 1/40 KM. Powstało pytanie, czy to jest fabryka, czy nie jest fabryka. Ostatecznie ustalono, że trudno gabinet dentystryczny nazwać fabryką i że w takich przypadkach niewiele mają do powiedzenia: budowniczy, inżynier, kapitan straży ogniowej, inspektor fabryczny i t. d. Wzięto to jako argument i wszczęto w Petersburgu starania o zmianę przepisu; po długich staraniach, debatach i naradach, zastosowano w przepisie pewne odchylenie, a mianowicie, że zainstalowanie motorka o mocy do 2 KM nie nadaje zakładowi charakteru fabryki i nie wymaga zwoływania specjalnych komisji. Od tego momentu zaczął się

\*) Odczyt, wygłoszony w Oddziale Warszawskim Stowarzyszenia Elektryków Polskich w dniu 5 listopada 1935 r.

znacznym rozwoju w stosowaniu drobnych silników elektrycznych, a wytwórczość elektrowni zaczęła szybko wzrastać.

Jeżeli chodzi o stanowisko naszego koncesjonariusza, którym, jak mówiłem przedtem, była f. Schuckert i S-ka, a następnie Francuska Sp. Elektrowni Warszawskiej, to trzeba powiedzieć, że koncesjonariusz ten wogóle wykazał bardzo słabą ruchliwość i bardzo małe zainteresowanie w dziedzinie rozwoju elektrowni. Unikał on wszelkich okazji, któreby mu nakazywały rozszerzenie elektrowni. Taką okazją, która mu się nadarzała, była chwila, kiedy powstawały w Warszawie w r. 1908 tramwaje elektryczne. Zastanawiano się wtedy, czy można dla tramwajów uzyskać prąd z Elektrowni Warszawskiej, czy też trzeba będzie budować własną elektrownię. Ze strony koncesjonariusza zainteresowanie było dosyć umiarkowane, a podyktowana przez niego cena prądu nie wytrzymywała kalkulacji. Mimo więc, że elektrownia powinna była wykorzystywać ten moment i mogła się wówczas rozszerzyć — zbudowano własną tramwajową elektrownię. To był pierwszy moment, który należy — że tak powiem — zaliczyć do win koncesjonariusza. Elektrownia się wtedy nie rozbudowała i nie przyjęła tego nowego dość poważnego konsumenta, jakim były tramwaje elektryczne.

Następnie przechodzę do r. 1916. — Granice Warszawy były wówczas szczuplejsze i dopiero w tym roku zostały one znacznie rozszerzone. W owym czasie na przedmieściach Warszawy, a więc w Mokotowie i na Czystym, które wówczas stanowiły odrębne gminy, istniały własne elektrownie. Elektrownia Warszawska nie interesowała się wówczas sprawą elektryfikowania terenów poza granicami Warszawy, uważając to za nierentujące się. Elektrownie podmiejskie były bardzo niewielkie, niewłaściwie zaprojektowane, na niewłaściwych miejscach pobudowane i wystarczające z wielkim trudem na zaspokojenie lokalnych potrzeb gm. Czyste, czy gm. Mokotów. Z chwilą kiedy granice Warszawy w r. 1916 zostały przez władze okupacyjne niemieckie rozszerzone, gminy te zostały włączone do Wielkiej Warszawy i wtedy powstała kwestja, co zrobić z temi elektrowniami. Po długich debatach zgodziła się Elektrownia Warsz. przyłączyć Mokotów. Co się tyczy Czystego, to już przedtem wskutek słabego zainteresowania ze strony Elektrowni Warszawskiej mała gminna elektrownia przeistaczać się zaczęła w Okręgową Elektrownię Pruszkowską. Tym historycznym faktom przypisać należy, że dziś na terenie, obsługiwanym przez Elektrownię Warszawską, mamy ogółem 120 woltów napięcia użytkowego, z wyjątkiem Mokotowa, który ma 220 woltów, bo takie było napięcie poprzedniej lokalnej elektrowni.

Oporna przeciw rozszerzaniu elektrowni polityka koncesjonariusza sprawiła, że obecnie na terenie Warszawy posiadamy trzy jednostki: 1) Elektrownię Warszawską, 2) elektrownię tramwajową i 3) elektrownię okręgową Pruszkowską, obejmującą zachodni kraniec miasta. Z punktu widzenia elektryfikacyjnego jest to stanowczo szkodliwe i należy to zmienić jaknajprędzej. Przytem należy się liczyć także z tym faktem, że jeżeli chodzi o wschód, t. zn. o prawy brzeg Wisły, to on nie został dotychczas zelektryfikowany poza granicami Pragi. Są tam tylko drobne elektrownie lokalne, ale właściwego zaopatrzenia ludności w elektryczność niema. Spotykamy się z takim zjawiskiem, że gminy, położone blisko Warszawy, np. taka gmina Wawer, chce wprowadzić elektryczność, lecz nie może tego zrobić, bo niema w tej chwili możliwości zagadnienia tego rozwiązać. Elektrownia Warszawska nie ma uprawnień do wyjścia poza granice Wielkiej Warszawy, a Pruszkowska także ich nie otrzymała. Trudno, aby Wawer stawił własną elek-

rownię. Jest to zbyt duży i mało produkcyjny wydatek, na który gminę nie stać. W tej samej sytuacji jest także Rembertów i szereg innych miejscowości, położonych na prawym brzegu Wisły. Zagadnienie zelektryfikowania prawego brzegu Wisły dopóty nie będzie rozwiązane należyście, dopóki sprawa elektryfikacji Warszawy i okolic nie będzie w całokształcie rozważona zasadniczo. Z pośród działających na terenie Warszawy elektrowni największą jest t. zw. Elektrownia Warszawska, zaopatrująca miasto w granicach Wielkiej Warszawy, z wyjątkiem zachodniego krańca, obsługiwanego przez Okr. Elektrownię w Pruszkowie. Elektrownia Warsz. posiada swoją centralę przy ul. Leszczyńskiej nad Wisłą, w punkcie, który uniemożliwia dalszą jej rozbudowę. Jeżeli spojrzymy na cyfry, to widzimy, że dzisiejsza Elektrownia Warszawska ma 57 900 kW zainstalowanych. W roku ubiegłym, w grudniu szczytowe obciążenie wynosiło 34 400 kW. Jeżeli teraz ustalimy, że przyrost wynosi jakies 10% rocznie, przynajmniej tak wynosił on w ostatnich latach, to będzie przybywało rocznie około 3—4 000 kW szczytowego obciążenia. Do tego trzeba wziąć pod uwagę, że przeprowadzane są prace nad elektryfikacją Węzła Kolejowego Warszawskiego, co ma być zrobione przez uzyskanie prądu z Elektrowni Warsz. i Pruszkowskiej łącznie, przy zapotrzebowaniu około 25 000 kW obciążenia. Wobec tego, że dzisiejsza Elektrownia Warszawska właściwie nie jest w stanie przyjąć tego obciążenia ze strony Węzła Kolejowego Warszawskiego, musi się więc ją odpowiednio rozszerzyć w ciągu najbliższych lat. Dla węzła potrzeba około 12 000 kW. Dodając do tego przyrost roczny 3—4 000 kW, otrzymamy po dwóch latach wzrost obciążenia o 20 000 kW, czyli szczytowe obciążenie w 1937 r. wyniesie ogółem 54 400 kW. Przy dzisiejszej zatem mocy elektrowni zostalibyśmy zupełnie bez rezerw. Jest zatem niezbędne zwiększenie natychmiastowe mocy o 25—30 000 kW, co starczy znów zaledwie na parę lat. Dalszy bowiem przyrost obciążenia nakaże myśleć o ponownem rozszerzeniu Elektrowni już za 2 do 3 lat. Zastrzegam się, że przyjmuję przyrost zaledwie 10% rocznie. Gdyby ten przyrost obciążenia był wyższy, co jest bardzo prawdopodobne, to tempo rozszerzania elektrowni należałoby jeszcze przyspieszyć. Jeżeli chodzi o Elektrownię Warsz., przy ul. Leszczyńskiej, to istnieje możliwość postawienia jeszcze drugiego zespołu o mocy 25—30 000 kW. W razie dalszego przyrostu obciążenia jest wyklucone, aby można myśleć o dalszem jej rozszerzaniu. Muszę jednocześnie zaznaczyć, że istnieje silna tendencja, aby elektrowni przy Leszczyńskiej nie powiększać. Przeciwno rozbudowie jej protestują mieszkańcy Powiśla, którzy od początku istnienia Państwa uważają, że dzielnica ta jest traktowana przez miasto po macoszemu i chcą dostąpić zaszczytu, aby Powiśle mogło być czasem zaliczone do najpiękniejszych dzielnic miasta.

Kwestja zatem pobudowania nowej elektrowni dla Warszawy i zelektryfikowania jej okolic jest sprawą bardzo pilną i ważną, bo jeżeli następnej grupy maszyn nie będziemy już na ul. Leszczyńskiej mogli stawiać, to za 3—4 lata wyniknie konieczność posiadania już innej elektrowni, któraby dalsze obciążenia na terenie Warszawy mogła przyjąć. Na to zaś, aby za lat 3 czy 4 posiadać w innym miejscu poza granicami Warszawy nową elektrownię, najwyższy jest czas myśleć o tem już teraz. Może ktoś zarzucić mi, że, mówiąc o Elektrowni Warszawskiej i zaopatrzeniu Warszawy i okolic, pominąłem sprawę Okręg. Elektrowni Pruszkowskiej, która przecież pracuje równoległe do Elektrowni Warsz. i w pewnym stopniu ją odciąża. Sądzę jednak, że się nie omyłem, gdy powiem, że Elektrownia Pruszkowska ma również zahamowany rozwój, znajduje się bowiem w niebardzo korzystnem miejscu i niema odpo-

wiednich warunków lokalnych do rozwoju. Grozę sytuacji łagodzi nieco fakt, że dla zelektryfikowania Węzła Kolejowego Warszawskiego elektrownie Warszawska i Pruszkowska będą połączone, dzięki czemu można będzie zmniejszyć posiadane w tej chwili przez Elektrownię Warszawską i Pruszkowską rezerwy. Pozwoli to może na rolę czy dwa odsunąć konieczność dalszej rozbudowy obu elektrowni. Mimo to sprawa budowy nowej elektrowni dla zaspokojenia potrzeb dzisiejszej Warszawy i jej okolic pozostanie bardzo ważną i bardzo pilną.

Jak już zaznaczałem, mamy obecnie aż trzy elektrownie: 1) Warszawską, 2) tramwajową, 3) Pruszkowską. Okolice, położone na prawym brzegu Wisły, nie są zelektryfikowane. Dla ich obsłużenia nie powinna powstać nowa elektrownia, któraby tylko te miejscowości zelektryfikowała. Niewątpliwie należy to załatwić inaczej. Należy pomyśleć, aby sprawę elektryfikacji Warszawy i jej okolic ująć ogólnie i bardziej jednolicie. Można przytem podnieść kwestję zasilania Warszawy zapomocą linii dalekosiężnych z innych elektrowni. Jest to zagadnienie bardzo ciekawe i w bardzo dużym stopniu może ulżyć sprawie elektryfikacji Warszawy, ale nie jest do pomyslenia, aby Warszawa mogła opierać na tem całości zapotrzebowania energii elektrycznej. Musi być elektrownia na miejscu, któraby wytwarzała dostateczną ilość energii elektrycznej. Może więc tylko być mowa o rezerwach z linii dalekosiężnych.

W całości jest swym zagadnieniem jest skomplikowane. W dzisiejszym stanie rzeczy rozwiązanie tego zagadnienia jest ponadto dosyć trudne jeszcze i z prawnego punktu widzenia. Jeżeli chodzi o Elektrownię Warsz., to wiemy, że istnieje sekwestr sądowy, wiemy, że jest sprawa sądowa, która niewiadomo, kiedy i jak się skończy. Dalej wiemy, że mamy datę 11.I.1937 r., kiedy upływa termin umowy koncesyjnej. Od tej daty dzieli nas tylko 14 miesięcy czasu. Trudno więc jest dziś przystąpić do szkicowania programu rozwojowego, gdy jesteśmy w przededniu zmiany gospodarza elektrowni. Zaznaczyć przytem muszę, że chociaż na podstawie umowy koncesja z dniem 11.I. 1937 r. wygasa, koncesjonariusz dąży do jej przedłużenia. Pod względem więc prawnym sytuacja jest w tej chwili zawiłana.

Następnie, jeżeli chodzi o rozwój elektryfikacji na terenie samej Warszawy, to w dzisiejszym stanie rzeczy zachodzą wielkie przeszkody i innej natury. Największą przeszkodą jest sprawa taryfy. Wszyscy ją znamy. Taryfa dla ogółu odbiorców jest mało zrozumiała. Abonent zdany jest na solidność elektrowni lub solidność swego doradcy technicznego. Sam nie orientuje się, co to jest przypuszczalne najwyższe obciążenie oraz poco potrzebne to jest do obrachunku. Wynika cały szereg nieporozumień i tego nie można uniknąć. Taryfa jest dwuczłonowa. Składa się ze stałej opłaty, która jest uzależniona od zadeklarowanego najwyższego obciążenia i z opłaty za zużycie. Jak wiemy, poza oświetleniem i zużyciem elektryczności do motorów mamy jeszcze kwestję grzejnictwa. Grzejnictwo wtedy tylko ma rację bytu, gdy energia jest tania. Warszawska taryfa nie przewiduje stawek dla energii do grzejnictwa.

Prócz tego zainstalowanie grzejnika podwyższa maksimum obciążenia, a więc podraża stałą opłatę. Zatem system warszawskiej taryfy nie pozwala liczyć na rozpozyczenie się grzejnictwa elektrycznego. Niezbędna jest zmiana taryfy. W obecnej prawnej sytuacji zmiana taryfy jest utrudniona. Dziwić się należy, że koncesjonariusz nie potrafił wcześniej zająć się tem zagadnieniem i przeprowadzić zmianę taryfy. W obecnych naszych warunkach, gdy wszystkie władze są na miejscu, zarówno miejskie jak i pań-

stwowe, taryfa przy dobrem umotywowaniu ze strony koncesjonariusza mogła być zmieniona ku zadowoleniu i mieszkańców i elektrowni, a odbiór energii elektrycznej znacznieby wzrósł.

Jeżeli globalnie popatrzeć na potrzeby Warszawy i okolic, to, chcąc sprecyzować liczbowo zapotrzebowanie dla nowej wielkiej elektrowni, należy przyjąć, że elektrownia taka będzie obsługiwać około 2 milj. mieszkańców zarówno stolicy, jak i okolic, że zapotrzebowanie na mieszkańca wynosić będzie conajmniej około 150 kWh rocznie, że zatem ogólne zapotrzebowanie równać się będzie 300 milj. kWh rocznie. Jest to liczba trzykrotnie większa od dzisiejszej, a mimo to jest skromną, jeżeli zważyć, że na Zachodzie zużycie elektryczności na mieszkańca jest dużo wyższe, aniżeli 150 kWh. Dodając na straty w sieci 50 milj. kWh, otrzymamy wytwórczość przyszłej elektrowni dochodzącą do 350 milj. kWh. Licząc 3000 godzin rocznie pracy przy szczytowym obciążeniu, otrzymamy ok. 120 000 kW mocy, a z rezerwami ok. 180 000 kW, czyli około 3 razy więcej, aniżeli moc obecnej Elektrowni Warszawskiej. Elektrownia Warsz. i Pruszkowska dają razem połowę tego, a nawet mniej, niż połowę (głos z sali: bez rezerw).

Oto są cyfry, z którymi powinniśmy się liczyć przy projekcie budowy nowej elektrowni. Musimy projektować taką elektrownię, któraby takie zapotrzebowanie pokrywała. Ponadto musimy pamiętać, że trzeba ją postawić dalej od miasta, że należy ją tak usytuować, aby mogła swoje zapotrzebowanie dobrze zaspokoić, czyli to pod względem dowozu kolejowego, czy też pod względem dostępu do wody i t. d. Należałoby również zbadać, czy nie możnaby także oprzeć choć częściowo na innym źródle energii, aniżeli węgiel. Już przedtem powiedziałem, że czasu na te studia wiele nie mamy. Dziś już powinniśmy zabrać się do pracy. Ale kto ma to robić?

Niestety, mamy chwilowo za dużo gospodarzy w tej dziedzinie, a właściwie nie mamy żadnego. Oczywiście, najwięcej powołanem jest do zajęcia się sprawą miasto i sąd, że właśnie ze strony Zarządu Miejskiego powinien być zrobiony krok w celu przestudjowania całej sprawy. Ale obok miasta powinny wniknąć w zagadnienie czynniki państwowe, nadzorcze, a mianowicie Minist. Przemysłu i Handlu. Chodzi o to, aby w okresie sporu między Zarządem Miejskim a koncesjonariuszem, w okresie sekwestru, nie wykazać bezczynności i nie uczynić fałszywego kroku. Jako zarządca sądowy elektrowni Warszawskiej noszę się z zamiarem przystąpienia do studjów, jeżeli oczywiście spotkam się z życzliwym poparciem ze strony władz państwowych, jako organów nadzorczych nad elektryfikacją, oraz z poparciem władz miejskich, jako najczęściej zainteresowanych.

Pozwoliłem sobie obecnie skorzystać z terenu w naszym Stowarzyszeniu, aby tę kwestję poruszyć i zwrócić uwagę szerokiego grona elektryków na trudności, w jakich się znajdujemy, oraz na pilność i niejako grozę sytuacji. Chodzi mi o to, abyśmy my, elektrycy, przystąpili do dyskusji na temat przemennie poruszony. Zwracam się przeto do Kolegów, abyście zechcieli wypowiedzieć swoje uwagi i rozpoczęli dyskusję i to nietylko w tej chwili, na terenie Stowarzyszenia Elektryków, ale również na łamach „Przeglądu Elektrotechnicznego”. Z dyskusji takiej wyłonić się może cały szereg ciekawych myśli.

Niezależnie od strony technicznej i gospodarczej zagadnienia, wchodzi w grę jeszcze i strona finansowa. Budowa nowej elektrowni wymaga dużo pieniędzy. Skąd je wziąć? Nasze środki są szczupłe, musimy więc szukać kapitałów gdzieindziej. Praktyka dotychczasowa wykazała, że niestety, nie umiemy w sposób właściwy i korzystny dla

Polski brać pieniędzy z zewnątrz, że zbyt jesteśmy pod tym względem lekkomyślni przy ustalaniu warunków, na których się te pieniądze biorą. Przy braniu pieniędzy należałoby, korzystając z doświadczenia dotychczasowego, stawiać takie warunki, przy których z jednej strony otrzymalibyśmy kapitał, a z drugiej strony salwowali interes własny. Trudno sobie wyobrazić, aby sprawa budowy elektrowni i zelektryfikowanie Warszawy i okolic mogła być załatwiona bez udziału kapitału zagranicznego. Jednak szłoby o to, aby nie oddawać się w niewolę tego kapitału, aby stworzyć w sposób umiejętny tego rodzaju stan, któryby nie szkodził naszym interesom własnym. Może jestem optymistą, jeżeli powiem, że niezależnie od tego, iż uznają potrzebę kapitału zagranicznego, uważam, że my, mimo naszej biedy — posiadamy własne środki, które również powinny brać udział w takim przedsięwzięciu. Widzimy, że przed-

siębiorstwa elektrowniane naogół dobrze prosperują. Jeżeli więc znajdują się w Polsce pieniądze na otwieranie coraz to nowych kawiarni czy dancinów, to tembardziej powinny się one znaleźć na przedsięwzięcie elektrowniane, może nie lukratywne, ale w każdym razie rentujące się i więcej pewne, aniżeli kawiarnia, czy dancin. Ja wiem, że w naszym gronie moje uwagi trafiają w próżnię, bo wśród nas niema pewno tych, którzy posiadają wolne kapitały. Może jednak od nas pójdzie ta myśl i poza mury tego lokalu i zainteresuje zagadnieniem szerszy ogół Polski, a nie wątpię, że ci, którzy kapitały swoje na ten cel dadzą, nie będą tego żałować. Wtedy nasza rola, jako współuczestników finansowych z kapitałem zagranicznym będzie miłsza, więcej zaszczytna i lepiej gwarantująca korzystne dla Polski warunki.

## Dyskusja

*Na tle powyższego referatu wywiązała się dyskusja, którą niżej przytaczamy*

**Inż. K. Straszewski.** Kolega Prezes poruszył dzisiaj niesłychanie żywo dla nas kwestję elektryfikacji Warszawy i okolic. Przemówienie swe poprzedził krótkim rysem historycznym koncesji warszawskiej od początku jej istnienia.

Zagadnienia elektryfikacji interesują dziś cały świat, a zwłaszcza te, które odnoszą się do zaopatrzenia w energię elektryczną większych miast, jak np. Berlina, Paryża czy Londynu. Tam zagadnienia te zostały w ostatnich czasach przeważnie już rozwiązane, my czekamy jeszcze na nie.

Sądzę, że referat Kolegi Prezesa o elektryfikacji stolicy naszej zainteresował Kolegów, i przypuszczam, że na ten temat padną tutaj zapytania i wywiąże się dyskusja, którą obecnie otwieram.

**Inż. F. Bilek.** Chciałbym nawiązać do tej części referatu p. Min. Kühna, w której prelegent mówi o elektryfikacji okolic Warszawy. Jeżeli mówi się o okolicach Warszawy, to należy wyraźnie określić, co się rozumie pod temi okolicami i jak daleko pójdzie zasięg granic tych okolic, tak, aby móc opracować całkowity plan elektryfikacji tych miejscowości i plan ten stopniowo realizować. Granice tego okręgu warszawskiego wiążą z ogólną sprawą elektryfikacji Państwa. Stosownie do projektów, opracowywanych w 1933 r. przez Biuro Elektryfikacji M. P. i H., okrąg warszawski obejmowałby następujące powiaty: Warszawski, Błotnicki, Pułtuski, Mińsko-Mazowiecki, Radzyński i częściowo Sochaczewski i Garwoliński. Nie wiem, czy okrąg w tych granicach będzie zachowany, czy też granice będą zmienione, w każdym razie jest to okrąg, który ciąży do Warszawy. Biuro Planu Regionalnego m. st. Warszawy opracowuje rozplanowanie okolic podwarszawskich w promieniu 50 km od Warszawy, a więc sięga na wschód do granic Województwa Warszawskiego, na zachód — do Skierniewic. Pokrywa się on więc prawie w zupełności z granicami okręgu elektryfikacyjnego, który podałem wyżej.

Otóż na tym terenie istnieje już cały szereg elektrowni, które odegrały tu rolę pionierską: jest taka elektrownia w Wołominie, jest w Tłuszczu i t. d. Elektrownie te z biegiem czasu będą musiały być przyłączone do źródła energii elektrycznej, zasilającej okrąg warszawski. Zapotrzebowanie mocy ich wynosi mniej więcej 6 000 kW. Nie jest to wprawdzie dużo w stosunku do wielkości obszaru, jaki obsługuje, ale z tem trzeba będzie się również liczyć. Być może, że ktoś powie, że jest to okrąg zbyt duży, ale nie można wybrać sobie tylko najbliższych części jego pod Warszawą. Otóż po zelektryfikowaniu tego okręgu konsumpcja ta powinna wynieść jakieś 25 do 30 000 000 kWh rocznie, co powinno być brane pod uwagę przy opracowaniu projektu nowej elektrowni. Dane, które tutaj przytoczyłem, są brane z przed 2—3 lat. Być może, że cyfry te są już większe, może więc należałoby się liczyć z zapotrzebowaniem, sięgającym 40 000 000 kWh rocznie.

Wreszcie do uwag Prelegenta o taryfie warszawskiej i w związku z tem o rozpowszechnieniu grzejnictwa elektrycznego na większą skalę, chciałem tu zwrócić uwagę na

grzech pierwotny Elektrowni Warszawskiej, który z biegiem czasu będzie musiał być usunięty, to jest — na niskie napięcie, wynoszące w Warszawie tylko 120 woltów. Jeżeli się chce w Warszawie zwiększyć grzejnictwo elektryczne, to Elektrownia Warszawska będzie musiała przejść na wyższe napięcie, ponieważ duże obciążenia urządzeń grzejnych wymagałyby przy 120 woltach bardzo dużych przekrojów kabli i przewodników.

**Inż. T. Czapllicki.** Kol. Prezes w odczycie swoim, rozważając całokształt zagadnienia, zatrzymał się na trzech stronach: 1) technicznej, 2) gospodarczej i 3) finansowej. Strona techniczna jest w danym przypadku w zasadzie łatwa do rozwiązania, gdyż możemy oprzeć się tu na gotowych wzorach z praktyki elektryfikacyjnej Europy Zachodniej lub Ameryki. Co do strony gospodarczej prelegent wskazał, że przez właściwą taryfę zwiększyć grzejnictwo elektryczne, to jest to bardzo słuszne postawienie sprawy: kwestją zmiany dotychczasowej taryfikacji jest bardzo ważna i bez załatwienia tej sprawy nie będzie można zrobić znacznego kroku naprzód. Przez stronę finansową prelegent rozumiał znalezienie kapitałów na zrealizowanie projektu i wskazał możliwe źródła tych kapitałów. Ta sprawa jest dużo trudniejsza. Pewnym ułatwieniem w jej rozwiązaniu będzie ta okoliczność, że nawet ten pierwszy program elektryfikacyjny, którego zakres był naszkicowany w odczycie i który wprawdzie na polskie stosunki jest dość poważny, choć w skali światowej elektryfikacji jest raczej skromny, będzie mógł być wykonany etapami.

Ale jest jeszcze czwarta strona zagadnienia, niemniej ważna od tamtych. Jest to sprawa, która właściwie dominuje w obecnych czasach w projektach elektryfikacyjnych wszystkich krajów, — sprawa, która powinna być rozważana łącznie z całym zagadnieniem. Jest to kwestja obrony kraju. W warunkach tego projektu, któremu był poświęcony odczyt, jest to sprawa wyjątkowo trudna i, niestety, pod pewnemi względami uniemożliwiająca najnaturalniejsze czy najracjonalniejsze rozwiązanie strony technicznej i gospodarczej. Kwestja powyższa musi być punktem wyjścia dla całego projektu budowy nowych zakładów wytwórczych dla okręgu warszawskiego. Trzeba się liczyć z tem, że tu idzie o stolicę Państwa, a zarazem także o ważny punkt przemysłowy, ważny również z punktu widzenia obrony Państwa.

**Inż. W. Szumilin.** Szanowny Prelegent wspominał, że pierwszy etap rozbudowy może być dokonany w ramach obecnej elektrowni, natomiast dalsze etapy z konieczności muszą być pomyślane poza obecną Elektrownią Warszawską; pozatem Kolega Prezes wspominał jeszcze o tem, że ta dalsza rozbudowa może być oparta na innych źródłach energii, aniżeli węgiel, przyczem mówił o tem nie w związku z możliwością zasilania omawianego terenu przez linje dalekośnośne, jako źródła energii.

W związku z tem następczą mi się dwa następujące pytania. Po pierwsze — jakie inne źródła energii, poza węglem lub linjami dalekośnośnymi, miał Prelegent na myśli w tym drugim etapie rozbudowy? Druga sprawa — Elek-

rownia Warszawska w chwili obecnej jest w sytuacji wyjątkowej, musi ona być rozszerzona, co niewątpliwie będzie dokonane niezależnie od obecnie panującego stanu prawnego; natomiast według opinii Szanownego Prelegenta, za rok czy za dwa będzie musiał myśleć samorząd czy rząd o stawianiu nowej elektrowni. Położenie terenowe pobliskiej okręgowej elektrowni Pruszkowskiej nie jest korzystne i kto wie, czy ona również w dalszym etapie swej rozbudowy nie będzie musiała wyjść poza swój obecny teren. Przychodzi mi wobec tego na myśl pytanie, czy nie byłoby tu może jakiegoś wspólnego rozwiązania dla tego drugiego etapu rozwojowego i czy sprawa taka była już obecnie rozważana? Pierwszy etap rozbudowy elektrownie Warszawska i Pruszkowska dokonują same we własnym zakresie i na obecnych terenach.

**Inż. J. Surmacki.** Powrócę do kwestji, którą poruszył już kol. Czaplicki, a mianowicie do punktu widzenia strategicznego w całości zagadnienia budowy nowej okręgowej elektrowni. Teren, który ma ona obsługiwać, to stolica Rzeczypospolitej i głównie najbliższy prawy brzeg Wisły. Przypomnę, co powiedział hiperbolicznie w swoim czasie Napoleon Bonaparte, że „kto posiada Modlin, ten ma już całą Polskę”. Prawdopodobnie jest to poniekąd i dzisiaj słuszne i już przy wstępnym projektowaniu nowej elektrowni należałoby się zastanowić nad temi względami strategicznymi, gdyż sprawa ta wiąże się z rodzajem napędu w elektrowni.

Polska ma główne źródła energii, jako węgiel, w Zagłębiu i siły wodne w pobliżu Karpat. Podczas pokoju funkcjonowanie naszych elektrowni oparte być winno na węglu, ale na wypadek wojny powinniśmy mieć w elektrowniach rezerwowe maszyny lub nawet całe elektrownie, oparte na innych źródłach energii. Otóż torf jest jednym z takich źródeł, znajdujących się w pobliżu, w okolicach Modlina i nad Narwią, i nad zużytkowaniem torfu należy się zastanowić.

Pozatem należałoby zbadać, czy budowa kanałów wodnych wewnątrz kraju może dać w najbliższej przyszłości pewne rezerwy w postaci elektrowni wodnych. Sprawa ta już była rozpatrywana przez inżynierów Tillingera i Rosentala i wyniki były ogłoszone drukiem przed kilku laty.

**Inż. K. Szpotański.** Odczyt dzisiejszy p. ministra Kühna dał nam nietylko dokładny obraz stanu, w jakim znajduje się obecnie Elektrownia Warszawska i poinformował nas o całym szeregu interesujących faktów, lecz ponadto — co jest specjalnie dla nas cenne — zapoznał nas z programem dalszego jej rozwoju i rozbudowy.

Cenniejszym jednak, niż program rozbudowy, jest fakt, że, słysząc o tym programie z ust Szanownego Prelegenta, mamy przeświadczenie, że zostanie on pchnięty na drogę realizacji.

Program, który na pewnym odcinku posunie elektryfikację Polski naprzód, program, którego realizacja ma być dziełem lat najbliższych, — wzbudza w nas radość i entuzjazm, jakie praca twórcza w nas technikach wzbudzić musi.

Ponieważ rozbudowa elektryfikacji Warszawy i jej okolic jest zagadnieniem pierwszorzędного znaczenia zarówno z punktu widzenia gospodarczego, jak i państwowego, ponieważ rozbudowa elektryfikacji Warszawy i jej okolic, jak każda elektryfikacja, ma charakter monopolu, służącego użyteczności publicznej, więc powinna być wykonana przy pomocy naszych własnych polskich środków pieniężnych, — tembardziej, że jest to łatwiejsze, niż w innych dziedzinach, rentowność bowiem w danym wypadku nie budzi wątpliwości.

Uzależnianie się od kapitałów zagranicznych specjalnie w dziedzinie elektryfikacji uważam za niepożądane i niewskazane.

**Inż. St. Jaremicz.** Sprawa elektryfikacji, poruszona przez p. Ministra Kühna łączy ściśle dwa zagadnienia: 1) elektryfikację samej Warszawy i 2) elektryfikację okolic Warszawy.

Racjonalna elektryfikacja stolicy wymaga bardzo poważnych prac i kapitałów inwestycyjnych, aby sprostać wszystkim wymogom niedalekiej przyszłości. Okolice Warszawy na lewym brzegu Wisły zasadniczo zaopatrzone są w elektryczność, pozostał tylko w zaniedbaniu odcinek wschodni na prawym brzegu Wisły, częściowo obsługiwany przez elektrownie czy to w Falenicy, czy w Jablonnie. Elektrownie te obsługują pozatem okolice Warszawy na prawym

brzegu Wisły od strony południowej i północnej. Nie wyczerpuje to w całości sprawy elektryfikacji, ale biorąc pod uwagę ogrom całego zagadnienia, należałoby się zastanowić, czy nie wziąć tego pod uwagę. Jakkolwiek okolice te siłą rzeczy ciągną ku Warszawie, to jednak ze względu na trudności przy powstawaniu nowej jednostki, czy nie należałoby zachować dotychczasowy stan rzeczy, biorąc pod uwagę fakt, że przecież prócz Elektrowni Warszawskiej istnieje i obsługuje zachodnie okolice oraz część Warszawy Elektrownia Okręgu Warszawskiego, która dotychczas nie wyczerpała swych możliwości elektryfikacyjnych. W ten sposób możnaby ulżyć Warszawie, którą i tak czekają bardzo poważne kłopoty i ciężary.

**Inż. St. Rylke.** Przy rozważaniu zagadnienia zaopatrzenia Warszawy w energię elektryczną zasługuje na uwagę jeszcze jedna strona, a mianowicie zapotrzebowanie energii elektrycznej dla celów komunikacji miejskiej. Zaznaczona przez Sz. Prelegenta elektryfikacja węzła kolejowego warszawskiego usprawni ruch kolejowy, a wtedy tem bardziej pilną rzeczą będzie udoskonalenie komunikacji miejskiej w obrębie m. Warszawy. Jest projektowana szybkobieżna kolej podziemna elektryczna. Zapewnienie energii elektrycznej dla celów komunikacji miejskiej trzeba by wziąć pod uwagę przy określeniu wytwórczości projektowanej elektrowni Warszawskiej.

Wreszcie należałoby rozważyć korzyści, płynące z wytwarzania energii nie w jednej elektrowni, ale np. w 2-ch zakładach współpracujących o mniejszej mocy, dogodnie rozmieszczonych ze względu na ułatwienie przesyłania znacznych ilości energii elektrycznej i rozdzielanie jej tak w obrębie miasta, jak i dla okolic Warszawy.

**Inż. T. Kozłowski.** Pozwolę sobie powiedzieć parę słów w celu, abyśmy zdali sobie sprawę z wielkości zagadnienia. Otóż Pan Minister był łaskaw wyjaśnić, że wielkość tego obiektu, jaki ma być budowany, można narazie przewidzieć na 180 000 kW, zainstalowanych w nowej elektrowni. Przyjmując pod uwagę również i koszty sieci, sądzę, że nie omył się o wiele, jeżeli powiem, że potrzebny na to wysiłek finansowy, niezbędny dla zrealizowania zamierzenia i powstania nowej elektrowni, wyrazi się kwotą 200 milionów złotych. Jest to suma bardzo poważna, a przytem nie jest to jeszcze kres, bo elektrownia, jaka ma powstać w ciągu najbliższych lat, będzie zaopatrywała 2 miliony ludności. Ludność ta będzie wzrastać, a wraz z nią zapotrzebowanie na światło; poza oświetleniem wzrastać będzie również i przemysł, tak że nie jest to koniec na tej kwocie.

Moc maszyn będzie rosła ustawicznie wraz z nieuniknionym wzrostem zapotrzebowania, w przeciwnym razie elektrownia mogłaby się „zachłusnąć” nadmiernym obciążeniem. Z tego wynika, iż prócz kapitałów na budowę i uruchomienie, trzeba przewidzieć stały dopływ kapitału na dalszą rozbudowę. Strona finansowa wybija się zatem na czoło zagadnienia i musi być rozwiązana przedewszystkiem. Strona prawna przedstawia się również ciekawie i nie rokuje łatwego rozwiązania. Obecna sytuacja jest skomplikowana pod tym względem, ale nie wątpię, że przy dobrej woli naszych władz państwowych, Zarządu Miejskiego i Zarządu Elektrowni, a właściwie Zarządcy Pana Ministra Kühna sprawa ta zostanie załatwiona, choć trudności są rzeczywiście poważne i niełatwe do pokonania.

Dalej Prelegent wspominał tutaj o możliwości korzystania z linii dalekosiężnej celem zapewnienia rezerwy dla nowej elektrowni, nie rozważał jednak, i to zupełnie słusznie, ewentualności całkowitego zaopatrywania w energię Warszawy i okolic zapomocą linii dalekosiężnej, co wymagałoby powstania nowej elektrowni nie w pobliżu Warszawy, lecz daleko na źródłach energii. Zdaje mi się, że nikt tutaj nie będzie popierał idei, aby Warszawa mogła być zaopatrywana wyłącznie i stale z linii dalekosiężnych. Ze względu na możliwość wojny i odcięcie od dalekich źródeł energii Warszawa musi posiadać elektrownię w pobliżu wraz z dużym zapasem materiałów pędnych. Jest to bardzo ważne na wypadek wojny, i Państwo, sądzę, zdaje sobie z tego sprawę. Elektrownia musi być blisko, idzie tu bowiem o stolicę Państwa, a przytem, jak wspominał jeden z Kolegów, również i o ważny punkt przemysłowy.

Jeszcze jedna sprawa. Jeden z kolegów poruszył kwestję, czy nowa elektrownia powinna powstać na węglu, czy też na innym źródle energii. O ile dobrze zrozumiałem Prelegenta, ujmuje on sprawę tak, iż nie chce stawiać tamy również i innych rozwiązaniom. W Polsce dzięki Bogu mamy węgiel pierwszorzędny, mamy pierwszorzędnych górni-

ków i węgla tego starczy na długie, długie lata, — magazynowanie węgla nie przedstawia również nieprzewidywanych trudności, tak iż zdaje mi się, że nie mamy powodu opierać nowej elektrowni na innych źródłach, których zresztą niema w pobliżu Warszawy. Strona ekonomiczna również przemawia za elektrownią na węglu.

Dalej, jeżeli mowa o grzejnictwie, to praktyka wykazała, że na Zachodzie rozwija się ono pomyślnie i, gdyby u nas kwestja taryfy została uregulowana, to byłyby możliwości do powiększenia tego zapotrzebowania również i u nas. W tej sprawie zwrócił tu uwagę Pan inż. Bilek, iż zastosowane w Warszawie niskie napięcie 120 woltów, zdaniem jego, mogłoby utrudnić rozpowszechnienie grzejnictwa. Myślę, że sprawa napięcia użytkowego należy raczej już do szczegółów. Niewątpliwie dla nowych urządzeń nadawałoby się raczej napięcie wyższe od 120 woltów, jak to zresztą już zostało zastosowane w dalszych dzielnicach Warszawy. Co się zaś tyczy średnięcia, to ze względu na wielką ilość istniejących silników, dźwigów i t. p. napięcie powinno pozostać na dotychczasowej wysokości 120 woltów, co zresztą nie przeszkodzi w rozwoju grzejnictwa. Sądzę, że wystarczyłoby tutaj przeróbka samych tylko instalacji domowych, a w wielu wypadkach nawet tylko tak zwanych „pionów”.

Reasumując uważam, że sprawa, poruszona przez Pana Ministra, jest bardzo pilna i ważna, i że w najbliższym czasie całość tego zagadnienia powinna znaleźć rozwiązanie.

**Inż. W. Szumilin.** Skoro mowa o względach obrony, to chciałbym wspomnieć, że w analogicznej sytuacji do naszego kraju znajduje się Francja, gdzie węglowe źródła energii położone są również dość nieszczęśliwie, bo na granicy Niemiec i w razie wojny łatwo mogą być odcięte. Sprawa ta była przedmiotem poważnych studiów i została rozwiązana przez wykorzystanie sił spadków wodnych Francji środkowej (Massif Central) i Pirenejów. Wysokonapięciowe linie dalekoosne o długościach setek kilometrów, niosące moce setek tysięcy kilowatów, biegną z tych terenów do serca Francji — Paryża, który posiada poza tem szereg potężnych elektrowni węglowych o łącznej mocy zainstalowanej, przekraczającej milion kilowatów. W ten sposób załatwiono zaopatrzenie stolicy w dostateczną ilość energii oraz zabezpieczono się na wypadek grożącego jej odcięcia od węgla.

**Inż. F. Bilek.** Odpowiadając p. inż. Surmackiemu, zaznaczę, że torf — szczególnie w okolicach Warszawy — był niejednokrotnie badany przez cały szereg organizacji oraz przedsiębiorstw i, zdaniem moim, nie może być brany pod uwagę jako rezerwa energetyczna na większą skalę. Torf nie znosi przewozu, elektrownia więc musiałaby być budowana w bezpośredniej bliskości torfowiska. Ponieważ jednak torfowiska nasze nie są tak bogate, by móc zapewnić wielkiej elektrowni paliwo na dłuższy czas, elektrownia ta musiałaby pracować stale na węglu (przy trudnym jego dowozie), a torf tylko stopniowo byłby wydobywany dla zapasu mobilizacyjnego. Dla eksploatacji torfu potrzebną by-

łaby wielka ilość robotników, pracujących w ciągu b. krótkiej, bo ledwo 3-miesięcznej kampanji. Trudności te odczuwa też największa Elektrownia na torfie w Szaturze pod Moskwą, która niejednokrotnie musi pracować z powodu braku torfu na b. drogim wobec jego transportu węgla.

Mówiąc o rezerwach energetycznych dla okolic Warszawy — zastanowić się też należy nad zastosowaniem ropy naftowej do palenisk kołowych, a także nad stworzeniem rezerwy przez zatapianie węgla.

**Inż. A. Kühn.** Jeżeli nie poruszyłem przy rozpatrzeniu całości zagadnienia elektryfikacji Warszawy i jej okolic sprawy obrony Państwa, to tylko dlatego, że jest to samo przez się zrozumiałe, iż każdy projekt musi być z tego punktu widzenia rozważony i nie uzyskałby zatwierdzenia, gdyby w czemkolwiek kolidował z wymogami obrony Państwa.

Odpowiadając kol. Szumilinowi, wyjaśniam, że rzuciłem myśl, aby zbadać, czy niema możliwości zastosowania innych źródeł energii, aniżeli węgiel, a jeżeli są, to w jakim stopniu mogą być one brane pod uwagę. Wiemy o tem, że mamy dużo węgla i że na wiele lat nam go wystarczy, ale zwróciłem uwagę, że węgiel znajduje się na peryferjach Państwa, daleko od Warszawy, że zatem byłoby dobrze rozporządzać również choćby częściowo innym źródłem energii. Do opracowania jest także sprawa tworzenia i utrzymywania rezerw węglowych. Przy rozpatrywaniu zatem całości zagadnienia należy kwestje te wziąć pod uwagę i bardzo szczegółowo je zbadać dla zorientowania się, czy można się liczyć z innym źródłem energii, aniżeli węgiel, co można w tej dziedzinie zrobić i jak zagwarantować sobie największe możliwe zapasy węgla.

Co do wielkości elektrowni, to oczywiście jest, że nie powinna ona od razu powstawać o mocy 180 000 kW. Zgadza się z kol. Czaplickim, że narazie może powstać mniejsza elektrownia, ale trzeba od razu przewidzieć możliwość odpowiedniego jej rozwoju. W obliczeniach mych opierałem się na cyfrach, które czerpałem z dzisiejszego stanu rzeczy.

Zaznaczam, że przywiązuję wielką wagę do tego, aby sprawą tą zajął się Zarząd Miejski. W moim przekonaniu jest on najwięcej zainteresowany i powinien wykonać inicjatywę w tej dziedzinie. Może zapoczątkować studia już obecny tymczasowy Zarząd Miejski, niezbędne jest jednak, aby po wyborach, gdy ukonstytuuje się Zarząd Miejski stały, zajął się on niezwłocznie sprawą uporządkowania elektryfikacji Warszawy i okolic.

Do zbierania potrzebnego materiału mam zamiar przystąpić, gdyż nie mamy ani chwili do stracenia.

Co się tyczy innych uwag, wydaje mi się, że nie wymagają one specjalnych wyjaśnień.

**Inż. K. Straszewski.** Raz jeszcze dziękuje P. Ministrowi Kühnowi za bardzo interesujący odczyt, poruszający tak ważne zagadnienie, i, dziękując Kolegom za tak liczne przybycie, zamyka posiedzenie.

## W sprawie elektryfikacji Warszawy i jej okolic

Prof. G. Sokolnicki

Tak się jakoś złożyło, że w ogólnym naszym zaniedbaniu na polu elektryfikacji stolica nie tylko nie świeci dodatnim przykładem, ale przeciwnie — stanowi jakby symbol niedorozwoju i zacofania.

W całym zawiłym splocie przyczyn i skutków takiego stanu rzeczy uderza fakt, że trzeba było dopiero sekwestru sądowego, aby na problemie elektryfikacji Warszawy spojrzeć oko dobrego gospodarza, patrzące nieco dalej w przyszłość, a — co najważniejsze — patrzące z punktu widzenia społecznego i państwowego, aby podnieść zagadnienie pierwszorzędnej doniosłości i najbardziej aktualne. Nie będzie nic dziwnego, jeżeli poruszy ono najszersze sfery opinii publicznej, w pierwszym rzędzie fachowej i skłoni do zajęcia się niem najbardziej kompetentne czynniki. Należałoby przystem zaniechać modnego od pewnego czasu w Polsce „pod-

chodzenia” do różnych kwestyj, ale wniknąć w to zagadnienie głębiej, „wleźć” w nie, że tak powiem, „z butami”, — z materiałem cyfrowym i ołówkiem w ręku. Nie wątpiąc, że to nastąpi, poprzestaję narazie na szeregu uwag ogólnej natury.

Rozróżniam w danej sprawie trzy zagadnienia: techniczno-gospodarcze, prawne i finansowe. Zostawiając dwa ostatnie na boku, pragnę się wypowiedzieć co do pierwszego z nich, przyczem łączę stronę techniczną z gospodarczą, bo nie uważam nigdy doskonałości technicznej za cel sam w sobie, lecz tylko za środek, mający na widoku osiągnięcie dobrych wyników gospodarczych. Mówiąc o niedorozwoju i zacofaniu elektryfikacji stolicy, mniej czynię zarzutów technicznym urządzeniom elektrowni, ile raczej tej gospodarce koncesjonariusza, która sprawiła, że urządzenia te są zu-

pełnie niewspółmierne z potrzebami stołecznego miasta, zupełnie niewystarczające, i że elektrownia warszawska już oddawna słynie w kołach fachowych za najbardziej zacofaną tak pod względem dbałości o zjednywanie odbiorców, jak też pod względem taryfowym.

Głównej przyczyny takiego stanu rzeczy szukać należy niewątpliwie w niefortunnej umowie z koncesjonariuszem, zawartej jeszcze za czasów zaborczych, ale także w braku inicjatywy i dobrej woli ze strony koncesjonariusza w kierunku zmiany tych postanowień kontraktu, które kępowały normalny rozwój i postęp. Rozumując, że jakakolwiek rewizja umowy musiałaby prowadzić zarazem do ukrócenia zadaleko posuniętych przywilejów i korzyści, koncesjonariusz trzymał się jej niewolniczo od początku swych rządów aż do końca. Każda niejasność lub niedomówienie umowy stanowiły tylko pole do interpretowania jej na własną korzyść. W rezultacie wytworzyły się stosunki poniekąd gorsze od panujących w najgorzej rządzonych elektrowniach komunalnych: to samo skrępowanie nieracjonalnymi postanowieniami kontraktu, jak tam uchwałami rady miejskiej; ten sam brak inicjatywy i przedsiębiorczości; to samo zaniedbanie akwizycji i traktowanie odbiorców jak natrętów; ten sam brak jakiegokolwiek polityki taryfowej. Gorzej — bo polityka taryfowa, polegająca tylko na wyciąganiu korzyści wszędzie, gdzie tylko swoiste interpretowanie umowy na to pozwalało i trwanie w tym celu przy najbardziej nieracjonalnych postanowieniach tej umowy. W elektrowniach komunalnych nieracjonalne uchwały władz samorządowych przeciw z czasem ulegają zmianom, przy dobrej woli i inicjatywie kierownika. Jedynym plusem, wynikającym z takiego porównania na korzyść elektrowni warszawskiej, jest ten, że podczas gdy elektrownia komunalna jest zawsze pozbawiona wszelkich środków materialnych czy to na rozszerzenie, czy na konserwację urządzeń i, rzecz można, wycisnana ze wszelkich soków żywotnych, — tu środków materialnych było zawsze pod dostatkiem. Fakt ten nakładał jednak tem większą odpowiedzialność i tem większe obowiązki na koncesjonariusza, aby elektrownię stołecznego miasta utrzymać na odpowiednim poziomie.

Tymczasem co widzimy? Zupełne niezaopatrzenie w energię elektryczną przemysłu stolicy i niedostateczny rozwój nawet samego oświetlenia, szczególnie do celów reklamowych, nie mówiąc już o grzejnictwie, stanowiącym u nas zainteresowanie propagandowe dopiero w ostatnim dziesięcioleciu. To też śmiało twierdzić można, że Warszawa jest zaspokojona zaledwie w  $\frac{1}{4}$ -ej tego zapotrzebowania, jakie w innych warunkach mogłoby być niewątpliwie pokryte. Nie sięgam przytem bynajmniej do porównania ze stolicami innych państw europejskich i z dobrobytem zachodnim. Gdyby bowiem przeprowadzić porównanie np. z Paryżem, to okazałoby się, że w Warszawie przypada na 1-go mieszkańca zaledwie  $\frac{1}{10}$  tej mocy, co w Paryżu (30 W w przeciwstawieniu do 300-tu). Nie chodzi mi o stanowisko równorzędne Warszawy z innymi stolicami pod względem zaopatrzenia w energię elektryczną, ale o stanowisko przynajmniej zbliżone. Moglibyśmy się spodziewać przynajmniej 100 W mocy szczytowej na głowę ludności i prosty rachunek dowodzi, że ta cyfra jest zupełnie realna. Gdybyśmy bowiem według dzisiejszych recept zakładali elektrownię dla Warszawy za przed 30 laty, o około 600 000 mieszkańców, przyjęlibyśmy po 20 W na mieszkańca i liczylibyśmy ją na obciążenie szczytowe 12 000 kW, co winnoby wystarczyć na pierwszych 5 lat rozwoju. W dalszych 25 latach należałoby przyjąć, zupełnie umiarkowanie, przy szybkim tempie, z jakim wzrastało zaludnienie Warszawy, progresję 10%-ową, a to dałoby dzisiaj obciążenie szczytowe około 130 000 kW, t. j. cztery razy większe, niż obecnie.

Oczywiście, że obciążenie takie nie przychodzi z dnia na dzień. Mogło ono być osiągnięte, gdyby przez lat 30 trwała była żmudna codzienna praca akwizycyjna. Jeżeli ona została zaniedbana, to jest to zaległość, będąca w przyszłości do odrobienia przez nowe zabiegi akwizycyjne i propagandowe, a nade wszystko przez odpowiednie nowe ukształtowanie taryf. Inaczej mówiąc, obecną elektrownię trzeba uważać jak zakład, znajdujący się dopiero w pierwszych latach rozwoju, który w najbliższym okresie, *przy radykalnej zmianie gospodarki, a w szczególności polityki taryfowej*, może się spodziewać, tak jak zakład nowy, rozwoju znacznie szybszego, niż normalny. Jeżeli za normalny rozwój początywać przyrost 10% w progresji geometrycznej, to w danym przypadku skłonny byłbym liczyć się z przyrostem 20%-wym przez okres lat 10, wystarczający do odrobienia zaległości i do znacznego zelektryfikowania przemysłu. Oznaczałoby to osiągnięcie za lat 10 dla Warszawy i jej najbliższych okolic mocy szczytowej około 180 000 kW, gdy obecnie Elektrownia Warszawska wytwarza jej 34 400 kW, a łącznie z Elektrownią Okręgu Warszawskiego w Pruszkowie — około 45 000 kW. Jakkolwiek nie jest to powiększanie z dnia na dzień, to jednak wielka trudność techniczna polega na tem, według jakiego planu ma się dążyć do osiągnięcia tej mocy, skoro obie elektrownie, tak Warszawska jak i Pruszkowska, mogą być powiększone każda po 20 do 25 000 kW, a dalej poza to są nierozszerzalne, ze względu na lokalne warunki.

Otóż, mojem zdaniem, należałoby *niewzłocznie przystąpić do zaprojektowania i budowy zupełnie nowej i nowoczesnej elektrowni*, możliwie na prawym brzegu Wisły, w miejscu odpowiednio wybranem tak ze względu na zabudowanie, jak na dowóz paliwa i na wodę i nie popełnić już tym razem tego najgorszego z błędów, jaki można zrobić przy takim przedsięwzięciu — *nie zamykać oczu na możliwość rozwoju przynajmniej aż do jakich 200 000 kW*. Gdy z czasem i ta moc zostanie przekroczona, będzie czas myśleć o decentralizacji i budowie drugiej lub nawet trzeciej elektrowni o wielkiej mocy, podobnie, jak to ma Berlin lub Paryż. Nie w tem bowiem widzę zło obecne, że istnieją dwie, a wraz z tramwajową nawet trzy elektrownie, ale w tem, że są to elektrownie małe, a w dodatku tak postawione, że żadnej z nich na szeroką miarę nie można rozbudować.

Pozatem za zupełnie słuszne uważam twierdzenie, że elektrownia przy ul. Leszczyńskiej powinna z czasem zniknąć, t. j. zgóry być skazana na stopniową likwidację i nawet obecne jej rozszerzenie uważałbym najchętniej za prowizorium o tyle, iżby nowy zespół, a nawet wszystkie zespoły, mające wartość z punktu widzenia nowoczesnej techniki, zostały stopniowo przeniesione do nowej elektrowni. Ta ostatnia winnaby objąć następnie zasilanie samej Wielkiej Warszawy i okolicznych powiatów na prawym brzegu Wisły, oraz współpracować z elektrownią Okręgu Warszawskiego w Pruszkowie, która, rozbudowana do najdalszych możliwych granic, miałaby za zadanie zasilanie zachodnich okolic Warszawy i utrzymanie najkonieczniejszej rezerwy.

Oto jest program, dość radykalny wprawdzie, ale w tak zabagnionej sytuacji niewątpliwie najoszczędniejszy. Każde odstępstwo od niego, każde „łatanie” starych „dziur” i każde prowizorium byłoby tylko marnowaniem grosza publicznego, szczególnie wobec korzści rentowych, jakie niewątpliwie da nowe rozwiązanie. Z tego ostatniego punktu widzenia, t. j. ze względu na oszczędności w kosztach wytwarzania, szkoda jest także każdego miesiąca, o który realizacja projektu zostanie odwleczona.

Zachodzi jeszcze pytanie, w jakim stosunku pozostaje ta kwestja do elektryfikacji okręgowej, t. j. zagadnienia do-

stawy energii z Mościc, Rożnowa, czy też Górnego Śląska i jakie źródło energii należy przyjąć dla nowej elektrowni.

Otóż trzeba sobie jasno uświadomić, że do elektryfikacji okręgowej w tak wielkim stylu, aby do sieci lub raczej tylko linii dalekosiężnej przyłączyć Warszawę — jesteśmy nie dorośli, a to przedewszystkiem dlatego właśnie, że nie mamy w samej Warszawie dostatecznie wielkich elektrowni, któreby mogły w potrzebie w całości pokryć jej zapotrzebowanie. Wogóle, do elektryfikacji w wielkim stylu, t. j. do tworzenia dalekosiężnych sieci zamkniętych, mamy jeszcze za mało ośrodków z wielkimi elektrowniami. Nie mamy czego łączyć przewodami i to, co już nieraz powtarzałem, — mamy za mało zainstalowanych kilowatów w kraju. W obecnym stanie rzeczy można się pokusić o elektryfikowanie linjami dalekosiężnymi tych lub owych miasteczek, takich lub innych okolic przemysłowych, ale nie stolicy z jej przemysłem i ruchem nawet pokojowym, a nie dopiero wojennym. Nawet już elektryfikacja Węzła Kolejowego Warszawskiego linją dalekosiężną wymagałaby uprzedniego zapewnienia sobie rezerw miejscowych, a wobec kosztowności takich rezerw stawiała rentowność takiego przedsięwzięcia pod znakiem zapytania. Chodzi więc o rentowność przy odpowiednich rezerwach. Ta rentowność zgrubsza takby się przedstawiała.

Koszt elektrowni o mocy instalowanej 100 000 kW, ale z gruntem, budynkiem i akcesorjami, czyniącymi możliwym rozszerzenie jej przynajmniej w dwójnasób, można szacować na 600 zł./kW. Przy ogólnych kosztach stałych zł. 120 na 1 kW, czasie użytkowania szczytu około 3 500 h i zużyciu węgla 0,8 kg/kWh, kalkulowałoby się koszt wytwarzania loco elektrownia okrągo na 6 groszy za kWh.

Wytwarzanie elektryczności u źródła energii celem przesyłania jej linją dalekosiężną może być oszczędniejsze

tylko o koszt transportu węgla, bez względu nawet na to, czy to będzie węgiel czy gaz ziemny, bo cenę tego ostatniego reguluje zawsze cena węgla. Wchodzi więc w grę oszczędność jakich 1,5 gr. na kilogramie, wzgl. 1,2 gr. na kWh. Koszt linii dalekosiężnej, np. z Zagłębia węglowego do Warszawy, szacować można wraz ze stacjami transformatorowymi na 25 milj. złotych. Przyjmując oprocentowanie kapitału na 6 od sta, odpisy w zwykłej wysokości 3% i konserwację 2%, razem 11%, otrzymujemy, że jeżeli koszt przesyłania nie ma przekraczać 1,2 gr/kWh, linja przenosić musi około 230 milionów kWh rocznie. Nie jest to wprawdzie niemożliwe. Dwutorowa linja „Zeorku” na 150 kV z Mościc do Starachowic, zaprojektowana już także w przedłużeniu do Warszawy, zdolna będzie przenieść do Warszawy do 60 000 kW, a więc potrzeba niespełna 4 000 godz. użytkowania, aby taką ilość kWh osiągnąć. Ponieważ linją pokrywa się raczej obciążenie podstawowe, a nie szczyty, więc nie jest to wiele godzin — ale widzimy, że do przesyłania takiej ilości kilowatogodzin jest nam jeszcze daleko.

Zaopatrzenie takich ognisk, jak Warszawa, linjami dalekosiężnymi będzie wtedy aktualne, gdy powstaną dostateczne rezerwy w postaci dużych i nowoczesnie wyposażonych elektrowni lokalnych.

Jeżeli zaś chodzi o źródło energii dla tych elektrowni, to musi niem być jeszcze ciągle węgiel. Marzenia o torfie, odżywające zawsze w miarę dopływu na arenę życia młodych sił technicznych, są niestety utopją, którą może serjo traktować tylko ten, kto się z tem zagadnieniem nie zetknął praktycznie. Gdybyśmy zaś chcieli czekać na wyzskanie siły wodnej pod Warszawą na projektowanym kanale — odłożylibyśmy sprawę naprawdę pilną i pod każdym względem doniosłą — „ad calendas grecas”.

## W y w i a d

### udzielony Redakcji Przeglądu Elektrotechnicznego przez p. Min. Starzyńskiego Prezydenta m. st. Warszawy

*W związku z odczytem, wygłoszonym przez p. min. Kühna na temat elektryfikacji Warszawy, zwróciliśmy się z prośbą o wyrażenie swej opinii do Pana Prezydenta m. st. Warszawy min. St. Starzyńskiego, który zechciał udzielić nam następujących wyjaśnień.*

„Zarząd Miejski w pełni docenia zadania, jakie stają przed nim w dziedzinie elektryfikacji Warszawy i jej okolic, a przedewszystkiem — konieczność zapewnienia jej mieszkańcom możliwości korzystania z taniej energii elektrycznej.

Sprawa dostarczania i jaknajszerszego udostępnienia energii elektrycznej — jako przedmiotu pierwszej potrzeby w najszerszym słowa znaczeniu — nie może być traktowana jednostronnie pod kątem widzenia jedynie interesu przedsiębiorcy, lecz winna być uznana, jako jedno ze świadczeń publicznych i traktowana z pełnym zrozumieniem potrzeb społeczeństwa. Takiego ustosunkowania się do swych zadań nie wykazał obcy przedsiębiorca w czasie swej blisko 35-letniej eksploatacji Elektrowni Warszawskiej, i do spełnienia ich powołanym może być jedynie czynnik samorządowy, który potrafi zapewnić dbałość o interes społeczny oraz racjonalny i celowy rozwój przedsiębiorstwa.

Możność nadania problemowi elektryfikacji Warszawy przez Zarząd Miejski innego niż dotychczasowy kierunku otworzy się jednak przed Miastem w całej pełni dopiero po przejęciu Elektrowni od jej obecnych eksploatorów. Wobec zbliżania się terminu rozstrzygnięcia sporu sądowego, względnie upływu koncesji, Zarząd Miejski bada i studjuje całe zagadnienie, aby niezwłocznie po przejęciu przedsiębiorstwa móc przystąpić do realizacji swych planów.

Drogę do elektryfikacji Warszawy w jaknajszerszym zakresie widzę przedewszystkiem w odpowiednio skonstruowanej taryfie, umożliwiającej wszechstronne zastosowanie energii elektrycznej, zarówno w gospodarstwach domowych, jak i w rzemiośle i w przemyśle, — taryfie, która pozwoli nasze skromne dotychczasowe spożycie energii, bo w wysokości zaledwie 89 kWh rocznie na mieszkańca, podnieść do norm krajów zachodnio europejskich. Trzeba się liczyć z faktem, że takie rozpowszechnienie elektryczności spowoduje w konsekwencji potrzebę rozbudowy elektrowni.

Aby się nie dać zaskoczyć rzeczywistości, Zarząd Miejski, jak to poprzednio wspominałem, już obecnie przystępuje do opracowania projektu nowej elektrowni.”

Pan Prezydent Starzyński, zapytany o główne wytyczne nowego projektu, wyjaśnił, iż nowa elektrownia winna stanąć poza granicami miasta. Przy wyborze miejsca dużą rolę odegrają względy na obronę miasta, a także możliwość zapewnienia elektrowni swobodnego rozwoju. Za usunięciem elektrowni poza granice miasta przemawiają względy na zdrowotność mieszkańców dzielnic, sąsiadujących z elektrownią, a także plany i zamierzenia urbanistyczne Zarządu Miejskiego. Przy technicznym rozwiązywaniu projektu brana będzie pod uwagę możliwość przystosowania elektrowni do korzystania z różnych źródeł energii.



# Elektryfikacja Warszawy i innych wielkich miast w świetle cyfr

Inż. Wiesław Szwander \*)

Warszawa ze swoją ludnością, przekraczającą już dziś liczbę 1 200 000, jest siódmym co do wielkości miastem w Europie, a największym i jedynym milionowym miastem w Polsce; będąc stolicą szóstego z rzędu państwa europejskiego, a równocześnie stanowiąc nader ważny węzeł komunikacyjny, ma Warszawa jaknajlepsze widoki rozwojowe na przyszłość.

Jeśli obecnie, mimo ciężkiego kryzysu gospodarczego, postępy stolicy naszej w większości kierunków nie zostały zupełnie zahamowane, to tembardziej można spodziewać się bardzo szybkiego, może gwałtownego nawet rozwoju jej, z chwilą ukazania się pierwszych choćby oznak polepszającej się konjunktury.

Zdanie powyższe może też znaleźć potwierdzenie w fakcie, iż w najróżnorodniejszych dziedzinach Warszawa pozostaje daleko w tyle poza innymi, odpowiadającymi jej wielkością i znaczeniem miastami Europy, a odstęp ten będzie musiał być prędy czy później chociaż częściowo zmniejszony, jeśli nie zamierzamy zrezygnować z należynej krajowi naszymu pozycji na kontynencie.

Jedną z tych dziedzin, w której bardzo wiele musi być w najbliższej przyszłości zrobione, jest elektryfikacja Warszawy. Przytoczone niżej zestawienia liczbowe wykazują, jak znacznie w tym kierunku wyprzedzeni zostaliśmy przez inne milionowe miasta europejskie, nie mówiąc już o amerykańskich.

Wykazanie uposłedzenia Warszawy, w porównaniu z innymi miastami, w dziedzinie elektryfikacji nie jest jednak jedynym celem niniejszej pracy. Na jesieni roku ubiegłego wszczęta została w szerszych kołach elektrotechnicznych dyskusja na temat najbliższych poczynić, zdążających do dalszej rozbudowy całości kształtu gospodarki elektrycznej, stolicy, wobec przewidywanej w niedalekiej już przyszłości niewystarczalności istniejących urządzeń.

Dyskusja powyższa wykazała konieczność opracowania szerszej zakrojonej planu poczynić na dalszą metę i jednocześnie ujawniła wielką różnorodność problemów, wiążących się z całości kształtem zagadnienia. Samo stworzenie wymienionego wyżej planu wymaga oczywiście głębszych studiów ze strony osób do tego powołanych przy współudziale czynników technicznych, gospodarczych, państwowych, wojskowych, miejskich, przemysłowych i t. p.

Wszelka dyskusja i wymiana myśli na ten temat w kołach fachowych, jak np. w ramach SEP'u, lub na łamach Przeglądu Elektrotechnicznego, jest również ze wszech miar pożądana, gdyż przyczyni się do zebrania cennego materiału, będącego punktem wyjścia do dalszych studiów, jak również wydobędzie na światło dzienne nowe, mogące zainteresować szerszy ogół, strony rozpatrywanych zagadnień.

Bodźcem, który spowodował zebranie niżej podanych liczb statystycznych, dotyczących elektryfikacji wielkich miast, było przekonanie, iż w momencie przystąpienia do opracowywania na dalszą przyszłość planów rozbudowy gospodarki elektrycznej naszej stolicy, wskazaniem będzie, niezależnie od rozpatrzenia wszelkich czynników technicznych, gospodarczych i innych natury lokalnej — zapoznać

się też ze stanem obecnym i z historią rozwoju elektryfikacji innych wielkich miast.

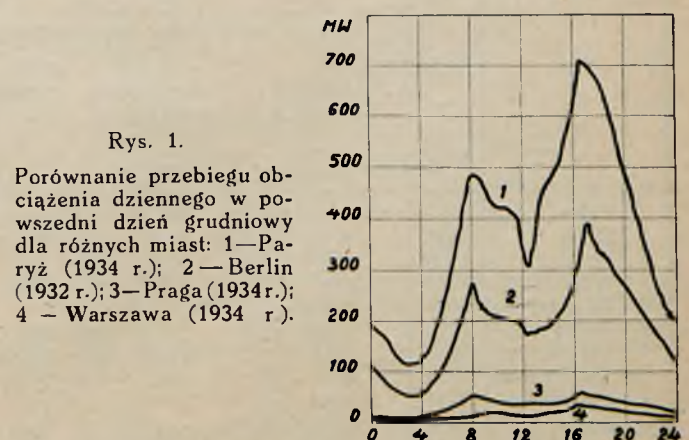
Wiadomą jest rzeczą, że charakter odbioru energii elektrycznej wywiera decydujący wpływ na typ elektrowni i na strukturę sieci zasilającej — to tłumaczy powstanie tak wyraźnie odgraniczającej się kategorii elektrowni i sieci wielkich miast.

Tabela 1.  
Zaludnienie i obszar.

Nr. P.	a	b Dane z roku	c	
			Powierzchnia miasta km <sup>2</sup>	Ludność miasta × 1 000
1	Paryż (dep. Sekwany) Paryż (miasto—C.P.D.E)	1931		(d) 4 934 2 891
2	Berlin (wielki) . . . . .	1933	ok. 900	4 252
3	Wiedeń (a) . . . . .	1934	278	1 874
4	Warszawa . . . . .	„	124	1 220
5	Hamburg . . . . .	1933		1 129
6	Budapeszt . . . . .	1934	195	1 045
7	Praga (b) . . . . .	„	284,5	960
8	Amsterdam . . . . .	1932		785
9	Kopenhaga . . . . .	1932		653
10	Łódź (c) . . . . .	1934	58	605,5
11	Stockholm . . . . .	„	137	526
12	Stuttgart . . . . .	1932		407
13	Zürich . . . . .	„		280

- (a) terytorjum podmiejskie zasilane łącznie z miastem: 790 km<sup>2</sup>, 237000 ludności.  
 (b) łącznie z niewielkimi obszarami podmiejskimi, nie przekraczającymi 40% powierzchni miasta.  
 (c) elektrownia w Łodzi obsługuje też 158 592 mieszkańców z okolic podmiejskich,  
 (d) w liczbach, dotyczących departamentu Sekwany, zawierają się liczby, dotyczące miasta, obsługiwanego przez C. P. D. E.

Specyficzne warunki pracy, które wpłynęły na wytworzenie się wspólnych cech elektryfikacji wielkich miast, niezależnie od szerokości i długości geograficznej, są w skróceniu następujące: duże odbiory energii elektrycznej,



Rys. 1.

Porównanie przebiegu obciążenia dziennego w poszczególnych miastach: 1—Paryż (1934 r.); 2—Berlin (1932 r.); 3—Praga (1934 r.); 4—Warszawa (1934 r.).

rozłożone na bardzo małych przestrzeniach, poważne wymagania co do ciągłości ruchu, spowodowane głównie względami bezpieczeństwa, skoki poboru mocy w pewnych określonych porach dnia, wynikające z ujednostajnienia trybu ży-

\*) Przy opracowywaniu zestawień statystycznych korzystałem z cennej pomocy kol. J. Miłodrowskiego.

cia mas zamieszkujących miasta, nagłe silne zwiększenie się zapotrzebowania mocy w okresach dobrej konjunktury, a zmniejszanie się w czasie kryzysu, co wynika z przeważnie oświetleniowego charakteru odbioru energii, ponieważ oszczędności na świetle są najłatwiejsze do przeprowadzenia; w dalszym ciągu: niemożność zupełnego zbliżenia zakładów wytwórczych do centrum zużycia, trudności bu-

dowy sieci na ulicach miejskich i wiele innych jeszcze czynników.

Te wszystkie względy sprawiły, że poszczególne etapy rozwoju elektrowni i sieci różnych wielkich miast wykazują wiele punktów wspólnych, jak np. stopniowa normalizacja rodzaju prądów, wielkości napięć, zasilanie obszaru miejskiego i podmiejskiego z kilku central, połączo-

Tabela 2.  
Źródła energii elektrycznej.

Nr. p.	a	b	c			d	e	f			g	h	i
			Wytwarzanie energii elektr. w mieście					Przesyłanie energii elektr. do miasta					
			ilość zakładów wytwórczych	moce instalowane w poszczególnych zakładach	całkowita moc zainstalowana			ilość linii przesyłowych	napięcie	zdolność przesyłowa			
	MW	MW		kV	MW	MW							
1	Paryż . . . . .	1934	11	400; 340; 220; 200; 181; 150; 105; 19; 18; 9; 5; 270; 224;	1667 (z tego moc rozporządzalna 1112)	1 2 (a)	220 90	150 ok. 60	ok. 1322				
2	Berlin . . . . .	1934	9	. . . . .	800,95 (b)	4 (c)	100	ok. 200	1290,95 (c) (d)				
3	Wiedeń . . . . .	1934	10	130,5; 61; 11; 8,5; . . . . . (e)	212,8	2 (a)	110	46; 48	306,8				
4	Warszawa . . . . .	1934	2	57,9; 12,9;	70,8	2 (f)	35	ok. 7,6	78,4				
5	Hamburg . . . . .	1934			223,18								
6	Budapeszt . . . . .	1934	3	130; 24,1; 16,7;	170,8	1	100		292,8 (d)				
7	Praga . . . . .	1934	3	49,8; 10; 1,05;	60,85	1 (g)	100	55	115,85				
8	Amsterdam . . . . .	1934			164,5				252 (d)				
9	Kopenhaga . . . . .	1934			151,9								
10	Łódź . . . . .	1934	1		70,75	—	—	—	70,75				
11	Stockholm . . . . .	1934	1		90,0	2 (a)	100	44	134,0				
12	Stuttgart . . . . .	1934			85,6				169,6 (d)				
13	Zürich . . . . .	1934			106,9				175,4 (d)				

(a) Połączenia z elektrowniami wodnymi.

(b) Bez akumulatorów parowych: 750,95 MW.

(c) Brak danych o szczegółach technicznych nowych połączeń z siecią krajową, wykonanych w 1934 roku. Kolumna „i” uwzględnia już te nowe połączenia. Podane 4 linie 100 kV — z elektrowni opalanych węglem brunatnym.

(d) W kVA.

(e) Plus 6 elektrowni wodnych o łącznej mocy 1,8 MW, wykorzystujących spadki w przewodach wodociagowych.

(f) Zasilanie części miasta przez elektrownię Pruszkowską.

(g) Z elektrowni ciepłej Ervenice o mocy zainstal. 70 MW.

Tabela 3.  
Wytwarzanie.

Nr. p.	a	b	c				d				e			f			g	h	i	k
			Energja elektryczna wyprodukowana				Obciążenie szczytowe				Roczny czas użytkowania									
			w lokalnych zakładach wytwórczych		energia wymieniona z odległymi wytwórniami		suma energii wytworzonej i otrzymanej c ± d		w lokalnych zakładach wytwórczych	w linjach przesyłowych	łącz. nie f + g	użytkowania największego obciążenia	użytkowania mocy zainstalowanej w lokalnych zakł. wytw.							
10 <sup>6</sup> kWh	%	10 <sup>6</sup> kWh	%	10 <sup>6</sup> kWh	%	MW	MW	MW	godz.	godz.										
1	Paryż	1933	2 173,6	90,9	218	9,1	2 391,6 (a)	100										3062	1360	
2	Berlin	1934	883,2	66,3 (b)	448,7	33,7	1 331,9	100	322,2	116,8	439	3040	1100							
3	Wiedeń	1934	220,7	47,8	240,3	52,2	461	100	59	80	139	3317	1037							
4	Warszawa	1934	(c) 132,7	94 (d)	7,9	6	140,6	100	(c) 41,6	(d) ok. 4	45,6	3080	1875							
5	Hamburg	1934	458,3	100				100	121,3			3780	2040							
6	Budapeszt	1934	243,5	87,3	34,3	12,7	277,8	100	71,05		71,05	3900	1428							
7	Praga	1934	32,6	14	195,2	86	227,8	100	10,6	49,5	60,1	3780	535							
8	Amsterdam	1934	412	107	— 26,5	— 7	385,5	100	121,4			3380	2500							
9	Kopenhaga	1934	248,9	100				100	97			2560	1640							
10	Łódź	1934	133,4	100				100	31,2			4277	1885							
11	Stockholm	1934	66,3	22,3	232,1	77,7	298,4	100	49	42	91	3279	714							
12	Stuttgart	1934	163,2	67,7	78	32,3	241,2	100	54,7	16,3	71	3400	1900							
13	Zürich	1934	294,7	99,2	2,3	0,8	297	100	75,2	1,8	77	3820	2760							

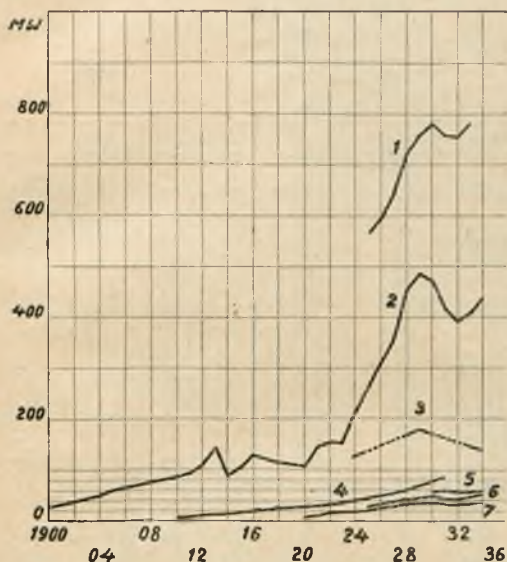
(a) Energja nie została całkowicie zużyta w mieście — patrz ilość energii sprzedanej (tab. 6);

(b) Bez energii oddanej kolei przez EWAG;

(c) Elektrownia miejska i tramwajowa łącznie

(d) Z elektrowni Pruszkowskiej.

nych równolegle, połączenie sieci miejskiej liniami daleko-  
siężnymi ze źródłami taniej energii, głównie z elektrownia-  
mi wodnymi i t. p. Jakkolwiek skala i tempo rozwoju wy-  
kazują duże różnice, to jednak poszczególne fazy tego roz-  
woju pozostają z małymi wyjątkami te same.



Rys. 2.

Rozwój zapotrzebowania mocy szczytowego obciążenia: 1 — Paryż; 2 — Berlin; 3 — Wiedeń; 4 — Stockholm, 5 — Praga; 6 — Elektrownie rejonu warszawskiego łącznie (t. j. el. Pruszkowska, Warszawska i tramwajowa); 7 — Elektrownia Warszawska.

Obecny stan wiedzy elektrotechnicznej zdaje się wska-  
zywać, iż w przyszłości najbliższych kilkudziesięciu lat  
sam system rozdziału energii elektrycznej w wielkich mia-  
stach nie ulegnie zasadniczym zmianom; pozwala to nam  
tembardziej wykorzystać doświadczenia, poczynione gdziein-  
dziej kosztem wielkich nakładów finansowych oraz połączo-  
ne z wielu przejściowymi niepowodzeniami, i pójść w oprar-  
cowywaniu planów rozwoju elektryfikacji Warszawy wy-  
próbowanymi już praktycznie drogami.

Będzie to pewną rekompensatą za fakt oczywistego  
zacołania na polu techniki i przemysłu i pozwoli też za-  
stosować najnowsze zdobycze techniki u innych opracowa-  
ne i już wypróbowane. Przykładem umiejętnego wykorzy-  
stania poczynionych gdzieindziej doświadczeń może być  
zastosowanie w Warszawie, przy zakładaniu elektrowni,  
od razu prądu trójfazowego i wysokiego napięcia, z pominię-  
ciem prądu stałego, co zaoszczędza obecnie kosztów i trud-  
dów, związanych ze zmianą prądu ze stałego na zmienny,  
z którym to zagadnieniem dotychczas większość elektrowni  
ma jeszcze trudności.

Podane w załączonych tabelach liczby nie mogą oczy-  
wiście wyczerpać tematu. Liczby te, niezależnie od zainte-  
resowania, które mogą wzbudzić, mają być jedynie przykła-  
dem, wskazującym, jak wiele pouczającego materiału mo-  
że dać bliższe zapoznanie się z gospodarką elektryczną wiel-  
kich miast.

Czynniki, opracowujące plany rozwoju elektryfikacji  
Warszawy w przyszłości, niewątpliwie zajmą się znacznie  
dokładniejszym przestudowaniem warunków i wyników  
gospodarki elektrycznej w tych stolicach europejskich,  
które uznają za najbardziej miarodajne dla porównywania  
z niemi Warszawą.

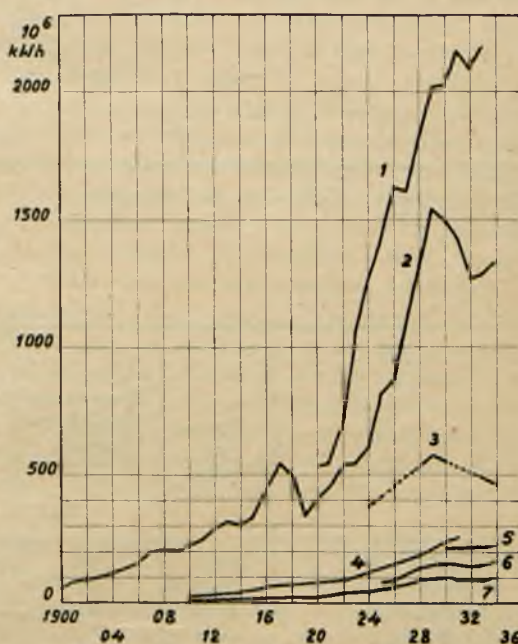
Oczywistym absurdem byłoby już dziś wzorować się  
ściśle w Warszawie na miastach, mających ponad 90%  
mieszkań zelektryfikowanych i wykazujących 500 — 900

kWh rocznego zużycia energii na mieszkańca, zwłaszcza, je-  
śli uprzytomnimy sobie, że nawet tak znacznie przewyższa-  
jąca pod każdym względem Warszawę miasto, jak Paryż lub  
Berlin, mają dopiero siedemdziesiątkilka procent mieszkań  
zelektryfikowanych i zużycie roczne na głowę niewiele  
wyższe ponad 300 kWh.

Jednak zaznajomienie się z temi liczbami jest również  
pouczające, gdyż stanowią one dla nas niejako wielkości  
graniczne, do których przecież też kiedyś dojdziemy. De-  
cydującą rolę odgrywa tu czas: fazy rozwoju elektryfikacji  
poszczególnych miast są niejako przesunięte w czasie.

Gdy w roku 1885 powstała pierwsza elektrownia w  
Berlinie, mało było zapewne w Warszawie optymistów, któ-  
rzyby poważnie myśleli o elektryfikacji Warszawy, a jed-  
nak w 1934 roku osiągnęliśmy w Warszawie liczby wy-  
twórczości rocznej i obciążenia szczytowego, zbliżone do  
odpowiednich liczb Berlińskich z 1903 roku. Czyli War-  
szawa kroczy z 31-letnim opóźnieniem za Berlinem, ale  
jednak postępuje naprzód. Słyszeliśmy też niedawno na  
odczytanie w SEP-ie od członka dyrekcji BEWAG-u berliń-  
skiego, że Berlin ma około 11 lat opóźnienia względem Chi-  
cago (pod względem procentowej liczby zelektryfikowanych  
mieszkań).

Plany elektryfikacji miasta w przyszłości nie są  
wprawdzie realizowane z dokładnym przewidywaniem na  
dziesiątki lat naprzód, ale powinny, dla zachowania możli-  
wemu chociaż liczyć się z prawdopodobnymi warunkami w b.  
dalekiej przyszłości, inaczej bowiem projektuje się elek-  
trownie i sieci w mieście 10-otysięcznym, a inaczej —  
w miljonowym.



Rys. 3.

Rozwój zapotrzebowania energii elektrycznej (produkcja  
brutto plus dostawa z poza miasta); 1 — Paryż; 2 — Berlin;  
3 — Wiedeń; 4 — Stockholm; 5 — Praga; 6 — Elektrownie  
rejonu warszawskiego łącznie (t. j. el. Pruszkowska, War-  
szawska i tramwajowa); 7 — Elektrownia warszawska.

W przytoczonych tabelach podałem cały materiał, jaki  
w krótkim czasie, którym rozporządzałem, udało mi się  
zebrać. Ze względu na znaczne trudności w gromadzeniu  
tego materiału, nie jest on w odniesieniu do wielu miast  
kompletny i nie zawsze jest dokładny (zwłaszcza tam, gdzie  
nie można było oddzielić liczb, dotyczących miasta i oko-

Tabela 4.  
Rozdział energii.

Nr. p.	a	b Dane z roku	d			f Ilość p-któw w których sieć najwyższego napięcia pobiera lub oddaje energię	g Rodzaj prądów i napięć, używanych przez odbiorców
			Sieć rozdzielcza				
			c rodzaj linii	napięcie V	długość km		
1	Paryż . . . . .	1933	kabl. i nap. " " " " " "	60 000 12 500 3 000 nisk. nap.	433 5 166 5 504	ok. 22 (a)	pr. 2 faz. 50 okr/sek 12,5 kV, 2×115 V i 2×230 V; pr. 1 faz. 50 okr/sek 3 kV i 115 V; pr. st. 2×115 V i 2×230 V;
2	Berlin . . . . .		kabl.	30 000 6 000 nisk. nap.	ponad 1000		pr. 3 faz. 50 okr/sek 6 kV, 3×220 V i 3×220/380 V; pr. st. 220 V;
3	Wiedeń (b) . . . . .	1934	kabl. kabl. i nap. kabl.	28 000 20 000 i 16 000 5 200	202,4 336,8 1 569,7		pr. 3 i 2 faz. 50 okr/sek 5 kV, 3×220 V, 2×110 V; pr. st. 2×220 V i 4×110 V;
5	Warszawa . . . . .	1934	kabl. i nap. kabl.	nisk. nap. 15 000	5 490,5 49,1	7	pr. 3 faz. 50 okr/sek 5 kV, 3×122 V i 3×211 V;
6	Budapeszt . . . . .	1934	kabl. i nap. kabl.	nisk. nap. 30 000	658,4 433		pr. 3 faz. 50 okr/sek 5 kV, 3×190/110 V, 3×380/220 V; pr. 1 faz. 50 okr/sek 3 kV, 110 V, 220 V;
7	Praga (b) . . . . .	1934	kabl. i nap. kabl.	10 000; 5 000 3 000; 2 000 nisk. nap.	1 058 1 818	ok. 155	pr. st. 220 V, 110 V, 2×110 V; pr. 3 faz. 50 okr/sek 3 kV i nisk. nap.
10	Łódź (b) . . . . .	1934	kabl. i nap. " " " " " "	nisk. nap. 30 000 6 000 3 000	1 574,2 60,9 43,4 352,0	8	pr. 3 faz. 50 okr/sek 6 kV, 3 kV, 3×125 V i 3×220/380 V
8	Stockholm . . . . .	1934	" " kabl. " " " "	nisk. nap. 30 000 6 000 nisk. nap.	810,4 118,8 651,5 2 347,9	ok. 15	pr. 3 faz. 25 i 50 okr/sek 6 kV, 3×220 V; pr. st. 2×220 V.

(a) Z tego na terenie CPDE w mieście 4 punkty.

(b) Łącznie z siecią, zasilającą tereny podmiejskie.

Tabela 5.  
Odbiorcy

Nr. p.	a	b Dane z roku	c Mieszkania zelektryfikowane (c) %	d Ilość odbiorców (liczników)		e f g Moc zainstalowanych odbiorników			h Razem MW
				× 1000	% ludności	trakcja elektryczna MW	siła MW	światło i gospodarstwo domowe łącznie z drobnym grzejnictwem MW	
1	Paryż (C. P. D. E.)	1934	77	1 002,3	34,6	—			1 324 (a)
2	Berlin	1933	73	1 129,1	26,4				
3	Wiedeń (b)	1934	83	672,3(d)	31,8				
4	Warszawa	1934		186,2	15,3	ok. 14 (e)	52,7	73,5	140,2
5	Hamburg	1932	87,3	390	34,7				
6	Budapeszt	1934	74,5	243	23,2				
7	Praga (b)	1934		271,9	28,3	31,7	129,2	100,3	261,2
8	Amsterdam	1932	99	230	29,3				
9	Kopenhaga	1932	90,9	247	37,8				
10	Łódź	1934		93,3	15,4	ok. 9	ok. 70	ok. 30	ok. 109
11	Stockholm	1934	94	186,8	35,5	23,3			
12	Stuttgart	1932	97,9	120	29,5				
13	Zürich	1932	99,9	122	43,6		51,6	60,5	215 (f)

(a) Zainstalowana moc w wielkim przemyśle (wys. nap.) ok. 381 MVA, zakres pomiarowy liczników niskiego napięcia ok. 610 MW.

(b) Łącznie z okolicami podmiejskimi.

(c) Dane z 1932 r., odnoszą się wyłącznie do obszarów miejskich.

(d) Poza miastem 6642 odbiorców, czyli ok. 1%;

(e) Moc zainstalowana w el. tramwajowej i w podstacji el. miejskiej.

(f) W liczbie tej zawarte jest też 102,9 MW, zainstalowanych dla celów grzejnych.

Tabela 6.  
Sprzedaż energii elektrycznej.

Nr. p.	a	b Dane z roku	Energja elektryczna sprzedana								g	
			c wielki przemysł (wys. nap.)		d trakcja elektryczna		e drobna siła (nisk. nap.)		f światło, gospodarstwo domowe i drobne grzejnictwo		łącznie	
			10 <sup>6</sup> kWh	%	10 <sup>6</sup> kWh	%	10 <sup>6</sup> kWh	%	10 <sup>6</sup> kWh	%	10 <sup>6</sup> kWh	%
1	Paryż (dep. Sekwany) .	1933	719,6	39,8	455,6	25,2	161,2	8,9	472,0	26,1	1 808,4	100
	Paryż (C. P. D. E.) (a) .	1934	(b)	—	—	—	274,8	38,5	438,1	61,5	712,9	100
2	Berlin . . . . .	1933	451,7	36,2	437,4(c)	35	61,5	5	297	23,8	1 247,6	100
3	Wiedeń . . . . .	1934	(b)	—	83,6	25	141,4	42,3	109,5	32,7	334,5	100
4	Warszawa . . . . .	1934	(b)	—	28	22,6	ok. 45,4	36,6	50,4	40,8	123,8	100
5	Hamburg . . . . .	1932	176,5	43,2	77,7	19	(d)	—	153,7	37,8	407,9	100
6	Budapeszt . . . . .	1934	(b)	—	(b)	—	154,2	64,9	83,2	35,1	237,4	100
7	Praga . . . . .	1934	(b)	—	49,8	24	94,2	44,5	63,3	31,5	207,3	100
8	Amsterdam . . . . .	1932	53	20,2	18	6,9	(d)	—	191	72,9	262	100
9	Kopenhaga . . . . .	1932	22,4	15,8	18,3	12,9	(d)	—	101,4	71,3	142,1	100
10	Łódź (z okolicą) . . . . .	1934	(b)	—	12,3	11,6	71,9	68	21,5	20,4	105,7	100
	Łódź (samo miasto) . . . . .	1934	(b)	—	(b)	—	75,5	78,3	20,9	21,7	96,4	100
11	Stockholm . . . . .	1934	(b)	—	34,6	13,9	125,2	50,2	(f) 89,4	35,9	249,2	100
12	Stuttgart . . . . .	1932	48,3	42,6	22,4	19,4	(d)	—	45	38	115,7	100
13	Zürich (e) . . . . .	1933	49,9	24,4	27,6	13,5	69,1	34	57,5	28,1	204,1	100

(a) Patrz odnośnik (d) tabl. 1.

(b) Zawarte w liczbach kolumny „e”;

(c) Łącznie z energją el., oddaną kolei przez BEWAG.

(d) Zawarte w liczbach kolumny „f”.

(e) Energia, sprzedana dla celów grzewczych, zawarta jest w kolumnach „e” i „f”.

(f) Grzejnictwo podane łącznie z drobną siłą w kolumnie „e”.

lic podmiejskich przy równoczesnym zasilaniu ich z jednego zespołu elektrowni). Również metody podawania danych statystycznych w poszczególnych miastach są tak różnorodne, że porównywanie tych liczb między sobą następcza trudności.

Zgromadzone ostatecznie liczby pozwolą jednak ogólnie zorientować się w stanie zelektryfikowania poszczególnych miast i poczynić pewne porównania. Nie będą objaśniał znaczenia poszczególnych tabel i rysunków, które ułożone zostały w sposób możliwie przejrzysty i zaopatrzone w odpowiednie oznaczenia i uwagi.

Będąc dalekim od chęci wysnuwania ostatecznych wniosków, jakie dla przyszłości elektryfikacji Warszawy dadzą się zestawić dopiero w wyniku głębszych studjów nad gospodarką elektryczną innych miast, na podstawie powierzchownego już zapoznania się ze strukturą elektryfikacji szeregu wielkich miast można stwierdzić, że wszędzie są naogół zrealizowane następujące wytyczne:

1. Wielkie miasta są z reguły zasilane z kilku źródeł energii, które są elektrownie lokalne i połączenia linjami dalekosiężnymi z odległymi wytwórniami.

2. Sytuacja elektrowni lokalnych, których liczba przeważnie jest większa od jednej, wynika ze stopniowego rozwoju historycznego: najstarsze centrale, zachowujące obecnie charakter zakładów szczytowych, lub wogóle jedynie rezerwowych, są położone najbliżej śródmieścia; nowsze wytwórnie, pracujące najbardziej ekonomicznie, a więc służące do pokrywania obciążenia podstawowego, są oczywiście znacznie większe i wybudowane zostały w takim odstępnie od miasta, aby nie tamować jego wzrostu, przyczem szczególna uwaga zwrócona została na dogodne warunki dostawy węgla i wody. Lokalne elektrownie miejskie z nielicznymi wyjątkami są centralami cieplnymi, opalanymi węglem kamiennym.

3. Można zaobserwować dążność do wykorzystania wszelkich lokalnych źródeł taniej energii: za przykład służą cztery elektrownie przy stacjach przeróbki odpadków miejskich w Paryżu (o łącznej mocy instalowanej 50,75 MW), zakład spalania śmieci w Pradze (10 MW),

wreszcie małe centrale hydroelektryczne na przewodach wodociągowych, doprowadzających wodę z gór do Wiednia (łącznie 10,3 MW). Są to oczywiście nieznaczne moce zainstalowane, lecz wobec maksymalnego ich wykorzystania (np. w Wiedniu 4 500 godz. rocznego użytkowania mocy instalowanej), dają poważną ilość energii, wyprodukowanej minimalnym kosztem.

4. Połączenie sieci miejskiej z odległymi źródłami energii ma na celu w pierwszym rzędzie doprowadzenie do miasta większych ilości taniej energii, używanej z reguły do pokrywania podstawowego obciążenia. Przeważnie jest to energia z elektrowni wodnych (własnych lub obcych), jak np. w Paryżu, Wiedniu, Stockholmie. Berlin sprowadza energję z elektrowni, opalanych węglem brunatnym.

Drugim, nie mniej ważnym znaczeniem linii dalekosiężnych jest stworzenie cennej rezerwy dla miasta, zwiększającej niezawodność dostawy energii odbiorcom. Można zaobserwować, że w większości wypadków, niezależnie od istniejących połączeń dalekosiężnych, elektrownie lokalne rozporządzają mocą instalowaną, wystarczającą do pokrycia obciążeń szczytowych, na wypadek uszkodzenia linii przesyłowych.

Charakterystyczny jest pod tym względem stopień wyzyskania lokalnych urządzeń, znacznie mniejszy w miastach, rozporządzających energją, sprowadzaną z daleka, niż w miastach, zasilanych wyłącznie z własnych wytwórni (tabela 3, kolumna k).

Połączenie liniami dalekosiężnymi odległych elektrowni z wytwórniami miejskimi daje też wszelkie znane korzyści pracy równoległej zakładów. W Paryżu np. ciepłe elektrownie miejskie są też rezerwą dla elektrowni wodnych w Massif Central w okresie małej wody (miesiące letnie).

5. W odniesieniu do miejskich sieci rozdzielczych należy stwierdzić, że w wielkich miastach regułą jest istnienie sieci trzynapięciowych z tem, że cała energia jest rozsyłana siecią najwyższego napięcia (20—60 kV) do podstacji, zasilających w kilku punktach sieci średniego na-

Tabela 7.  
Zużycie na głowę ludności.

Nr. p.	a	b dane z roku	Średnie roczne zużycie energii el. na jednego mieszkańca					g łącznie kWh	h Część szczytowego obciążenia, przypa- dająca na jednego mieszkańca W
			c	d	e	f			
			wielki przemysł (wys nap.) kWh	trakcja elek- tryczna kWh	drobna siła (nisk.nap.) kWh	światło, gospodar- stwo domowe i dro- bne grzejnictwo kWh	łącznie kWh		
1	Paryż (dep. Sekwany) . .	1933	146	92	32,7	96	366,7	158,5	
	Paryż (CPDE) (a) . . . . .	1934	(b)	—	95,0	152	247		
2	Berlin . . . . .	1933	106	102,5	14,5	70	293	103 (c)	
3	Wiedeń (d) . . . . .	1934	(b)	44,6	75,2	58,4	178,2	66	
4	Warszawa . . . . .	1934	(b)	23	37,2	41,8	102	37,4	
5	Hamburg . . . . .	1932	156,2	68,7	(e)	137,1	362	107,5	
6	Budapeszt . . . . .	1934	(b)	(b)	147,5	79,5	227	68	
7	Praha . . . . .	1934	(b)	51,9	98,4	66,0	216,3	62,6	
8	Amsterdam . . . . .	1932	67,5	22,9	(e)	243,3	334	107 (g)	
9	Kopenhaga . . . . .	1932	34,3	28	(e)	155,3	218	92 (g)	
10	Łódź (miasto) . . . . .	1934	(b)	(b)	124	35	159	51,5	
11	Stockholm . . . . .	1934	(b)	65,6	238	169,5 (f)	473,1	173	
12	Stuttgart . . . . .	1932	118,7	55	(e)	110,6	284	112 (g)	
13	Zürich . . . . .	1933	177,9	98,5	247,2	206	729,6	177 (g)	

(a) Patrz odnośnik (d) tab. 1.

(b) Zawarte w liczbach kolumny „e”.

(c) W 1934 r.

(d) Obliczone w stosunku do ludności miasta (patrz tab. 5).

(e) Zawarte w liczbach kolumny „f”.

(f) Grzejnictwo podane łącznie z drobną siłą w kolumnie „e”

(g) Te cyfry odnoszą się do roku 1932 i odpowiadają rzeczywistym szczytom zapotrzebowania mocy przez miasto, podczas gdy liczby kolumny „f” tabeli 3 dla tych miast obejmują prawdopodobnie również moce, oddawane na zewnątrz.

Tabela 8.  
Miasta nie objęte poprzednimi tabelami (dane za rok 1932).

Nr. p.	a	b Ludność miasta × 1000	c Ilość od- biorców (liczników) × 1000	d Mieszka- nia zelek- tryfikowa- ne %	e Obciąże- nie szczytowe MW	f Sprzedana energja elektr. 10 <sup>6</sup> kWh	g		h			i	j
							Na głowę mieszkań- ca przypada rocznie		Ze sprzedanej energii przypada:				
							energji sprzeda- nej kWh	obciąże- nia szczy- towego W	na niskie napięcie (światło i drobna siła) 10 <sup>6</sup> kWh	na wysokie napięcie (wielcy odbiorcy) 10 <sup>6</sup> kWh	na trakcję elektrycz- ną 10 <sup>6</sup> kWh		
14	New York (1926r.)	5 600			732	2 542	455	130					
15	Chicago . . . . .	3 487	1 004	91,2	855	3 194,7	916	245	1 021,3	1 372,9	800,5		
16	Philadelphia . . . . .	2 766	647	94,3	645	2 500,3	904	233	653,3	1 381,3	465,7		
17	Detroit . . . . .	2 248	529		420,3	1 596,5	710	187	797,3	739,6	59,6		
18	Illinois . . . . .	1 055	292	97	173,5	656,4	622	164	276,6	296,8	83		
19	Kolonja . . . . .	718	214	98	59,7	180,5	251	83					
20	Haga . . . . .	460	133	98,5	59	146,8	319	128	67	35,9	43,9		
21	Bazylea . . . . .	163	86	99,9	28,4	134,1	823	174	83,2	39,2	11,7		

pięcia (3—10 kV), przyczem punkty te mogą być korzystnie zbliżone do ośrodków największego zgęszczenia odbiorców.

Pozatem wszędzie istnieje dążność do unifikacji rodzaju prądu w drodze stopniowej eliminacji prądu stałego, napięcia 110—120 V i nienormalnych częstotliwości. Celem tej unifikacji jest wprowadzenie prądu 3-fazowego, 50-okresowego o napięciu  $3 \times 220$  V (lub nawet  $3 \times 220/380$  V). Przytem ważniejszym nawet zadaniem zdaje się być usunięcie niskiego napięcia 110—120 V, utrudniającego poważnie rozpowszechnienie grzejnictwa, niż wyeliminowanie sieci prądu stałego, które przez zastosowanie prostowników rtęciowych znacznie poprawiły słą sprawność, a wymagają b. wielkich nakładów pieniężnych dla zmiany ich na sieci trójfazowe.

6. Można wreszcie zaobserwować poważny rozwój grzejnictwa elektrycznego i to nie tylko w miastach, rozporządzających tanią energją wodną, ale też w miastach, wytwarzających energję elektryczną tylko z węgla. Zawdzię-

czać to należy właściwej polityce taryfowej oraz poznaniu korzyści, płynących dla całokształtu gospodarki elektrycznej z polepszenia wykresu obciążenia dziennego.

Ograniczając się do tych kilku ogólnych wniosków, na zakończenie pragnę jeszcze podkreślić, że studjum elektryfikacji innych miast może przynieść korzyści nie tylko w momencie powzięcia zasadniczych decyzji na temat przyszłości gospodarki elektrycznej Warszawy. Przystępując do rozstrzygnięcia najdrobniejszego nawet szczegółu technicznej, organizacyjnej czy gospodarczej natury, możemy sobie znacznie ułatwić zadanie, a wielokrotnie też spowodować osiągnięcie lepszych rozwiązań, przez uważne, nie pozabawione dozy rzeczowego krytycyzmu, zapoznanie się ze sposobem rozstrzygnięcia rozważanego problemu w innych, zasługujących na naśladowanie, miejskich przedsiębiorstwach elektrycznych.

# Wytyczne budowy i eksploatacji miejskich sieci rozdzielczych ze szczególnem uwzględnieniem zagadnienia pewności ruchu

Inż. Wiesław Szwander

## I. Wymagania, stawiane sieciom rozdzielczym w miastach.

Sprawa zasilania energią elektryczną średnich i wielkich miast przedstawia bezwątpienia jeden z ciekawszych i ważniejszych działów całokształtu zagadnienia budowy i eksploatacji sieci elektrycznych. W większych skupieniach ludności, jakimi są miasta, są pewne charakterystyczne cechy odbiorców energii elektrycznej i te właśnie cechy wywierają wpływ decydujący, zarówno na budowę, jak i na eksploatację sieci miejskich.

Przedewszystkiem miasta odznaczają się bardzo znacznym skupieniem mocy instalowanych w odbiornikach, na stosunkowo niewielkich obszarach. Naprz. w Warszawie, według danych z roku 1934/35, w śródmieściu (okolice Dworca Głównego) gęstość obciążenia szczytowego sieci przekracza nieco cyfrę 5 000 kW/km<sup>2</sup>. W tej samej Warszawie w ogrodowej dzielnicy mieszkalnej (na Żoliborzu) wielkość ta wynosi około 800 kW/km<sup>2</sup>. W BEWAG-u (Berliner Elektrizitätswerke A. G.) w Berlinie sporządzono mapkę przewidywanych na rok 1940 gęstości obciążenia. Na planie tym całe niemal śródmieście, zawarte wewnątrz pierścienia kolei obwodowej (Ringbahn), wykazuje gęstość w granicach od 10 000 aż do 40 000 kW/km<sup>2</sup>, znaczne zaś obszary przedmieść mają od 1 000 do 10 000 kW/km<sup>2</sup>. W New-Yorku odpowiednia cyfra w 1926 roku dochodziła do 92 000 kW/km<sup>2</sup>, a w Chicago — do 59 000 kW/km<sup>2</sup>.

Drugą typową właściwością miejskich obszarów zasilania są bardzo wygórowane wymagania, dotyczące ciągłości w dostawie energii elektrycznej. W dużych zbiorowiskach ludzi światło elektryczne jest jednym z podstawowych czynników bezpieczeństwa publicznego. Wszelkie nieprzewidziane przerwy w oświetleniu pociągają za sobą zakłócenie ruchu ulicznego, zamęt i panikę w lokalach publicznych (jak np. w kinach, teatrach, salach zebrań i t. p.), wreszcie stanowią okazję dla działań elementów zbrodniczych. W miastach, w których tramwaje (lub inne środki lokomocji) są zasilane z miejskiej elektrowni, częściowo choćby za pośrednictwem ogólnej sieci rozdzielczej, trzeba się liczyć w wypadku przerw w dopływie prądu z bardzo poważnymi zakłóceniami normalnego trybu życia.

W dalszym ciągu należy wziąć pod uwagę, że w dużych miastach z reguły znajdują się ważne węzły kolejowe lub wogóle komunikacyjne (np. porty), następnie różne urzędy publiczne, wojskowe i t. p., które, w pewnych zwłaszcza momentach, za żadną cenę nie mogą być pozbawione światła. Pośrednio stykamy się tu też z zagadnieniem budowy sieci pod kątem widzenia obrony przeciwlotniczej, tutaj jednak zagadnienia tego nie będziemy bliżej rozpatrywali.

Całość, przedstawionych powyżej czynników, wymagających utrzymania jaknajwiększej ciągłości w dostawie energii elektrycznej w dużych miastach, można określić zwięźle, jako konieczność utrzymania maksymalnego stopnia bezpieczeństwa ruchu. Zagadnienie bezpieczeństwa ruchu nie stanowi oczywiście wyłącznego i jedyne go czynnika, z jakim należy się liczyć przy projektowaniu i eksploatacji sieci rozdzielczych, lecz wysuwa się ono na pierwszy plan w całokształcie gospodarki elektrycznej wielkiego miasta.

Ograniczając zakres rozważań niniejszej pracy jedynie do sieci rozdzielczych, wymienimy tylko kilka podstawowych czynników, przyczyniających się do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu, a wykraczających *swą rolą* poza właściwą dziedzinę sieci rozdzielczych. Więc przedewszystkiem ogromne znaczenie ma tu zasilanie miasta nie z jednej, lecz z kilku elektrowni oraz połączenie sieci miejskiej z sieciami okręgowymi lub krajowymi. Znajdujemy potwierdzenie tego w praktyce; nie mówiąc już o takich kolosach jak Berlin, Londyn lub Paryż, z których każdy ma po kilka, lub kilkanaście zasilających go central i łączy się pozatem liniami przesyłowymi o najwyższych napięciach z odległymi o setki kilometrów innymi źródłami energii — trudno byłoby przytoczyć wiele przykładów miast o ludności przekraczającej milion, które byłyby obsługiwane przez pojedynczą, odosobnioną elektrownię. Znany jest przykład miasta Brukselli, gdzie elektrownia uległa przed kilku laty pożarowi i przez okres wielu miesięcy jedynie połączenie z siecią krajową zapewniało miastu nieprzerwaną dostawę prądu.

W budowie i ruchu elektrowni miejskiej następujące znane czynniki, zwiększające bezpieczeństwo ruchu, muszą być szczególnie uwzględnione: utrzymanie dużych stosunkowo rezerw tak w jednostkach prądotwórczych, jak i w kotłach, posiadanie rezerw, nadających się do szczególnie szybkiego uruchomienia; zapewnienie ciągłości w dostawie paliwa i w dopływie wody; budowa rozdzielni, jaknajbardziej odpornych na wszelkie awarie; wreszcie — odpowiednie wyszkolenie personelu i dobór kierownictwa technicznego. Pierwszorzędne znaczenie ma też sprawny rozdział obciążeń między poszczególne centrale, przewidywanie wysokości szczytów obciążenia, jak też posiadanie odpowiednich urządzeń pomiarowych i telekomunikacyjnych. Konieczność właściwej konserwacji wszyskich urządzeń, dla utrzymania ich na poziomie stu procentowej użyteczności rozumie się sama przez się.

Nie mniej ważnym czynnikiem jest planowość w całokształcie gospodarki, przewidywanie na dłuższy okres czasu naprzód stopnia i kierunku rozwoju zapotrzebowania energii elektrycznej w danym obszarze zasilania i dostosowania do nich wytocznych rozbudowy tak sieci, jak i wytwórni. Znane są przykłady (Berlin, Warszawa), gdy w okresie gwałtownego wzrostu zużycia energii elektrycznej, jaki nastąpił w latach powojennych, poszczególne elektrownie z największym trudem sprostały zadaniu dostawy energii i w gorączkowym tempie odrabiać musiały opóźnienia, powstałe w inwestowaniu. Do tego czynnika planowości i przewidywania powrócimy jeszcze przy szczegółowym omawianiu sieci.

## II. Ogólna struktura sieci.

a) *Stosowane napięcia.* Powracając obecnie do tematu, t. j. do miejskich sieci rozdzielczych, rozpatrzemy, jak omówione już czynniki dużej gęstości obciążenia i konieczności utrzymania maksymalnego stopnia bezpieczeństwa ruchu oraz pozostałe względy, ogólnie miarodajne przy rozbudowie sieci, wpływają na szczegóły technicznego wykonania i eksploatacji tych sieci. Ograniczając te rozważania do miast średnich i dużych, z góry przesadzamy stosowa-

nie w nich sieci kablowych (względny komunikacyjne, bezpieczeństwo, estetyczne, pewność ruchu i t. d.).

Przy obszarze, zajmowanym przez miasta, rzędu od kilkunastu do kilkuset kilometrów kwadratowych, co w zestawieniu z omówionymi wyżej znacznymi gęstościami obciążenia daje moce rozsyłane rzędu od kilkunastu do kilkuset tysięcy kilowatów, nie ulega żadnej wątpliwości, że w obecnym stanie rozwoju elektrotechniki może być mowa jedynie o stosowaniu prądu zmiennego i to przeważnie trójfazowego, a to dla jego korzystnych właściwości w zastosowaniu do wytwarzania siły. Ze względów ekonomicznych niezbędnym jest przy przesyłaniu tak wielkich mocy na odległość od kilku do kilkunastu kilometrów stosowanie wysokiego napięcia. W dalszym ciągu energia jest transformowana na napięcie niskie, używane przez odbiorców.

Na mocy wyżej powiedzianego, w mieście średniej wielkości (poniżej miliona mieszkańców), przy niezbyt szerokim sposobie zabudowania, sieć rozdzielcza z reguły niemal będzie dwunapięciowa. Sieć wysokiego napięcia (3 do 10 kV) będzie zasilana albo wprost z szyn zbiorczych centrali (lub central), na które pracują zwykle bezpośrednio generatory, wytwarzające energję o tem samym napięciu, albo też z szyn zbiorczych niższego napięcia w podstacji końcowej linii przesyłowej wysokiego napięcia, dostarczającej miastu energję z dalszych okolic. Na sieć wysokiego napięcia nakłada się terytorjalnie sieć niskiego napięcia, która czerpie z niej energję poprzez odpowiednie stacje transformacyjne.

W wielu miastach istnieją jeszcze, jako pozostałość z doby pierwszych kroków na polu rozwoju elektryfikacji, sieci rozdzielcze prądu stałego niskiego napięcia; są one obecnie z reguły zasilane z sieci wysokiego napięcia prądu zmiennego za pośrednictwem podstacji z przetwornicami wirującymi lub ostatnio — prostownikami rtęciowymi (np. Paryż). Pewną zaletą stosowania prądu stałego jest możliwość używania akumulatorów elektrycznych, jako rezerwy i jako środka dla pokrywania szczytów obciążenia. Poza tem jednak, przy użyciu prądu stałego do rozdziału energii elektrycznej na niskim napięciu, ogólna sprawność sieci jest znacznie niższa, zaś podstacje przetwornicowe są kosztowniejsze i bardziej skomplikowane od zwykłych stacji transformacyjnych.

Gdy w opisaney wyżej sieci dwunapięciowej zachodzi potrzeba zasilania jakiejś dzielnicy, szczególnie oddalonej od punktu wytwarzania energii, albo powstaje konieczność dostarczania większych ilości energii poszczególnym bardzo wielkim odbiorcom — to stosowane w sieci wysokie napięcie nie wystarcza: dla zachowania warunków najekonomiczniejszego przesyłania energii trzeba zastosować napięcie jeszcze wyższe. Na istniejącą sieć wysokiego („średniego”) napięcia nakłada się początkowo pojedyncze linie, z czasem całą nową sieć „najwyższego” napięcia (15 — 60 kV), która w określonych punktach zasila sieć „średniego” napięcia (zasilaną poprzednio tylko z elektrowni) i ta dopiero dostarcza energję odbiorcom za pośrednictwem sieci niskiego napięcia.

W wyniku opisaney ewolucji wielkie (miljonowe i wielomiljonowe) miasta z reguły posiadają sieć „najwyższego” napięcia, która powstała zwykle stopniowo, w miarę rozwoju elektryfikacji miasta. W b. wielkich miastach (Paryż, Berlin, Londyn) możemy jeszcze zaobserwować obecność linii (przeważnie napowietrznych) o jeszcze wyższych napięciach (90 do 220 kV). Są to linie ściśle przesyłowe; spełniają one funkcje bądź połączeń z odległymi wytwórniami, położonemi przy źródłach energii, bądź też łączą między sobą bezpośrednio wielkie elektrownie miejskie; linje takie są obliczo-

ne na przesyłanie bardzo znacznych ilości energii, głównie na wypadek awarii poszczególnych wytwórni (np. projektowany, częściowo już wykonany podwójny pierścień 100 kV w Berlinie, okalający miasto i łączący elektrownie West, Charlottenburg, Moabit i Klingenberg). Z powyższych względów nie można tych linii uważać za część składową właściwych sieci miejskich.

W ostatnich czasach w Berlinie, w dzielnicach o największej gęstości obciążenia, stosuje się bezpośrednio przetwarzanie energii z napięcia najwyższego (30 kV) na napięcie niskie. Tą drogą sieć podlega uproszczeniu, potaniu i maleją również straty w niej ponoszone. Przy mniejszych gęstościach obciążenia system powyższy nie daje się stosować, gdyż koszt sieci wypada większy, niż przy stosowaniu pośredniego wysokiego napięcia (bo koszt stacji np. 30/0,22 kV jest oczywiście znacznie większy, niż koszt stacji 6/0,22 kV). Kierownicy techniczni \*) BEWAG'u stoją na stanowisku, że w dalekiej przyszłości układ, zasilający największe miasta (równoległe z sieciami okręgowymi), będzie się składał z trzech sieci o napięciach: 220, 380 V, 30 kV i 220 (lub 380) kV. W ten sposób osiągnięte zostanie minimum kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych przez uniknięcie stosowania zbyt wielu stopni napięć (jak np. 0,22, 6, 30/100, 220 kV).

Oto w ogólnych zarysach struktura miejskiej sieci rozdzielczej i wytyczne dla dalszej jej rozbudowy. Dla uniknięcia nieporozumień uczynimy jeszcze w tem miejscu pewne zastrzeżenie: mianowicie za typową sieć rozdzielczą miejską będziemy uważali sieć, zasilającą ogół drobnych odbiorców, a więc pokrywającą całe zapotrzebowanie na światło oraz zapotrzebowanie na siłę drobnych i średnich warsztatów (zależnie od warunków — od kilku do kilkuset nawet kilowatów). Wielkie odbiory energii dla wytwarzania siły, jak np. koleje elektryczne, duże fabryki i t. p., które też z reguły znajdują się w każdym dużym mieście, są zawsze zasilane bezpośrednio: bądź specjalnymi kablami wprost z szyn zbiorczych elektrowni (koleje w Berlinie), bądź z punktów węzłowych sieci najwyższego napięcia (podstacja tramwajowa w Warszawie). Niejednokrotnie dla zapewnienia rezerwy, są one również połączone z właściwą siecią rozdzielczą miejską, niejako wplątane w nią, tem nie mniej jednak, słusznym będzie uważać, że ich linje zasilające są nałożone niezależnie na sieć rozdzielczą, nie stanowiąc jej właściwych ogniw składowych.

Z pośród normalnych odbiorców siły i światła mniejsi są zasilani z sieci niskiego napięcia, stanowiąc jej obciążenia, określone tak co do wielkości, jak co do rozlokowania, więksi zaś są zasilani z sieci wysokiego (średniego) napięcia albo czerpiąc energję wprost z tej sieci, albo też za pośrednictwem stacji transformacyjnych, ustawionych na ich wyłączny użytek. Poza tem sieć wysokiego napięcia jest jeszcze obciążona transformatorami, dostarczającymi energję do sieci niskiego napięcia, te ostatnie mogą zresztą spełniać podwójną rolę: zasilać sieć niskiego napięcia i równocześnie dostarczać bezpośrednio energję odbiorcom zbyt dużym, aby mogli czerpać prąd z sieci niskiego napięcia.

b) *Sieci otwarte i zamknięte.* Jest to oczywiście temat zbyt obszerny, aby go można było w niniejszych szczyplych ramach dokładnie omówić. Główną zaletą stosowania sieci zamkniętych jest, jak wiadomo, t. zw. dwustronne zasilanie odbiorców, mające na celu właśnie zwiększenie bezpieczeństwa ruchu i pewności dostawy energii. Poza tem w sieciach zamkniętych występują stosunkowo mniejsze straty i mniejsze spadki napięć; przy zmiennych w czasie i w przestrzeni obciążeniach sieci — wypadają korzystniejsze rozprawy prą-

\*) Rehmer, Krohne, ETZ. 1930, str. 1141.



dów. Wobec tego w sieci zamkniętej można projektować mniejsze przekroje przewodów, niż w otwartej; łatwiej bowiem zniesie ona chwilowe przeciążenia, które będą się w niej rozkładały na szereg jej torów; w związku z powyższym koszt budowy sieci zamkniętej będzie naogół stosunkowo niższy, z zastrzeżeniem oczywiście, że nie ma zbyt wielu jałowych połączeń, służących li tylko do zamknięcia sieci

Większość zalet sieci zamkniętych przejawia się jednak tylko w wypadku stosowania w niej dobrze działającego zabezpieczenia selektywnego, odłączającego, w wypadku uszkodzenia, jedynie dotknięty niem odcinek. Niedoskonałość tego rodzaju zabezpieczeń była dawniej przyczyną częstszego stosowania sieci otwartych. Obecnie niema trudności technicznych w stosowaniu doskonale działającej ochrony selektywnej i dlatego odpowiedzialne sieci najwyższego napięcia (Paryż 60 kV, Berlin 30 kV, Warszawa 15 kV i t. d.) są sieciami lub pierścieniami zamkniętymi, wykorzystującymi w pełni wszystkie korzyści, jakie dają te sieci.

Inaczej się przedstawia ta sprawa w sieciach „średniego” wysokiego napięcia. Sieci te są w dużych miastach z reguły znacznie bardziej rozczłonkowane od sieci „najwyższego” napięcia, to znaczy, że przy ogólnej długości kabli rzędu setek kilometrów zawierają one znaczne ilości punktów węzłowych, lub rozgałęźnych (setki lub nawet więcej), w których poszczególne linie (boki) tych sieci są obliczone na przeniesienie mniejszych mocy (setki kVA), w porównaniu do odpowiedzialnych linii najwyższego napięcia (dziesiątki tysięcy kVA). Z powyższego wynika, że stosowanie w tych sieciach nowoczesnych zabezpieczeń selektywnych wypadłoby niewspółmiernie kosztownie, w stosunku do odpowiedzialności poszczególnych linii, nie mówiąc już o tem, że całość stała zabezpieczeń sieci byłby w eksploatacji nadmiernie skomplikowany. Dlatego też sieci „średniego” wysokiego napięcia są zwykle zabezpieczone tanim, lecz dalekim od doskonałości bezpiecznikiem topikowym, lub conajwyżej samoczynnym wyłącznikiem nadmiarowym, co do układu zaś sieci, to stosuje się albo układ otwarty (np. sieć 12,5 kV C. P. D. E. w Paryżu), albo też, przy układzie zamkniętym, z góry godzimy się na zupełnie nieselektywne odłączanie uszkodzeń.

W obu więc wypadkach, zarówno w sieci otwartej, jak i w zamkniętej, ograniczając się do urządzeń ekonomicznie opłacalnych, nie możemy uniknąć niepotrzebnego odłączania większej lub mniejszej ilości stacji, sąsiadujących z uszkodzeniem.

Należy jeszcze zauważyć, że b. często sieć, będąc zbudowana jako zamknięta, eksploatowana jest jako otwarta przez wykonanie odpowiednich podziałów w sieci, np. drogą wyjęcia pewnej ilości bezpieczników. Takie rozwiązanie jest ze wszech miar wskazane, gdyż umożliwia dowolne zmiany konfiguracji sieci, a w razie uszkodzeń zapewnia najszybsze wznowienie dostawy energii elektrycznej do wszystkich punktów sieci, odłączonych chwilowo w czasie uszkodzenia. Poza tem niejednokrotnie wykorzystywane są zalety obu systemów sieci przez stosowanie układu mieszanego; wygląda to w sposób następujący: cała sieć miejska (mamy tu wciąż na myśli sieć „średniego” wysokiego napięcia), zbudowana jako sieć zamknięta, podzielona zostaje pewnymi liniami podziałowymi (wyjęte bezpieczniki) na określoną ilość niezależnych części, z których znów każda w sobie będzie miała charakter również sieci zamkniętej, z pominięciem oczywiście pewnej ilości torów otwartych, odchodzących od sieci. Każda z tych sieci cząstkowych (nazwijmy je „obszarami zasilania”) będzie zasilana wprost z szyn zbiorczych centrali odrębnym kablem zasilającym, łączącym się z siecią w „punkcie zasilającym”.

Układ kabli zasilających, rozchodzących się promieniowo z centrali, stanowi sieć otwartą z odbiorami w punk-

tach zasilających. Wykorzystana jest tu zaleta sieci otwartej, iż najpoważniejsze nawet uszkodzenia w jednym z obszarów zasilania nie odbijają się naogół na regularności dopływu energii do pozostałych części sieci. Również uszkodzenie kabla zasilającego spowoduje przerwę najwyżej w jednym obszarze; przytem poszczególne kable zasilające mogą być zabezpieczone najprostszymi przekazywanymi nadmiarowo-czasowemi. Cząstkowe sieci poszczególnych obszarów zasilania, jako sieci zamknięte, wykorzystują dobre strony zasady dwustronnego zasilania.

Wyżej opisany układ „mieszany” sieci zastosowany jest np. w Warszawie. W Berlinie z punktów zasilających wychodzą kable, tworzące zamknięte pierścienie, zasilające po drodze kilkanaście stacji transformatorowych. W normalnym ruchu jednak pierścienie te są w pewnym miejscu rozłączone tak, że pracują tory otwarte, promieniowo rozchodzące się z punktów zasilających.

To, co było powiedziane na temat sieci otwartych i zamkniętych, dotyczy również do sieci niskiego napięcia. Zarówno jeden, jak i drugi rodzaj sieci jest stosowany w praktyce i ma swoich zwolenników. Na szczególną uwagę zasługuje zastosowany w New-Yorku i częściowo w Berlinie układ sieci niskiego napięcia całkowicie zamkniętej i pozabawionej jakichkolwiek zabezpieczeń. Wszelkie uszkodzenia (zwarcia) w tej sieci likwidują się same, przez wypalanie się uszkodzonych odcinków kabli, co nie powoduje przerw w dopływie prądu nawet do odbiorców, przyłączonych do uszkodzonego kabla. Sieć jest zasilana w równomiernie rozsianych punktach z transformatorów poprzez wyłączniki wsteczne; transformatory są też zabezpieczone nadmiarowo po stronie niskiego napięcia. Układ powyższy zapewnia dużą selektywność w odłączaniu uszkodzeń i znaczną pewność ruchu.

Jeśli sieć niskiego napięcia ma postać normalnej sieci zamkniętej, zabezpieczonej zapomocą zwykłych bezpieczników topikowych na poszczególnych odcinkach kabli i na dopływach od transformatorów, to wskazane jest wykonanie, jak to opisaliśmy już przy sieci wysokiego napięcia, odpowiedniego podziału sieci na szereg niezależnych obszarów. Zaniechanie tego środka ostrożności może spowodować kolejne popalenie się bezpieczników na większej ilości transformatorów, zasilających sieć, gdy wskutek odłączenia jednego transformatora obciążenie sieci będzie się stopniowo przrzucalo na sąsiednie jednostki, powodując ich przeciążanie i odłączanie.

Omawiając wpływ układu sieci na bezpieczeństwo ruchu, należy szczególnie podkreślić korzyści, wynikające ze stosowania elastycznego układu sieci, pozwalającego na szybkie dokonywanie zmian, jak np. w wypadku opisanej sieci zamkniętej, podzielonej na szereg niezależnych obszarów, gdzie istnieje możliwość każdorazowej dowolnej zmiany linii podziałowych. W tym wypadku kable, zasilające poszczególne obszary, nigdy nie powinny być oczywiście więcej obciążone, niż w 60 — 80% swej zdolności przesyłowej, aby można było w razie wypadnięcia z ruchu jednego z nich rozdzielić obszar przezeń obsługiwany między sąsiednie obszary zasilania, nie powodując jednocześnie przeciążenia innych kabli zasilających.

Również w wypadku, gdy kilka kabli zasilających ma w rozdzielni jakies wspólne, obsługujące je urządzenie, np. szyny grupowe, lub dławik, ograniczający prąd zwarcia — to obszary, zasilane przez te kable, nie powinny ze sobą w terenie sąsiedować; ma to na celu zabezpieczenie się na wypadek uszkodzenia tych urządzeń, pociągającego za sobą wypadnięcie z ruchu obsługiwanych przez nie kabli, tak, aby obszary, zasilane przez te kable, znalazły się w sąsiedztwie niedotkniętych awarią obszarów, które ze swej strony

będą mogły przyjść im z pomocą. Wyliczone wyżej wytyczone grają również oczywiście ważną rolę na wypadek celowego odłączania pewnych części sieci przy wszelkich robotach na sieci, naprawach, rozbudowie i konserwacji.

Jeżeli poszczególne obszary sieci są zasilane z różnych źródeł energii np. z szyn zbiorczych centrali i z szyn podstacyj, obniżających napięcie z najwyższego na średnie, to dla przytoczonych wyżej względów należy również dążyć do przemieszania między sobą tych obszarów i to nawet w wypadku, gdy te różne źródła energii są między sobą powiązane (pracują równolegle, lub wprost czerpią energię jedne od drugich); jeśli bowiem w omawianym wypadku zostanie uszkodzona jedna z podstacyj, to obsługiwane przez nią obszary będą mogły być zasilane tylko z innych podstacyj, lub z centrali, a to będzie możliwe tylko w wypadku sąsiedowności danego, dotkniętego przerwą obszaru, z dostateczną liczbą innych obszarów, zasilanych nie z tej samej podstacyj.

Bezpośrednio z zagadnieniem układu sieci łączy się kwestja równoczesnego zasilania sieci z kilku źródeł energii, np. z kilku elektrowni, lub z elektrowni i z dalekonośnej linii przesyłowej. W tym wypadku oczywiście zawsze winna istnieć teoretyczna możliwość zasilania całej sieci z każdej elektrowni z osobna. Praktycznie będzie to miało miejsce bądź w godzinach małego obciążenia, gdy pracować będzie na sieć elektrownia, wytwarzająca energję w sposób najbardziej ekonomiczny, bądź też na wypadek uszkodzeń, większych remontów lub przeróbek poszczególnych central albo części sieci.

Możemy przyjąć, że przy liczbie źródeł energii większej niż jedno, zawsze będziemy mieli do czynienia z miastem i siecią tych rozmiarów, że będzie tam istniała sieć najwyższego napięcia. Jesliby to założenia nie odpowiadało rzeczywistości, to np. dwie elektrownie, obsługujące miejską sieć wysokiego napięcia, z których każda zasilają bezpośrednio pewną część tej sieci, muszą być połączone między sobą odpowiednio zaprojektowaną linią, tak, aby przy unieruchomieniu jednej z central, druga mogła pokrywać przez tę linię połączeniową zapotrzebowanie energii części sieci, przyłączonej wprost do nieczynnej elektrowni.

W wypadku, odpowiadającym naszemu założeniu to jest, gdy istnieje sieć najwyższego napięcia — punktami, z których zasilana jest sieć „średniego” napięcia, będą szyny zbiorcze tego napięcia w poszczególnych elektrowniach oraz w podstacjach, transformujących napięcie z najwyższego na średnie. Więc dla spełnienia warunku niezależnej pracy każdej elektrowni na całą sieć, każda elektrownia winna być pośrednio lub bezpośrednio połączona z pozostałymi wytwórniami i z podstacjami.

Oczywiście połączenia te, ze względu na konieczną dużą zdolność przesyłową, będą wykonane na najwyższym napięciu. Tak np. w Paryżu pierścień kablowy 60 kV łączy między sobą szereg elektrowni, podstację końcową linii 220 kV i miejskie podstacje 60/12,5 kV. W New-Yorku opisana już sieć zamknięta niskiego napięcia jest zasilana przez transformatory 13,8/0,22/0,12 kV, które są przyłączone naprzemian do różnych kabli 13,8 kV, idących bądź z różnych central, bądź z różnych grup generatorów w tej samej elektrowni. W Berlinie sieć 30 kV łączy między sobą poszczególne elektrownie, podstacje prądu zamiejskiego i podstacje, obniżające napięcie w mieście. Stosowana tam jest przytem zasada t. zw. grupowania, polegająca na tem, że każdy transformator, obniżający napięcie z 30 na 6 kV, ma po stronie 30 kV własne, oddzielone od innych szyny zbiorcze, zasilane kilkoma kablami z kilku różnych elektrowni. Szyny

zbiorcze w poszczególnych elektrowniach są przytem również podzielone na niezależne grupy, łączące się przez dławiki. Opisany układ ma równocześnie na celu ograniczenie wielkości prądów zwarcia.

*c) Planowość rozbudowy sieci.* Budowa sieci rozdzielczej wielkiego miasta nie jest przedsięwzięciem, które można wykonać w ciągu niedługiego czasu i po upływie tego czasu uważać je za ostatecznie ukończone. W odniesieniu do miejskiej sieci pojęcia eksploatacji i inwestycji wielokrotnie trudne są do rozdzielenia. Eksploatacja, poza utrzymaniem w stanie najlepszej używalności istniejącej już sieci oznacza prawie zawsze przymus dostarczania energii elektrycznej wszelkim nowopowstającym odbiorcom na terenie miasta, a więc konieczność nieustających inwestycji. Stwarza to pewnego rodzaju bezwładność rozwojową, przejawiającą się w tem, że drobne i mało ważne inwestycje na sieci mają dążność do wysuwania się na pierwszy plan i przesłaniania sobą inwestycji o charakterze zasadniczym, stanowiących nieraz o kształtowaniu się sieci na daleką przyszłość. W rezultacie łatwo jest w tych warunkach popełnić błąd chaotycznej i bezplanowej rozbudowy sieci.

Jeśli wszelkie inwestycje, nie rozciągające się w czasie w sposób tak nieograniczony, jak rozbudowa sieci miejskiej, wymagają dokładnie przemyślanych planów, gdyż w tym tylko wypadku będą celowe technicznie i opłacalne gospodarczo, to rozbudowa sieci tembardziej musi być dokonywana planowo. Zachowanie tej planowości pozwoli uniknąć wielu błędów w rozbudowie, a więc da bardzo znaczne oszczędności; pozwoli następnie dostosować elastycznie tempo rozbudowy sieci do zmiennych potrzeb miasta, czyli pozwoli uniknąć konieczności zbyt gwałtownego i gorączkowego rozbudowywania sieci w chwilach większego rozwoju zapotrzebowania energii; umożliwi wreszcie utrzymanie sieci na wysokim stosunkowo poziomie technicznym, odpowiadającym stanowi wiedzy technicznej w tym czasie, bez ponoszenia na to zbyt wygórowanych wydatków.

Pierwszym środkiem dla spełnienia wyżej powiedzianego będzie wytknięcie pewnych linii rozwojowych danej sieci na daleką stosunkowo przyszłość. Wymaga to oczywiście uwzględnienia projektowanych lub możliwych w przyszłości nowych źródeł energii i przemyślenia sposobu przyłączenia ich do sieci. Dalej trzeba znać przewidywany rozwój zapotrzebowania energii, oparty na wyczerpującej statystyce bieżącej. Należy uwzględnić możliwość przyłączenia nowych obszarów do terytorjum miasta i wziąć pod uwagę, jaki będzie ich charakter (dzielnice mieszkalne, ogrodowe, fabryczne i t. d.), co zwykle plany rozbudowy miast przewidują na dalszą metę. Należy przewidzieć wzrost zapotrzebowania energii w zelektryfikowanych już obszarach np. naskutek rozpowszechnienia grzejnictwa i zgóry obmyśleć środki wzmocnienia istniejących już sieci.

W sieciach, posiadających tylko pojedynczą sieć wysokiego napięcia, trzeba liczyć się z wprowadzeniem sieci wyższego napięcia i istniejącą już sieć „średniego” napięcia rozbudowywać pod tym kątem widzenia, aby potem nie trzeba było dokonywać zbyt wielu zmian. W sieciach, zasilanych z jednej elektrowni, trzeba liczyć się zawczasu z budową w przyszłości drugiej elektrowni, tak, aby późniejsza współpraca obu wytwórni na wspólną sieć nie wymagała w chwili jej zapoczątkowania zbyt wielkich i kosztownych robót w sieci, która już nadługo przedtem może być stopniowo przystosowywana do tych zadań. Szczę-

głowe wyliczanie wszystkich ewentualności, które musi uwzględnić plan rozwoju sieci miejskiej, zajęłoby zbyt wiele miejsca. Na podkreślenie zasługuje, że w opracowywaniu takiego planu wiele korzyści może dać zapoznanie się z przykładami prac, dokonanych w innych miastach, i korzystanie z poczynionych tam doświadczeń, ze względu na to, że postępy gospodarki elektrycznej poszczególnych miast wykazują analogiczne etapy rozwojowe.

Całokształt prac, będący opracowywaniem i wykonywaniem planu celowej rozbudowy sieci, winien być zlecony specjalnemu biuru studjów i projektów, gdyż inne organy przedsiębiorstwa elektrycznego, obsługującego miasto, są zbyt obciążone i zaprzężone sprawami bieżącej eksploatacji, aby sprawie planowości mogły poświęcić należną jej uwagę. Cały plan winien być oczywiście na tyle elastycznie skonstruowany, aby łatwo było przystosowywać go do różnych zmian, które zawsze mogą z biegiem czasu zachodzić. Stosowanie „planowej” rozbudowy sieci nie zwiększa ponoszonych kosztów, bo nie oznacza bynajmniej konieczności wykonywania niepotrzebnych w danej chwili inwestycji, które opierałyby się na niezbyt pewnych założeniach na przyszłość. Postulatem „planowej” rozbudowy sieci jest jedynie to, aby inwestycje, konieczne w danej chwili, były uzgodnione z pewnym planem, dotyczącym całokształtu rozbudowy sieci, tak, aby stopniowo składały się na logiczną, możliwie najdoskonalszą technicznie i gospodarczo całość. Jeśli nawet tak pojęte planowe inwestowanie powodowało w odosobnionych wypadkach większe koszty, to jednak w ostatecznym wyniku koszt budowy sieci na przestrzeni większych okresów czasu wypadnie bezwzględnie niższy, a to jest przecież celem, do którego się dąży. Dodatkowe koszty opracowania i stałego aktualizowania planu rozwoju sieci, stanowiące nieznaczający ułamek kosztów całości rozbudowy sieci, odpłacają się stokrotnie, przyczyniając się do uniknięcia wielu zbytecznych wydatków, oraz do osiągnięcia wysokiego poziomu technicznego, maksymalnego stopnia bezpieczeństwa ruchu i największej sprawności w danej sieci.

Poza opisaną planowością w ogólnych zasadach rozbudowy sieci wiele znaczy również racjonalne wykonywanie poszczególnych etapów, pozwalające na najlepsze koordynowanie robót między sobą, oraz z robotami innych przedsiębiorstw na ulicach miasta. Planowość budowy sieci wymaga również dobrego technicznego zaprojektowania tak całości, jak i szczegółów sieci, oba zaś te czynniki przyczyniają się znacznie do zwiększenia stopnia bezpieczeństwa ruchu w danej sieci. Z omawianymi tu zagadnieniami łączy się również sprawa normalizacji materiałów, używanych do budowy sieci. Normalizacja ta, racjonalnie przeprowadzona i obejmująca oczywiście jedynie przedmioty masowo używane, przynosi duże korzyści w eksploatacji i wzmacnia również bezpieczeństwo ruchu.

d) *Szczegóły wykonania sieci.* Dotychczas omówiliśmy te czynniki, stanowiące o bezpieczeństwie ruchu sieci, które wiążą się z projektowaniem sieci. Nie mniej ważne będą jednak szczegóły budowy i wykonania sieci, to też uczynimy krótki przegląd nasuwających się tu zagadnień. Słusznym będzie przedtem uprzytomnić sobie jeszcze, że projektując i budując sieć mamy, tak zresztą, jak przy rozwiązywaniu wszelkich innych zagadnień technicznych, dwa zadania do spełnienia; a mianowicie winniśmy: 1-o osiągnąć rozwiązanie najlepsze technicznie i 2-o osiągnąć je najmniejszym kosztem, czyli wybudować sieć możliwie najtańszą.

Rzeczywiste rozwiązanie musi być, jak zwykle, kompromisem tych dwóch, z natury rzeczy sprzecznych dążeń, — kompromisem, o którym decydować będą z jednej

strony wymagania, stawiane sieci, a z drugiej strony — rozporządzalne środki finansowe. Wysokie wymagania co do bezpieczeństwa ruchu przesuwają ten kompromis na stronę dobrych technicznie, lecz zato bardziej kosztownych rozwiązań. Monopolistyczny charakter przedsiębiorstw, zajmujących się zaopatrywaniem miast w energię elektryczną, pozwala naogół stworzyć warunki gospodarki o tyle korzystne pod względem finansowym, że kosztowne, ale zato technicznie wysoko postawione inwestowanie zarówno urządzeń wytwórczych, jak i rozdzielczych, jest naogół wykonalne i w ostatecznym swym wyniku przynosi bezsprzeczne korzyści dla całokształtu gospodarki miejskiej.

Sieć miejską rozbudowuje się ciągle, z roku na rok, w miarę potrzeb i wymagań, stawianych przez życie. Wskutek powyższego grozi omówione już wyżej niebezpieczeństwo wpadnięcia w bezplanową rozbudowę (to, że planowanie nie wyprzedza wyraźnie w czasie wykonania — nie jest bynajmniej dowodem, iż planowanie jest wogóle zbyteczne). Już przedstawiliśmy konieczność i korzyści wypracowania ogólnego planu rozbudowy sieci. Ta planowość w odniesieniu do wykonania poszczególnych elementów sieci sprowadza się głównie do pewnej normalizacji tych elementów. Czynnikiem, grającym rolę w określeniu przekrojów poszczególnych odcinków kablowych, są teoretycznie: a) dopuszczalne gęstości prądu, ograniczone nagrzewaniem się przewodów, b) spadki napięć, c) ograniczenie strat. W rzeczywistości inżynier, projektujący rozszerzenie sieci w pewnym kierunku, nigdy prawie nie zajmuje się obliczaniem tych wielkości. Wynika to stąd, że albo nie zna zgóry wielkości odbiorców energii i ich równoczesności, albo też, mając nawet do czynienia z bardziej skonkretyzowanym wypadkiem, musi się liczyć z tem, że w przyszłości z danej części sieci będą również czerpali energię i inni odbiorcy, narazie nieistniejący i nieznanzi.

W rezultacie, wyznaczając szczegóły wykonania danego nowego odcinka sieci, posługujemy się pewnym szablonem, wypracowanym na podstawie wyników eksploatacji w czynnych już częściach sieci. Oczywiście pierwszorzędne znaczenie ma tu znajomość charakteru poszczególnych obszarów zasilanego miasta, aby dla nowych odcinków brać za wzór najbardziej do nich zbliżone i podobne odcinki sieci ze znanymi przekrojami kabli, odbiorcami energii i obciążeniami w różnych porach roku. Według tego, może napozór dosyć mało uchwytnego szablonu, wiemy zgóry, jakiej wielkości odbiorców możemy przyłączyć do sieci niskiego napięcia, a jacy wymagają bezpośredniego zasilania z sieci wysokiego napięcia, wiemy dalej, jakie są dopuszczalne granice obciążenia poszczególnych kabli i jakie mogą być największe długości ich odcinków. Na tejsze podstawie decydujemy zgóry, jakie kable należy kłaść na ulicach, dotąd niezelektryfikowanych.

Analogicznie są przyjęte pewne szablony, dotyczące budowy stacji transformatorowych, ich wielkości, szczegółów wykonania, ilości wprowadzonych kabli wysokiego i niskiego napięcia i t. p. Według innych znów utartych wzorów postępuje stopniowo wzmacnianie sieci tam, gdzie wzrastająca gęstość obciążenia tego wymaga. Oczywiście pomiary obciążeń w całej sieci, prowadzone jaknajszerzej, są nieodzownym czynnikiem, nie tylko racjonalizującym, ale wprost umożliwiającym eksploatację sieci. Omówione tu szablony i wzory postępowania przy rozbudowywaniu sieci nie mogą być oczywiście uogólniane, gdyż zależą każdorazowo od lokalnych właściwości terenu zasilanego i przedewszystkiem od ogólnego planu rozbudowy danej sieci, z którym muszą być ściśle uzgodnione. Podkreślić

też należy, że te wytyczne i szablony nie powinny być zbyt konserwatywnie przestrzegane i stosowane, lecz przeciwnie — winny możliwie często podlegać rewizji, celem stałego uzgadniania ich z ogólnym planem i wogóle z postęпами techniki.

Podstawowy wpływ na stopień bezpieczeństwa ruchu danej sieci ma sposób jej wykonania. Mam tu na myśli szczegóły budowy poza samym zaprojektowaniem układu. Dobór materiałów inwestowanych w sieci jest tą dziedziną, w której, nie będąc zbyt ograniczeni koniecznością nadmiernego redukcji kosztów, możemy bardzo znacznie zwiększyć pewność ruchu sieci tak w odniesieniu do wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej składowych jej elementów, jak też przez stosowanie konstrukcji najnowocześniejszych i najbardziej doskonałych. Np. stosowanie izolacji kabli i aparatów na napięcie o jeden stopień wyższe od napięcia roboczego, ogromnie przyczynia się do zmniejszenia liczby uszkodzeń. Drugim z rzędu czynnikiem będzie należyte sprawdzenie i wypróbowanie materiałów przed wbudowaniem ich w sieć. Sposób wykonania jego zależy od środków, jakimi dane przedsiębiorstwo rozporządza (laboratorja i t. p.), od kwalifikacji personelu, jak też i od dostatecznego przywiązywania wagi do tych spraw.

W sieciach kablowych ogromne znaczenie ma sposób ułożenia kabli. Wnętrze ulicy wielkowiejskiej jest naogół przeładowane różnymi przewodami. Oprócz kabli elektrycznych zawiera ono jeszcze kable telefoniczne, rurociągi gazowe i wodociągowe, kanały ściekowe; w poszczególnych wypadkach również tunele kolei podziemnych, rurociągi centralnego ogrzewania, tory poczty pneumatycznej, odrębne kable elektryczne tramwajowe, różne kable sygnalizacyjne i t. p. Dla utrzymania pewnego porządku władze miejskie wyznaczają poszczególnym przedsiębiorstwom odrębne trasy dla układania ich przewodów (głębokości i odstępy od linii regulacyjnych) oraz są czynnikiem, koordynującym poczynania poszczególnych, niezależnych od siebie instytucyj. Funkcje powyższe wymagają dobrze przemyślanego wykonywania, aby każde przedsiębiorstwo w czasie swych robót nie powodowało uszkodzeń w innych instalacjach i aby nie tamowało swymi urządzeniami dostępu do części urządzeń innych instalacyj.

Najtańszym sposobem układania kabla jest zakopywanie go wprost w ziemi. Dla ochrony zewnętrznych warstw kabli od szkodliwych wpływów chemicznych warstw ziemi, przez które trasa przechodzi (np. kwasów), stosuje się ołaczanie kabli kilkunastocentymetrową warstwą piasku. Dla zabezpieczenia kabli od uszkodzeń mechanicznych, mogących powstać np. w trakcie odkopywania trasy kablowej, albo przy jakichkolwiek innych robotach ziemnych, wskazaniem jest przykrycie kabli bądź cegłami, bądź specjalnie wykonanymi płytkami betonowymi i t. p. Dogodne w eksploatacji jest rozróżnienie kabli wysokiego i niskiego napięcia przez stosowanie różnego przykrywania ich, jak również rozdzielanie ich między sobą np. rzędem cegieł. Przy przejściu kabli wpoprzek jezdni ulic przewleka się je przez rury żelazne, głównie dla uniknięcia częstszego rozkopywania jezdni, tak ze względu na nietamowanie ruchu, jak i na kosztowne nieraz nawierzchnie, stosowane w miastach. W rurach również kładzie się kable tam, gdzie istnieje obawa częstszego ich uszkodzenia.

Idealnym, lecz zbyt kosztownym na nasze stosunki sposobem jest układanie kabli w specjalnych kanałach betonowych, zaopatrzonych w studzienki, jak to jest rozpowszechnione w Ameryce. W Paryżu na trasach, gdzie skupia się większa ilość kabli wysokiego napięcia, więc w sąsiedztwie elektrowni i podstacji, są one układane w podziem-

nych galerjach na półkach. Ze względu na gorsze odprawianie ciepła przez powietrze mogą być te kable obciążane w mniejszym stopniu, niż kable ułożone w ziemi. Zatrzymując się przy najszerzej u nas stosowanym sposobie układania kabli wprost w ziemi, podkreślić należy, jak wielkie znaczenie ma dla bezpieczeństwa ruchu danej sieci umiejętne wykonanie tych robót. Zapobieganie uszkodzeniom kabli w czasie ich układania, pozostawienie właściwych luzów w trasach, dozór należytego montażu armatur kablowych i wiele innych szczegółów wymagają tak ze strony wykonawców, jak ze strony kierownictwa technicznego dużej doświadczenia i staranności. Nie będzie przesady w twierdzeniu, iż o bezpieczeństwie i niezawodności sieci w danej chwili decyduje w znacznym stopniu umiejętność układania kabli w okresie minionych dziesiątków lat.

Na całość sieci wysokiego napięcia składają się oprócz kabli urządzenia rozdzielcze, podstacje i różnej wielkości stacje transformatorowe. Te części sieci muszą również stać na właściwym poziomie technicznym, aby nie okazały się słabymi punktami sieci. Jeśli idzie o takie urządzenia we własnych pomieszczeniach elektrowni, jak np. podstacje na najwyższym napięciu oraz stacje podziemne lub w kioskach ulicznych — to nie widzimy szczególnych trudności w zapewnieniu jaknajwiększej pewności ruchu tym urządzeniom. Gorzej przedstawia się sprawa ze znaczną liczbą małych stacji w pomieszczeniach odbiorców, gdzie trudno jest nieraz znaleźć odpowiednie dla danego celu ubikacje. Wybór tych pomieszczeń winien być zawsze dokonywany skrupulatnie, z uwzględnieniem zabezpieczenia od wilgoci, należytej wentylacji i swobodnego zawsze dostępu; po dłuższym czasie bowiem, gdy liczba takich stacji wzrośnie do kilkuset lub więcej, drobne nawet uchybienia w ich funkcjonowaniu mogą wywierać bardzo ujemny wpływ na bezpieczeństwo ruchu całej sieci, ponieważ każda stacja, podlegając awarii, nie tylko pozbawia dopływu energii danego odbiorcę, lecz, będąc częścią składową tak sieci wysokiego, jak ewentualnie niskiego napięcia, może oddziaływać szkodliwie na większe obszary obu sieci.

### III. Czynniki, zmniejszające stopień bezpieczeństwa ruchu sieci i sposoby ich zwalczania.

Dotychczas rozpatrzyliśmy znaczenie bezpieczeństwa ruchu miejskich sieci rozdzielczych, oraz wytyczne projektowania i budowy tych sieci z punktu widzenia zwiększenia bezpieczeństwa ruchu. Obecnie zapoznamy się z czynnikami, zagrożającymi bezpieczeństwu ruchu, czyli spojrzmy na ten sam kompleks zagadnień niejako z przeciwnego bieguna. Dla utrzymania bezpieczeństwa ruchu sieci rozdzielczej na najwyższym poziomie muszą być spełnione dwa postulaty: 1-o należy do minimum ograniczyć ilość występujących przerw w dostawie energii, 2-o w wypadku powstania przerwy czas jej trwania winien być jaknajkrótszy i obszar sieci, objęty awarią — jaknajmniejszy.

Przerwy w dostawie energii powstają w wyniku samoczynnego odłączania pewnych części sieci czy to skutkiem przepalania się bezpieczników topikowych, czy to skutkiem wyłączania automatycznych wyłączników olejowych. Bodźcami do samoczynnego odłączania są przetężenia, wywołane zwarciami lub lokalnymi przeciążeniami. Z powyższego wynika od razu postulat, że sieć musi być zaprojektowana i zbudowana z tak dużym współczynnikiem bezpieczeństwa przekroju, aby nigdy nie miały w niej miejsca przeciążenia o rozmiarach, któreby powodowały działanie zabezpieczeń. Drugi postulat, mający na celu zapewnienie absolutnego bezpieczeństwa ruchu, mianowicie całkowite wyeliminowanie zwarć w sieci — jest, niestety, niemożliwy do

osiągnięcia. Jedyne co możemy zrobić, to jest ograniczyć ilość zwarć do minimum oraz dążyć do tego, aby jaknajmniej był czas trwania przerw, spowodowanych przez nie, oraz przestrzeń sieci, objęta przerwą po poszczególnych zwarcia. Rozważymy kolejno przyczyny, powodujące zwarcia i środki, służące do ich zwalczania:

1) Niedoskonałość materiałów instalowanych zarówno w sieci kablowej, jak i w urządzeniach stacji transformacyjnych, jest czynnikiem, który niemal w stu procentach możemy wyeliminować, stosując dla wszelkich urządzeń wysoki współczynnik bezpieczeństwa wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej, w połączeniu ze starannym doбором materiałów przy zakupie i z właściwym badaniem ich przed użyciem.

2) Uszkodzenia materiałów w czasie ich instalowania dotyczą głównie kabli i transformatorów; mogą się one nieraz ujawniać dopiero po dłuższym czasie, a bezpośrednio po ich spowodowaniu często nie mogą być nawet w ogóle spostrzeżone. O znaczeniu kwalifikacji personelu, kładącego kable, już mówiliśmy. Uogólniając to, należy raz jeszcze podkreślić, że jedynie bardzo staranny montaż wszystkich części składowych sieci może zapobiec powstawaniu zwarć wskutek uszkodzeń, datujących się jeszcze z czasu montażu.

3) Starzenie się materiałów w sieci jest niejako uzupełnieniem czynników, wymienionych w dwóch pierwszych punktach, gdyż najlepszy nawet materiał, najlepiej w sieci zainstalowany, z biegiem lat zmienia swe właściwości, tracąc bądź swą wytrzymałość mechaniczną, bądź swe zdolności izolacyjne, a najczęściej i jedno i drugie. Ponieważ wiek sieci rozdzielczych z biegiem lat staje się coraz poważniejszym (w Warszawie już dziś przekracza 30 lat, w Berlinie — 50 lat), przeto czynnik omawiany coraz bardziej zyskuje na znaczeniu. Najwięcej lat pozostają w sieciach te ich elementy, które z biegiem czasu podlegały najmniejszym stosunkowo zmianom konstrukcyjnym i wskutek tego nie były wymieniane dla samej tylko modernizacji urządzeń, jeszcze przed momentem utraty swej wartości użytkowej. Takim elementem są w pierwszym rzędzie kable i ich armatury, w mniejszym stopniu — transformatory sieciowe.

W ogólności walka z czynnikiem starzenia się materiałów sprowadza się do racjonalnie przeprowadzanej konserwacji i renowacji urządzeń. Wymaga to przede wszystkim odpowiedniego dozoru sieci, np. rewizji stacji transformacyjnych lub linii napowietrznych, gdzie już same oględziny ujawniają drobne uszkodzenia, których usunięcie w porę zapobiegnie wypadkom, jakiego z czasem niewątpliwie były ich następstwem; dalej wymaga to pomiarów izolacji i strat dielektrycznych, badań wytrzymałości; tu należy zaliczyć np. całą gospodarkę olejem w transformatorach i wyłącznikach. Najtrudniej przedstawia się sprawa kabli. Trwałość kabli, ułożonych w sieci, jest zależna od wielu czynników, waha się w szerokich granicach i nie może być zgóry określona.

Na wzmiankę zasługuje sposób, stosowany przez wiele elektrowni, a polegający na okresowym próbowaniu wytrzymałości kabli prądem stałym wysokiego napięcia (zapomocą przenośnego urządzenia, wbudowanego w specjalnym samochodzie). Ewentualne przebicie kabla w czasie takiej próby w miejscu o osłabionej izolacji, nie pociąga za sobą przerwy w ruchu sieci, gdyż kabel na czas próby jest oczywiście odłączony. Sposobem tym są wyszukiwane zawczasu miejsca, w których z czasem niechybnie nastąpiłyby zwarcia. Opiswane objawy starzenia się elementów składowych sieci są o tyle niebezpieczne, że skutki ich występują zwykle w tempie przyspieszonym w czasie; dlatego też przedsię-

biorstwo, które stwierdziło coraz częstsze występowanie w kablach uszkodzeń bez żadnych określonych przyczyn, winno zawczasu przedsięwziąć odpowiednie środki dla uniknięcia zbyt częstych przerw.

Dalsze przyczyny zwarć leżą poza samymi urządzeniami:

4) Mechaniczne uszkodzenia urządzeń dotyczą głównie kabli, gdyż stacje transformacyjne, znajdując się w pomieszczeniach zamkniętych, są naogół dość dobrze zabezpieczone. Kable bywają najczęściej uszkodzane przez roboty ziemne innych przedsiębiorstw, wykonywane na ulicach. Środkami zapobiegawczymi będą: należyte przykrycie kabli, ewentualnie dostarczanie kierownictwu obcych robót dokładnych rysunków rozlokowania kabli na ulicach.

Uszkodzenia mechaniczne powodują czasem zwarcia w kablach dopiero po pewnym czasie, np. gdy uszkodzony zostanie tylko płaszcz ołowiany kabla — to dopiero wilgoć, dostająca się w tem miejscu do izolacji papierowej, spowoduje z czasem zwarcie. Szczególnym rodzajem mechanicznych uszkodzeń jest osiadanie kabli skutkiem podkopania ich, powodujące wrywanie kabli z muf i związane z tem zwarcia w mufach. Powyższemu zapobiega pozostawianie przy układaniu kabli dostatecznych luzów w trasie.

5) Szkodliwe działanie wilgoci daje się szczególnie w znaki urządzeniom stacji transformacyjnych, gdzie przewody, pozostające pod napięciem, są obnażone. Słabo obciążone transformatory bezolejowe są bardzo wrażliwe na wilgoć. W tem świetle nabiera dużego znaczenia wybór odpowiednio suchych pomieszczeń na stacje transformacyjne. Kanały wentylacyjne, konieczne w tych pomieszczeniach, muszą być tak wykonane, aby zimą, w czasie możliwej zadymki, śnieg nie dostawał się do wnętrza stacji. Stacje podziemne muszą być należyście izolowane i odwadniane. W stacjach, wystawionych na działanie mrozu, tworzenie się szronu, łącznie z zakurzeniem (np. pyłem węglowym) też może być przyczyną zwarć. Zdarzające się zimą i wiosną pęknięcia zamarniętych rur wodociągowych powoduje łatwo zalewanie stacji transformacyjnych. Dla zabezpieczenia, należy dążyć do tego, aby pomieszczenie stacyjne nie było najniższym punktem w piwnicach danego domu. Poza to jest wskazane ustawiać transformatory na pewnej wysokości, na fundamentach. Działanie wilgoci jest również zgubne dla kabli i ich armatur. Przy wszelkiem naruszeniu całości płaszczu ołowianego, czy to skutkiem uszkodzenia mechanicznego, czy wskutek pęknięcia, spowodowanego układaniem w czasie mrozu, czy też w wyniku korozji — wilgoć, wdzierająca się do wnętrza kabla, zawsze nieuchronnie spowoduje zwarcie. Szczególnie wrażliwe są na działanie wilgoci wszelkie armatury kablowe: mufy i końcówki; tu jedynie bardzo staranny montaż przez dobrze wyszkolony personel oraz dobór pierwszorzędnych materiałów mogą zapewnić dostateczną trwałość.

6) Poważne uszkodzenia izolacji i w następstwie tego zwarcia mogą powodować zjawiska przepięciowe. Gdy sieć kablowa łączy się bezpośrednio z liniami napowietrznymi, to najgroźniejsze są przepięcia o charakterze atmosferycznym. Wszystkie przejścia z linii napowietrznych do kabli winny być zabezpieczone nowoczesnymi ochronnikami przepięciowymi. W urządzeniach rozdzielczych należy też w tym wypadku przewidzieć drogi dla odpływu ładunków statycznych. Niebezpieczeństwo rozchodzenia się fal wędrownych w sieciach kablowych nie jest groźne z punktu widzenia stromości czoła fali, gdyż znaczne tłumienie kabli powoduje szybko spłaszczenie czoła — jedynie amplituda fal swą wysokością może zagrażać izolacji kabli.

W sieciach wyłącznicze kablowych, niezagrożonych przez przepięcia atmosferyczne, główną rolę odgrywają przepię-

cia ziemnozwarciowe i łączeniowe o charakterze rezonansowym. W pewnych wypadkach, przy osiągnięciu przez sieć kablową większych rozmiarów i przy związanej z tem wielkości prądu zwarcia z ziemią, szczególnie niebezpieczne bywają przepięcia, wywołane przez niegasnący, oscylujący łuk ziemnozwarciowy, który, powodując nagromadzenie się ładunków na poszczególnych fazach, daje w wyniku kilkukrotne podwyższenie napięcia roboczego względem ziemi. Jeśli nawet rząd wielkości tych przepięć nie przewyższa napięcia, któremu kable są poddawane przy próbach, to jednak przy stosunkowo częstem ich występowaniu i przy równoczesnem działaniu innych czynników, osłabiających izolację kabli, jak wilgoci i urazów mechanicznych — następuje stopniowe osłabianie izolacji kabli, aż do zupełnego jej przebicia włącznie. W rezultacie silniejsze przepięcie, spowodowane zwarcie z ziemią w jednym punkcie, może wywołać przebicie izolacji nadwątlonej w zupełnie innych częściach sieci, co za tem idzie dalsze zwarcia z ziemią i dalsze przepięcia. W eksploatacji sieci miejskich znane są wypadki do 7 równoczesnych uszkodzeń w różnych, niezależnych od siebie częściach sieci. Katastrofalne znaczenie takich zjawisk dla całokształtu bezpieczeństwa ruchu sieci nie wymaga już odrębnego podkreślenia. Nawiązując do uprzednio omawianych zjawisk, należy stwierdzić, że często występujące przepięcia ziemnozwarciowe są czynnikiem, przyspieszającym bezwzględnie proces starzenia się kabli w sieci i — vice versa, w starych sieciach o osłabionej izolacji, przepięcia wywołują szczególnie liczne uszkodzenia. Przykrą stroną zjawiska powstawania groźnych przepięć ziemnozwarciowych jest również fakt, że trudno jest z wczasu stwierdzić jego występowanie, bo zewnętrzne objawy w postaci niespodziewanych, w różnych punktach sieci jednocześnie występujących uszkodzeń, następują dopiero wtedy, gdy już proces stopniowego nadwątlania izolacji kabla jest dość daleko zaawansowany, a pojemność sieci zbliża się do wielkości, sprzyjającej powstawaniu największych przepięć.

Jedynym środkiem dla zwalczania powstawania przepięć ziemnozwarciowych jest zupełne lub częściowe uzimianie punktu zerowego sieci. Praktyka amerykańska zna szereg wypadków, na podstawie których można twierdzić, że każda sieć kablowa w miarę swego rozrostu dochodzi do takiego stanu, że wskutek szkód, powodowanych przez przepięcia ziemnozwarciowe, nie może być dalej eksploatowana, jako sieć izolowana. Szczególna wrażliwość kabli na przepięcia jest zrozumiała, jeśli wziąć pod uwagę, że kabel na całej długości ma izolację niedoskonałą, o ograniczonej trwałości i wytrzymałości, podczas gdy linja napowietrzna na większej części swej długości ma doskonałą izolację powietrzem, a jedynie w punktach zawieszenia izolacja jest słabsza, lecz i tam zawsze stosunkowo mocniejsza i tańsza od izolacji kabli. Znaczny koszt linii kablowych w porównaniu z linjami napowietrznymi usprawiedliwia również zastosowanie wszelkich środków, mających na celu oszczędzenie izolacji kabli.

7) Dla zakończenia rozpatrywanie najważniejszych czynników, które wywołują zwarcia w sieci, należy wymienić jeszcze błędy w obsłudze. Zaliczymy tu niewłaściwe manewrowanie odłącznikami na podstacjach, błędne załączanie faz w kablach, omyłkowe przecinanie na ulicy kabla, nie wyłączonego z pod napięcia, nadmierne przeciążanie poszczególnych kabli przy zmianach podziałów sieci i t. p. ewentualności. Środkiem przeciwdziałającym w pierwszym rzędzie będzie wysoki poziom personelu technicznego, zwłaszcza monterów, dozorujących roboty, potem przejrzystość układu wewnętrznego podstacji transformatorowych, oraz sieci kabli ulicznych, dokładne oznaczanie kabli w sta-

ciach, urządzenia, blokujące odłączniki z wyłącznikami, możliwie najdokładniejsze prowadzenie szczegółowych planów sieci, stale uzupełnianych i t. d.

Bliższa obserwacja przebiegu zwarć w sieci kablowej pozwala stwierdzić, że prawie bez wyjątków początek ich stanowią zwarcia z ziemią, bo większość czynników, zagrażających izolacji kabli, działa z zewnątrz (wilgoć, uszkodzenia mechaniczne i t. p.). Wyżej powiedziane odnosi się zwłaszcza do uszkodzeń w samym kablu; w wypadku uszkodzeń wewnątrz armatur kablowych, stosunkowo częściej zaobserwować możemy bezpośrednie zwarcia międzyfazowe, chociaż i tu zwarcia z ziemią stanowią znaczny procent ogólnej liczby uszkodzeń. Ponieważ w sieciach kablowych, wobec wielkiej ich pojemności, prądy zwarcia z ziemią są duże, od kilkudziesięciu do kilkuset i więcej amperów, więc działanie ciepłne łuku ziemnozwarciowego szybko niszczy izolację w swem sąsiedztwie i zwarcie z ziemią prawie natychmiast zmienia się w zwarcie międzyfazowe. Czas tej przemiany jest napewno w wielu wypadkach rzędu sekund zaledwie. Potwierdzeniem wyżej powiedzianego jest to, że w wypadku uszkodzenia kabla prawie nigdy nie pali się tylko jeden bezpiecznik topikowy (na jednej fazie), co by mogło świadczyć o czystem zwarcie z ziemią. W kablach niskiego napięcia, wobec znacznie mniejszych mocy zwarcia, częściej zdarza się uszkodzenie jednej tylko fazy wskutek zwarcia z ziemią.

Zwarcia w sieci są odłączane przez odpowiednie zabezpieczenia. O przyczynach rozpowszechnienia stosowania topikowych bezpieczników już mówiliśmy. Zabezpieczenie przeciwzwarciowe musi działać niezawodnie, t. j. dawać pewne odłączenie zwarcia; poatem powinno być możliwie najbardziej selektywne. Mówiliśmy już o tem, że całkowicie selektywne zabezpieczenia w połączeniu z zamkniętym układem sieci wyeliminowałyby zupełnie przerwy ruchu, — w praktyce jednak urządzenie takie, ze względu na wysokie koszty, jest ideałem nieosiągalnym, — przynajmniej w sieciach stosunkowo niskiego napięcia. Przy ustalaniu czasów odłączania zwarć przez wyłączniki z przekaźnikami nadmiarowo-czasowemi oprócz względów selektywności (uszerogowanie czasów dla kolejnych szeregowo wyłączników) trzeba jeszcze wziąć pod uwagę moc zwarcia w momencie odłączania, nagrzewanie się urządzeń, powodowane przez prąd zwarcia, ewentualność wypadania z synchronizmu generatorów i poszczególnych elektrowni, pracujących równolegle i t. d.

Stosowanie specjalnych przekaźników ziemnozwarciowych, któreby powodowały odłączanie odcinków kabli dotkniętych zwarcie z ziemią, byłoby może celowe, ale jedynie przy całkowitej selektywności ich działania. W przeciwnym razie mnożyłaby się ilość zbędnych przerw w ruchu, zwłaszcza wobec tego, że znane są w sieciach kablowych dosyć częste wypadki częściowych zwarć z ziemią, ustępujących samorzutnie po pewnym czasie. Tego rodzaju zjawiska trzeba przypisać stopniowemu psuciu się izolacji kabli w pewnych punktach, np. skutkiem penetracji wilgoci, przyczem chwilowe podskoki napięcia lub przejściowe wzrosty stopnia wilgoci otoczenia powodują częściowe wyładowania między żyłą kabla i ziemią, niedosć silne dla spowodowania całkowitego zwarcia, ale wystarczające dla uruchomienia odpowiednio czułych przekaźników ziemnozwarciowych. Włączenie kabla w wypadku takiego niezupełnego zwarcia z ziemią okazałoby się niecelowe, gdyż odnalezienie utajonego uszkodzenia zwykłymi środkami byłoby niemożliwe. Poatem samo stosowanie selektywnych przekaźników ziemnozwarciowych napotyka na duże trudności techniczne, zwłaszcza w sieciach skompensowanych, oraz jest kosztowne, tak, że

w praktyce przy znacznej ilości punktów węzłowych, gdzie należałoby te przekaźniki ustawiać, jest ze względów gospodarczych wogóle niewykonalne.

Stosowane częstokroć przekaźniki, sygnalizujące tylko zwarcia z ziemią, np. na kablach zasilających, rozchodzących się promieniowo z rozdzielni elektrowni, ma za zadanie jedynie ostrzeżenie obsługi o wystąpieniu zwarcia z ziemią w obszarze sieci danego punktu zasilającego, co w pewnych wypadkach pozwala — drogą stopniowego przełączania części tego obszaru do obszarów sąsiednich — zlokalizować częściowo przerwę, jaka w dalszym ciągu może powstać przy przejściu zwarcia z ziemią w zwarcie międzyfazowe. Poza to działanie tych przekaźników uzupełnia niejako wskazania mierników dobroci i izolacji sieci, przyłączonych zwykle wprost do szyn zbiorczych, mianowicie wskazują one, w której części sieci należy poszukiwać ewentualnych słabych miejsc izolacji.

Z omawianymi sprawami wiąże się bezpośrednio zagadnienie kompensacji sieci. Kompensowanie pojemnościowych prądów zwarcia z ziemią prądami indukcyjnymi, dostarczonymi przez odpowiednio załączone w sieci dławiki lub transformatory gaszące, spełnia dwa zadania: 1-o zmniejsza znacznie prąd zwarcia z ziemią w miejscu uszkodzenia kabla (przy pełnej kompensacji pozostaje jedynie watówy prąd „resztkowy” o wielkości 3 — 4% całkowitego prądu zwarcia z ziemią), 2-o zmniejsza niebezpieczeństwo powstawania przepięć ziemnozwarciowych, zarówno przez zmniejszenie mocy pozornej w łuku ziemnozwarciowym, jak i przez zmniejszenie prawie do zera kąta fazowego między prądem i napięciem na łuku. Poprzednio już wspominaliśmy o konieczności stosowania uziemienia punktu zerowego w dużych sieciach kablowych dla uniknięcia groźnych przepięć. Co daje lepsze wyniki, czy stosowanie kompensacji, czy też uziemienie zera przez opory lub reaktancje — trudno osądzić; ostateczna decyzja o zastosowaniu jednego lub drugiego środka musi uwzględniać jeszcze inne czynniki, poza zwalczaniem przepięć, jak np. ogólny układ zabezpieczeń, wrażliwość sieci na zwarcia i t. d. W Ameryce przeważa stosowanie uziemiania, w Niemczech np. kompensacja jest bardziej rozpowszechniona.

Ciekawym przykładem racjonalnego rozwiązania zagadnienia ochrony przeciw zwarciom z ziemią może być sieć berlińska 30 kV o długości kabli ponad 1100 km i prądzie zwarcia z ziemią ponad 2800 amperów. Sieć jest całkowicie skompensowana rozstawionymi równomiernie dławikami Petersena, przyłączonymi do punktów zerowych transformatorów 30/6 kV na podstacjach. Stopień kompensacji jest stale kontrolowany specjalnymi przyrządami i odpowiednio korygowany. W rezultacie prąd resztkowy nie przekracza 130 A (w tym składowa watówa około 100 A). Kable, dotknięte zwarcie z ziemią, są wyłączone selektywnie przez precyzyjne przekaźniki czasowo-ziemnozwarciowe, reagujące na watówą składową prądu zwarcia z ziemią. Wobec zamkniętego charakteru sieci wyłączenie kabla nie powoduje żadnej przerwy w ruchu, a ponieważ następuje ono przed przekształceniem się zwarcia z ziemią w zwarcie międzyfazowe, przeto unika się spadku napięcia towarzyszącego zwarcie, który mógłby powodować wypadanie z taktu przetwornic, motorów synchronicznych, oraz trudności w pracy równoległej poszczególnych elektrowni. Całość urządzenia jest skomplikowana i kosztowna; jest ona usprawiedliwiona w tak odpowiedzialnej sieci, jak berlińska (moc instalowana w elektrowniach ponad 800 000 kW), lecz w mniejszych sieciach nie zawsze mogłaby być zastosowana.

Na zakończenie należy jeszcze wspomnieć o wpływie konstrukcji kabla na przebieg zwarcia. Dla jakości kabli miarodajny jest czas, jaki upływa od początku zwarcia z ziemią do chwili powstania zwarcia międzyfazowego, będącego następstwem tego zwarcia z ziemią. W sieci berlińskiej czasy te były mierzone i wynosiły przy zupełnej kompensacji (czyli przy prądzie resztkowym około 130 A) dla zwykłych kabli trzyżyłowych od kilku sekund do kilku minut, a dla kabli Hochstädtera i dla kabli w trzech płaszczach ołowianych — do godziny. Dla ostatnich dwóch typów kabli należy jeszcze zauważyć, że żadne zwarcie nie może w nich powstać, nie będąc poprzedzone zwarcie z ziemią, czyli, że w układzie zabezpieczeń, stosowanym w Berlinie, każde zwarcie w tych kablach będzie odłączone jeszcze w fazie początkowej, jako zwarcie z ziemią. Na wzmiankę zasługuje również sieć 60 kV w Paryżu, w której kable są jednożyłowe, a urządzenia rozdzielcze wykonane (częściowo) z całkowitym rozdziałem faz; w takim układzie zwarcia międzyfazowe są oczywiście wogóle wykluczone.

Najbardziej racjonalne zaprojektowanie i wykonanie sieci nie jest w stanie zabezpieczyć jej w 100 procentach od występowania zwarć lub przeciążeń, jednym słowem od powstawania przerw w ruchu. Skutkiem powyższego zawsze musimy być przygotowani na występowanie nieciągłości w dostawie energii i w związku z tem należy poczynić wysiłki dla ograniczenia do minimum przestrzeni, objętej przez poszczególne przerwy oraz czasu ich trwania. Środki, ograniczające przestrzeń, objętą przez przerwę, przedstawiliśmy już, omawiając układ sieci i selektywność stosowanych zabezpieczeń. Ograniczenie czasu trwania przerwy jest zależne przede wszystkim od sprawnej organizacji personelu, przeznaczonego do likwidowania wypadków na sieci. Duże znaczenie posiada też możliwość szybkiego odzyskania w archiwum biurowym szczegółów, dotyczących uszkodzonego odcinka sieci.

Nie bez znaczenia dla zmniejszenia ilości wypadków na sieci jest przewidywanie ich i zapobieganie im. W dziale urządzeń rozdzielczych i stacyj transformacyjnych częste, systematyczne rewizje tych urządzeń pozwalają wczasu unieszkodliwić działanie różnych czynników, zmierzających ku poważniejszym uszkodzeniom. Sieć kablowa może również podlegać periodycznym rewizjom np. w opisanym już wyżej sposobie próbowania poszczególnych odcinków kabli wysokiego napięcia, po czasowym ich odłączeniu, działaniem napięcia stałego, podnoszonego stopniowo do wielkości kilkakrotnego napięcia roboczego. Słabsze miejsca kabli, będące zarodkiem uszkodzeń na przyszłość, są przy takiej próbie przebijane, poczem odszukuje się miejsca uszkodzone i naprawia się je (wymiana kabla lub montaż mufy złączowej). W każdym razie unika się tą drogą wielu przerw w czasie normalnego ruchu.

Dla całokształtu sprawnej obsługi sieci, zarówno w jej eksploatacji, jak i w dziedzinie dalszej rozbudowy, duże znaczenie ma staranne kompletowanie, porządkowanie i przechowywanie wszelkich materiałów, dotyczących sieci. W miarę, jak na przestrzeni dziesiątków lat na sieć, jako całość składają się tysiące kilometrów kabli, dziesiątki tysięcy skrzynek przyłączeniowych domowych i armatur kablowych, tysiące stacyj transformacyjnych, transformatorów, wyłączników olejowych i t. d., — tylko racjonalnie zgromadzone dane techniczne, spisy, kartoteki, rysunki, szkice i plany, pozwolą na należyta, i przytem szybką orientację w całym materiale. Gromadzenie i porządkowanie tego materiału wymaga systematycznej, mrówczej pracy, opartej na właściwych założeniach, na dobrze opracowanym planie i systemie. Za przykład znaczenia tych czynników

niech służy np., że monter, wyjeżdżający na sieć dla likwidowania wypadku, musi mieć ze sobą w każdej chwili aktualny plan sieci, dotyczący wszelkich szczegółów, podziałów sieci i t. d.; poszukując uszkodzenia w kablu, odkopujemy na nim mufy — musimy w tym celu znać szczegółowo ich położenie itd.

Ilość odbiorców, przyłączonych do sieci, stale się zmienia. Aby wiedzieć, czy w danym punkcie sieci możemy przyłączyć nowego odbiorcę o danej mocy, nie dość jest wykonywać systematycznie pomiary obciążeń sieci i napięć (spadków napięć), — powinniśmy również wiedzieć, jacy inni odbiorcy i jakie moce ich odbiorników już są przyłączone do poszczególnych elementów naszej sieci. To zadanie spełnia odpowiednio pomyślana i uzupełniana kartoteka odbiorców lub liczników, dostosowana do układu sieci. Ostatnio przedstawione zagadnienia, stanowią same przez się ciekawe i rozległe dziedziny, dla dobrego rozwiązania których, wiele może zrobić dobry organizator; wkraczają one też częściowo w dziedzinę handlowej orga-

nizacji przedsiębiorstwa; zahaczają o sprawę kompletowania inwentarza, o zagadnienia rozrachunków z odbiorcami itd.

#### IV. Zakończenie.

Zebrane powyżej uwagi na temat budowy i eksploatacji miejskich sieci rozdzielczych są próbą stworzenia pewnej syntezy całokształtu zagadnień, składających się na ten tak ważny i odpowiedzialny dział gospodarki elektrycznej. Poszczególne, wiążące się z całością, zagadnienia, nie mogły być oczywiście w tem ujęciu potraktowane wyczerpująco. Nie było też to w żadnym razie intencją autora. Ilość zagadnień, jaka wiąże się ze sprawą racjonalnego zasilania miast energią elektryczną, wielokrotnie skomplikowany ich charakter oraz duże znaczenie ich dla rozwiązywania ogólnych zagadnień przesyłania energii elektrycznej — zdają się usprawiedliwiać celowość niniejszego ich zestawienia.

## Sprawozdanie ogólne

# Z Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci Elektrycznych w Paryżu 27 czerwca — 6 lipca 1935 r.

### 1. Organizacja Konferencji.

Międzynarodowa Konferencja Wielkich Sieci Elektrycznych (Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques, w skrócie CIGRE) jest instytucją stałą, założoną w 1923 r. pod patronatem Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (CEI) dla omawiania najnowszych zagadnień technicznych, związanych z wytwarzaniem, przesyłaniem i rozdzielaniem energii elektrycznej pod wysokim napięciem. Na jej terenie spotykają się wytwórcy sprzętu elektrycznego, producenci energii elektrycznej, wielcy przedsiębiorcy budowy urządzeń elektrycznych oraz sfery naukowe. Tam mają oni możliwość swobodnej wymiany myśli i przedyskutowania najnowszych doświadczeń w ich specjalności. Konferencja daje możliwość jej uczestnikom poznania ostatnich poglądów w tym dużym dziale elektrotechniki, który nazywamy Techniką wysokich napięć.

Na sesjach Konferencji, które odbywają się regularnie co 2 lata w Paryżu, zjawiają się te same osoby, przeważnie najbardziej przedstawiciele przemysłu, techniki i nauki, które przedstawiają wyniki swych doświadczeń, badań, studiów i t. d. za okres ubiegły, co stanowi pewnego rodzaju ciągłość prac według ustalonego programu. Zainteresowanie Konferencją wzrasta z każdą sesją, o czym świadczy liczba uczestników, która podniosła się od 230 osób pochodzących z 12 krajów w 1923 r. do 830 osób z 43 krajów w 1935 r. oraz liczba referatów — z 70 na 172.

Sprawami Konferencji zawiaduje Rada pod przewodnictwem p. Ernesta Marciera, jednego z najwybitniejszych przemysłowców elektrotechnicznych w Paryżu, oraz kilkunastu wiceprezesów, między którymi zasiada z Polski prof. K. Drewnowski. Przy radzie istnieje stały sekretariat pod kierownictwem p. J. Tribot Laspière'a, właściwego organizatora i niestrudzonego propagatora idei Konferencji. Dla przygotowania niektórych zagadnień, które mają być rozpatrywane na Konferencji, powoływane są komitety, z których obecnie są czynne: izolatorów, kabli, materiałów izolacyjnych, przepięć, wyłączników, obliczenia mechanicznego linii elektrycznych, mocy bierniej, olejów izolacyjnych, sadzi i drgań przewodów, fundamentów słupów. Kontakt poszczególnych krajów z Konferencją utrzymują komitety krajowe, których jest kilkanaście. W Polsce speł-

nia tę rolę Komitet Wielkich Sieci Elektrycznych przy Stowarzyszeniu Elektryków Polskich w Warszawie.

Prace sesji 1935 r. — VIII z rzędu — odbywały się jak zwykle w Paryżu, w sali Hocha. Poza zebraniem otwarcia — pod przewodnictwem p. Laurent Eynac, ministra robót publicznych i zamknięcia pod przewodnictwem prezesa CIGRE, odbyło się 15 posiedzeń technicznych, na których omawiano sprawy, dotyczące różnych grup zagadnień. Przewodniczącym jednego z tych posiedzeń był przewodniczący delegacji polskiej.

Udział Polski był zorganizowany przez Komitet Wielkich Sieci Elektrycznych przy S. E. P. W skład delegacji polskiej wchodziłi pp.:

Delegaci oficjalni:

Prof. K. Drewnowski — przewodniczący delegacji, delegat: Stow. Elektryków Polskich, Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego i Politechniki Warszawskiej,

Inż. L. Nowicki — delegat Ministerstwa Przemysłu i Handlu,

Inż. M. Kuźmicki — delegat Związku Elektryków Polskich,

Uczestnicy:

Inż. F. Bilek, inż. G. Blay, inż. K. Borejko, inż. J. Chodziński, inż. dr. J. Jakubowski, prof. R. Podolski, prof. G. Sokolnicki, dr. J. Włodek.

Pozatem wzięło udział paru inżynierów — elektryków — absolwentów École Supérieure d'Électricité w Paryżu, kilka zaś osób, zapisanych na Konferencję, nie mogło na nią przyjechać z kraju. Ogółem z Polski zgłoszonych było 18 osób, oraz parę pań, co stanowiło największą liczbę zgłoszeń z dotychczasowych sesyj.

Ze strony delegacji polskiej były przedstawione 2 referaty, mianowicie:

Prof. K. Drewnowski — *Considérations sur les mesures du champ électrique des isolateurs à haute tension dans les conditions de régime,*

Dr. inż. J. L. Jakubowski — *La méthode de mesure des hautes tensions par courant capacitif redressé comme méthode générale dans les laboratoires industriels.*

Oba te referaty dotyczą wyników ostatnich prac, prowadzonych w Zakładzie Miernictwa Elektrycznego i Wyso-



kich napięć Politechniki Warszawskiej. Zostały one przedstawione przez referentów odnośnych grup (izolatory, pomiary) i uzupełnione przez autorów.

Oprócz posiedzeń technicznych odbyły się 3 posiedzenia Rady CIGRE oraz walne zebranie członków Konferencji, na których załatwiono różne sprawy formalne, administracyjne, finansowe i organizacyjne. Komitet polski reprezentowany był na tych posiedzeniach przez przewodniczącego delegacji, który zaprosił Radę do odbycia w Polsce jednego z jej następnych posiedzeń, oraz posiedzeń komitetów technicznych w razie, gdy dojdzie do skutku w Polsce zebranie częściowe Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej.

## 2. Przegląd prac technicznych.

Uczestnicy Konferencji obiecali zdać bardziej szczegółowo sprawę z prac w tych dziedzinach, które im się szczególnie interesowali. Na tem miejscu ograniczę się do krótkiego przeglądu prac Konferencji.

Referaty, zgłoszone na Konferencję w liczbie 172 zostały podzielone na kilkanaście grup, obejmujących pokrewne tematy. Każda z grup miała swego referenta, t. zw. specjalnego, którego zadaniem było zreferowanie najważniejszych zagadnień, poruszonych przez poszczególnych referentów, wysunięcie punktów do dyskusji i jej prowadzenie. Wszystkie referaty były wydrukowane przed Konferencją, połowa zaś z nich rozesłana na parę tygodni przedtem. Do autora referatu należało podkreślenie najważniejszych — według niego — momentów i uczestniczenie w dyskusji. Ten sposób, przyjęty od jakiegoś czasu na Konferencji, jest słuszny, gdyż inaczej nie można było przeprowadzić dyskusji nad każdym z referatów osobno po wysłuchaniu autora.

Mimo takiej organizacji nie dało się uniknąć w niektórych grupach zbyt drobiazgowego rozstrząsania mniej ważnych szczegółów, podczas gdy na prowadzenie dyskusji zasadniczej zabrakło czasu. Pod tym względem wypadnie jeszcze poddać rewizji regulamin obrad i zmienić go w kierunku wypuklenia pewnych ważnych zagadnień, a odsunięcie innych na dalszy plan. Na posiedzeniu Rady była już o tem mowa, a komitety krajowe mają się nad tą sprawą zastanowić u siebie. Ze strony przewodniczącego delegacji polskiej został wysunięty projekt, aby w przyszłości rozróżnić dwa rodzaje referatów: 1. ogólne, na tematy wybrane i ew. przedyskutowane przez komitety techniczne; byłyby one przedstawione przez zaproszonych referentów, — oraz 2. szczegółowe, t. zw. komunikaty, na tematy oderwane, wybierane jak dotychczas przez referentów indywidualnych, te pierwsze miałyby oczywiście pierwszeństwo w dyskusji.

Prace Konferencji były prowadzone w 22 grupach następujących:

**Prądnice** (3 referaty). — Zajmowano się głównie sprawą pomiaru temperatury wielkich prądnic podczas ich pracy.

**Transformatory** (5 referatów). — Referaty dotyczyły prawie wyłącznie ochrony transformatorów od przepięć atmosferycznych. Zalecano stosowanie linek lub siatek ochronnych przed podstacjami, jako ochronę od uderzeń piorunowych w pobliżu stacji. Omawiano próby falami udarowymi.

**Praca równoległa i regulacja napięcia** (13 referatów). — Omawiano problem stałości sieci oraz sposoby teoretyczne i techniczne jej utrzymywania. Kilka referatów dotyczyło regulacji częstotliwości w sieciach, a kilka — regulacji napięcia. Szczególne zainteresowanie wywołała sprawa skombinowanej regulacji częstotliwości i mocy, ręcznej i automatycznej.

**Miernictwo** (5 referatów, między niemi p. Jakubowskiego). — Większość referatów zajmowała się sprawą stosowania prostowników do pomiarów różnych wielkości (napięcia, mocy biernej, strat w dielektrykach). Świadczy to

o aktualności tych przyrządów w miernictwie elektrycznym. Również sprawa pomiaru mocy wzgl. energii biernej i pozornej wywołała zainteresowanie.

**Wylączniki** (11 referatów). — Referaty dotyczyły: zjawisk zachodzących w wyłącznikach wysokiego napięcia, głównie nowych typów, warunków pracy wyłącznika ze względu na pracę linii, doświadczeń z nowymi typami. Omawiano szeroko sprawę normalizacji prób wyłączników oraz analizowano zjawiska zachodzące przy przerywaniu łuku.

**Materiały izolacyjne** (3 referaty). — Najciekawsza była sprawa zachowania się materiałów izolacyjnych stałych przy naprężeniu w polu stałym i w polu zmiennym. Dla kabli prądu stałego dopuszczano naprężenia 5 do 6 razy większe niż przy prądzie zmiennym. Sprawa ta wiąże się ze studjami nad przesyłaniem energii elektrycznej prądem stałym.

**Oleje izolacyjne** (9 referatów). — Omawiano sprawy dotyczące prób olejów w laboratorjach i podczas ruchu oraz oczyszczania olejów i ich stosowania w praktyce. Jak poprzednim razem, dużą dyskusję wywołała kwestja oceny olejów na podstawie prób dielektrycznych i prób starzenia. Gorący zwolennicy jednego wzgl. drugiego rodzaju prób nie dali się sprowadzić z zajętego stanowiska. Sprawa pozostała w dalszym ciągu otwarta do dyskusji.

**Kable** (13 referatów). — Poprzednie prace komisji kabli stanowiły podstawę dla przepisów na kable, przyjętych na tegorocznym zebraniu CEI. Obecnie na Konferencji zajmowano się sprawami, związanymi z rozszerzeniem tych przepisów na kable ponad 66 kV. Kilka referatów poświęcone było nowym typom kabli wysokiego napięcia: olejowym, sprężeniowym i pokrewnym. Omawiano obszernie ogrzewanie się kabli i pomiar tego. Pomiar strat dielektrycznych uzyskał w dalszym ciągu zupełne uznanie. Wysunięto nową kwestję, a mianowicie badanie kabli falami udarowymi.

**Obliczenie mechaniczne linii** (7 referatów). — Referaty dotyczyły sposobów obliczania mechanicznego przewodów elektrycznych. Zastanawiano się nad celowością obliczania przybliżonego czy dokładnego. Uznano, że naogół wystarcza obliczenie przybliżone, tylko przy bardzo dużych rozpiętościach należy skontrolować takie obliczenie metodą dokładną.

**Słupy** (5 referatów). Referaty dotyczyły głównie wykonanych słupów i wież przy przekraczaniu rzek oraz zastosowaniu betonu do budowy słupów. Co do tego ostatniego, skarżono się w dyskusji na złe doświadczenia z takimi słupami, o ile nie zostały wykonane bardzo starannie.

**Przewody napowietrzne** (7 referatów). — Omawiano głównie parcie wiatru na przewody, przyczyny zmiany zwisów i ogrzewania przewodów, wybór materiałów, zdalnych pomiarów naprężeń mechanicznych, zmęczenia przewodów, i t. d.

**Drgania przewodów napowietrznych** (5 referatów). — Niema jeszcze jednolitej teorii zjawiska. Referenci próbowali podejść do tego zjawiska bądź z założeń teoretycznych, bądź też z doświadczeń praktycznych. Bardzo ożywiona dyskusja wykazała aktualność tego zagadnienia, wobec czego postanowiono powołać osobny komitet do bliższego zajęcia się sprawą teorii i obliczania wibracji przewodów, wpływu elementów tłumiących i t. d.

**Sadź** (12 referatów). — Sprawa ta należała do jednej z bardziej interesujących na Konferencji. Zajmowano się teorią zjawiska tworzenia się sadzi, obserwacjami meteorologicznymi i geobotanicznymi, działaniem i sposobami usuwania sadzi, pomiarami i środkami zapobiegawczymi. Ciekawe były dane z praktyki w różnych krajach (Francja, Belgja, Włochy, Austryja, Niemcy, Japonja, Norwegja, Czechosłowacja).

cja, Szwajcaria). Było to najbardziej „międzynarodowe” zagadnienie Konferencji.

**Izolatory** (12 referatów, między niemi K. Drewnowskiego). — Z licznych spraw, poruszanych w referatach i dyskusji, wynika, że obecnie aktualnymi kwestjami tutaj są: zastąpienie prób na przebicie izolatora w oleju próbami za pomocą fal udarowych, sprawa koordynacji izolacji, budowa izolatorów z punktu widzenia zakłóceń radjofonicznych, badanie izolatora w atmosferze zepsutej i przy osadach, próby izolatorów na straty dielektryczne. Zalecano studia nad praktycznymi sposobami wyznaczenia opóźnień przeskoków na izolatorach.

**Prąd stały** (6 referatów). — Zarówno przedstawione referaty, jak dyskusja, wykazały, że sprawa zastąpienia prądu zmiennego prądem stałym przy przesyłaniu energii elektrycznej, jest zarówno pociągająca jak trudna. Istniejące typy prostowników jonowych i mechanicznych nie stoją jeszcze na wysokości zadania, zwłaszcza, o ile idzie o zmianę prądu stałego na zmienny. Omawiano kwestje wtórne związane z zastosowaniem prądu stałego, jak izolacja, zakłócenia telekomunikacyjne, rozplływ prądu w ziemi i t. p.

**Uziemienie punktu zerowego** (3 referaty). — Następuje coraz bliższe uzgodnienie poglądów na sprawę celowości i sposobu uziemienia punktu zerowego sieci. Dławiki gaszące nadal wydają się być z nich najpraktyczniejsze.

**Wyładowania piorunowe** (14 referatów). — Była to najobszerniej traktowana kwestja. Omawiano hipotezy tworzenia się piorunów i częstości ich występowania w pewnych miejscach, przepięcia piorunowe i ochronę przed niemi, oraz przepisy na badanie ochronników. Ochrona linii od wyładowań piorunowych pośrednich wydaje się być wystarczająca, nie potwierdzono występowania nadmiernych przepięć tego rodzaju. Istotne niebezpieczeństwo grozi od wyładowań bezpośrednich, przeciw którym walczy się skutecznie za pomocą ochronników zmiennopowolnych i linii uziemiających, stosowanych z reguły w liniach wysokiego napięcia. Rozważania nad powstawaniem piorunów i badania takich wyładowań zdają się wyjaśniać ostatecznie, że wyładowanie wstępne wychodzi z chmury naładowanej (przeważnie ujemnie), tworzy szlak przewodzący i ułatwia drogę wyładowaniu głównemu od ziemi do chmury. Bardzo ciekawe wyniki badań nad piorunami i przepięciami piorunowymi

otrzymano w Niemczech i Stanach Zjednoczonych za pomocą sztabek, magnesujących się pod wpływem prądu piorunowego.

**Przebiecia** (9 referatów). — Zarówno jak poprzednia sprawa, wywołała i ta bardzo wielkie zainteresowanie. Potrzeba uziemiania lub nie słupów drewnianych nie została jeszcze wyjaśniona, istnieje rozbieżność zdań, choć większość skłania się ku uziemianiu, ale wszystkich, słupów drewnianych. Znaczenie stromości fali dla naprężenia izolacji transformatorów ustępuje na drugi plan, ważniejsza jest wysokość przebiecia, zwłaszcza od wyładowań piorunowych w pobliżu podstacji. Należy ochraniać izolatory przy podstacjach przed przeskokami. Kwestja tworzenia słabego punktu przed podstacją nie wyjaśniona; wydaje się, że raczej należy wzmocnić izolację, dać ochronniki rozłożone na dłuższej przestrzeni oraz podwójną linkę uziemiającą.

**Zabezpieczenie sieci** (7 referatów). — Omawiano obszernie sprawę selektywnego działania przekazników. Istnieje dążność do budowy i stosowania bardzo szybko działających przekazników. Przekazniki odległościowe są coraz więcej stosowane.

**Zakłócenia radjofoniczne** (4 referaty). — Podnoszono sprawę przepisów wydawanych przez instytucje telekomunikacyjne, stawiających technice prądów silnych zbyt wielkie wymagania co do unikania tych zakłóceń zarówno w radjofonii, jak w sieciach telekomunikacyjnych.

**Organizacja i obliczanie sieci** (7 referatów). — Referaty dotyczyły metod obliczania sieci wysokiego napięcia w różnych warunkach pracy oraz opisywały wykonane lub projektowane sieci przesyłowe. Zwracał uwagę projekt sieci na 400 kV i 1000 km obszaru, zamierzonej w Rosji.

Z powyższego krótkiego przeglądu prac ostatniej Konferencji Wielkich Sieci widać, jak różnorodne są zagadnienia, które Konferencja się zajmuje. Świadczy to o jej znaczeniu w międzynarodowym świecie elektrotechnicznym. Warto, aby i elektrycy polscy interesowali się jej sprawami w większym stopniu niż dotychczas. Warto, aby się zgłaszali do prac w komitetach technicznych, gdzie będą mogli zetknąć się z najnowszymi doświadczeniami w dziedzinach, które ich bliżej obchodzą. Polski Komitet Wielkich Sieci przy S. E. P., utworzony właśnie dla współpracy z Konferencją, chętnie im tę pracę umożliwi.

Prof. K. Drewnowski.

## DEKLARACJA

uchwalona przez Międzynarodowy Komitet Miar  
na posiedzeniu w dniu 8 października 1935 r.

1. W poczuciu odpowiedzialności i na podstawie upoważnienia, udzielonego mu przez Międzynarodową Konferencję Miar w r. 1933, Międzynarodowy Komitet Miar postanowił, że ostateczne zastąpienie systemu międzynarodowego przez system bezwzględny jednostek elektrycznych nastąpi w dniu 1 stycznia 1940 r.

2. Współpracując z państwowymi laboratorjami fizycznymi, Komitet zajmuje się w tempie przyspieszonym ustaleniem stosunku jednostek międzynarodowych do odpowiednich jednostek praktycznych bezwzględnych.

3. Komitet zaznacza, że nie jest bynajmniej konieczne, aby jakkolwiek z wzorów jednostek elektrycznych już istniejących był zmieniony dla przystosowania jego wielkości do jednostek nowych.

Dla większości zastosowań w praktyce inżynierskiej dawne wartości jednostek międzynarodowych będą o tyle bliskie nowych, że nie będą powodować konieczności zmian, nawet mających charakter liczbowy. Jeżeli, dla jakiegokolwiek celu specjalnego, większa dokładność będzie konieczna, współczynniki liczbowe będą zawsze mogły być zastosowane.

4. Poniżej jest podane prowizoryczne zestawienie stosunków jednostek międzynarodowych do odpowiednich jednostek praktycznych bezwzględnych, do czwartego znaku dziesiętnego. Zważywszy na to, że wzorce jednostek międzynarodowych, przechowywane przez różne laboratoria państwowe, różnią się między sobą w piątym znaku dziesiętnym i że wszystkie laboratoria, które przystąpiły do wyznaczania wartości swych wzorców w jednostkach bezwzględnych, nie ukończyły jeszcze ostatecznie swych prac, Komitet nie uważa za wskazane ustalania tych wartości w obecnej chwili z większą dokładnością. W każdym razie Komitet ma nadzieję rozszerzyć tablicę tych stosunków do piątego znaku dziesiętnego jeszcze przed terminem, wyznaczonym na zastąpienie systemu międzynarodowego jednostkami systemu praktycznego bezwzględnego.

1 amper międzynarodowy	=	0,9999	ampera	absolutnego
1 kulomb	„	=	0,9999	kulomba
1 om	„	=	1,0005	oma
1 wolt	„	=	1,0004	wolta
1 henr	„	=	1,0005	henra
1 farad	„	=	0,9995	farada
1 weber	„	=	1,0004	webera
1 wat	„	=	1,0003	wata

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

## Szkolnictwo Elektrotechniczne w Polsce \*)

Szkolnictwo elektrotechniczne stanowi część t. zw. szkolnictwa zawodowego, mającego za zadanie przygotowywanie wykwalifikowanych pracowników do życia gospodarczego. Przed tem więc, niż mówić o szkolnictwie elektrotechnicznym, musimy choćby w najogólniejszych zarysach omówić całokształt szkolenia zawodowego w Polsce, główniejsze bowiem zasady organizacyjne są wspólne dla wszystkich jego odłamów.

W chwili wskrzeszenia bytu niepodległego Polski szkolnictwo zawodowe było u nas bardzo ubogie. Państwa zaborcze nie dbały o rozwój tego szkolnictwa na ziemiach polskich, i te nieliczne szkoły, które powstały w Polsce przed wojną światową, zawdzięczały swe istnienie przeważnie inicjatywie społecznej lub prywatnej. Obecny stan posiadania przewyższa przedwojenny conajmniej kilkakrotnie.

Wysokie koszty, związane z tworzeniem nowych szkół, płynność i niejasność koniunktur gospodarczych oraz trudność samego zagadnienia szkolnictwa zawodowego hamowały a poniekąd hamują i nadal normalny rozwój tego szkolnictwa, przed którym wciąż jednak piętrzą się coraz to nowe potrzeby.

Wszystkie szkoły zawodowe w zależności od tego, do jakich działów życia gospodarczego przygotowują młodzież, można podzielić na: przemysłowo-techniczne, handlowo-administracyjne i gospodarstwa domowego oraz zawodów usługowych.

Szkoły techniczno-przemysłowe, do których należy także grupa szkół elektrotechnicznych, znajdują się obecnie w stadium przełomowym w związku z pojawieniem się Ustawy z dn. 11 marca 1932 r. o ustroju szkolnictwa. Rozporządzenie wykonawcze do tej ustawy w części dotyczącej szkolnictwa zawodowego nosi datę 21 listopada 1933 r. (rozporządzenie Ministra W. R. i O. P. z dn. 21.XI.33 o organizacji szkolnictwa zawodowego), a stopniowe wprowadzenie jego w życie rozpoczęło się dopiero w jesieni bieżącego roku szkolnego. W obecnej chwili ogromna większość szkół istnieje jeszcze według zasad dawnych, i z działu szkół techniczno-przemysłowych tylko zaledwie 19 jednostek (7 męskich i 12 żeńskich) zaczęło już działać według nowego ustroju. Liczba nowych jednostek szkolnych ma z roku na rok się powiększać.

Szkoły wygasające, t. j. oparte na przedustawowych zasadach ustrojowych, można podzielić zależnie od poziomu nauczania na 3 stopnie. Do stopnia pierwszego (poniżej średniego) odnoszą się szkoły, oparte na podbudowie programu niepełnej szkoły powszechnej (zasadniczo 4 klas), do stopnia drugiego (średniego) — oparte na podbudowie pełnej szkoły powszechnej (7 klas) i do stopnia trzeciego (powyżej średniego) — oparte na podbudowie 6 klas ośmioletniego gimnazjum. Oprócz tych szkół typu normalnego istnieją zawodowe szkoły dokształcające, do których obowiązana jest uczęszczać młodzież w wieku od 15 do 18 lat

\*) W pracy niniejszej autor wykorzystuje w pewnej części ten układ i te dane, które podał w r. 1933 do swego artykułu „Elektrotechnické Školství v Polsku”, umieszczonego w numerze zjazdowym tygodnika „Elektrotechnický Obzor” z okazji wspólnego Zjazdu w Warszawie „Stowarzyszenia Elektryków Polskich” i „Elektrotechnického Svazu Československého”. Niezależnie od tego autor korzysta również z pewnych fragmentów opracowanego przez niego artykułu p. t. „Postanowienia Ustawy z dn. 11 marca 1932 r. o szkolnictwie zawodowym”, wydrukowanego w czasopiśmie „Oświata i Wychowanie”, rok 1933, zes. 2—3.

zatrudniona zawodowo, i rozmaite kursy zawodowe, kształcące lub dokształcające na różnych poziomach teoretycznych osoby przeważnie już pracujące zawodowo, bez względu na ich wiek.

Szkoły wyższe, t. j. oparte na pełnym gimnazjum, nie wchodzą w zakres niniejszego artykułu.

Ogólna ilość uczniów, pobierających naukę w szkołach zawodowych, wynosiła w r. szk. 1931/32 około 185 000 \*). Przyczem na same tylko szkoły dokształcające, przypadało przeszło 50% tej liczby. W dwóch ostatnich latach frekwencja uczniów zmniejszyła się jedynie w szkołach dokształcających, gdyż wskutek trwającego wciąż kryzysu gospodarczego spora część uczniów została pozbawiona pracy zarobkowej.

Jeżeli chodzi o szkoły działu przemysłowo-technicznego, do którego, jak już wspomniano, należą i szkoły grupy elektrotechnicznej, to prócz szkół dokształcających dla młodocianych, zatrudnionych w przemyśle i rzemiośle, oraz prócz kursów przemysłowych, zaliczają się do niego szkoły rzemieślniczo-przemysłowe, mistrzowskie i techniczne.

Szkoły dokształcające mają okres nauczania zasadniczo trzyletni i nauka odbywa się w nich przeważnie wieczorami w ilości od 8 do 12 godzin tygodniowo \*\*). Kursy zawodowe trwają zazwyczaj nie dłużej niż rok lub dwa lata przy nauce wieczorowej i różnej liczbie godzin tygodniowo. Ze względu na wybitnie utylitarny i doraźny charakter nauczania na kursach mogą one w pewnych wypadkach mieć nawet znacznie krótszy okres trwania nauki.

Szkoły rzemieślniczo-przemysłowe są przeciętnie trzyletnie, a nauka dzienna łącznie z zajęciami warsztatowymi wynosi w tych szkołach 46 godzin tygodniowo.

Szkoły mistrzowskie są przeważnie dwuletnie przy nauce dziennej od 36 do 42 godzin tygodniowo. Od kandydatów do szkół mistrzowskich, w których uczniowie rekrutują się z wykwalifikowanych rzemieślników i pracowników przemysłowych lub technicznych, wymagana jest w zasadzie 3-letnia praktyka przed wstąpieniem do szkoły.

Szkoły rzemieślniczo-przemysłowe są oparte zasadniczo na podbudowie programu 4 klas szkoły powszechnej i mogą być przeto odniesione do szkół stopnia pierwszego.

Szkoły techniczne odnoszą się bądź do szkół stopnia drugiego, bądź też trzeciego; okres nauczania trwa w nich przeciętnie 4 lata na stopniu drugim lub przeciętnie 3 lata na stopniu trzecim, nauka dzienna odbywa się w tych szkołach w ilości 42 godzin tygodniowo łącznie z zajęciami praktycznymi.

W dziale szkół przemysłowo-technicznych typu normalnego najliczniejszymi są szkoły przygotowujące mechaników zarówno dla przemysłu, jak i dla rzemiosła. W roku 1934 mieliśmy łącznie 86 takich szkół względnie wydziałów, z których 63 były o charakterze rzemieślniczym, 4 — mistrzowskim i 19 — technicznym.

Kształcenie w dziale elektrotechniki zapoczątkowane zostało w Polsce dopiero po wojnie światowej, gdyż za czasów zaborczych szkół specjalizujących w tej dziedzinie nie było wcale. Nie licząc kilkunastu szkół dokształcających dla młodocianych zatrudnionych w elektrotechnice oraz około dziesięciu kursów elektrotechnicznych dla dorosłych, mamy obecnie 14 szkół elektromonterskich (typu rzemieślniczo-przemysłowego).

\*) Liczba ta nie uwzględnia kilkudziesięciu tysięcy młodzieży, objętej przez oświatę rolniczą pozaszkolną.

\*\*) Obecnie czynione są próby otwierania szkół dokształcających dziennych.

niczo-przemysłowego i mistrzowskiego) i 12 szkół technicznych z wydziałami elektromechanicznymi (mechanika i elektrotechnika) lub elektrycznymi stopnia drugiego i trzeciego.

Programy szkół elektrotechnicznych przeważnie uwzględniają kierunek prądów silnych, w nielicznych tylko wypadkach kierunek teletechniczny lub radjotechniczny. W szkołach elektromonterskich główny nacisk położony jest na pracę warsztatową, montażową i ćwiczenia praktyczne. W szkołach technicznych stopnia drugiego z wydziałami elektromechanicznymi grupa przedmiotów elektrotechnicznych jest równoległa do silniejszej grupy przedmiotów mechanicznych i uwzględnia niezbędny zakres wiadomości, potrzebnych dla pracy absolwentów głównie w przedsiębiorstwach nieelektrycznych zelektryfikowanych (wydziały elektromechaniczne w szkołach: Państwowej Szkole Technicznej we Lwowie, Państwowej Szkole Górniczej i Hutniczej w Dąbrowie Górniczej), w szkołach technicznych tegoż stopnia z wydziałami elektrycznymi ma miejsce już wyraźna specjalizacja elektrotechniczna (wydział elektryczny Śląskich Technicznych Zakładów Naukowych w Katowicach, wydział elektrotechniczny Prywatnej Męskiej Technicznej Szkoły Żydowskiej w Wilnie).

W szkołach technicznych stopnia trzeciego wydziały elektryczne (Państwowe Wyższe Szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Warszawie i Poznaniu, Państwowa Szkoła Techniczno-Przemysłowa w Łodzi, Państwowa Szkoła Techniczna w Wilnie i Państwowa Szkoła Teletechniczna w Warszawie) mają specjalizację elektrotechniczną bardziej pogłębioną; samym tylko przedmiotem elektrotechnicznym (podstawy elektrotechniki, miernictwo, materiałoznawstwo, przewody i sieci, oświetlenie elektryczne, urządzenia rozdzielcze, maszyny elektryczne, tele- i radjotechnika, kolejnictwo elektryczne, ćwiczenia graficzne, laboratorja i warsztaty) poświęca się przeszło 50% pełnej liczby godzin nauki.

Absolwenci elektrotechnicznych szkół typu rzemieślniczo-przemysłowego przysposobieni są ogólnie do pełnienia czynności elektromonterskich (warsztatowych i instalacyjnych), względnie w ruchu i przy konserwacji prostszych urządzeń elektrycznych. Przędownicze stanowiska o tym samym charakterze przypadają z natury rzeczy absolwentom szkół elektrotechnicznych typu mistrzowskiego (Szkoła mistrzów-elektryków przy Śląskich Technicznych Zakładach Naukowych w Katowicach i Szkoła mistrzów elektrotechnicznych przy Państwowej Szkole Przemysłowej w Bielsku). Absolwenci wydziałów elektromechanicznych szkół technicznych stopnia drugiego, o ile nie idą w kierunku czysto mechanicznym, pełnią zazwyczaj funkcje dozorcze w ruchu elektromechanicznym różnych przedsiębiorstw, przyczem po pewnej praktyce dają sobie również radę przy dozowaniu prac instalacyjnych, przy eksploatacji elektrowni lub wreszcie jako siły pomocnicze w biurach elektrotechnicznych, co znacznie łatwiej i prędzej osiągną absolwenci wydziałów elektrycznych tychże szkół, jako bardziej specjalnych. Szkoły elektrotechniczne stopnia trzeciego, dające prócz specjalnego przygotowania również gruntowniejszą i szerszą wiedzę elektrotechniczną (szczególnie 3½ letnie wyższe szkoły Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Warszawie\*) i w Poznaniu, pozwalają swym absolwentom na szybsze doskonalenie się w pracy zawodowej i osiąganie niekiedy stanowisk, zbliżonych do inżynierskich\*\*).

Niektóre szkoły elektrotechniczne, jako należące do najniższej formacji, nie zdążyły się jeszcze wyekwipować

\*) Im. H. Wawelberga i S. Rotwanda.

\*\*\*) Wydziały elektryczne Państwowej Szkoły Techniczno-Przemysłowej w Łodzi i Państwowej Szkoły Technicznej w Wilnie są 3-letnie, a Państwowa Szkoła Teletechniczna w Warszawie — 2-letnia.

należycie zarówno pod względem warsztatowym i laboratoryjnym, jak i pod względem posiadania niezbędnych pomocy naukowych w takim stopniu, jakby tego wymagały programy nauczania. Jednak postęp w tym kierunku staje się z roku na rok coraz widoczniejszy. Normalne wyposażenie tych szkół ma być uskutecznione najpóźniej z chwilą przejścia ich na nowy ustrój po ostatecznym opracowaniu programów i głębszym sprecyzowaniu celów nauczania.

Aby zrozumieć nowe zasady ustrojowe szkół zawodowych, powiedzmy słów kilka o organizacji szkół ogólnokształcących, t. j. szkoły powszechnej i szkoły średniej ogólnokształcącej, na których opierać się musi nowe szkolnictwo zawodowe.

Szkoła powszechna, dająca ogółowi obywateli jednolite podstawy wychowania i wykształcenia ogólnego oraz przygotowanie społeczno-obywatelskie, dzieli się w nowym ustroju na 3 stopnie organizacyjne. Szkoła I stopnia przy siedmioletnim obowiązkowym szkolnym realizuje najmniej w ciągu 5 lat t. zw. pierwszy szczebel programowy, szkoła II stopnia — w ciągu 4 lat pierwszy, a w ciągu 7 lat drugi szczebel programowy i szkoła III stopnia — w ciągu 4 lat pierwszy, 6 lat drugi i 7 lat trzeci szczebel programowy szkoły powszechnej.

Szkoła średnia ogólnokształcąca składa się z 4-letniego gimnazjum, opartego na drugim szczeblu programowym szkoły powszechnej i dającego wykształcenie ogólne z uwzględnieniem praktycznych potrzeb życia, oraz z 2-letniego liceum, naukowe przygotowanie do studiów wyższych.

Szkoły zawodowe dzielą się według Ustawy na: szkoły dokształcające, szkoły typu zasadniczego i szkoły przysposobienia zawodowego.

Program szkół dokształcających dla młodzieży pracującej zawodowo rozłożony jest zasadniczo na 3 lata i opiera się bądź na pierwszym, bądź na drugim szczeblu programowym szkoły powszechnej.

Szkoły typu zasadniczego, które mniej lub więcej odpowiadają szkołom typu normalnego w starym ustroju, dzielą się na: szkoły stopnia niższego, szkoły stopnia gimnazjalnego i szkoły stopnia licealnego. Szkoły zawodowe stopnia niższego mają charakter wybitnie praktyczny; to znaczy, że program teoretyczny koncentruje się około praktycznej nauki zawodu w zakresie niezbędnym dla zrozumienia najbardziej typowych czynności wykonawczych przyszłego zawodowca. Szkoły te opierają się na podbudowie pierwszego szczebla szkoły powszechnej i nauka w nich trwa zależnie od zawodu 2 do 3 lat. Szkoły zawodowe stopnia gimnazjalnego dają obok przygotowania praktycznego przygotowanie zawodowe teoretyczne oraz uwzględniają w niezbędnym zakresie wykształcenie ogólne. Oparte są one na drugim szczeblu programowym szkoły powszechnej, przyczem nauka w nich może trwać od 2 do 4 lat. Szkoły zawodowe stopnia licealnego dają oprócz przygotowania praktycznego głębsze przygotowanie zawodowe teoretyczne oraz uwzględniają w niezbędnym zakresie wykształcenie ogólne. Szkoły te są oparte na programie 4-letniego gimnazjum ogólnokształcącego, nauka w nich zależnie od zawodu może być 2 lub 3-letnia. Oparcie liceów zawodowych na podbudowie ukończonego 4-letniego gimnazjum ogólnokształcącego da im niewątpliwie lepszy materiał uczniowski w porównaniu z materiałem, otrzymywanym przez analogiczne obecne szkoły zawodowe, oparte na 6 klasach wygasającej 8-letniej średniej szkoły ogólnokształcącej, nie dającej po 6 latach nauki zakończonej całości programowej. Dzięki wytworzonemu przez Ustawę o ustroju szkolnictwa podziałowi przyszłej średniej szkoły ogólnokształcącej na dwa zakończone i niezależne od siebie etapy, t. j. na gimnazjum i liceum, łatwiej i naturalniej będzie dokonywała się na granicy tych dwóch etapów pożądana selekcja młodzieży,

której część, posiadająca ukończone gimnazjum i mająca odpowiednie zainteresowania zawodowe, skieruje się do liceów zawodowych.

Szkoły przysposobienia zawodowego (roczne) dla absolwentów różnych szkół dają elementy wiedzy, wprowadzającej w zawód.

Przewidziane również przez Ustawę szkoły mistrzów i nadzorców będą przeznaczone dla wykwalifikowanych rzemieślników i pracowników przemysłowych lub technicznych celem rozszerzenia ich wiedzy zawodowej. Kandydatami do tych szkół mogą być osoby, które złożyły egzamin czeladniczy lub posiadają odpowiednie inne przygotowanie oraz odbyły następnie 3-letnią praktykę zawodową.

Kursy zawodowe z różnym poziomem i czasem nauki przeznaczone są dla osób, specjalizujących się w pewnych działach techniki lub rzemiosła.

Rozporządzenie Ministra z dn. 21 listopada 1933 r. o organizacji szkolnictwa zawodowego nie ustala narazie organizacji szkół doksztalających i szkół mistrzowskich oraz wyklucza z grupy szkół przemysłu elektrycznego szko-

ły przysposobienia zawodowego. Rozporządzenie to dotyczy jedynie organizacji zawodowych szkół typu zasadniczego, przyczem w grupie elektrotechnicznej przewiduje tylko 2 stopnie szkół elektrycznych typu zasadniczego (gimnazjalny i licealny) oraz kursy z zakresu przemysłu elektrotechnicznego.

Szkoły elektryczne stopnia gimnazjalnego są 4-letnie i noszą nazwę: gimnazja elektryczne. Gimnazja te mają za zadanie kształcenie dla przemysłu elektrotechnicznego oraz innych dziedzin życia gospodarczego pracowników, usprawnionych w wykonywaniu robót elektromonterskich i posiadających odpowiedni zasób wiadomości zawodowych — teoretycznych i ogólnych. Program pierwszych trzech klas uwzględni praktycznie i teoretycznie zagadnienia związane z elektrotechniką ogólną, program zaś klasy czwartej wyodrębnia kierunki: techniki prądów silnych i teletechniki z radjotechniką. Gimnazja elektryczne mogą też wyodrębnić tylko jeden z wymienionych kierunków.

Projekt programu nauki gimnazjum elektrycznego \*) przewiduje następujący plan godzin w tygodniu.

Plan godzin Gimnazjum Elektrycznego.

Nr. p.	P r z e d m i o t y	K l a s y					R a z e m	
		I Wspólna	II Wspólna	III Wspólna	IV		Kierunek prądów silnych	Kierunek tele- i ra- djotechn.
					Kierunek prądów silnych	Kierunek tele- i ra- djotechn.		
1	A. Zajęcia warsztatowe . . . . .	15	10	12	18	12/16	55	51
2	Praktyka okresowa (wakacyjna) . . . . .	—	392	392	—	—	784	784
	Razem A . . . . .	15	10	12	18	14	55	51
	<b>B. Przedmioty zawodowe.</b>							
3	Podstawy elektrotechniki z miernictwem	—	6	4	—	—	10	10
4	Urządzenia elektryczne . . . . .	—	0/4	4	6	—	12	6
4a	Linje teletechniczne . . . . .	—	—	—	—	2	—	2
5	Materiałoznawstwo z chemią . . . . .	3	—	—	—	—	3	3
5a	Technologia . . . . .	—	4/0	—	—	—	2	2
6	Fizyka z maszynoznawstwem ogólnym . . . . .	3	3	2	—	—	8	8
7	Maszyny elektryczne z pomiarami . . . . .	—	—	5	5	4/0	10	7
8	Tele- i radjotechnika . . . . .	—	—	2	—	—	2	2
9	Telefonja . . . . .	—	—	—	—	4	—	4
10	Telegrafia . . . . .	—	—	—	—	3	—	3
11	Radjotechnika . . . . .	—	—	—	—	5	—	5
12	Organizacja zakładów elektrycznych . . . . .	—	—	—	3	3	3	3
13	Rysunki . . . . .	2	3	—	—	—	5	5
	Razem B . . . . .	8	16	17	14	19	55	60
	<b>C. Przedmioty, ściśle związane z zawodem.</b>							
14	Matematyka z kreśleniem geometrycznym	7	4	2	—	—	13	13
15	Geografia gospodarcza . . . . .	2	2	2	—	—	6	6
16	Nauka o Polsce współczesnej . . . . .	—	—	—	2	2	2	2
17	Nauka o człowieku . . . . .	—	—	—	1	1	1	1
	Razem C . . . . .	9	6	4	3	3	22	22
	<b>D. Przedmioty, niezwiązane bezpośrednio z zawodem.</b>							
18	Religia . . . . .	1	1	1	1	1	4	4
19	Język polski . . . . .	3	3	2	2	2	10	10
20	Historja . . . . .	—	2	2	—	—	4	4
21	Język obcy . . . . .	2	2	2	2	2	8	8
22	Cwiczenia cielesne . . . . .	2	2	2	2	2	8	8
	Razem D . . . . .	8	10	9	7	7	34	34
	Ogółem . . . . .	40	42	42	42	43	166	167

Ponadto:

- 10 minut gimnastyki codziennie,
- 2 godziny tygodniowo zabaw, gier i sportów w klasie I i II, zaś przysposobienia wojskowego w klasie III i IV.

i II, zaś P. W. w klasie III i IV,

c. 1 godz. miesięcznie obowiązkowych audycji muzycznych,

d. nodobowiązkowo 1 godzina tygodniowo chóru.

\*) Państwowe Wydawnictwo Książek Szkolnych. Warszawa — Lwów, 1935 r.

W powyższej tabeli godziny, przeznaczone na pracownię (laboratorja) z poszczególnych przedmiotów, nie są wyodrębnione, lecz są podane łącznie z godzinami lekcyjnymi.

Nowy ustrój w dziale szkolnictwa elektrotechnicznego został już wprowadzony częściowo narazie tylko w Wilnie; w jesieni r. 1935 została tam otwarta klasa I Państwowego Gimnazjum Elektrycznego na miejsce zamkniętej klasy I Wydziału elektromonterskiego Państwowej Szkoły Rzemieślniczo-Przemysłowej. Dalsza likwidacja tej szkoły i uruchamianie nowego gimnazjum odbywać się będą stopniowo: odpowiednio do kolejnego przybywania następnych klas Gimnazjum Elektrycznego będą w późniejszych latach szkolnych kolejno zamykane klasy następne wydziału elektromonterskiego Szkoły Rzemieślniczo-Przemysłowej i w ten sposób wydział ten w zupełności wyekspiruje w końcu roku szkolnego 1938/39.

Szkoły elektryczne stopnia licealnego są 3-letnie i noszą nazwę: licea elektryczne. Zadaniem liceów elektrycznych jest kształcenie dla przemysłu elektrycznego oraz innych dziedzin życia gospodarczego pracowników, którzyby obok praktycznego przygotowania zawodowego posiadali szerszy i głębszy zasób wiadomości teoretycznych — zawodowych i ogólnych oraz byli przygotowani do pełnienia czynności ruchowych, energetycznych i konstruktorskich w dziedzinie produkcji, instalacji i eksploatacji urządzeń elektrycznych. Program klasy I jest jednolity. Począwszy od klasy II wyodrębiają się wydziały: 1) techniki prądów silnych i 2) teletechniki oraz radjotechniki. Licea elektryczne mogą też posiadać tylko jeden z wymienionych wydziałów. Od kandydatów do tych liceów ma być wymagane odbycie rocznej zorganizowanej praktyki elektrotechnicznej lub elektromechanicznej, bądź też praktyki uznanej za równoznaczną. Wydaje się wątpliwym czy tego rodzaju praktyka *przedszkolna* da się wprowadzić w życie; pomimo trudności jej zdobywania przedłużałaby ona czas trwania nauki w technicznej szkole licealnej do lat czterech (liceum ogólnokształcące jest dwuletnie), nie dając przytem takich pozytywnych wyników, jakie można osiągnąć przy dobrze zorganizowanych *podczaszkolnych* praktykach letnich.

Programy liceów elektrycznych nie są jeszcze opracowane. Otwarcie tych liceów elektrycznych nastąpi prawdopodobnie nie wcześniej niż w r. szk. 1937/38.

Kursy z zakresu przemysłu elektrycznego przeznaczone są dla osób, specjalizujących się w pewnych jego działach. Zadania, czas i zasady organizacji tych kursów będą dostosowywane do potrzeb przemysłu elektrycznego.

Kształcenie pracowników elektrotechnicznych w szkołach niższych typu zasadniczego nie jest przewidywane ze względu na trudności opanowania przedmiotu przy oparciu się na pierwszym szczeblu programowym szkoły powszechnej.

Programy szkół zawodowych wszelkich stopni mają być tak ułożone, aby każdemu z absolwentów dawały zakończone przygotowanie do pełnienia typowych funkcji, związanych z przyszłym zawodem absolwenta. Przechodzenie absolwentów ze szkół zawodowych niższych stopni do szkół wyższych stopni nie może być masowym, lecz tylko wyjątkowym i dotyczyć może jedynie młodzieży odpowiednio uzdolnionej. Ewentualne przejście do szkoły zawodowej wyższego stopnia musi być uwarunkowane pewnym wyrównaniem wiadomości ogólnokształcących do poziomu, odpowiadającego podbudowie programowej szkoły zawodowej wyższego stopnia.

Szkoły zawodowe wygasającego ustroju nie pozwalały absolwentom szkół 3 stopnia, t. j. opartych na podbudowie programu 6 klas 8-letniej średniej szkoły ogólnokształcącej, dostać się do szkoły akademickiej inaczej jak poprzez maturę, co wytwarza naogół zbyt wielkie trudności pomimo pewnych ulg, jakie przysługują obecnie tym absolwentom. Zmniejsza to też w znacznym stopniu prestiż szkoły zawodowej i tamuje pęd do niej młodzieży najdzielniejszej i najambitniejszej. Ustawa o ustroju szkolnictwa wprowadza w odniesieniu do tego zagadnienia nową zasadę, w myśl której przywilej dostawania się do szkół wyższych przypada w udziale nie tylko młodzieży ze szkół ogólnokształcących, lecz również młodzieży z odpowiednich szkół zawodowych. Jeżeli chodzi o rodzaj szkoły wyższej lub o wydział, na jaki absolwenci poszczególnych szkół licealnych mogą być przyjmowani oraz jakie warunki mają oni wypełnić, aby być przyjętymi do innej szkoły wyższej lub na inny wydział, ustalili to osobne rozporządzenie Ministra po zasięgnięciu opinii Rad Wydziałowych szkół akademickich.

Inż. G. Hensel.

## D Z I A Ł P R A W N Y

### ORZECZNICTWO ELEKTRYCZNE

#### Do art. 8 ustawy elektrycznej

*W razie potrzeby wyrębu drzewostanów i zmiany rodzaju użytkowania gruntu leśnego dla przeprowadzenia przewodów i t. d. zakład elektryczny musi działać w porozumieniu z właścicielem lasu, gdyż tylko on lub jego pełnomocnik uprawniony jest do złożenia władzom wniosku o wyręb i zmianę rodzaju użytkowania gruntów leśnych.*

Powyższe stanowisko zajęło Ministerstwo Rolnictwa i Reform Rolnych w piśmie swem z dnia 26 września 1934 r. Nr. L. 1—3b/15 w sprawie linii elektrycznych w lasach.

Przebieg sprawy był następujący:

Urząd Wojewódzki Kielecki pismem z dnia 29 sierpnia 1934 r. L. RL. 0—4,12 zwrócił się do Min. Roln. i Reform Rolnych o wyjaśnienie:

1) czy zakładom elektrycznym, uprawnionym do przesyłania energii elektrycznej, przysługuje prawo występowania z wnioskiem o zamianę na inny rodzaj użytkowania gruntu leśnego, z pominięciem właścicieli tych gruntów?

2) czy dla braku zgody właścicieli lasów wnioski te względnie podania mogą być przyjmowane i traktowane na-

równi z podaniami właścicieli, czy też należy podania pozostawiać bez załatwienia na podstawie art. 71 Rozp. Prez. Rzecz. z dnia 22 marca 1928 r. o postępowaniu administracyjnym (Dz. U. R. P. Nr. 36, poz. 341).

Na powyższe wyjaśniło Min. Roln. i Reform Rolnych, w piśmie na wstępie powołanem, co następuje:

W myśl art. 8 ustawy elektrycznej z dnia 21 marca 1922 r. (Dz. Ust. poz. 277) zakładom elektrycznym, działającym na mocy uprawnienia, służy prawo korzystania za odszkodowaniem z posiadłości prywatnych w celu prowadzenia przewodów i t. d., oraz obcinania gałęzi drzew rosnących w pobliżu przewodów z tem, że brak porozumienia co do odszkodowania nie wstrzymuje korzystania ze wspomnianych praw. Jak widać z przytoczonego przepisu, ustawa uprawnia zakłady do korzystania z obcych gruntów, mając jednak na myśli jedynie grunty nieleśne, nie upoważnia bowiem do wycinania drzew, lecz tylko do obcinania gałęzi. Z takiego postawienia sprawy przez ustawę wynika w konsekwencji, że w razie potrzeby wyrębu drzewostanów i zmiany rodzaju użytkowania gruntu leśnego dla przeprowadzenia przewodów i t. d. zakład elektryczny musi działać w porozumieniu z właścicielem lasu, gdyż tylko on (wła-

ściciel lasu), lub jego pełnomocnik uprawniony jest do złożenia władzom wniosku o wyręb i zmianę rodzaju użytkowania gruntów leśnych. Jeżeli właściciel lasu się nie zgadza, zakładowi elektrycznemu pozostaje — zdaniem Mini-

sterstwa — tylko droga wyłączeniowa, wskazana przez art. 10 przytoczonej ustawy. Będzie to oczywiście droga dłuższa, lecz jedynie zgodna z przepisami ustawowemi.

Dr. B. Gryca.

## PRZEGLĄD CZASOPISM

**Taryfikacja.** — Dr. J. Klar podaje w „Elektrizitätsverwertung” Nr. 7 b. r. str. 170 sprawozdanie z sytuacji taryfikacyjnej na Węgrzech. Tło ekonomiczne jest wg. tego sprawozdania bardzo zbliżone do naszych stosunków, gdyż i Węgry, jako państwo przeważnie rolnicze, cierpią wybitnie z powodu niesłychanego spadku cen zbóż. Dotychczasowe systemy taryfowe, przeważnie taryfy sztywne rozmaitych wysokości (54 fillerów<sup>\*)</sup>), a przy odbiorze ponad 240 kWh 35 fillerów za 1 kWh do światła w stolicy, ok. 60 fillerów/kWh światło w miastach prowincjonalnych, ok. 80 fillerów/kWh światło w sieciach okręgowych), nie odpowiadają już dzisiejszym wymaganiom odbiorców. Studja nad taryfami gospodarzami nie dały jednak dotąd wyników konkretnych; najbardziej ponętą taryfą blokową natrafia na trudności wprowadzenia z powodu zbyt rozbieżnych cyfr zużycia prądu w typach mieszkań „n” izbowych. Jako przykład przedstawia autor wykres zużycia w mieszkaniach jednoizbowych, gdzie odbiory wahają między 3 a 57 kWh na miesiąc, a najczęstszy odbiór 29 kWh miesięcznie zdarza się tylko u 9,25% wszystkich badanych odbiorców. Autor powtarza te same zastrzeżenia, które wszędzie idą w parze z wprowadzeniem taryfy blokowej; chciałby uchronić elektrownie przed stratami, a z drugiej strony wyzyskać propagandowe zalety taryfy i w końcu dochodzi do wniosku, że, chcąc wszystkim warunkom uczynić zadość, należałoby raczej wprowadzić liczniki rabatowe dla zużycia prądu w gospodarstwie poza światłem. Wobec doświadczeń całego szeregu miast europejskich jest to dość dziwny wynik.

Ciekawsze są rozpamiętywania d-ra Klara na temat taryf przemysłowych, zwłaszcza w związku z pogarszającą się konjunkturą gospodarczą. Nas ze względu na podobne stosunki w Polsce interesują uwagi, dotyczące młynów i cegielni. Otóż według autora młyny płacą obecnie 9—11 fillerów/kWh, która to cena odnosi się również i do mniejszych zakładów. Zasadniczo jednak te niskie ceny są tylko stosowane jako przejściowe taryfy kryzysowe, a wogóle cena prądu dla młynów uzależniona jest od cen zboża. Jako przykład przytacza autor młyn o mocy załączonej 25 kW, o odbiorze rocznym 40 000 kWh (typowe dla stosunków naszych), który od roku 1932 płacił po 13 fill./kWh, a któremu w r. 1935 trzeba było przejściowo zniżyć na 10 fill./kWh. Z praktyki naszej musimy stwierdzić, że młynarze u nas przeważnie nie chcą się godzić na cenę 10 gr., żądają 9, a nawet 8 gr./kWh, tłumacząc się znaczną obniżką opłat za pręmiat, która kiedyś wynosiła 2,50 — 3 zł./kg, a obecnie spadła poniżej 2 złotych. Zwiążanie taryfy z ceną zboża jest jednak uchwytniejsze i zasługuje na zastanowienie.

Podobne stosunki panują w cegielniach, gdzie sytuacja z powodu spadku cen cegły również jest krytyczna. Autor przytacza na przykład cegielnię, która przy mocy przyłączonej 118 kW i odbiorze rocznych 60 — 65 000 kWh płaciła w r. 1931 taryfę z opustami szczeblowymi od 22 — 16 fill./kWh, w r. 1932 za odbiór do 60 000 kWh po 15,5, a za nadwyżkę 13 fill./kWh, w r. 1933 analogiczne stawki wynosiły 14 i 12,5 fill./kWh, a w roku bieżącym cegielnia ta wogóle wypowiedziała umowę, gdyż nawet przy tych stawkach ruch elektryczny się nie opłacał. Szkoda, że autor nie podaje, czy cegielnia ta wogóle ruch wstrzymała, czy też prze-

szła na inny rodzaj napędu i jak w tym wypadku wygląda kalkulacja.

Ogólnie tylko zaznacza Dr. Klar, że wielką konkurencję sprawiają elektrowniom urządzenia ssąco-gazowe, pędzone drzewem, węglem drzewnym lub torfem. U nas z podobną konkurencją zaczynamy się spotykać w młynarstwie.

M. A.

**Silniki z przełączalną ilością biegunów.** — Główny zakres ich zastosowania stanowią obrabiarki, w których korzyści z tego tytułu szczególnie uwytłaczają się, oszczędzamy bowiem cały szereg przekładni mechanicznych zwłaszcza wtedy, gdy silnik jest wykonany na więcej, niż dwie ilości obrotów. W nieco mniejszym zakresie używane są takie silniki do napędu dźwignów, wciągników i t. p.; ostatnio pojawiają się również w napędach walcarek.

Wyrobiane są jako silniki pierścieniowe lub zwarte, jedno- lub dwuklatkowe. Z natury rzeczy regulacja obrotów odbywa się skokami. Jeśli chodzi o regulację ciągłą, można wykonać silnik o przełączalnej ilości biegunów z regulacją oporową w wirniku. Sposób ten przeważnie stosowany bywa dla dwóch sąsiednich ilości biegunów, dla silników średniej i dużej mocy. Dla małych i średnich mocy bywa stosowana także regulacja napięcia zasilającego. Ten sposób nadaje się także do silników zwartych.

Silniki przełączalne otrzymują w stojanie jedno lub dwa uzwojenia. Przełączanie odbywa się zzewnątrz silnika. Bardzo rozpowszechniony jest układ pojedynczego uzwojenia dla dwóch ilości obrotów o stosunku 1:2 z sześcioma zaciskami. Jedna z wielkich wytwórni niemieckich opatentowała układ jednego uzwojenia, który przy 12 zaciskach pozwala na osiągnięcie dwóch ilości obrotów o dowolnym stosunku. Uzwojenie to, nieco zmienione, może służyć i dla kilku ilości obrotów, zwiększa się wtedy ilość zacisków. Przy 12/8/6/4 biegunach wynosi ona 20.

Wadą przełączalnych silników z jednym uzwojeniem w porównaniu z normalnymi (nieprzełączalnymi) silnikami jest:

- 1) skomplikowany przełącznik z dużą ilością zacisków;
- 2) gorsze wykorzystanie materiałów.

W tym drugim wypadku jednak silniki z jednym uzwojeniem mają przewagę nad silnikami z dwoma oddzielnymi uzwojeniami, które to maszyny dla małych i średnich mocy z innych znowu względów są b. rozpowszechnione.

Silniki z jednym uzwojeniem bezwzględnie opłacają się w następujących wypadkach:

- 1) stosunku ilości obrotów 1:2; przy dwóch oddzielnych uzwojeniach otrzymalibyśmy silnik o większych wymiarach również z sześcioma zaciskami;

- 2) przy dowolnym stosunku ilości obrotów dla dużych jednostek, gdzie koszt przełącznika ilości biegunów pomimo dużej ilości zacisków wypada dość mały w porównaniu z kosztem samej maszyny, która ma większą sprawność i lepszy współczynnik mocy, niż gdyby wykonano ją z dwoma uzwojeniami.

We wszystkich innych wypadkach używamy silników z dwoma oddzielnymi uzwojeniami w stojanie. Korzyści tego systemu są następujące:

- 1) mała ilość zacisków, 3 na każdą ilość obrotów, w następstwie czego otrzymujemy mały, nieskomplikowany przełącznik;

- 2) silniki przy każdej ilości biegunów mogą ruszać pod obciążeniem (silnik z pojedynczym uzwojeniem pracuje

1 pengő = 1 złoty = 100 fillerów.

dobrze przy jednej ilości biegunów, po przełączeniu na inną gorzej);

3) aby osiągnąć b. duży moment rozruchowy, można przy rozruchu włączać jednocześnie oba uzwojenia; wtedy momenty obu uzwojeń w przybliżeniu dodają się;

4) przełączanie z jednej ilości obrotów na inną następuje bez przerwy momentu obrotowego, bowiem oba uzwojenia przez chwilę są wspólnie włączone;

5) każde z obu uzwojeń może być wykonane jako przełączalne pojedyncze uzwojenie, zakres przełączalności znacznie powiększa się.

Dzięki tym zaletom stosowana bywa przedewszyst-

kiem wykonanie z dwoma uzwojeniami pomimo nieco większych wymiarów i wagi. W następstwie mniejszego przełącznika ilości biegunów cena łączna za silnik i przełącznik w obu alternatywach, w zakresie małych i średnich mocy jest prawie jednakowa.

Miarą rozpowszechnienia silników przełączalnych jest fakt, że w Niemczech produkowane są seryjnie jako katalogowe od najmniejszych do setek kW mocy włącznie. Największe spośród wyprodukowanych do początku b. r. mają moc 1700 kW, możliwości jednak w dziedzinie produkcji jednostek tego typu sięgają znacznie wyżej. (AEG Mitt. — 1934, H. 12, S. 398 1935, H. 3, S. 105). W. P.

## UPRAWNIENIA RZĄDOWE

Ministerstwo Przemysłu i Handlu ogłasza, że zostały nadane uprawnienia:

**woj. stanisławowskie:** *Jakóbowi Kaufmanowi* na zakład elektryczny w Kosowie (Uprawnienie Nr. 272);

**woj. warszawskie:** *Miastu Kowal* na zakład elektryczny do wytwarzania, przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu przez 30 lat na obszarze m. Kowal (Uprawnienie Nr. 263);

*Miastu Brześć Kujawski* na zakład elektryczny do wytwarzania, przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu przez 30 lat na obszarze miasta Brześć Kujawski (Uprawnienie Nr. 262);

*Miastu Lubień* na zakład elektryczny do wytwarzania, przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu przez 30 lat na obszarze m. Lubień (Uprawnienie Nr. 266);

**woj. lwowskie:** *Miastu Sokal* na zakład elektryczny w Sokalu (Uprawnienie Nr. 264);

**woj. tarnopolskie:** *Miastu Radziechów* na zakład elektryczny w Radziechowie (Uprawnienie Nr. 261).

Ministerstwo Przemysłu i Handlu ogłasza, że uprawnienia rządowe Nr. 215 zostało przeniesione na *Bertę Knaepperową*.

Ministerstwo Przemysłu i Handlu ogłasza o wpłynięciu podania:

**woj. pomorskie:** Firmy „*Zakłady Przemysłowe F. Wiochert Jun.*„ Spółka komandytowa" o udzielenie uprawnienia na przesyłanie energii elektrycznej z własnej sieci na obszarze powiatu starogardzkiego do miasta Starogardu w celu zawodowego hurtowego zbytu jej Gminie Miejskiej Starogard. Czas trwania uprawnienia — 36 lat;

**woj. krakowskie:** *Zarządu Miejskiego m. Krakowa* o rozszerzenie uprawnienia rządowego Nr. 125 przez nadanie miastu prawa przetwarzania, przesyłania i rozdzielania energii elektrycznej w celu zawodowego zbytu detalicznego na obszarach gromad: Bieżanów, Bogucice, Czarnochowice, Krzyszkowice, Rząka i Batowice oraz na przesyłanie energii elektrycznej do m. Wieliczki celem zbytu hurtowego, t. j. bez prawa rozdzielania energii w tem mieście. Czas trwania uprawnienia miałby wynosić około 35 lat, tak, że wygasłoby ono jednocześnie z uprawnieniem Nr. 125.

## STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

### WYKŁADY DLA INŻYNIERÓW ELEKTRYKÓW

Rozwój elektrotechniki we wszystkich dziedzinach, oparty na stałym postępie wiedzy teoretycznej, wymaga od każdego inżyniera ciągłego śledzenia najnowszych zdobyczy nauki i techniki.

Niestety, inżynierowie, pracujący zawodowo, nie mają często czasu ani możności na studjowanie dzieł specjalnych, ani nawet czasopism technicznych. Powstają więc coraz większe braki w zasobie rozporządzalnych wiadomości, które muszą mieć wpływ ujemny na twórczą pracę inżyniera.

W celu przyścia z pomocą Kolegom, pragnącym uzupełnić swą wiedzę, Oddział Warszawski Stowarzyszenia Elektryków Polskich zamierza zorganizować w pierwszej połowie lutego bieżącego roku cykl wykładów.

W wykładach tych poruszone będą zagadnienia z dziedziny teoretycznej i praktycznej, interesujące inżynierów elektryków. O celowości organizowania takich wykładów świadczy duża ilość zgłoszeń na podobne wykłady, zorganizowane w roku 1933.

W projektowanych w roku bieżącym wykładach poruszone będą następujące tematy:

1. *Mechanika statystyczna* (interpretacja statystyczna zasad i pojęć termodynamiki, np. temperatury, entropji, potencjału termodynamicznego).
2. *Wielkości i równania fizyczne.*
3. *Najnowsze postępy fizyki technicznej.*

4. *Sprawy wytrzymałościowe w związku z drganiami mechanicznymi.*
5. *Wpływ linii prądu silnego na linje telekomunikacyjne.*
6. *Przebiegi w sieciach i zabezpieczenia od nich.*
7. *Zabezpieczenia od przetężeń i zwarć w elektrowniach i sieciach wysokiego napięcia.*
8. *Zawory nastawne, ich zastosowanie oraz znaczenie dla dalszego rozwoju elektrotechniki* (prostowniki nastawne, okresowniki, przekształtniki oraz przetworniki prądu stałego).
9. *Wentylacja maszyn elektrycznych* (sposoby i systemy wentylowania maszyn elektrycznych w zależności od ich wielkości i ustroju).
10. *Transformatory.*
11. *Taryfikacja energii elektrycznej* (rys historyczny, momenty przełomowe w zasadach taryfikacji, kosza własne a ogólna formuła taryfowa, konstrukcje taryf gospodarczych, przykłady rozmaitych konstrukcyj taryfowych).
12. *Telefonia tałą nośną po liniach wysokiego napięcia.*
13. *Zakłócenia w odbiorze radjofońicznym, wytwarzane przez urządzenia prądu silnego i słabego.*

Każdy wykład, ujęty w ramy paru godzin i utrzymany na odpowiednim poziomie, stanowić będzie zamkniętą w sobie całość.

Wykłady te wygłoszone będą przez kompetentnych znawców przedmiotu, poświęcających się danym zagadnieniom.



Udział swój przyobiecali następujący wykładowcy:

inż. Maurycy Altenberg, inż. Stefan Dierewianko, prof. Maksymilian Huber, inż. Tadeusz Kozłowski, inż. Witold Nowicki, prof. Witold Pogorzelski, prof. Mieczysław Pożaryski, dr. Józef Roliński, inż. Jerzy Roman, inż. Stanisław Szpor, inż. Tomasz Valeri.

Wykłady odbędą się w Politechnice Warszawskiej. Szczegółowe programy, z podaniem dat i godzin, rozesłane będą do wiadomości Kolegów.

#### BIBLIOTEKA S. E. P.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich podaje do wiadomości ogółu swych członków, iż w czytelni Stowarzyszenia w roku 1936 znajdować się będą niżej wyszczególnione czasopisma krajowe i zagraniczne. Czytelnia SEP otwarta jest, prócz niedziel i świąt, codziennie w godz. 8.30 — 15, w soboty 8.30 — 13 i popołudniu w godz. 18 — 20. Również w tych samych godzinach czynna jest biblioteka Stowarzyszenia.

**Czasopisma krajowe:** 1. Autobus — Warszawa; 2. Biuletyn Muzeum Przemysłu i Techniki — Warszawa; 3. Elektryczność w domu — Warszawa; 4. Morze — Warszawa; 5. Nowości Radjotechniczne — Warszawa; 6. Nowy Radjoamator — Warszawa; 7. Obrona Przeciwlotniczo-Gazowa Polski — Warszawa; 8. Polska Gospodarcza — Warszawa; 9. Poradnik Językowy — Warszawa; 10. Przegląd Elektrotechniczny — Warszawa; 11. Przegląd Obrony Przeciwlotniczo-Gazowej — Warszawa; 12. Przegląd Poczty — Warszawa; 13. Przegląd Techniczny — Warszawa; 14. Przegląd Teletechniczny — Warszawa; 15. Radjo-Technik — Warszawa; 16. Rynek Metalowy i Maszynowy — Poznań; 17. Wiadomości Elektrotechniczne — Warszawa; 18. Wiadomości i Prace Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego — Warszawa; 19. Wiadomości P. K. N. — Warszawa; 20. Wiadomości SIMP; — 21. Wołyńskie Wiadomości Techniczne — Łuck; 22. Wiadomości Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych — Warszawa; 23. Życie Techniczne — Lwów.

**Czasopisma zagraniczne. Angielskie:** 24. Illuminating Engineer; 25. The Electrician; 26. The English Electric Journal; 27. The Journal of the Institution of Electrical Engineers; 28. The Metropolitan Vicker's Gazette; 29. The Wireless Engineer.

**Amerykańskie:** 30. Contractor; 31. Electrical Communication; 32. Electrical World; 33. Electrical Engineering; 34. Electronics; 35. General Electric Review; 36. Journal of Research of the National Bureau of Standards; 37. The Electric Journal.

**Austrjackie:** 38. Elektrotechnik und Maschinenbau; 39. Linz-Nachrichtenblatt; 40. Radio-Amateur.

**Belgijskie:** 41. A. C. E. C. — Revue; 42. Arcos; 43. Bulletin de la Société Belge des Electriciens; 44. Bulletin de la Société Belge d'Etudes et d'Expansion.

**Czechosłowackie:** 45. Elektris; 46. Elektrotechnický Obzor.

**Francuskie:** 47. B. I. P.; 48. Bulletin de la Société des Amis d'André-Marie Ampère; 49. Bulletin de la Société Française des Electriciens; 50. Lux; 51. Revue d'Electricité & de Mécanique; 52. Revue Générale de l'Electricité;

**Holenderskie:** 53. Philips Transmitting News.

**Niemieckie:** 54. AEG — Mitteilungen; 55. Archiv für Elektrotechnik; 56. Das Licht; 57. Elektrotechnische Zeitschrift; 58. Funk-Technische Monatshefte; 59. Licht und Lampe; 60. Siemens-Zeitschrift; 61. Telefunken Zeitung; 62. VES — Mitteilungen.

**Rosyjskie:** 63. Elektriczeskija Stanciji; 64. Elektrichestwo; 65. Żurnal Obszczej Chimiji.

**Szwajcarskie:** 66. Brown-Boveri Mitteilungen; 67. Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Ve-

rein's; 68. Lighting-Development; 69. Schweizerische Technische Zeitschrift.

Wykłady powyższe odbędą się od dnia 6-go do 12-go lutego r. b.

rein's; 68. Lighting-Development; 69. Schweizerische Technische Zeitschrift.

Sz wed z k i e: 70. Asea-Revue; 71. Ericsson Review.

#### ZARZĄD GŁÓWNY.

##### Przyjęto na członków zbiorowych:

1. Firmę D a i m o n, Polska Fabryka Ogniw i Baterii Sp. z o. o., Starogard, ul. Kościuszki 122.

2. Firmę Elektrit, Towarzystwo Radjotechniczne, Wilno, ul. Szeptyckiego 16a.

3. Firmę Górnośląska Fabryka Kabli i Rur Izolacyjnych „Izola”, Spółka Akcyjna, Warszawa, ul. Kredytowa 16 m. 14.

#### ODDZIAŁ ŁÓDZKI.

Sprawozdanie z wycieczki do Warszawy członków Oddziału Łódzkiego Stow. Elektryków Polskich.

W dniu 27 listopada r. z. Oddział Łódzki S. E. P. urządził całodzienną wycieczkę samochodami osobowymi do Warszawy celem zwiedzenia fabryk: f-my B-ci Borkowskich, f-my K. Szpotański i S-ka, f-my A. Marciniak, Sp. Akc., oraz laboratorium Biura Znaku Przepisowego S. E. P. dla badań materiałów elektrotechnicznych.

W wycieczce wzięły udział 23 osoby. Po przyjeździe na miejsce uczestnicy wycieczki, zgodnie z ułożonym programem, zwiedzili kolejno:

1) fabrykę f-my B-cia Borkowscy, Sp. Akc., gdzie mieli możliwość zapoznania się z produkcją materiałów instalacyjnych, aparatów grzejnych i chłodniczych, oraz opraw oświetleniowych;

2) fabrykę f-my K. Szpotański, Sp. Akc., gdzie zwiedzono działy: liczników, wyłączników olejowych, tablic i aparatów rozdzielczych specjalnych, oraz urządzenie stacji próbnej wysokiego napięcia;

3) fabrykę f-my A. Marciniak, Sp. Akc., gdzie zapoznano się szczegółowo z całością produkcji wszelkiego rodzaju opraw oświetleniowych i reflektorów, jak również z pracami prowadzonymi w laboratorium fotometrycznym.

Wreszcie na zakończenie udano się do lokalu Zarządu Głównego S. E. P., gdzie kol. J. Skowroński, po powitaniu uczestników wycieczki, zapoznał ich szczegółowo z pracami wykonywanymi w laboratorium Biura Znaku Przepisowego.

Wycieczka pozostawiła nadzwyczaj dodatnie wrażenie, gdyż pozwoliła uczestnikom, dzięki uprzejmości Zarządów poszczególnych fabryk, na zapoznanie się z rozwojem i jakością rodzimej produkcji w dziedzinie aparatów i przyborów elektrotechnicznych. Podkreślić należy również bardzo gościnne i serdeczne przyjęcie ze strony gospodarzy.

#### ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

##### PROGRAM ODCZYTÓW.

**Wtorek, dn. 7 stycznia:**

Inż. Konstanty Rychard: „Sprzedaż—akwizycja w Polsce”.

**Piątek, dn. 10 stycznia:**

Dyr. Inż. Kazimierz Jackowski: „Dydaktyka na ostatniej Wystawie Międzynarodowej w Brukseli; aktualne sprawy z organizacji Muzeum Przemysłu i Techniki”.

U w a g a: Odczyt ten odbędzie się w gmachu Stowarzyszenia Techników Polskich przy ul. Czackiego 3 o g. 20.

Wtorek, dn. 14 stycznia:

Prof. Inż. Kazimierz Drewnowski: „*Nowsze poglądy w dziedzinie izolatorów i przepięć na tle obrad Konferencji Wielkich Sieci Elektrycznych w Paryżu w r. 1935*”.

Wtorek, dn. 21 stycznia:

Inż. Ludwik Goczałkowski: „*Centrala Między-miastowa w Warszawie*”.

U w a g a. Odczyt ten, zorganizowany przy poparciu Stowarzyszenia Teletechników Polskich, odbędzie się w auditorjum Stowarzyszenia Teletechników w gmachu Telefonów Międzyimiastowych przy ul. Nowogrodzkiej. Początek odczytu o godzinie 19 min. 30. Po skończonym odczycie zwiedzanie Centrali. Objasnień będą udzielać członkowie Stowarzyszenia Teletechników.

Wtorek, dn. 28 stycznia:

Inż. Kazimierz Straszewski: „*Współczesne zasady taryfikacji elektrycznej energii*”.

Wszystkie odczyty, prócz odczytów p. Dyr. K. Jackowskiego i p. Inż. L. Goczałkowskiego, odbędą się w lokalu S. E. P. przy ul. Królewskiej 15 o godz. 20.

Wstęp wolny dla członków i gości.

### Sprawozdanie z wycieczki do Węzła Kolejowego Warszawskiego

W dniu 8 grudnia r. z. zorganizowana została przez Zarząd Oddziału Warszawskiego S.E.P. wycieczka do Węzła Kolejowego Warszawskiego. Program wycieczki, uzgodniony uprzednio z Biurem Elektryfikacji Ministerstwa Komunikacji, obejmował zwiedzenie będącej w budowie podstacji prostownikowej na Woli, trasy oraz warsztatów kolejowych. W wycieczce wziął udział Naczelnik Biura Elektryfikacji p. inż. A. Karlsbad.

Uczestnicy wycieczki obejrzeli będące również w budowie warsztaty elektrotrakcyjne, obliczone na zaspokojenie potrzeb całego zelektryfikowanego Węzła Warszawskiego. Po zwiedzeniu pociągu montażowego, przeznaczonego dla budowy sieci napowietrznej, udano się na podstację trak-

cyjną, przeznaczoną do zasilania od strony zachodniej zelektryfikowanych odcinków Węzła Warszawskiego.

Podstacja przetwarzać będzie energię wysokiego napięcia 35 000 V, otrzymywaną z linii zasilających, na prąd stały o napięciu 3 300 V na szynach podstacji, którym zasilana będzie robocza sieć trakcyjna.

Podstacja zaopatrzona jest w trzy zespoły metalowych prostowników rtęciowych o mocy po 2 500 kW każdy, umieszczone łącznie z całą aparaturą sterowniczą w budynku podstacji. Aparatura wysokiego napięcia łącznie z transformatorami umieszczona jest w rozdzielni napowietrznej nazwanej podstacją.

Po obejrzeniu urządzeń podstacji, która ukończona zostanie w najbliższym czasie, p. L. C. Thornton, Naczelnny Inżynier firmy Contractors' Committee for the Electrification of Polish Railways, która przeprowadza elektryfikację Węzła, oraz jego zastępca p. inż. J. Podoski, przyjęli wycieczkę koleżeńskim śniadaniem.

Po śniadaniu wszyscy uczestnicy wycieczki zostali przewiezieni autobusami do stacji Ursus na linii Piotrkowskiej, gdzie prowadzona jest budowa napowietrznej sieci jezdnej.

Sieć typu łańcuchowego, zawieszona na słupach żelaznych, rozmieszczona jest wzdłuż torów i posiada samoczynną regulację zwisów zapomocą przeciwwag. Przedstawiono również uczestnikom wycieczki odcinek naprężania, który znajduje się w pobliżu stacji Ursus.

Za okazaną pomoc przy organizowaniu powyższej wycieczki należy złożyć podziękowania Naczelnikowi p. inż. A. Karlsbadowi z Ministerstwa Komunikacji, jak również p. dyr. L. C. Thorntonowi i inż. Janowi Podoskiemu z firmy Contractors' Committee.

W wycieczce wzięło udział ok. 130 osób.

Inż. E. K.

### ODDZIAŁ WOŁYŃSKI.

Przyjęty na członka zwyczajnego:

Straszewski Aleksander, Dubno, ul. B. Joselewicza 91.

## PRZEPISY TECHNICZNE NA PRZYŁĄCZENIA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH DO SIECI ROZDZIELCZYCH ZAKŁADÓW ELEKTRYCZNYCH UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ\*\*).

### I WSTĘP.

#### § 1. Przepisy ogólne.

1. Urządzenia elektryczne, przyłączone do sieci rozdzielczych zakładów elektrycznych użyteczności publicznej, mają być wykonane zgodnie z nowoczesnymi wymaganiami wiedzy technicznej i z przepisami wydanymi, zatwierdzonymi lub zaleconymi przez władze państwowe, ważnymi w czasie wykonywania urządzeń.

Pozatem urządzenia te mają być wykonane zgodnie z przepisami niniejszemi.

2. Urządzenia elektryczne, przyłączone do sieci rozdzielczych zakładów elektr. użyteczności publicznej, a nieodpowiadające przepisom niniejszym, mogą być nadal czynne, o ile nie zagrażają bezpieczeństwu. Jednak wszelkie zmiany i uzupełnienia tych urządzeń mają być dostosowane do niniejszych przepisów.

3. Zakład elektryczny może wydawać przepisy dodatkowe na przyłączenie urządzeń elektrycznych do swych sieci. Przepisy te nie mogą być sprzeczne z przepisami niniejszemi i podlegają zatwierdzeniu władzy nadzorczej.

#### § 2. Określenia.

1. Wyrażenia *musi być* albo *ma być*, *nie ma być*, *nie może być*, *nie wolno*, *zabrania się* — użyto w niniejszych przepisach wszędzie tam, gdzie chodzi o bezwzględny nakaz, wykluczający odstąpienie od wyrażonej zasady.

2. Wyrażenia *zaleca się* użyto tam, gdzie w przepisach wskazane są metody wykonywania urządzenia szczególnie dobre i pewne. Stosowanie tych metod jest pożądane, lecz nie obowiązuje.

3. *Przyłącze (złącze)* jest to urządzenie elektryczne, łączące urządzenie odbiorcze z siecią rozdzielczą zakładu elektrycznego, bezpośrednio lub za pośrednictwem pionu.

\*.) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dnia 15 lutego 1936 roku p. a.: Ministerstwo Przemysłu i Handlu — Biuro Elektryfikacji, Warszawa, ul. Elektoralna 2.

\*\*.) Opracowane przez Komisję III Przepisów Budowy i Ruchu S. E. P.

a) Przy niskim napięciu przyłącze kończy się na skrzynce przyłączowej, względnie na urządzeniu zabezpieczającym, umieszczonym przy wejściu przewodów do budynku.

U w a g a. O ile przy liniach napowietrznych zabezpieczenie znajduje się tylko na słupie sieciowym, przyłącze kończy się tam, gdzie zaczyna się urządzenie odbiorcze.

b) Przy wysokim napięciu przyłącze kończy się na pierwszym urządzeniu zabezpieczającym lub odłącznikach ustawionych na terenie odbiorcy. Jeżeli energję pobiera się na niskim napięciu, przyłącze kończy się na wtórych zaciskach transformatora.

U w a g a. Jeżeli stacja transformatorowa znajduje się na terenie odbiorcy, lecz stanowi jedną z podstacji zakładu elektrycznego, przeznaczoną do zasilania również innych odbiorców, „przyłącze” danego odbiorcy zaczyna się przy wyjściu przewodów z podstacji, a kończy się jak wyżej, w punktach a) i b).

4. *Pionem* (przewodami głównymi) nazywa się linię zasilającą, służącą do połączenia przyłącza z urządzeniami u poszczególnych odbiorców. Przewody od pionu do poszczególnych urządzeń odbiorczych, nazywają się *odgałęzieniem pionu*.

5. *Urządzenie odbiorcze* (instalacja) w rozumieniu niniejszych przepisów jest to urządzenie elektryczne u odbiorcy, doprowadzające energję od przyłącza, od pionu lub odgałęzienia pionu do znajdujących się u odbiorcy odbiorników energii elektrycznej, wraz z temi odbiornikami. Urządzenie odbiorcze zaczyna się bezpośrednio za licznikiem odbiorcy lub za innym przyrządem, służącym do rozrachunku z zakładem elektrycznym, a gdy takiego przyrządu niema — bezpośrednio przed pierwszym urządzeniem zabezpieczającym odbiorcy.

## II. PRZYŁĄCZA NISKIEGO NAPIĘCIA.

### § 3. Postanowienia ogólne.

1. Zaleca się, aby każde przyłącze zasilalo tylko jedną posesję. Jednak w celu zmniejszenia ilości przewodów, krzyżujących ulicę lub drogę, zaleca się zapomocą jednego skrzyżowania zasilać kilka posesyj, o ile te posesje leżą obok siebie po drugiej stronie ulicy lub drogi.

2. Skrzynka przyłączowa ma być umieszczona, o ile tylko jest to możliwe, w miejscu zawsze dostępnem, jak brama, sieni wchodowa, odpowiednio pomieszczenie suterenowe i t. p.

3. Przekrój przewodów przyłącza ma być obliczony na natężenie prądu, odpowiadające obciążeniu pionu, jeżeli jest jeden pion, a obciążeniu odpowiadającemu sumie obciążeń wszy-

stkich pionów, zasilanych przez przyłącze i obliczonych według § 10 p. 1 i 2, jeżeli jest więcej pionów. W tym ostatnim przypadku wolno uwzględnić pewien współczynnik jednoczesności obciążenia poszczególnych pionów. — Tam gdzie pionów niema — przyłącza oblicza się tak, jak pion (§ 10 p. 1 i 2).

4. Największy obliczony spadek napięcia w przyłączu nie ma przekraczać 1% napięcia nominalnego, o ile długość przyłącza od linii regulacyjnej ulicy do końca przyłącza nie przekracza 20 m. Przy większych długościach dopuszczalny jest spadek napięcia do 1,5%.

5. Przyłącza zasilane z sieci rozdzielczej wieloprzewodowej, zaleca się wykonywać o tej samej liczbie przewodów jak sieć, o ile łączna moc, przyjęta do obliczenia urządzeń odbiorczych (podług § 13, p. 3) przekracza 3 kW przy nominalnym napięciu odbiorników powyżej 150 V, lub 2 kW przy napięciu nominalnym odbiorników do 150 V włącznie.

6. Przyłącza dwuprzewodowe sieci rozdzielczej wieloprzewodowej zaleca się przyłączać naprzemian do przewodów różnych biegunów lub faz.

7. Utrzymywanie w porządku (konserwacja) przyłączy należy do zakładu elektrycznego, o ile nie jest to uregulowane inaczej pisemną umową. W każdym razie zakład elektryczny ma okresowo kontrolować stan przyłączy.

### § 4. Przyłącza napowietrzne.

1. Przekrój przewodów napowietrznych z miedzi (gołych lub izolowanych odpornych na wpływy atmosferyczne), ma wynosić conajmniej 6 mm<sup>2</sup>, z glinu 16 mm<sup>2</sup> (linka), a ze stali (żelaza) 10 mm<sup>2</sup>. Przekrój przewodów izolowanych, łączących przewody napowietrzne ze skrzynką przyłączową nie może wynosić mniej niż 4 mm<sup>2</sup>; wyjątkowo może on wynosić 2,5 mm<sup>2</sup> dla domków jedno-mieszkaniowych. Przepisy te stosują się i do przewodu zerowego.

2. Przewody mają być tak prowadzone, aby ich nie można było dotknąć bez specjalnych środków pomocniczych. Przewody gote, nieosłonięte przy rozpiętości przeweset do 20 metrów, muszą być prowadzone na wysokości conajmniej 3 m nad ziemią. O ile pod przewodami temi prowadzi droga publiczna, odległość najniższego punktu przewodów od ziemi ma wynosić najmniej 6 metrów. O ile pod przewodami istnieje tylko przeweset prywatny (np. wjazd na posesję), wysokość przewodów nad ziemią może być obniżona do 5 m.

3. Przy rozpiętości przeweset przyłącza ponad 20 metrów, jak również przy skrzyżowaniu przyłącza z innymi liniami prądu silnego lub słabego, z ulicami lub drogami, przyłącze winno być wykonane zgodnie z obowiązującymi w czasie wykonywa-

nia przyłącza państwowemu *Przepisami technicznymi na linie elektryczne napowietrzne oraz Przepisami technicznymi na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innymi liniami elektrycznymi, z drogami komunikacyjnymi, osiedlami i lotniskami.*

4. Przy krzyżowaniu ulic przewody zaleca się prowadzić możliwie prostopadle do kierunku ulicy.

5. Przewody mają być wprowadzane do budynków tylko przez odpowiednie przepusty ściennie (każdy przewód przez osobną fajkę i rurkę) lub stojaki dachowe.

6. Przewody przyłącza wewnątrz budynku, jak również przyrządy, należące do przyłącza, mają być niedostępne dla osób nienależących do obsługi zakładu elektrycznego.

#### § 5. Przyłącza podziemne.

1. Przy podziemnej sieci rozdzielczej przyłącze ma być wykonane kablem obojowionym, asfaltowanym i opancerzonym. Przy krzyżowaniu dróg publicznych i ulic obowiązują wyżej wspomniane przepisy państwowe.

2. Przyłącze podziemne można również przeprowadzić i od napowietrznej sieci rozdzielczej.

W tym przypadku w miejscu, gdzie się zaczyna kabel, trzeba umieścić napowietrzną mufę kablową i kabel sprowadzić w dół, osłaniając go nad ziemią conajmniej do wysokości 2 metrów i około 20 cm pod ziemią rurą żelazną, blachą lub t. p.

3. Zaleca się stosować skrzynki przyłączowe zespolone z mufami kablowymi (głowicami kablowymi) w jedną całość. Skrzynki przyłączowe bez muf zaleca się umieszczać tuż przy mufie kablowej, zakańczającej kabel na terenie odbiorcy. Mufę kablową i skrzynkę zaleca się umieszczać w miejscach suchych we wnękach w murze, zakrytych drzwiczkami, zaopatrzonemi w otwory wentylacyjne lub siatkę. W suterrenach i miejscach wilgotnych zaleca się umieszczać je na wierzchu, a w razie konieczności zakryć wentylowaną szafką.

4. Najmniejszy dozwolony przekrój każdej żyły kablowej ma wynosić 6 mm<sup>2</sup>, wyjątkowo (kioski, jednomieszkanie domki i t. p.) można zastosować przekrój 4 lub nawet 2,5 mm<sup>2</sup>.

### III. PRZYŁĄCZA WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

#### § 6. Postanowienia ogólne.

1. W razie zasilania urządzenia odbiorczego zapomocą transformatora, ustawionego u odbiorcy, transformator ten wraz ze wszystkimi przyrządami, znajdującymi się w zamkniętym pomieszczeniu transformatorowym, stanowi część przyłącza, niezależnie od tego, czy transformator stanowi własność zakładu elektrycznego czy też odbiorcy.

2. Pomieszczenie transformatorowe u odbiorcy ma być łatwo dostępne, suche, ogniotrwałe i ma posiadać odpowiedni przewiew. W pomieszczeniu tem nie powinny, ile możności, znajdować się żadne nienależące do instalacji elektrycznej rury. Pomieszczenie to musi posiadać na drzwiach tablicę ostrzegawczą, typu ustalonego rozporządzeniem Ministra Robót Publ. z d. 30 kwietnia 1923 r. (Mon. P. Nr. 163 poz. 199), ma być zamknięte na klucz i klucz ma być przechowywany w zakładzie elektrycznym. Jeżeli stacja transformatorowa zasiła tylko urządzenie odbiorcy, na którego terenie się znajduje, to w razie ustawienia w tem pomieszczeniu urządzeń wylączających lub pomiarowych, drugi klucz może znajdować się u odbiorcy pod jego odpowiedzialnością, o ile urządzenie wylączające nie może być obsługiwane zzewnątrz i o ile odbiorca posiada fachową obsługę.

3. W pomieszczeniu transformatorowym winien się znajdować rysunek układu połączeń stacji.

4. Utrzymywanie w porządku (konserwacja) przyłączy należy do zakładu elektrycznego, o ile to nie jest uregulowane inaczej pisemną umową. W każdym razie zakład elektryczny ma okresowo kontrolować stan przyłączy.

#### § 7. Przyłącze napowietrzne.

1. Przyłącze wysokiego napięcia ma być wykonane zgodnie z obowiązującymi w czasie wykonywania przyłącza państwowymi *Przepisami technicznymi na linje elektryczne napowietrzne* oraz *Przepisami technicznymi na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innymi liniami elektrycznymi, z drogami komunikacyjnymi oraz z osiedlami i lotniskami.*

#### § 8. Przyłącze podziemne.

1. Przyłącze podziemne winno być wykonane kablem obojowionym, asfaltowanym i opancerzonym o przekroju każdej żyły nie mniejszym niż 6 mm<sup>2</sup> oraz zgodnie z państwowymi *Przepisami technicznymi na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innymi liniami elektrycznymi, z drogami komunikacyjnymi oraz z osiedlami i lotniskami.*

### IV. PIONY.

#### § 9. Miejsce i sposób zakładania.

1. Piony wewnątrz budynku ma się zakładać w miejscach ogólnie dostępnych, jak to: bramach, sieniach, klatkach schodowych, korytarzach, na strychach i w dostępnych, ile możności suchych, piwnicach. Zakładać je należy w sposób uniemożliwiający samowolne dołączanie lub przelączenie przewodów, trudno dające się zauważyć przy kontroli. Prowadzenie pionu

przez lokale dozwolone jest tylko w wyjątkowych przypadkach, gdy niema możliwości prowadzenia pionu inną drogą. Wtedy ma się prowadzić przewody w rurkach, ile możliwości pod tynkiem, i nie umieszczać w tych lokalach żadnych puszek lub rozgałęźników.

Jeżeli umieszczenia puszek nie da się uniknąć, puszki muszą być urządzone do zaplombowania przez zakład elektryczny.

2. Piony wolno prowadzić tylko jako przewody izolowane w rurkach, pod tynkiem lub na tynku, przewody pancerne lub kabelkowe, przewody gołe napowietrzne nazewnątrz budynków i kable obołowione. Przewód zerowy winien być przytem tak samo izolowany jak i pozostałe przewody. W miejscach zupełnie suchych wolno także stosować przewody płaszczowe lub w ołowiu.

Na strychach jeżeli pion narażony jest na uszkodzenia mechaniczne lub na zanieczyszczenie, albo jeżeli prowadzony jest na podłodze, ma on być założony bądź w rurkach stalowo-pancernych lub gazowych, bądź jako przewód kabelkowy z uzbrojeniem, bądź jako kabel obołowiony, asfaltowany i opancerzony. O ile niebezpieczeństwo uszkodzenia jest mało prawdopodobne, można zakładać pion na strychu w zwykłych rurkach izolacyjnych w płaszczu żelaznym obołowionym.

W piwnicach system zakładania przewodów ma być zależnie od stanu pownić taki, aby izolacja przewodów nie mogła ucierpieć od wilgoci i wyciwów piwnicznych.

Należy unikać prowadzenia przewodów gotych przez podwórze. W razie zaś prowadzenia przewodów napowietrznych przez podwórze zaleca się stosowanie przewodów izolowanych odpornych na wpływy atmosferyczne, utrzymywanych stałe w dobrym stanie. W żadnym razie przewody zarówno górze jak i izolowane nie mogą być dosięgalne z okien, balkonów i dachów bez środków pomocniczych. Naogół sposób prowadzenia takich przewodów musi się stosować do odpowiednich postanowień § 4 p. 1, 2 i 3.

W razie prowadzenia przewodów pionu w ziemi należy zastosować kabel obołowiony, asfaltowany i opancerzony.

3. Rurki w płaszczu żelaznym obołowionym prowadzone po wierzchu, przewody płaszczowe i w ołowiu, kable obołowione nieopancerzone i przewody pancerne, przy przejściu przez strop oraz do wysokości 2 m nad podłogą, muszą być zabezpieczone rurą żelazną lub w inny odpowiedni sposób.

4. Puszek przelotowych lub rozgałęźnych, otwieranych mufek do rurek, muf otwartych kablowych nie wolno zakładać niżej, niż 2,5 m od podłogi, o ile na to pozwala wysokość pomieszczenia.

5. Wszystkie puszki, otwierane mufki, rozgałęźniki, i t. p. mają być przystosowane do zaplombowania przez zakład elektryczny.

6. Pion musi zawierać na całej długości tyleż przewodów, co i przyłącze. Jedynie odcinek pionu od przedostatniego do ostatniego odgałęzienia może być dwuprzewodowy, o ile to odgałęzienie jest dwuprzewodowe.

Nie dotyczy to przypadków, gdy z jednego przyłącza wychodzi kilka pionów, z których każdy dostarcza moc odbiorczą nie przekraczającą mocy wymienionej w § 3 p. 5, lub gdy przyłącze wieloprzewodowe zasila silnik, a pozostała całkowita moc odbiorcza nie przekracza mocy, podanej w § 3 p. 5.

7. Zaleca się prowadzić oddzielne piony dla światła i oddzielne dla siły, jeżeli moc poszczególnych silników przekracza 3 kW przy napięciu powyżej 150 V lub 2 kW przy napięciu do 150 V włącznie.

Zalecenie powyższe nie dotyczy przypadków, gdy silniki stale lub przez szereg godzin pozostają w ruchu t. j. rzadko są włączane i wyłączane, lub jeżeli urządzenie siły i światła należy do jednego odbiorcy, który posiada oddzielny pion.

## § 10. Przekroje pionów.

1. Przekrój przewodów pionu ma być obliczany w zasadzie na natężenie prądu, odpowiadające mocy przyłączonej wszystkich urządzeń odbiorczych, przyłączonych do pionu. W fabrykach i warsztatach z większą ilością silników można obliczać pion na moc szczytową urządzenia (moc jednoczesną), otrzymaną z mocy przyłączonej po uwzględnieniu pewnego współczynnika jednoczesności przy pracy odborników, ustalonego w porozumieniu z zakładem elektrycznym.

2. W domach mieszkalnych piony muszą być obliczone conajmniej na moc 6 W na każdy m<sup>2</sup> powierzchni wszystkich mieszkań, przyłączonych do danego pionu. W przypadkach, w których prawdopodobne jest zastosowanie w mieszkaniach kuchni elektrycznych, warników i t. p., moc tych urządzeń musi być dodatkowo uwzględniona w porozumieniu z zakładem elektrycznym. Średnice rurek i rozmiary skrzynek dla bezpieczników pionu dla światła mają być w każdym razie takie, aby pion po ewentualnej wymianie przewodów mógł zasilać wszystkie lokale mieszkalne, które mogą być dołączone do danego pionu.

U w a g a. O ile pion wykonany jest jako przewód kabelkowy, przewód pancerne, kabel obołowiony i t. p. (§ 9 p. 2) zaleca się odrazu dać taki przekrój, aby możliwe było zasilanie wszystkich urządzeń elektrycznych we wszystkich lokalach, znajdujących się na wspólnej klatce schodowej, wspólnym korytarzu i t. p.

dla natężenia prądu o 1 stopień większego niż natężenie prądu zabezpieczenia na przewodzie fazowym.

3. Wszystkie urządzenia zabezpieczające i rozdzielcze pionu mają być umieszczone w pomieszczeniach dostępnych i w miarę możliwości na wysokości nie mniejszej niż 2,5 m od podłogi. Przepis ten nie dotyczy tabliczki, umieszczonej wprost przy skrzynce przyłączowej.

4. Urządzenia zabezpieczające i rozdzielcze mogą być umieszczone we wnękach w murze lub na wierzchu. Wnęki w murze mają posiadać żelazne drzwiczki grubości przynajmniej 1,5 mm lub drzwiczki z innego niepalnego materiału. Drzwiczki te zaleca się zaopatrywać w otwory wentylacyjne. Urządzenia zabezpieczające i rozdzielcze na wierzchu mają być osłonięte skrzynkami z blachy lub niepalnego i niewiślnego materiału. W razie zastosowania skrzynek drewnianych, muszą one być wyłożone wewnątrz blachą, azbestem lub t. p. Wszystkie skrzynki winny być zamykane na klucz (klucz typu wskazanego przez zakład elektryczny) i przystosowane do zaplombowania przez zakład elektryczny.

## V. LICZNIKI.

### § 12. Postanowienia ogólne.

1. Liczniki winny być typu dopuszczonego do legalizacji przez Główny Urząd Miar i zalegalizowane, a stosowanie ich powinno odpowiadać przepisom i rozporządzeniom Głównego Urzędu Miar.

2. Miejsce na licznik ma być wybrane wolne od wstrząsów, suche, wolne od gazów zrączych i pary.

W ogóle miejsce to ma być tak wybrane, aby mechanizm i ruch licznika nie był zagrożony przez szkodliwe wpływy (uderzenia, wysoka temperatura, wpływ pól magnetycznych i t. d.).

3. Jeżeli zachodzi obawa uszkodzenia lub zanieczyszczenia licznika, to trzeba ostrożnie go szafkać, umocowaną wprost na ścianie i niedotykającą licznika lub płyty licznikowej, albo też umieścić licznik we wnęce w murze.

4. W lokalach mieszkalnych bierze się w rachubę do wędz była nie niższej niż 1,2 metra i nie wyżej niż 2,2 metra od podłogi.

5. Liczniki mają być umieszczone na płytach lub podporach z metalu lub z materiału niepalnego i niewiślnego. Dopuszczalne są również deski pod liczniki z suchego drzewa, przyczem należy je umocowywać na odległości conajmniej 1 cm od ściany.

3. Największy obliczony spadek napięcia w pionach dla światła nie ma przekraczać 1,5% napięcia nominalnego, dla siły — 2,5%.

U w a g a. W ogóle spadek napięcia w pionie i w sieci urządzenia odbiorczego łącznie nie ma przekraczać: 4% — dla światła i 6,5% — dla siły. Zależnie od warunków miejscowych można odpowiednio zmienić podział spadku napięcia na pion i sieć urządzenia odbiorczego. Przy wspólnym pionie na site i światło zaleca się stosować spadki napięcia w pionie jak dla światła. Przekroje pionów zasilających, prócz światła, grzejniki, urządzenia elektromedyczne i t. d. należy obliczać na spadek napięcia jak dla światła. Jeżeli grzejniki i t. d. zasilane są przez osobny pion lub przez pion dla siły — spadek napięcia można obliczać jak dla siły.

4. Najmniejszy dozwolony przekrój przewodów pionu wynosi:

a) przy napięciu sieci powyżej 150 V (przy prądzie trójfazowym — skojarzonym, a przy prądzie stałym — między skrajnymi przewodami) — 2,5 mm<sup>2</sup> dla pionu, a 1,5 mm<sup>2</sup> dla odgałęzień pionu. W małych domkach jednomieszkaniowych cały pion może mieć przekrój 1,5 mm<sup>2</sup>.

b) przy napięciu sieci do 150 V włącznie (przy prądzie trójfazowym — skojarzonym, a przy prądzie stałym — między skrajnymi przewodami) — 4 mm<sup>2</sup> dla pionu, a 2,5 mm<sup>2</sup> dla odgałęzień pionu i dla całych pionów w jednomieszkaniowych domkach.

Podane najmniejsze przekroje odnoszą się również do przewodu zerowego.

### § 11. Urządzenia zabezpieczające i rozdzielcze.

1. Jeżeli od skrzynki przyłączowej odchodzi tylko jeden pion, a urządzenia zabezpieczające w tej skrzynce są na natężeniu prądu większe niż to odpowiada przekrojowi pionu, to pion musi być zabezpieczony osobno bezpośrednio za skrzynką przyłączową.

Jeżeli ze skrzynki przyłączowej odchodzi kilka pionów, to za skrzynką przyłączową musi się znajdować odpowiednia tabliczka rozdzielcza z bezpiecznikami lub wyłącznikami samoczynnymi.

Jeżeli pion rozgałęzia się, zaleca się zastosować tabliczkę rozdzielczą w miejscu rozgałęzienia nawet wówczas, gdy nie zachodzi taka zmiana przekroju przewodów, która wymagała zabezpieczenia.

2. Odgałęzienia pionu winny być zabezpieczone na wszystkich biegunach lub fazach.

W odgałęzieniach dwuprzewodowych od pionu z przewodem zerowym można nie zabezpieczać przewodu zerowego. W razie zabezpieczenia tego przewodu, zabezpieczenie może być

6. Zaciski licznika muszą być zakryte i zaplombowane przez zakład elektryczny. Pożądane jest stosowanie przedłużonych pokrywiek zaciskowych.

7. Miejsce zawieszenia licznika i sposób doprowadzenia i odprowadzenia przewodów od licznika ma być uzgodniony z zakładem elektrycznym.

U w a g a. Powyższe przepisy dla liczników stosują się odpowiednio do ograniczników lub innych przyrządów, służących do rozliczania się z odbiorcami prądu.

## VI. URZĄDZENIA ODBIORCZE.

### § 13. Postanowienia ogólne.

1. Przepisy niniejsze odnoszą się tylko do urządzeń niskiego napięcia.
2. Urządzenia odbiorcze powinny być tak wykonane, aby nie wywierały szkodliwego wpływu na urządzenie zakładu elektrycznego lub urządzenia innych odbiorców.
3. Do obliczenia przewodów przyjmuje się w zasadzie moc urządzenia odbiorczego równą sumie nominalnych mocy zainstalowanych odbiorników.

W przypadkach, w których jednocześnie zapotrzebowanie mocy jest mniejsze od mocy zainstalowanej, przewody mogą być obliczone na tę moc jednoczesną, ustaloną w porozumieniu z zakładem elektrycznym.

4. W lokalach mieszkalnych bierze się w rachubę do obliczenia przewodów moc nominalną wszystkich przyłączonych (zainstalowanych) odbiorników, a w razie braku pewnych danych przyjmuje się obciążenie 60 watów na każdy wypust, t. j. na każdy świecznik bez względu na liczbę i moc jego żarówek oraz na każde gniazdo wtyczkowe.

Do powyższego obciążenia dolicza się pełną nominalną moc odbiorników ponad 150 watów, używanych w celach zawodowych lub przez dłuższy okres czasu. Nie zalicza się do tego przyborów, przeznaczonych do czasowego użytku domowego, jak żelazka, odkurzacze, małe grzejniki i t. p.

### § 14. Urządzenia dla światła.

1. Przy sieci wieloprzewodowej zaleca się wykonywać jako dwuprzewodowe tylko urządzenia odbiorcze o łącznej mocy do 3 kW przy napięciu nominalnym powyżej 150 V, a do 2 kW przy napięciu nominalnym do 150 V. Urządzenie odbiorcze o wyższej mocy zaleca się wykonywać jako wieloprzewodowe o tej samej liczbie przewodów co przyłącza, przyczem podział obciążenia na bieguny lub fazy ma być możliwie równomierny. Jeżeli w urządzeniu znajdują się dwubiegunowe od-

biorniki o zapotrzebowaniu mocy większym niż wyżej podano (np. urządzenia elektromedyczne, duże kuchnie elektryczne i t. p.), to przyłączenie ich na jedną fazę (lub jedną potowę sieci) wymaga porozumienia z zakładem elektrycznym.

2. Na jeden obwód wewnętrzny 6-ampierowy zaleca się ze względu na potrzebę rezerwy założyć powyżej 15 sztuk normalnych opravek i gniazd wtyczkowych przy nominalnym napięciu powyżej 150 V, a 8 sztuk przy nominalnym napięciu do 150 V, jeżeli w obwodzie zastosowane są przewody założone na stałe o przekroju conajmniej 1 mm<sup>2</sup>. Przy najmniejszym przekroju wszystkich przewodów w obwodzie 1,5 mm<sup>2</sup> wolno zabezpieczyć obwód na 10 A i dać proporcjonalnie większą liczbę opravek i gniazd. W mieszkaniach o liczbie pokojów powyżej dwóch zaleca się w każdym razie nie mniej niż dwa obwody. Do obwodów świetłowych można przyłączać małe silniki, grzejniki i t. p. o takiej mocy, iżby całkowite rzeczywiste natężenie prądu w obwodzie nie przekraczało nominalnego natężenia prądu urządzenia zabezpieczającego.

3. Największy obliczony na podstawie § 13 p. 2 i 3 spadek napięcia za licznikiem nie ma przekraczać 2,5% nominalnego napięcia (wyjątek — p. uwaga do § 10 p. 3).

4. Przy liczbie obwodów w urządzeniu odbiorczym ponad 3, zaleca się oznaczyć poszczególne obwody na tabliczkach rozdzielczych tak, aby można było bez trudu ustalić, jakie odbiorniki lub pomieszczenia należą do każdego obwodu.

### § 15. Urządzenia dla siły.

1. Niniejsze przepisy odnoszą się do silników niskiego napięcia (t. j. napięcia, które przy normalnym stanie sieci nie przekracza 250 V względem ziemi).

2. Silniki ponad 10 kW mocy, pracujące bez stałego doboru, mają być zaopatrzone w urządzenia samoczynne (cewki zanikowe w wyłącznikach samoczynnych lub na rozrusznikach), wyłączające silnik w razie zaniku napięcia.

3. Największy spadek napięcia za licznikiem obliczony na podstawie § 13 p. 3 nie ma przekraczać 4% nominalnego napięcia (wyjątek — p. uwaga do § 10 p. 3).

### § 16. Silniki prądu stałego.

1. Przy sieci trójprzewodowej zakładu elektrycznego silniki o mocy do 0,5 kW mogą być włączone między przewod skrajny a zerowy.

2. Silniki o mocy do 1,0 kW mogą być włączone zwykłymi wyłącznikami bez rozrusznika.

3. Silniki ponad 1,0 kW mocy powinny być zaopatrzone w rozrusznik tak zbudowany, aby przy ruszaniu pod pełnem

kW mocy przy momencie obrotowym nie większym niż połowa momentu nominalnego. Wyjątki patrz p. 5.

U w a g a. Silniki zwarte, których rozruch nie odbywa się w porze od zmierniku do godziny 22-ej, a które pracują w ciągu szeregu godzin na dobre bez przerwy, mogą być za zgodą zakładu elektrycznego przyłączane również i przy większych niż powyżej mocach.

3. Silniki zwarte, posiadające takie urządzenia lub służące do takich napędów, że ruszanie następuje luzem, a obciążenie stopniowo się zwiększa w miarę wzrostu liczby obrotów silnika, mogą być przyłączane do sieci zakładów wymienionych w p. 2 zapomocą zwykłego wyłącznika trójbiegunowego do 6 kW mocy, a zapomocą rozrusznika statorowego, przełącznika z gwiazdy w trójkąt albo transformatora rozruchowego — do 10 kW mocy.

4. W urządzeniu odbiorczym, posiadającym silniki pierścieniowe, mogą być przyłączane zapomocą zwykłego wyłącznika lub przełącznika z gwiazdy w trójkąt silniki zwarte nawet ponad podane wyżej normy, byleby tylko pięciokrotna moc nominalna największego silnika zwanego nie przewyższała nominalnej mocy największego silnika pierścieniowego, ustawionego u odbiorcy i przyłączonego na to samo napięcie.

5. Za zgodą zakładu elektrycznego wolno przyłączać silniki większe, aniżeli podano wyżej. W szczególności przy zastosowaniu silników zwartych specjalnej budowy (np. wieloślubowych), przy której prąd rozruchu jest zmniejszony, jak również przy zasilaniu urządzenia z osobnego transformatora.

#### § 19. Urządzenia dla grzejników, przyrządów elektromyicznych i t. p.

1. Przy sieci wieloprzewodowej zakładu elektrycznego mogą być przyłączane do dwóch przewodów grzejniki i inne aparaty o mocy do 3 kW przy napięciu nominalnym powyżej 150 V, lub o mocy do 2 kW przy napięciu nominalnym do 150 V.

Większe odbiorniki mają być przyłączone do skrajnych biegunów lub do wszystkich faz. Należy je przyłączać do pionów na siłę o ile takie istnieją (p. § 9 p. 7).

Przyłączenie do 2 przewodów urządzeń o mocy większej niż wyżej podano lub przyłączenie urządzeń, zakłócających symetrię obciążen poszczególnych faz w sieci, wymaga uzgodnienia z zakładem elektrycznym.

2. Przechoje przewodów urządzeń odbiorczych zawierających grzejniki, należy obliczać tak, jak urządzeń dla światła, o ile dane urządzenie odbiorcze przeznaczone jest dla światła. W urządzeniach odbiorczych dla siły przechoje przewodów można obliczać jak dla urządzeń na siłę.

obciążeniem prąd rozruchu nie przekroczył 1,75-krotnego prądu nominalnego przy silnikach do 5 kW, a 1,6-krotnego przy silnikach ponad 5 kW.

U w a g a. Przy silnikach o większym prądzie rozruchu sposób przyłączenia i uruchomienia silnika ma być uzgodniony z zakładem elektrycznym.

4. Silniki uruchamiane samoczynnie mogą posiadać prąd rozruchu większy niż przepisany w p. 3, lecz odpowiadający najwyższej mocy 10 kW.

#### § 17. Silniki pierścieniowe i kolektorowe prądu zmiennego.

1. Do sieci trójfazowej zakładu elektrycznego mogą być przyłączone silniki jednofazowe (z kolektorami lub bez) o mocy do 1,0 kW.

2. Silniki trójfazowe pierścieniowe i kolektorowe mają być zaopatrzone w rozruszniki tak zbudowane, aby przy ruszaniu pod pełnym obciążeniem prąd rozruchu nie przekroczył 1,75-krotnego prądu nominalnego przy silnikach do 5 kW, a 1,6-krotnego przy silnikach ponad 5 kW.

U w a g a. Przy silnikach o większym prądzie rozruchu sposób przyłączenia i uruchomienia silnika ma być uzgodniony z zakładem elektrycznym.

3. Silniki uruchamiane samoczynnie mogą posiadać prąd rozruchu większy niż przepisany w p. 2, jednak odpowiadający najwyższej mocy 10 kVA.

#### § 18. Silniki trójfazowe o wirniku zwartym.

1. Do sieci zakładów elektrycznych wytwórczych, których moc prądnic zainstalowanych nie przekracza 500 kVA oraz do sieci zakładów elektrycznych rozdzielczych, w których ogólna moc transformatorów zasilających nie przekracza 100 kVA, mogą być przyłączane zapomocą zwykłego wyłącznika trójbiegunowego silniki zwarte o mocy do 1,0 kW. O ile moment obrotowy przy ruszaniu przekracza połowę momentu nominalnego, lub do 1,5 kW, jeżeli moment ten nie przekracza połowy. Przy zastosowaniu przełącznika z gwiazdy w trójkąt można przyłączać silniki do 3 kW mocy z momentem rozruchowym nie większym niż połowa.

2. Do sieci zakładów elektrycznych, większych niż podano w poprzednim ustępie, mogą być przyłączane zapomocą zwykłego wyłącznika trójbiegunowego silniki zwarte do 2 kW mocy z pełnym momentem obrotowym przy rozruchu, lub o ile moment obrotowy przy ruszaniu nie przekracza połowy momentu nominalnego — do 4 kW mocy; zapomocą przełącznika z gwiazdy w trójkąt mogą być przyłączane silniki do 7,5



nie zmontowane. Wszystkie odbiorniki (świeczniki, silniki z przynależnymi urządzeniami i t. d.) muszą być zmontowane lecz wyłączone (a więc powykręcane żarówki, wyłączniki silników i innych odbiorników w pozycji wyłączenia), puszkki, skrzynki rozdzielcze i t. p. mają być otwarte, bezpieczniki założone, całe urządzenie musi być w stanie zupełnej gotowości do uruchomienia.

**U w a g a.** W przypadkach, w których włączenie pod napięcie następuje za zgodą zakładu elektrycznego, zanim pomieszczenia zostaną zajęte, wystarcza stwierdzenie zupełnego ukończenia montażu sieci wraz z tabliczkami rozdzielczymi i bezpiecznikami, bez przyłączenia odbiorników.

4. Odbiór pionu i urządzenia odbiorczego przez zakład elektryczny nie zwalnia instalatora i właściciela instalacji od odpowiedzialności za skutki niezgodnego z wymaganiami bezpieczeństwa wykonania urządzeń i nie nakłada odpowiedzialności na zakład elektryczny.

#### § 22. Kontrola przez zakład elektryczny.

1. Zakład elektryczny ma prawo wykonywać perjodyczną kontrolę przyłączonych pionów i urządzeń odbiorczych pod względem zgodności z warunkami wymienionymi w § 1 niniejszych przepisów, a w szczególności pod względem ich bezpieczeństwa. Kontrola ma się odbywać w okresach i rozmiarach, zależnych od ważności urządzeń i stopnia ich bezpieczeństwa w taki sposób i w takim czasie, aby to najmniej krępowało odbiorcę. Kontrola dotyczyć powinna w szczególności: dobrego stanu izolacji, właściwego stanu bezpieczników i stopek (koroków, wkładek), całości wyłączników, gniazd wtyczkowych (kontaktów) i wogóle przyrządów, używanych w urządzeniu. Przy kontroli należy uważać, czy w urządzeniu nie zostały dokonane ważniejsze zmiany bez powiadomienia zakładu elektrycznego.

2. Zakład elektryczny może odłączyć pion lub urządzenie odbiorcze, o ile istotne usterki i braki, stwierdzone przez zakład elektryczny, nie będą usunięte we wskazanym przez zakład terminie technicznie możliwym.

3. Kontrola pionów i urządzeń odbiorczych ze strony zakładu elektrycznego nie zwalnia ich właściciela lub użytkownika od odpowiedzialności za szkody, wynikłe z powodu utrzymywania urządzeń w stanie niewłaściwym, i nie nakłada odpowiedzialności na zakład elektryczny.

#### § 23. Utrzymanie w porządku (konserwacja) pionów i urządzeń.

1. Konserwacja pionów należy do ich właścicieli, o ile nie została zawarta w tym przedmiocie odmienna umowa pisemna.  
2. Konserwacja urządzenia odbiorczego należy do tego, kto z niego korzysta.

#### § 20. Urządzenia prądu słabego.

1. Do urządzeń odbiorczych prądu silnego mogą być przyłączone urządzenia prądu słabego, przy uwzględnieniu wszelkich warunków bezpieczeństwa i z zachowaniem przepisów, wydanych, zatwierdzonych lub zaleconych przez władze państwowe.

2. Przewodów prądu silnego i słabego nie wolno prowadzić we wspólnych rurkach lub puszkach.

### VII. ODBIÓR, KONTROLA I KONSERWACJA PIONÓW ORAZ URZĄDZEŃ ODBIORCZYCH.

#### § 21. Odbiór przez zakład elektryczny.

1. Każdy pion i urządzenie odbiorcze musi być przed przyłączeniem do sieci zakładu elektrycznego zbadane i skontrolowane przez odpowiednio wykwalifikowanego funkcjonariusza zakładu.

W urządzeniach, zasilanych z osobnego transformatora, umieszczonego na terenie odbiorcy i zasilającego wyłącznie jego urządzenie, kontrola zakładu elektrycznego pod względem bezpieczeństwa rozciąga się w zasadzie tylko na stronę wysokiego napięcia wraz z transformatorem.

Zakład elektryczny ma jednak prawo sprawdzenia, czy wszystkie urządzenia poza transformatorem zostały przyłączone zgodnie z niniejszymi przepisami i z umową między zakładem a odbiorcą. O ile odbiorca nie posiada fachowej obsługi swego urządzenia, całkowita kontrola zakładu rozciąga się i na urządzenie poza transformatorem.

Wszelkie istotne usterki i braki, skonstatowane przez zakład elektryczny, muszą być usunięte przez właściciela urządzenia odbiorczego zanim urządzenie będzie przyłączone do sieci.

2. Urządzenia odbiorcze w obiektach wojskowych, mogą w szczególnych przypadkach, na żądanie Urzędu Budownictwa Wojskowego, nie podlegać kontroli zakładów elektrycznych, t. j. muszą być przyłączone do sieci bez tej kontroli pod warunkiem, że odnośny Urząd pisemnie udzieli danych co do wielkości mocy przyłączonej i rodzaju obciążenia oraz stwierdzi, że urządzenia są wykonane i będą utrzymywane pod fachowym nadzorem, zgodnie z obowiązującymi przepisami i umową, zawartą z zakładem.

3. Piony i urządzenia odbiorcze, zgłoszone w zakładzie elektrycznym do włączenia pod napięcie, muszą być komplet-

# B I B L I O G R A F J A

Fallou Jean. *Les Réseaux de Transmission d'Énergie*. Paris, Gauthier-Villars, 1935. (Str. VI+558, 25 cm×16 cm).

Dzieło to składa się z czterech prawie równych co do objętości części. Każda z nich poświęcona jest jednemu z czterech najważniejszych dziś zagadnień z dziedziny przesyłania energii elektrycznej. Zagadnienia te są następujące: 1) regulacja i stateczność sieci przy równoległej pracy, 2) przetężenia, 3) przepięcia, 4) zabezpieczenia wybiórcze. Autor rozważa te zagadnienia przede wszystkim ze strony teoretycznej i obliczeniowej, nie dotykając spraw konstrukcji i ruchu.

Żadna z czterech części dzieła nie jest monografią, wyczerpującą przedmiot, lecz każda z nich jest zręcznym zwieńczeniem ujęciem całości zagadnienia, pozwalającym czytelnikowi nie tylko ogarnąć daną dziedzinę i zapoznać się z jej najistotniejszymi podstawami, lecz i w niejedną sprawę wniknąć głębiej. Materiał, zawarty w dziele p. Fallou, odzwierciedla przede wszystkim zdobycze elektrotechniki francuskiej; w szczególności książka wchłonęła dawniejsze prace samego autora, znane z artykułów w czasopiśmie, z referatów kongresowych, a nawet z wydawnictw książkowych. Z badań, dokonanych w innych krajach, autor uwzględniła szczególnie dorobek elektrotechniki amerykańskiej.

W części pierwszej dzieła sprawa podziału mocy czynnej i biernej oraz regulowania napięcia zarówno w przypadku torów prostych, jak i sieci oczastych, sprzęgających elektrownie do równoległej pracy, jest potraktowana dość krótko, więcej natomiast uwagi autor poświęca sprawie stateczności działania sieci i to zarówno podczas pracy dostatecznie spokojnej, jak i podczas gwałtownych zmian obciążenia lub innych nagłych zakłóceń ruchu (np. zwarcie), analizując warunki stateczności w różnych przypadkach i wymieniając pokrótce środki, służące do podniesienia granicy stateczności układów.

Część druga, poświęcona przetężeniom, jest potraktowana obszernie. Do obliczania prądów zwarcia autor stosuje metodę współrzędnych symetrycznych, która zdobyła sobie poczesne miejsce w literaturze światowej, i podaje sposoby wyznaczania tych prądów dla różnorodnych przypadków zwarcia w sieciach prostych i złożonych. W książce są przytoczone potrzebne do tych obliczeń zastępcze opory pozorne poszczególnych części obwodu zwarcia (maszyn synchronicznych i asynchronicznych, transformatorów, linii napowietrznych i podziemnych). Dalej czytelnik znajduje w książce przybliżone rachunkowe sposoby oceny szkodliwych skutków prądów zwarcia. Chodzi tu o nagrzewanie przewodów, o siły mechaniczne, działające na szyny i odłączniki, wreszcie o napięcia, wytwarzane w obwodach prądu słabego. Sposobom ograniczania prądów zwarcia, powstających w przypadku połączenia jednej fazy z ziemią, jak i w przypadku połączenia między fazami, autor poświęca dwa dalsze rozdziały, rozważając jednocześnie ogólne zagadnienia uziemienia punktu zerowego i oświetlając różnicę między układami uziemionymi i izolowanymi. W części tej czytelnik znajdzie również krótkie wiadomości o ostatnich przyrządach do ciągłej rejestracji w sieci przetężeń, powstających wskutek zwarcia.

Trzecia część dzieła, traktująca o przepięciach, obejmuje tę dziedzinę wiedzy elektrotechnicznej, którą autor oddawna wzbogaca cennymi pracami własnymi. Część ta opracowana jest odmienne od pozostałych. Zjawiska przepięć autor rozpatruje na tle szeroko rozwiniętej ogólnej

teorii analitycznej stanów przejściowych, — teorii, która pozwala z pewnym przybliżeniem wytłumaczyć przebieg zjawisk. Przybliżony charakter teorii wypływa głównie stąd, że jesteśmy zmuszeni poszczególne części składowe obwodu sieci (poza samymi liniami takie złożone części, jak: transformatory, maszyny, albo wyładowania iskrowe lub łukowe) zastępować prostymi obwodami o stałych wielkościach charakterystycznych  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Przy pomocy powyższej teorii autor daje matematyczny obraz przepięć, powstających wskutek operacji łączeniowych i rezonansu. W krótkiej formie są przytoczone teorie przepięć wskutek uziemień łukowych w sieciach izolowanych i ostatnie poglądy na przepięcia wskutek wyładowań atmosferycznych. Również krótko załatwia się autor z urządzeniami ochronnymi od przepięć, zwraca natomiast uwagę na klidonograf, jako bardzo pożyteczny przyrząd do badania przepięć.

Dział o zabezpieczeniach wybiórczych (selekcyjnych) podaje najpierw wymagania, którym winny czynić zadość zabezpieczenia wybiórcze jako całość, i przyrządy, stosowane w tych zabezpieczeniach. Dość obszernie są wyliczone zasady, cechy, układy połączeń i sposoby włączania przełączników wszelkiego typu: amperomierzowych, woltomierzowych, różnicowych, watomierzowych (kierunkowych) i pozornooporowych (odległościowych); szczegóły konstrukcyjne tych przyrządów są pominięte. Dalej następuje opis różnorodnych typowych urządzeń do zabezpieczania wybiórczego sieci i krótki opis urządzeń do takiego zabezpieczania prądnic i transformatorów. Podane są wady i zalety zabezpieczeń, które znalazły większe zastosowanie w praktyce, lub mają widoki takiego zastosowania.

Wykład w książce p. Fallou jest utrzymany na wysokim poziomie naukowym. Autor wymaga od czytelnika wyrobienia matematycznego i dobrej znajomości podstaw naukowych tych działów elektrotechniki, które się wiążą z tematami, poruszonymi w książce (teorii prądów zmiennych, maszyn, transformatorów i t. d.). Książka jest wartościowa i temu, kto ją gruntownie przestuduje, przyniesie korzyść niewątpliwą.

T. Czapliski.

Carl Benedicks. *Nouveaux résultats expérimentaux sur l'effet electro-thermique homogène*. (Actualités scientifiques et industrielles Nr. 130). Paris 1934, stron 29.

W pracy swej, referowanej na Międzynarodowym Zjeździe Chemji Fizycznej w 1933 roku, przedstawia Benedicks rezultaty doświadczeń, które przeprowadził ostatnio wraz ze swymi współpracownikami (M. J. Lindberg i dr. G. Siljeholm) w Instytucie Metalograficznym w Sztokholmie.

Według Benedicks'a podstawowym zadaniem chemji fizycznej jest powiązanie fizycznych własności pierwiastków z własnościami ich elementarnych składników — atomów, które są określone przez numer porządkowy w tablicy periodycznej pierwiastków ewentualnie przez ciężar atomowy. Odkładając na osi X numer porządkowy pierwiastka, zaś na osi Y ich elektryczną przewodność właściwą ( $\kappa$ ), odniesioną do jednego  $\text{cm}^3$ , otrzymujemy krzywą o przebiegu dość zawiąkanym, nie pozwalającym na wyciągnięcie żadnych konkretnych wniosków. Teoria elektronów swobodnych (gaskinetische Elektronentheorie) nie daje wskazówek, pozwalających zdać sobie sprawę z występujących tu zależności. Inaczej przedstawia się ta sprawa na gruncie teorii elektronowej „phorétique”, która przyjmuje, że przewodność metali polega na przejściu elektronu, biorącego udział w ruchu zewnętrznych elektronów atomu, pod wpływem

działania pola elektrycznego do atomu sąsiedniego w chwili, gdy odległość pomiędzy środkami obu atomów jest mała (zestknięcie się dwóch atomów). Przy tym założeniu — nad wyraz prostym — przewodność będzie określona nie przez liczbę elektronów swobodnych, która jest nieznaną, a przez liczbę atomów. Otrzymujemy też znacznie przejrzystszy przebieg krzywej, odkładając na osi  $Y$  przewodność atomową ( $\kappa_{at}$ ). Z przyjętej hipotezy wynika w dalszym ciągu zależność przewodności atomowej od częstotliwości drgań atomu ( $\nu$ ). Tytułem próby można przyjąć, iż jest ona proporcjonalna do częstotliwości  $\kappa_{at} = C \cdot \nu$ , gdzie  $C$  jest współczynnikiem proporcjonalności, charakterystycznym dla danego atomu. Nazywać go będziemy „pojemnością przewodności”. Charakteryzuje on zdolność atomu przyjmowania lub oddawania elektronu w momencie „zestknięcia” się dwu atomów. Odkładając na osi  $Y$  tę wielkość, otrzymujemy krzywą, odtwarzającą perjodyczność układu pierwiastków znacznie lepiej, niż inne własności. Zwraca uwagę, że największe wartości pojemności przewodności otrzymujemy dla metali alkalicznych, które — jak wiemy — w roztworach wodnych odznaczają się największym powinowactwem elektrycznym wśród metali. Wskazywałoby to na możliwość powiązania przewodności metali z przewodnością elektrolitów. Idąc konsekwentnie dalej, należy przyjąć, że duża przewodność cieplna dobrych przewodników elektryczności jest wywołana częściowym termoelektrycznym przenoszeniem ciepła, spowodowanym przez wewnętrzne prądy elektryczne (efekt Thomsona). Te rozważania, podane tutaj w znacznym skrócie, stanowią punkt wyjścia badań termoelektrycznych Benedicks'a.

Już w 1916 roku zauważył on, że istnienie w jednorodnym przewodniku metalowym niesymetrycznego spadku temperatury wywołuje powstanie w nim siły elektromotorycznej (efekt Benedicks'a). Zaobserwowany efekt sprzeczny jest z doświadczeniami Malusa i innych, z których znów wynika, że w jednorodnym przewodniku metalowym nie można wywołać powstania prądu elektrycznego przez samo tylko wytworzenie dowolnej różnicy temperatur (prawo Malusa). Prawo to jest zgodne poza tym z termodynamiczną teorią termo-elektryczności Thomsona\*\*).

Istnienie efektu Benedicks'a zostało przyjęte przez jednych badaczy, zaś zaprzeczone przez innych (Borelius, Bridgman, Haga i Zernike, Peschinger, Rumpf). W nowszych czasach doświadczenia Hörig'a, wykonane z przewodnikami Ag i Ni, wykazały, że siła elektromotoryczna, występująca w efekcie Benedicks'a, przypadająca na jeden stopień różnicy temperatur, jest mniejszą od  $1 \cdot 10^{-5}$  V.

W dalszym ciągu istnienie efektu Benedicks'a implikuje istnienie efektu odwrotnego, to znaczy, że istnienie

w jednorodnym przewodniku gradientu potencjału elektrycznego powoduje powstanie gradientu temperatury\*\*). Istnienie efektu elektro-termicznego w przewodnikach jednorodnych było zaprzeczone przez M. Bridgman'a.

Ten stan rzeczy skłonił Benedicks'a do powtórzenia poprzednio wykonanych doświadczeń oraz wykonania nowych w celu wyjaśnienia tej sprawy. Omawia on dalej te doświadczenia oraz podaje ich wyniki\*\*), na zasadzie których dochodzi do wniosku, że istnienie efektu Benedicks'a należy uważać za stwierdzone doświadczalnie.

Biorąc pod uwagę jednak trudności doświadczalne tych badań oraz niekompletne nasze wiadomości w danej chwili o wpływach zewnętrznych na własności termoelektryczne materji, wydaje mi się, że zgodnie z poglądem Laszki'ego istnienie efektu Benedicks'a nie może być uważane jeszcze za doświadczalnie stwierdzone i to pomimo całej staranności przeprowadzonych przez Benedicks'a pomiarów.

Na zakończenie chcę wspomnieć jeszcze o pewnej refleksji ogólnego już charakteru, która nasunęła mi się przy czytaniu dwóch pierwszych zdań wstępu tej pracy. Pisze w nich Benedicks, że według jego zdania znacznie ważniejsze jest zdobywanie nowych faktów doświadczalnych w dziedzinie przewodności metali, niż — godne najwyższego uznania i podziwu — próby wyjaśnienia teoretycznego zjawisk przewodności i uzgadniania powstałych na tym gruncie koncepcyj z ustalonymi poglądami w innych dziedzinach fizyki. Przenosząc to na ogólniejszy teren nauk przyrodniczych czy technicznych, moglibyśmy uważać, iż Benedicks w tych zdaniach, przeciwstawiając doświadczeniu teorię, implicite popiera pogląd, który często się słyszy w kołach eksperymentatorów, że w nauce wyłącznie doświadczenie posiada decydujące znaczenie, — co jednak wydaje mi się niesłusznym.

Zgadzam się z poglądem Schrödingera, że „gmach nauk ścisłych jest wzniesiony z ogromnej liczby poszczególnych odtwarzalnych eksperymentów, że one stanowią jedyny rozporządzalny materiał, ponieważ jedynym dopuszczalnym źródłem poznania fizycznego jest ścisła obserwacja”. Lecz nie należy zapominać, że ilość możliwych do wykonania eksperymentów jest nieskończenie wielką i na każdym etapie rozwoju nauki należy dokonywać celowego i świadomego wyboru doświadczeń, o ile chcemy wnieść do nauki coś więcej ponad suche stwierdzenie mniej lub więcej ciekawych zależności pomiędzy różnymi wielkościami fizycznymi. „Nie jest prawdą, — pisze Schrödinger, — że stwierdzane przez nas zależności liczbowe w najmniejszym choćby stopniu interesują nas same przez się. Interesują nas one wyłącznie ze względu na koncepcje, jakie nam nasuwają, czy to w formie jasno zbudowanych teoryj czy też w postaci przeczuwanych, z trudem formułowanych intuicyj w głowach genialnych eksperymentatorów”.

Celem nauki nie jest gromadzenie i katalogowanie luźnych faktów i fakcików z dorobianiami ad hoc teoryjami, mniej lub więcej ciekawymi, lecz szukanie syntezy zjawisk w najszerszym ujęciu, dążenie do stworzenia jednolitego harmonijnego obrazu otaczającej nas rzeczywistości. Zjawisko samo w sobie nie ma żadnej wartości dla rozwoju nauki. Przeglądając historję nauk przyrodniczych, znajdziemy moc przykładów tego, iż wiele zjawisk, którym początkowo nie przypisywano żadnej doniosłości, okazały dopiero znacznie później swój przemożny wpływ na jej rozwój. Wspomnę o jednym z wielu: eksperyment dyfrakcyjny Grimaldi'ego (1613 — 1663) był uważany przez półtora wieku

\*)  $\kappa_{at} = \frac{x}{N}$  gdzie  $N$  — liczba atomów w  $1 \text{ cm}^3$ .

\*\*\*) W ten sposób zjawiska, obserwowane w termoelektryczności, dałyby się ująć w następującej tabliczce, zwracającej uwagę swą symetrią:

	Obwód elektryczny utworzony	
	z dwóch metali	z jednego metalu
Różnica temperatur wywołuje powstanie prądu	Efekt Seebeck'a (termo-elekt. zjaw.)	Efekt Benedicksa
Prąd elektryczny wywołuje powstanie różnicy temperatur	Efekt Peltiers	Efekt Thomson'a

Pozatem należałoby tu jeszcze nadmienić, iż w dziedzinie zjawisk termo-elektrycznych istnieje wiele jeszcze niejasności oraz wątpliwości.

\*\*) Doświadczenia te były uprzednio ogłoszone w aktach Akademji Nauk w Sztokholmie.

(do czasów Younga i Fresnela) za ciekawostkę, nie posiadającą większej wartości naukowej, gdy tymczasem później okazało się, iż zjawisko to odgrywa zasadniczą rolę nie tylko w teorii rozchodzenia się światła, ale również w całokształcie fizycznego obrazu świata.

Eksperymator przy rozpoczynaniu badań musi ustalić ich właściwy punkt wyjścia oraz posiadać pewien „klucz”, ułatwiający mu wybór odpowiednich doświadczeń w toku samych badań. To zaś może uzyskać tylko na grun-

cie ogólnych rozważań teoretycznych, odpowiednio przeprowadzonych. Nie można więc oddzielać doświadczenia od teorii. Musi tu istnieć ścisła, *równorzędna* współpraca pomiędzy teoretykami i eksperymentatorami. Nauka nie może opierać się wyłącznie na doświadczeniu ani na spekulacjach teoretycznych, gdyż sprowadziłoby to ją na manowce.

Dr. Witold Majewski.

## R Ó Ż N E

**Fundusz Stypendjalny im. ś. p. prof. inż. Stanisława Odrowąż-Wysockiego.** Na fundusz ten wpłynęły nast. ofiary: od Państw. Zakładów Tele- i Radjotechnicznych w Warszawie — zł. 200, od Polskiej Akcyjnej Spółki Telefonicznej w Warszawie (ponowna ofiara) — zł. 200; od firmy S. Peretjatkowicz i Sp., Sp. z o. o. w Warszawie — zł. 50; od firmy Polskie Fabryki Kabli i Walcowni Miedzi, Sp. Akc. w Ożarowie Warszawskim — zł. 50; — od Fabryki Kabli Sp. Akc. w Krakowie — zł. 50; od Biura Elektr. M. Zucker i J. Straszewicz w Warszawie — zł. 50; od firmy Inż. Dominik Kibort, Sp. z o. o. w Warszawie — zł. 25; od Polskich Zakładów Philips S. A. w Warszawie — zł. 25; od Fabryki Porcelany i Wyrobów Ceramicznych w Ćmielowie S. A., Kraków — zł. 20; od Oddziału Łódzkiego Polsk. Związku Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych — zł. 20; od fabryki „Kabel Polski” S. A. w Bydgoszczy, Biuro Warszawskie — zł. 20; od firmy A. Marciniak Sp. Akc. w Warszawie — zł. 20; od Inż. A. Skudro w Warszawie — zł. 10; od Zakładu Elektro-Mechanicznego Aleksander Grzywacz w Warszawie — zł. 10; od Biura Technicznego Julian Kraushar, inżynier w Warszawie — zł. 10; od Inż. Stanisława Paleckiego w Warszawie — zł. 10; od Warszawskiego Biura Sprzedaży Fabryki Porcelany i Wyrobów Ceramicznych w Ćmielowie S. A. — zł. 5. Ponadto w okresie czasu od dn. 28 maja do 15 listopada r. b. płynęły za pośrednictwem P. K. O. wpłaty za książkę pamiątkową, wydaną ku czci ś. p. prof. St. Odrowąż-Wysockiego od 2 osób po zł. 3 = zł. 6; ponadto tytułem nadpłaty za powyższą książkę przekazał Inż. L. Jachimowicz, Warszawa — zł. 2. Razem zł. 783.

Stan funduszu wg. sprawozdania, ogłoszonego w Nr. 11 Przeglądu Elektrotechnicznego, wynosił zł. 8 674,69. Stan funduszu w dniu 15 listopada 1935 r. wynosił zł. 9 457,69. Jeżeli uwzględnimy odsetki, narosłe od powyższej sumy, złożonej w P. K. O., oraz kilka jeszcze ofiar (już awizowanych), które wpłyną w najbliższych dniach, to z radością możemy stwierdzić, że Fundusz Stypendjalny im. ś. p. Stanisława Odrowąż-Wysockiego osiągnął już zł. 10 000, t. j. sumę, ustaloną przez inicjatorów i przewidzianą w Statucie Funduszu.

Komitet Stypendjalny zajęty jest obecnie przeprowadzeniem formalności prawnych, połączonych z przekazaniem

Funduszu Stypendjalnego Politechnice Warszawskiej, wkrótce więc Fundusz ten będzie uruchomiony.

T. Ż.

**Związek Chemików Polskich.** Związek Chemików Polskich przystąpił do wydawania biuletynu, pomyślanego narazie jako kwartalnik, pragnąc, by stał się on odzwierciedleniem zagadnień zawodowych, organizacyjnych i towarzyskich wszystkich organizacji chemicznych, istniejących na terenie Rzeczypospolitej, oraz dotarł do wszystkich chemików, zakładów przemysłowych i instytucyj, które z jakichkolwiek powodów interesują się sprawami chemików, chemii i przemysłu chemicznego.

W celu zestawienia pełnego spisu chemików, zamieszkałych na terenie Rzeczypospolitej Polskiej, Zarząd Główny Związku Chemików Polskich, w porozumieniu i przy pomocy innych stowarzyszeń chemicznych, zwraca się do wszystkich chemików z uprzejmą prośbą o łaskawe nadsyłanie danych ewidencyjnych podług podanego poniżej wzoru.

1) Imię i nazwisko. 2) Tytuł naukowy. 3) Zajmowane stanowisko i nazwa instytucji zatrudniającej. 4) Adres szczegółowy. 5) Rok urodzenia. 6) Wyższy Zakład Naukowy (Wydział) i rok ukończenia. 7) Przynależność do organizacji zawodowych i społecznych. 8) Specjalność naukowa lub dziedzina chemii, odpow. zainteresowania. 9) Uwagi.

Dane powyższe należy nadsyłać pod adresem Związku Chemików Polskich, Warszawa, Krakowskie Przedmieście 66.

**Program odczytów na mies. styczeń, organizowanych przez Koło Elektryków Studentów Politechniki Warsz.**

20.I.1936. O uziemieniach w trakcji elektrycznej. (Kilka wypadków z praktyki). Wygłosi inż. *Tadeusz Kozłowski*.

27.I.1936. Rozwój w budowie rozdzielni i aparatów wysokiego napięcia w ciągu ostatnich lat. Wygłosi inż. *Tomasz Valeri*.

Odczyty odbywają się w audytorjum elektrycznym w Gmachu Fizycznym Politechniki Warsz. o godzinie 19.

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 № 690-23.

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

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

**Ceny ogłoszeń  
podaje administracja  
na zapytanie.**

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „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.