

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH  
Pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XI.

15 Kwietnia 1929 r.

Zeszyt 8.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 90-23.

## NAPOWIETRZNE SIECI WYSOKIEGO NAPIĘCIA. BUDOWA I EKSPLOATACJA.

Inż. Alfons Hoffmann.

(Odczyt, wygłoszony dnia 24. 4. 28 w Warszawie w Kole Stowarzyszenia Elektrotechników).

Treścią odczytu będzie nie teoretyczna, lecz tylko praktyczna strona budowy i eksploatacji sieci wysokiego napięcia.

Na ten temat literatura posiada mało pod ręczników, gdyż osoby, znające tę dziedzinę, niechętnie ten temat poruszają, i to z kilku powodów: doświadczenie, zdobyte przy budowie sieci, jest zwykle tajemnicą firmy, która jej z wiadomych powodów nie chce zdradzić firmom konkurencyjnym, a prócz tego fachowcy, zatrudnieni przy budowie, nie zawsze mają dość czasu jak również łatwości w ujmowaniu przedmiotu w formę literacką.

Poniżej podane są poszczególne punkty tematu:

1. Projektowanie sieci.
2. Trasowanie w terenie.
3. Skrzyżowania.
4. Materiały dla budowy (słupy, izolatory, przewodniki, uzbrojenie). Laboratoria do badań materiałów.
5. Montaż sieci.
6. Przeszkody w linjach, ochrona przeciwprzebiegowa.
7. Konserwacja i eksploatacja.

### Projektowanie sieci wysokiego napięcia.

Zależnie od przeznaczenia i ważności każda sieć należy traktować odrębnie.

Najważniejszym rodzajem sieci jest sieć przesyłowa. Ten typ sieci wymaga nadzwyczaj pewnego, więc drogiego wykonania, ponieważ przerwy, spowodowane niedomaganiem takiej sieci, powodują ogromne szkody materialne oraz stratę zaufania wielkich odbiorców, a nawet i zatargi z powodu niedotrzymania obowiązku „stałej i nieprzerwanej” dostawy energii.

Drugorzędne znaczenie mają już sieci rozdzielcze, najwięcej u nas znane i rozpowszechnione. Samo Pomorze posiada przeszło 1 400 km sieci rozdzielczych (przeważnie o napięciu 15 kV), a w innych częściach kraju rozpoczyna się także ożywiony rozwój w tej dziedzinie.

Trzeci rodzaj co do ważności stanowią oddalęzienia sieci rozdzielczych, wykonywane w największej ilości dla zasilania wiosek i gospo-

darstw rolnych i często nazywane sieciami „rolniczymi”.

Nietylko sam projekt, ale nawet przepisy na budowę sieci wysokich napięć powinny bezwarunkowo traktować odrębnie każdy rodzaj sieci co do jakości wykonania. Tak np. przepisy szwedzkie odróżniają aż 5 stopni sieci. Odbija się to naturalnie na kosztach budowy i na szybkości powstawania nowych sieci. Polska jest za uboga, ażeby mogła sobie pozwolić na zbytek budowy trzeciorzędnych sieci tak samo kosztownie, jak sieci pierwszorzędnych. Jako przykład można wskazać na krzyżowanie torów kolejowych, które na szlakach mniej ważnych wykonywane są sposobem tańszym. Tam, gdzie przepisy nasze (wzorowane częściowo na drogich wzorach szwajcarskich i niesłusznie oparte na ogromnie ciężkich warunkach klimatycznych Szwajcarii) nie liczą się z kosztem, projektujący winien — w granicach dozwolonych — uczynić wszystko, co można, aby wykonanie linji było jak najtańsze.

Na staranne opracowanie projektu należy położyć silny nacisk, ponieważ błędów, popełnionych przy projektowaniu, wykonawca sieci już nie naprawi. Należy to podkreślić, gdyż zazwyczaj projektowanie sieci traktuje się pobieżnie albo za bardzo papierowo. Nie wystarczy narysowanie trasy na mapie; trzeba do trasowania „w terenie” nietylko zawiadzać fachowca, posiadającego praktykę budowy, ale również znającego dokładnie teren, warunki lokalne, ludność i jej psychologię.

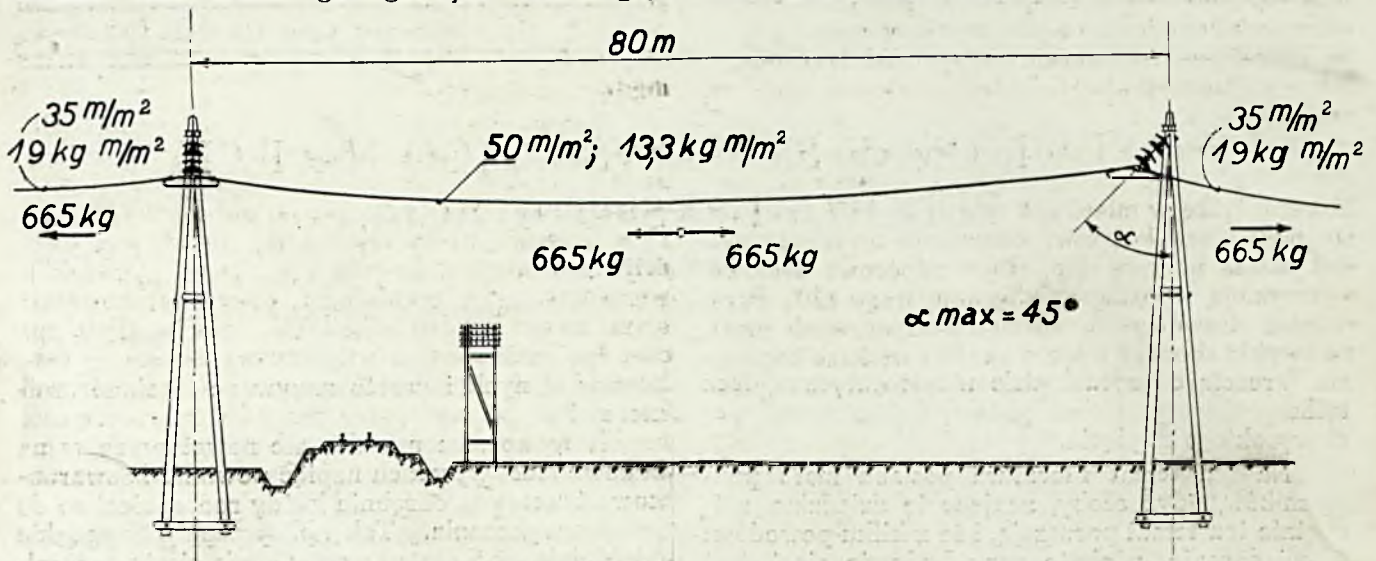
Projekt przedwstępny rozpoczynamy od tego, że punkty, które chcemy zasilać, i trasy prostolinijne wrysowujemy w mapę warstwicową o bardzo dużej skali, o ile możliwości z podziałką 1:25 000.

Już w tej pracy przedwstępnej trzeba uwzględnić takie punkty, narazie przez projekt nieobjęte, które w przyszłości mogą być punktami oparcia, jak np. istniejące lub projektowane obce zakłady wytwórcze (stopnie rzek, nadające się dla budowy zakładów wodnych), lub ośrodki przemysłowe. Bliskość sieci może w przyszłości być momentem akwizycyjnym.

Drugi etap pracy na mapie polega na przesyłaniu w a ni u trasy: po pierwsze — w celu unikania długich tras w lasach (od 1 do 3 km wzwyz),

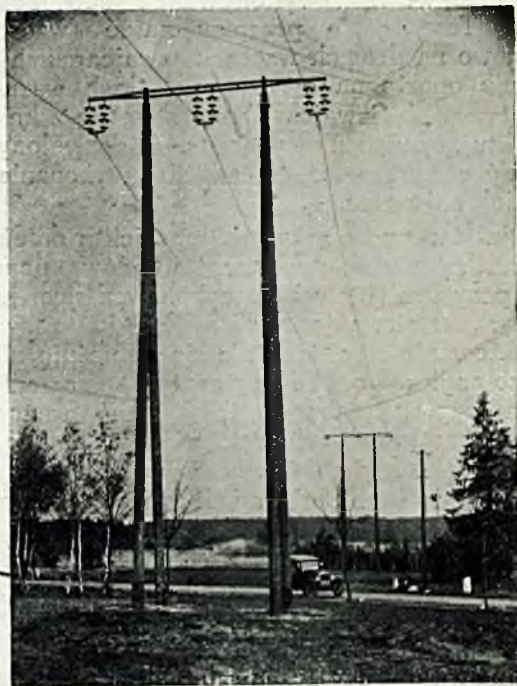
w bagnach, mokradłach i w mocno górzystym terenie. Chodzi więc o krytyczną ocenę 2 poziomów niekorzystnych: nadziemnego (drzewostany) i podziemnego (żyły wodonośne). Dla lepszej orientacji posłużą nam mapy geologiczno-rolnicze, istniejące np. dla wielu terenów Pomorza, a wskazujące dokładnie układ warstw geologicznych do 2 m głą-

Jakkolwiek jest pożądane, by trasa nie była odległa od dróg więcej, niż 1 do 6 km ze względu na koszty dowozu materiału, to niewłaściwe jest ustawianie słupów tuż przy drodze lub w odległości 50 lub 100 m równoległe do drogi na przestrzeniach kilku lub nawet kilkunastu km i to z następujących powodów.



Rys. 1. Skrzyżowanie podług III stopnia.

bokości (wydawnictwo niemieckie w skali 1:25 000). Drzewa dróg i lasów nie przedstawiają właściwie żadnej trudności, ponieważ powinno się je wycinać bezwzględnie. Jedynie ogrody i zagajniki utrud-



Rys. 2. Skrzyżowanie telefonów i szosy linią o napięciu 60 kV. Podwójne łańcuchy wisiorowe, portalowe słupy rozkracne z drzewa. Linja Toruń — Gródek, 1927.

niają trasowanie, gdyż zazwyczaj powodują znaczne koszty z tytułu odszkodowania. Należy tu zaznaczyć, że trasowanie wzdłuż dróg w odległości nawet do 100 m jest błędem bardzo poważnym, popełnianym stale przez inżynierów początkujących.

a) W okolicach, w których jeszcze sieci nie ma, już samo jej powstanie wywołuje nadzwyczajną ciekawość młodzieży (łobuzerji) oraz kulturalnie zwichniętych „myśliwych”; ciekawość ta kończy się na niepojętym pędzie do rzucania kamieniami lub strzelania do izolatorów. Nie należy się dziwić chłopcom, jeżeli przytoczę fakt strzelania do przewodów pewnego „inteligentnego” kursu ćwiczeń... Tak czy inaczej — prowadzenie linii wysokiego napięcia jaknajdalej od drogi ma duże korzyści.

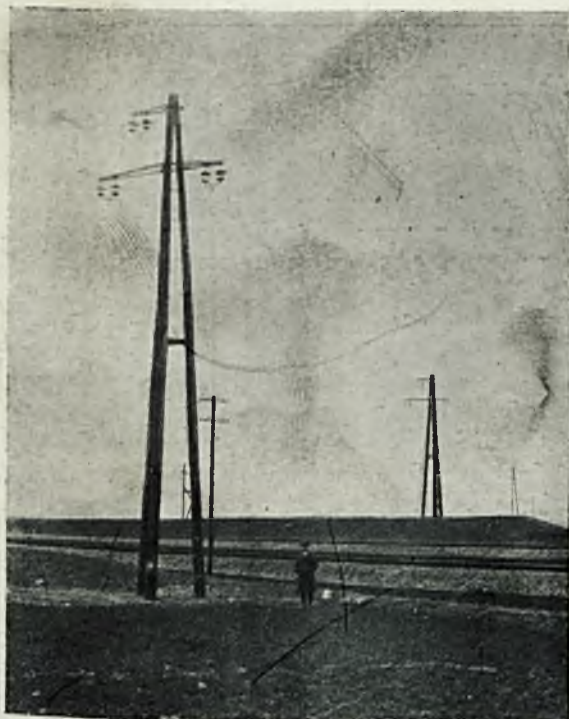
b) Zbliżenia linii wysokiego napięcia, prowadzone równoległe do telefonów na długości kilkunastu km, już wywołują pewien wpływ ujemny na telefony. Minimalny odstęp (zależny od iloczynu:  $km$  długości trasy przez  $m$  odstepu) powinien wynosić dla napięcia 15 kV ok. 100, a dla 60 do 100 kV ok. 250 do 300 m. Ale nawet wzdłuż szos, nie zajętych narazie przez przewody telefonowe, nie powinno się projektować trasy wysokiego napięcia, ponieważ w każdym przypadku jedna strona (czy poczta, czy elektrownia) poniesie wyższe koszty dodatkowe przez przesuwanie linii na większy odstęp, gdy powstanie nowa linja telefonowa wzdłuż szosy.

c) Sumaryczne koszty sieci (inwestycje i utrzymanie) „na zbliżeniu” do dróg będą zwykle większe, niż koszty linii, budowanej wprost przez pola. — Znam przykład odstrasający, kiedy prowadzono kilkanaście km trasy w odstepie ok. 10 (!) m od szosy i wykonano cały odcinek zbliżenia podług obostrzenia I stopnia. Nie jest zrozumiałe, dlaczego nie prowadzono linii w odległości 50 lub 100 m od szosy, gdyż odszkodowania, płacone właścicielom roli nie mogą być mniejsze dla odległości 10 m od szosy, niż 100 m? A w odległości 100 m od szosy można było wykonać linie bez dodatkowych kosztów, wymaganych przez obostrzenie I stopnia.

d) Ponieważ w bliskości dróg skupiają się osiedla i zabudowania, linja oddalona o 100 do 300 m od drogi, przeciętnie napotka mniej przeszkód i będzie miała mniej z a ł a m a ń, niż linja, prowadzona w małym odstępnie od drogi.

e) Nie ulega wątpliwości, że najidealniejszą linją jest linja b e z załamań (z wyjątkiem koniecznych potrzebnych), co np. przepisy szwajcarskie na skrzyżowania uważają za postulat ważniejszy, niż zawieszenie podwójne, które miało być zupełnie zaniechane.

Przy liniach z izolatorami wisiorowymi zaleca się unikać słupów narożnych i wykonywać załamania tylko w miejscach odporowych, co zwykle nie podwyższa kosztów; kalkulacja wykazuje nawet tańszą budowę. Np. słupy odporowe kratowe wytrzymują wypadkową siłę kąta trasy 120°. Przy słupach drewnianych, normalno-odporowych można zwykle zboczyć trasę o ok. 15°, większe zboczenia wymagają jednak słupów potrójnych (piramida).



Rys. 3. Skrzyżowanie telefonów i kolei linją 15 kV (zbudowaną dla 60 kV). Wszystkie słupy rozkracne, na skrzyżowaniu potrójne. Przęsło 60 metrowe. Linja Gródek — Grudziądz, 1925.

Reasumując powyższe względy, przemawiające za jak najdalszym przestrzeganiem odsuwania linii od dróg, należy przyjąć za zasadę:

„Linje wysokiego napięcia budować należy naprzekaj, jak najdalej od dróg i z minimalną ilością z a ł a m a ń”.

Po ukończeniu trasowania na mapie przystępuje się do obliczeń sieci, co skutecznie można podług bardzo dobrych podręczników prof. Wysockiego, przyczem jednak uwzględnić trzeba, że u nas długość normalnych słupów wynosi 19 m (a nie 16) i że dane co do ustoju słupów mogą być miarodajne dla bardzo mokrych i plastycznych warstw

ziemi, ale nie dla normalnych terenów piaszczystych lub gliniastych. Liczby, podane w podręczniku prof. Wysockiego dla ustoju i obsad podziemnych, są właściwe dla wyjątkowo niekorzystnej gleby, ale dla gleby normalnej powodują bardzo duży zbyteczny koszt przez obniżanie dopuszczalnego „biernego parcia”, co powoduje większe, niż potrzeba, głębokości zakopania lub nawet stosowanie belek odporowych, które w normalnej ziemi nigdzie nie są stosowane.

Zasada stosowania głębokości zakopania, obliczonej na 1/6 długości słupa, może być miarodajną dla słupów drewnianych do 12 m wysokości, więc dla linii niskiego napięcia, ale dla słupów do 19 m długości, stosowanych z najlepszym powodzeniem w Ameryce, Szwecji i w Polsce („Gródek”), wystarczy — w normalnym piasku gruboziarnistym, nawet bardzo wilgotnym, oraz w glinie suchej lub zmieszanej z wilgotnym piaskiem — całkowicie 2 m głębokości zakupu dla jednotorowej linii o  $3 \times 50 \text{ mm}^2$  przekroju i 150 m rozpiętości lub dla tej samej linii o słupach portalowych, składających się z 2 drągów drewnianych, do rozpiętości 280 m.

Ponieważ głębokość zakupu *nie* jest zależna od długości słupa, lecz od momentu wywrotowego, średnicy (lub szerokości) podziemnej części słupa oraz dopuszczalnego parcia, dlatego trzeba dla ustoju słupów w każdym razie obliczyć głębokość zakopania.

Na podstawie danych co do mocy przesyłanej energii oraz odległości i dopuszczalnego spadku napięcia lub dopuszczalnej straty w sieciach (rocznych kosztów tej energii w kWh) obliczamy napięcie i przekroje. Ponieważ napięcia są znormalizowane przepisami Ministerjum Robót Publicznych (3, 6, 15, 30, 60 i 100 kV), więc należy wybrać odpowiednie napięcie „normalne”, równe lub większe od napięcia wyliczonego. Nie radzę brać dla sieci rozdzielczych napięcia niższego, niż 15 000 woltów, gdyż nawet wtedy, gdy obliczenie pozwala stosować napięcie niższe (np. 3 lub 6 kV), to wszelkie doświadczenia nietylko zagraniczne, ale nawet nasze, dają dowody, że wzrost zapotrzebowania oraz rozbudowa sieci wymagają bezwarunkowo stosowania 15 kV. Aczkolwiek koszt linii, przyrządów i transformatorów dla 15 kV są większe, to jednak tylko w wyjątkowych wypadkach względ ten może odstraszyć od wyboru tego napięcia. Im zaś więcej napięcie 15 kV jako napięcie rozdzielcze się rozpowszechni, tem pewniej będzie można osiągnąć potaniania tej serii przyrządów przez masowy ich wyrób. Normalizacja napięć nie tylko spowodowała i powoduje dalsze potanianie przyrządów, ale ułatwia nawet projektowanie sieci i pozwala wielu zastanawiającym się nad tą sprawą uniknąć kłopotu wyboru napięcia roboczego.

Nawet przy projektach elektryfikacji mniejszych połaci nie powinno się myśleć tylko o przyszłych 5 czy 10 latach, lecz należy przewidzieć rozwój sieci minimalnie na 30 do 50 lat, a wtenczas nawet w tych małych projektach napięcie 3 i 6 kV napewno odpadnie. Plany finansowe należy robić przynajmniej na okres 30-letni; wszak uprawnienia wydaje się na 30 do 60 lat. Wszystko to prze-

mawia za jak największym napięciem rozdzielczym.

Co do wyboru napięcia dla sieci przesyłowych, uważam, że powinna być stale stosowana zasada następująca. Konstrukcja podporowa oraz odstępy międzyprzewodowe powinny być odrazu budowane dla napięcia o jeden stopień wyższego, niż wskazuje obliczenie. A więc dla linii, która ma narazie pracować pod napięciem 35 kV, należy wykonać konstrukcje wsporcze dla 60 kV, dla linii 60 kilowoltowej budować ustroje, nadające się dla 100 kV. Jedyną trudność przedstawia skok z 100 na 200 kV, gdyż napięcie 200 kV wymaga bezwzględnie stosowania przewodników o wyjątkowo dużej średnicy, a więc przy zastosowaniu miedzi — przewodników w kształcie giętkiej rury. Wówczas różnica sił i momentów zewnętrznych oraz koszt konstrukcji wsporczych tak poważnie wzrasta, że normalnie nie będzie można pogodzić kosztu obecnego wykonania z korzyściami dalszej przyszłości. Względy zmniejszenia ilości punktów skrzyżowań dróg prawie nie wpływają na zwiększenie kosztów linii, gdyż koszty przęsła, wykonanego podług obostrzenia I stopnia nie różnią się praktycznie od kosztów normalnego przęsła linii. Skrzyżowania telefonów i torów kolejowych trzeba już przy projektowaniu sumiennie uwzględnić, — nie tyle dla obniżenia kosztów, ile raczej ze względu na nieprzychylnie nieraz stanowisko zarządów (dyrekcyj) kolei oraz poczt i telegrafów. Dawniej skrzyżowania kolei lub telefonów były rzeczą kosztowną; dzisiaj są tańsze.

Należy więc już podczas projektowania linii uzyskać zasadniczą zgodę dyrekcji kolejowych i pocztowych.

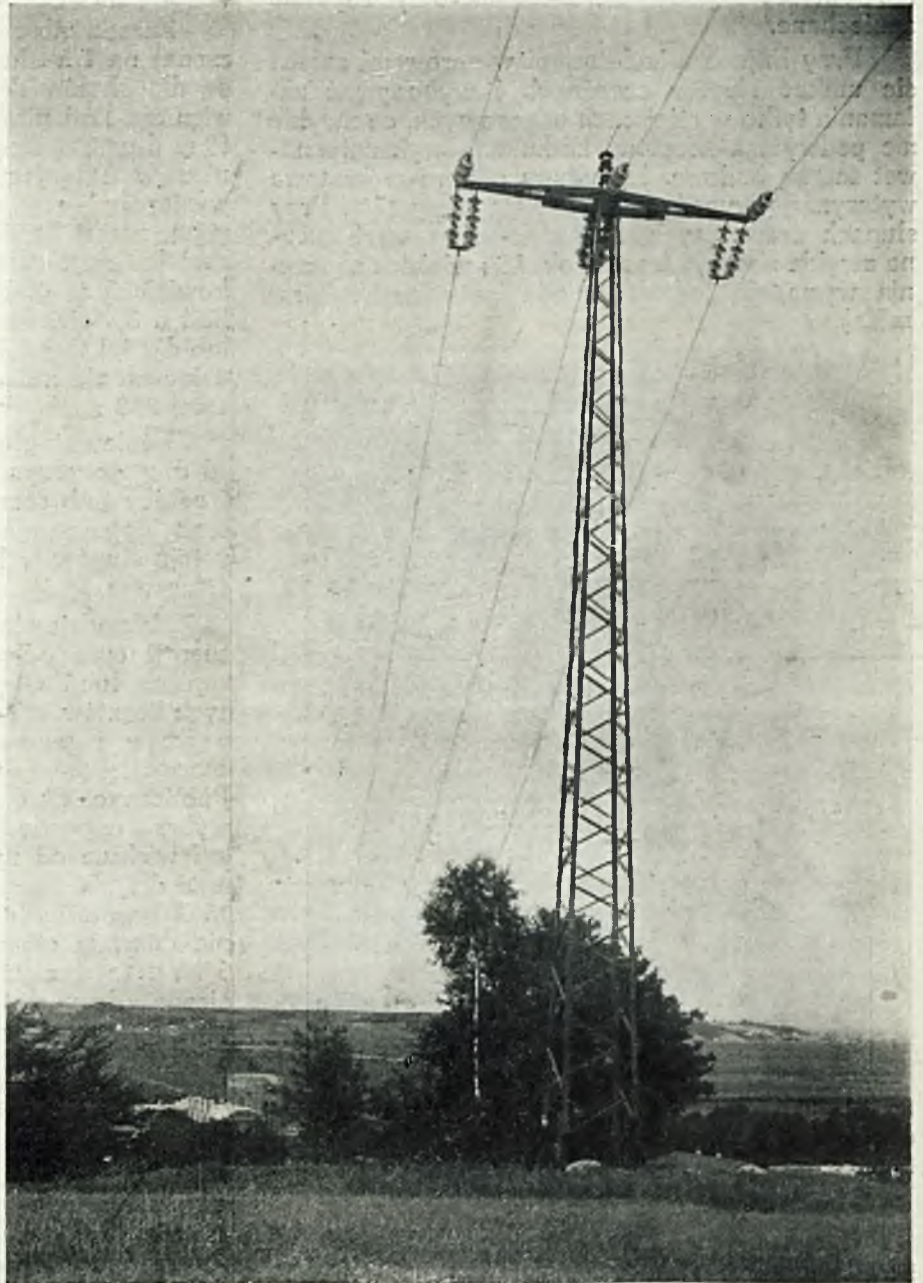
Mała rozpiętość przęsła jest jeszcze jedną bolączką nie tylko u nas, ale nawet zagranicą. Jeszcze dzisiaj budują poważne „światowe” firmy linie 15 kV o rozpiętości 60 (!) m. To jest anachronizm. W linjach 15-kilowoltowych należy stawiać przęsła o min. 100 m rozpiętości przy przekrojach do 10 mm<sup>2</sup>, a do 150 m przy przekrojach od 25 mm<sup>2</sup> i to nawet wtedy, gdy takie linie będą nieco droższe od linii o mniejszych przęsłach. Dla czego? Ponieważ korzyści linii o większych rozpiętościach przęsła są ogromne; podam tylko kilka powodów.

a) Głównym źródłem przerw w dostawie pra-

du jest izolator. Im mniej izolatorów mieć będzie każdy kilometr sieci, tem większa będzie pewność ruchu.

b) Odszkodowania, płacone za grunta pod linię, zmniejszą się (a przede wszystkim w liniach budowlanych „naprzelaj”) znacznie dzięki dużej, rozpiętości przęsła.

c) Projektowanie jak największej ilości punktów podporowych na nieużytkach, na miedzach, na



Rys. 4. Skrzyżowanie telefonów i szosy w Gdyni, gotowe dla 100 kV. Wysokość słupów 22 i 30 m nad ziemią. (Na dole stacja transformatorowa Gródka dla zasilania portów). 1928.

krańcach (skrzyżowanych) dróg, na krańcach pól, innymi słowy w punktach „nieopłacanych” jest tem łatwiejsze, im większe są przęsła, t. j. im większą swobodę „przestawiania” słupów mieć będzie kierownik budowy.

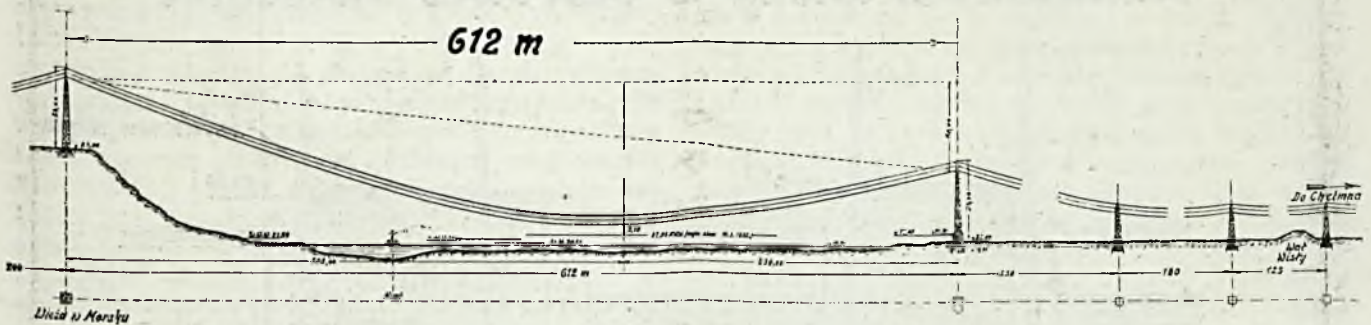
d) Wyzyskanie materiału (słupów, poprzeczek, trzonów i izolatorów) przy dużych przęsłach jest większe, niż przy małych.

Oczywiście nie można ustalać wielkości prężyła bez obliczeń lub mechanicznie. Trzeba wyliczyć dla kilku rozpiętości koszt jednostki długości (np. 10 km) i z krzywej wypośredkować optimum. Ewentualnie trzeba (od 35 kV począwszy, wzgl. w okolicach, w których drewniane, dobrze nasycone drągi w stosunku do żelaznych słupów mogą być stosunkowo drogie) przeliczyć i porównać koszt linii, wykonanej na wspornikach drewnianych, żelaznych lub betonowych.

Materiał, wzgl. umiejętność, zastosowanie tego lub innego tworzywa, już podczas projektowa-

róży okazać na zupełnie innych miejscach, niż to wskazywały mapy; ale także odwrotnie: tam gdzie na mapie był ogromny las, w istocie okazać się mogła poręba, nie utrudniająca wyboru przejścia przez teren leśny i nie kosztowne co do rocznego czynszu.

Wówczas rozpoczyna się pierwsze trasowanie „pieszo”, z teodolitem w rękę. Drużyna składa się z kierownika, 3 — 5 robotników: jeden wbija paliki, drugi stawia łąkę pomiarową i pikiety (drażki 2 do 3 m długie, z żel. ostrą oprawą u dołu), trzeci przenosi aparat, mapy i t. d., czwarty zbiera pikiety, piąty spisuje właściciele. Oprócz tego za



Rys. 5. Skrzyżowania Wisły poniżej Świecia i Chełma. Przewodniki — brąz,  $3 \times 70 \text{ mm}^2$ . Maksymalna siła u wierzchołka 2,4 t. Zwis — 94,2 m. Waga każdego słupa 20 t, wysokość 54 m. Rozpiętość 612 m. Najmniejszy odstęp dolnego przewodu od najwyższego zwierciadła 9,10 m, a nad nurtem znacznie większy. 1924.

nia odgrywa decydującą rolę. Miałem nadzwyczajną satysfakcję, gdy podczas konferencji, odbytych z wybitnymi fachowcami w Szwajcarii i Szwecji, przynano, że tak wymienitego materiału drzewnego (sosna), jaki Polska posiada, kraje te nie mają. Uwzględniając oprócz tego liczne nasycalnie na kresach zachodnich i południowych, w okolicach leśnych, można śmiało powiedzieć, że do napięcia 100 kV drzewo jest doskonałym materiałem na słupy.

Po wykończeniu trasy „na papierze” trzeba przystąpić do trasowania „w terenie”.

### Trasowanie w terenie.

Zasady, podane dla trasowania na mapie, mają zastosowanie również przy trasowaniu w terenie. Trasowanie jest czynnością, do której bezwarunkowo potrzebny jest talent. Trasowania nie można nauczyć się z książki. Od wykonawcy trasy wymaga się bardzo wielu zdolności, jak: siły fizycznej, terenoznawstwa, znajomości przyrody i jej objawów, a specjalnie flory, umiejętności posilkowania się instrumentem mierniczym (teodolitem), taktu w stosunku do właścicieli gruntów i urzędów, znajomości przepisów na linje, przepisów kolejowych i pocztowych, przepisów drogowych, leśnych i meljoracyjnych, umiejętności przemawiania do ludności oraz zręczności w prowadzeniu pertraktacji i t. d.

Przedewszystkiem objeżdża się teren samochodem, do tego nadaje się (tylko bardzo lekki samochód) zbliżając się o ile możliwości do projektowanej trasy; dojeżdża się bezwarunkowo do wybranych punktów załamania i skrzyżowań. Po takim informacyjnym zwiedzeniu trasy wyłonią się już ważne motywy dla ewentualnego przesunięcia linii, a trudniejsze odcinki mogą się już po tej pod-

drużyną posuwa się w pewnej odległości lekki samochód ciężarowy, wiozący zapas palików, narzędzia (siekiery, toporki, łopaty), żywność i t. p. W lasach młodych (gęstych zagajeniach 15 — 30 letnich) wycina się pasy 1 — 2 m szerokości, zaś w lasach starych przesuwają się zwykle — dla przyspieszenia trasowania jak i dla ewentualnego oszczędzenia wycięcia z powodu późniejszej zmiany kierunku trasy — oś równoległą, mijając drzewa. Po ustaleniu linii przez lasy i tereny góryste przeprowadza się zwykle niwelację, aby ustalić dokładną długość słupów i miejsc pod słupy. Po ustaleniu trasy zaznacza się w lesie oś trasy palikami, rozstawionymi najdalej w odstępach 20 metrów. Do pracy tej potrzeba 2 do 4 robotników, z których przynajmniej 1 powinien znać technikę wycinania drzew, gdyż niefachowe ścinanie wywołuje niezadowolenie właścicieli lasu.

Głównymi punktami są załamania i odcigi. Na nich kierownik winien skupić całą swą uwagę. O ile teren na to pozwala, punkt załamania wybiera się tam, gdzie równocześnie ma stanąć słup odporowy. Przesła odciągowe mogą mieć 2 do 3 km długości, zależnie od terenu oraz ciężaru i sposobu przewożenia przewodnika i umiejętności naciągania przewodu.

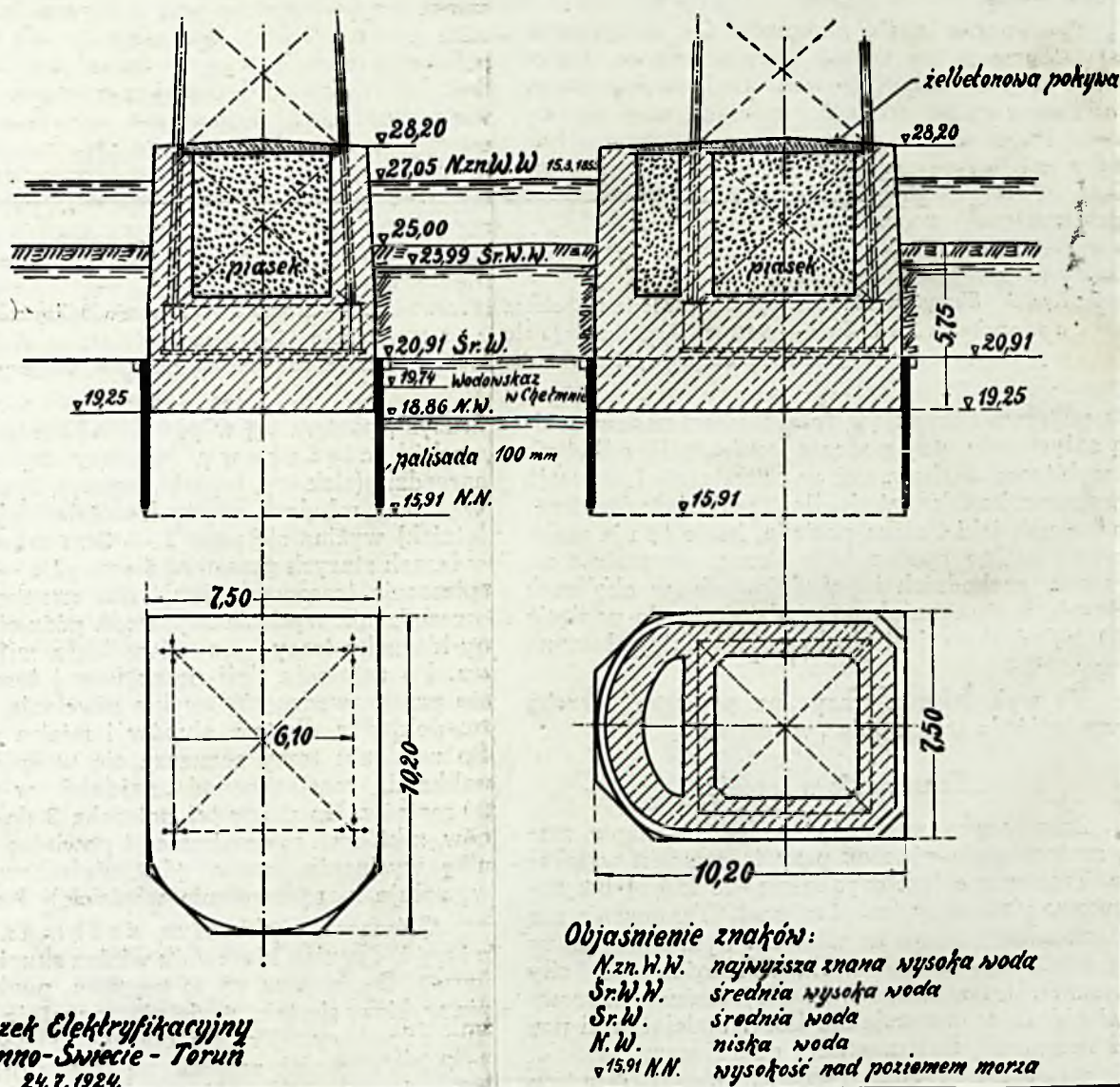
Nie zawsze daje się uniknąć terenów mokrych. W tych miejscach należy przez sondowanie zbadać, czy na głębokości 2 do 3 m istnieje mocny (gruboziarnisty) piasek, a wtenczas uda się zwykle „wkołysanie” słupa i dowieszenie piasku dla użytku oparcia. Łatwiej opanować można tereny bagnaiste w porze zimowej, gdy woda i ziemia zamrażają; dowóz materiałów po lodzie i kopanie dołów nawet w mokradłach stają się wówczas możliwe, a nagromadzenie piasku na lodzie zapewni utworzenie się kopca wokoło słupa po stajaniu lodów

Każdy punkt wybrany oznacza się palikiem numerowanym, ale trzeba się z tem liczyć, że duża ilość tych palików zginie, nim rozpocznie swą pracę oddział, stawiający słupy. Dlatego można w miejscach załamania zakopać w ziemi np. butelkę, a z mapy i książki trasy, zawierającej dokładne kąty załamania oraz na 1 — 3% dokładne długości pręseł, drużyna montażowa zwykle odnajdzie punkty wybrane.

ficznych wzgl. obcych sieci wysokiego napięcia, a w terenie górzystym — także rzędne (wysokości) poszczególnych punktów przy ziemi. Dla skrzyżowań wykonywa się dokładne pomiary i szkice, ażeby na tej podstawie wykonać rysunki i obliczenia dla ostatecznych wniosków do władz.

Ale bardzo często nie wystarczy jednorazowe trasowanie w terenie. Zachodzą najrozmaitsze przeszkody: to właściciel gruntu zażąda przesu-

## Fundament wieży w Ostrowie Świeckim



Związek Elektryfikacyjny  
 Chełmno-Świecie - Toruń  
 24.7.1924.

Rys. 6. Skrzyżowanie Wisły powyżej Świecia i Chełmna. Waga fundamentu betonow. — 1190 t. Teren za-  
 lewowy Wisły. 1924.

W terenach górzystych należy wykonać zdjęcia wysokości (tak zwany profil podłużny) zapomocą niwelatora, przyczem należy zaznaczyć, że doliny nieraz umożliwiają wykonanie bardzo długich pręseł, np. o 50% dłuższych, niż normalne.

Podczas trasowania należy zapisywać wszystkie ważne dane: numery słupów, długości pręseł, kąty odchylenia linii, bardzo dokładnie imię, nazwisko i adres (urząd pocztowy), właściciela, granice gmin i powiatów, numery słupów telegra-

fięcia linii, to dyrekcja kolei lub poczty nie zgodzi się na miejsce, wybrane przez elektrownię, to warstwy podziemne po dokładniejszym zbadaniu okażą się nieodpowiednie. Można nawet powiedzieć, iż przed rozpoczęciem montażu trasować trzeba conajmniej 2 razy.

A gdy się rozpocznie kopanie dołów pod słupy, wtedy zwykle następują nowe niespodzianki, tak iż kierownik montażowy z konieczności niejednokrotnie jeszcze raz przesuwca całe odcinki.

Taki obraz przedstawia się nam podczas trawania; widać z niego, jak ogromne trudności muszą być pokonane, nim rozpoczniemy montaż linii.

### Skrzyżowania.

Miejsca, w których linia wysokiego napięcia przecina drogi lądowe lub wodne, tory kolejowe, obce linie bądź to telefoniczne bądź to wysokiego lub też niskiego napięcia, nazywamy w skrócie „skrzyżowaniem”. Dzisiejsze przepisy zagraniczne znacznie obniżyły obostrzenia, dawniej stosowane, ponieważ okazało się, że solidnie wykonana sieć daje wystarczającą pewność również i w miejscu skrzyżowania.

Przewodnią myślą przepisów dla skrzyżowań jest osiągnięcie tak dużego bezpieczeństwa, ażeby życie i zdrowie ludzi i zwierząt nie było zagrożone, oraz żeby ruch na drogach i kolejach mógł się odbywać z tym samym stopniem bezpieczeństwa, jak gdyby linii wysokiego napięcia nie było. Z biegiem czasu udoskonalono jakość materiałów. Oprócz tego ustalili się zwyczaj, że żadna poważna fabryka izolatorów nie wypuści ani jednej sztuki na rynek, nie zbadawszy jej skrupulatnie co do wytrzymałości elektrycznej i mechanicznej. Poważne firmy, wykonywujące budowę sieci, zebrały wiele doświadczeń i doskonale wyszkoliły personel montażowy. Przez długoletnie obserwacje ruchu i uszkodzeń linii wysokiego napięcia zebrano we wszystkich krajach obszerny materiał statystyczny i naukowy. Wszystkie te momenty spowodowały, że obecnie rozpoczęła się ewolucja w przepisach, idąca w kierunku obniżenia dawniejszych ostrych przepisów. Podług najnowszych prac komitetu szwajcarskiego uważa się zasadniczo bardzo solidnie wykonaną linię za tak pewną, że nie wymaga się w polu skrzyżowań nadzwyczajnych „obostrzeń”; główną troską jest obecnie przeprowadzenie linii przez pole skrzyżowania oraz w polach sąsiednich w zupełnie prostej linii, bez wszelkich załamań. Nowelizacja polskich przepisów pójdzie także w kierunku znacznych ulg, co trzeba uważać za rozsądny nawrót od błędu, popełnianego u nas dotychczas, a polegającego na tem, że nowo tworzące się państwo powinno posiadać przepisy „najidealniejsze”, co miało być równoznaczne z przepisami najostrzejszemi.

Nowelizacja nasza wprowadzi prawdopodobnie 3 rozmaite stopnie obostrzenia; pierwsze 2 będą rozwinięciem dawniejszego „I stopnia obostrzenia”, a 3-ci odpowiadać będzie dawniejszemu „II stopniowi obostrzenia”.

Nowe obostrzenia I stopnia, wymagające tylko linki obejściowej, obowiązywać będą na zbliżeniach do prywatnych sieci (niskiego i wysokiego napięcia) oraz na zbliżeniach przy podrzędnych torach kolejowych i na zbliżeniach przy wszystkich drogach wodnych i kołowych.

Nowe obostrzenie II stopnia stosuje izolatory o większej wytrzymałości elektrycznej i linkę obejściową. Stosuje się to do skrzyżowań prywatnych sieci (niskiego i wysokiego napięcia), do zbliżeń państwowych sieci niskiego i wysokiego napięcia, oraz do skrzyżowań normalnych (ważnych) dróg lądowych i wodnych, a w końcu — w osiedlach.

Nowe obostrzenie III stopnia, przewidujące po 2 izolatory lub 1 izolator o większej wytrzymałości elektrycznej wymagane jest dla skrzyżowań państwowych linii wysokiego i niskiego napięcia oraz normalnych (ważnych) torów kolejowych.

Dozwolone będą słupy przelotowe w polu skrzyżowania, co umożliwi powtórzenie 80-metrowego przesła na słupach drewnianych po kilka razy w całym przesle skrzyżowania.

Wobec tego obniżą się cokolwiek koszty budowy, co przy pieszy rozwój sieci.

Ponieważ izolatory wisiorowe są dosyć drogie i dotychczas nie wyrabiane w kraju, dlatego zaleca się konstrukcja pola skrzyżowania o wisiorach pionowych i słupach przelotowych, co jednak sprawia pewną trudność przy naciąganiu linki, gdyż linka w polu skrzyżowania musi mieć większy przekrój i mniejsze naprężenie. Jeżeli monter nie obetnie dokładnie długości linki w polu skrzyżowania, wisiorzy nie będą wisiały pionowo, lecz skośnie. Nowe przepisy powinny takie odchylenie uważać jako rzecz „gustu” i zezwalać na kąt odchylenia do 45°; będzie to bardzo tanie i jednocześnie pewne skrzyżowanie. Słupy przelotowe obliczany na połowę największego naciągu (w naszym szkicu na  $\frac{35 \cdot 10}{2} = 333$  kg) oraz na maksymalne parcie wiatru.

Wykonanie pokazuje następujący szkic (p. rys. 1).

### Materiały, używane do budowy sieci.

#### a) Słupy.

Nie można twierdzić, że słupy żelazne zawsze są trwalsze, niż słupy drewniane, dobrze nasyczone. Widziałem np. często w miastach słupy żelazne, które nie stały nawet 20 lat, a które przy ziemi zupełnie były przedzewiałe. Ale nawet na polach, w warunkach niesprzyjających, słup żelazny, niemalowany w odstępach 2 do 3 lat, przedzewieje w okresie 20-letnim. Jedyną pewną ochronę stanowi blok betonowy, który jednak poważnie podraża budowę i transport. Dla bardzo dużych rozpiętości, tj. powyżej 300 m, trzeba się jednakże uciec do żelaza.

Słupy żelbetowe są bardzo trwałe, ale nie wytrzymują dłuższych transportów, wskutek czego nie bardzo się rozpowszechniły. Jeżeli się uwzględni, że większa część sieci wysokiego napięcia podlega po 30 do 50 latach gruntownym zmianom, to korzyści „wiecznego” słupa żelbetowego maleją, tembardziej, że jest wątpliwe, czy ten słup wytrzyma „ekshumację” i drugi transport na inne miejsce. Inna rzecz ze szkodliwymi żelbetowemi, które są bardzo ważnym elementem dla przedłużenia życia słupów drewnianych.

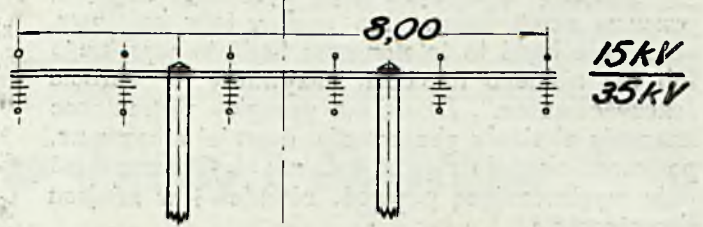
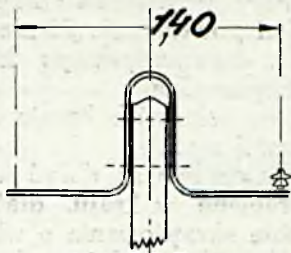
Najważniejszą rolę u nas w Polsce odgrywają dla sieci do 100 kV słupy drewniane. Wyborowy materiał — sosna, prosty, niesękaty, nadający się znakomicie do nasycania, pozwala na tanią i ekonomiczną budowę sieci.

Najniższe koszty roczne dają drągi, nasycane olejem smołowym (c. g. 1,04 do 1,15 przy 15° C) podług systemu Rüpinga i to ilością 60 kg oleju na 1 m<sup>3</sup> drzewa sosnowego (tolerancja ± 15%), przyczem mechaniczna wytrzymałość drzewa

# Konstrukcje ramion słupów przelotowych dla poziomego układu przewodów.

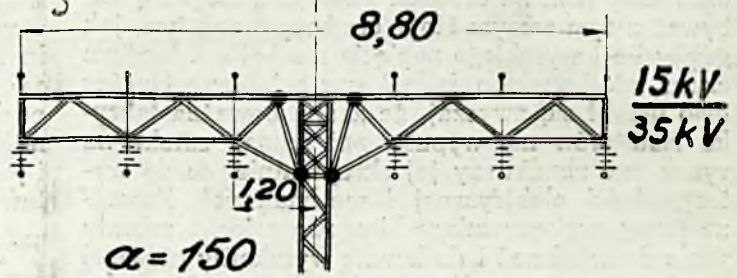
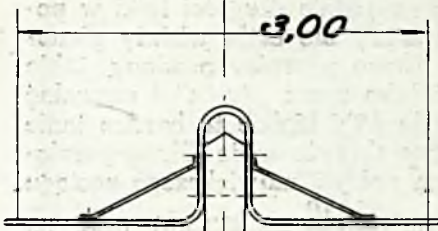
1-torowe

2-torowe



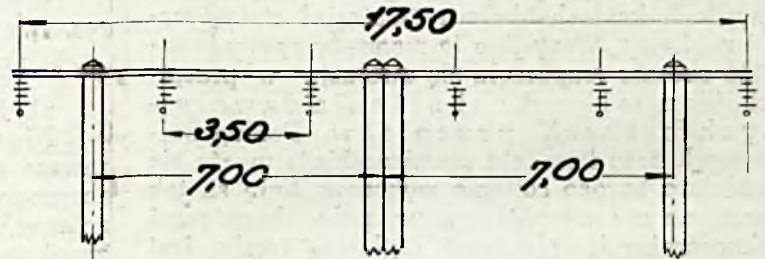
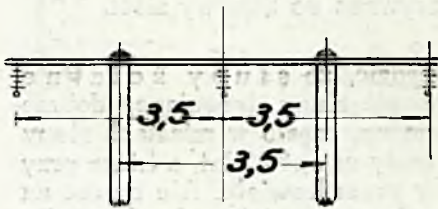
$\alpha = 100m$   
(Wyjatek:  $\Delta$ )  
15kV

$\alpha = 150m$



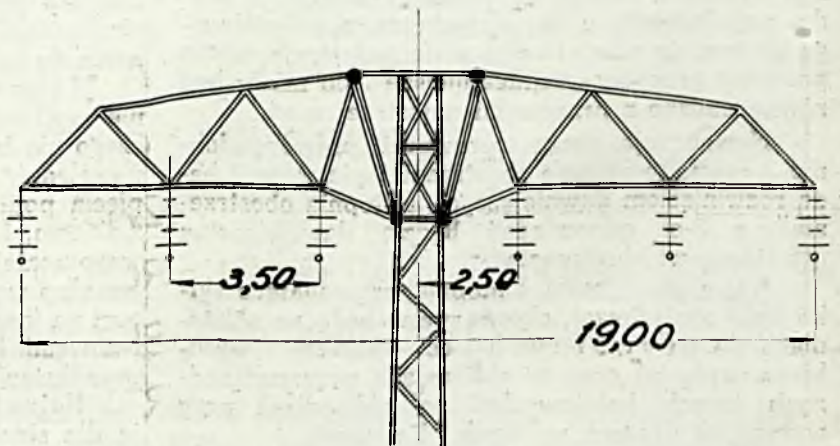
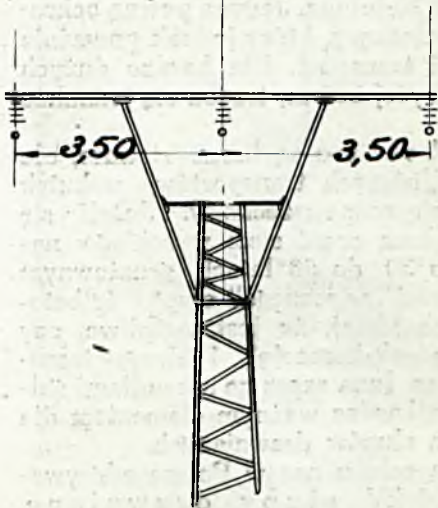
$\alpha = 150m$   
(Wyjatek:  $\Delta$ )

$\alpha = 150$



$\alpha = 250m$

60/100kV.  $\alpha = 250m$



$\alpha = 250m$

$\alpha = 250m$

$\alpha$  - długość przęsła.

Rys. 7. Konstrukcje ramion słupów przelotowych.



wzrasta, a olej nie wywiera żadnego szkodliwego wpływu na uzbrojenia żelazne. Długość drągów wynosi 18,5 m do 19 m (zależnie od długości kotłów impregnacyjnych), a średnica wierzchołka — do 24 cm. Średni wiek wynosi podług długoletnich obserwacji niemieckiego Ministerstwa Kolei 22,3 lata. Nasycalnie (podług systemu Rüpinga) istnieją w Polsce w następujących miejscowościach:

- a) „Zakłady Impregnacyjne” S. A. w Katowicach:
  - 1) Solec nad Wisłą, powiat bydgoski, przy torze Bydgoszcz — Toruń. Długość kotłów 20 m
  - 2) Wronki, powiat Szamotuły, przy torze Poznań — Berlin. Długość kotłów 22 m.
  - 3) Wielki Chełm przy Wiśle, powyżej Krakowa, na Górnym Śląsku.
- b) Nasycanie solami metalicznymi fluorku i nitrofenolów:
  - 4) Ligota — Katowice „Śląska Impregnacja Drzewa Kopalnianego”, Sp. z ogr. odp.

Wszystkie 4 wyżej wymienione zakłady są własnością firmy „Związek Koksowni” Sp. z o. o. w Katowicach, ul. Powstańców 49.

Same koszty dowiezienia drzewa do kotła, ważenie dwukrotne i nasycanie 1 m<sup>3</sup> suchego drzewa w bardzo dużych kawałach (dragi 18-metrowe) wynoszą ok. zł. 50.—, a dla krótszych drągów mniej; dla poprzeczek (1—3 m długości) ok. zł. 21.—. Naładowanie na wagon 1 m<sup>3</sup> kosztuje:

dla b. dużych drągów ok. zł. 27.—  
dla poprzeczek ok. zł. 13.—

Wyładowanie 1 m<sup>3</sup> z wagonu na skład:  
dragi wielkie zł. 14.—  
poprzeczki zł. 11.—

Te ceny orientacyjne istniały w roku 1928 w zakładach Wielkopolski, tak że dla obecnych warunków przypuszczalnie mogą być już zmałe, gdyż robocizna wzrosła.

Zakłady nazywają drzewo suchem, jeżeli ciężkość właściwa nie przekracza 650 kg/m<sup>3</sup>, a przy większej ciężkości doliczają za nasycanie następujące stawki:

od 651 do 675 kg/m<sup>3</sup> — 12,75%  
od 676 do 700 kg/m<sup>3</sup> — 15,00%

Drzewa o ciężkości właściwej wyższej, niż 700 kg/m<sup>3</sup>, zakłady zazwyczaj nie przyjmują do nasycania. Drzewo winno być cięte zimą, okorowane najpóźniej do marca — kwietnia, wyschnąć powinno latem (do czerwca lub sierpnia) na składzie w sposób naturalny, tak że normalnie opuścić może zakład najprędzej w sierpniu. Możliwe jest sztuczne wyparowanie części wody w próżni w kotłach impregnacyjnych w gorącym oleju, czego jednak zakłady niechętnie się podejmują. Jakość drzewa bywa przytem gorsza.

Ponieważ koszty transportu z lasów do zakładu i stąd na miejsce przeznaczenia są poważne, nie w każdej okolicy można stosować słupy w ten sposób nasycane, np. na kresach wschodnich. Ale firmy noszą się z zamiarem wybudowania w terenach lesistych nowych zakładów.

W tych okolicach może dużą przysługę oddać system „Kobra”. Ta metoda polega na wtlaczaniu

zapomocą maszynek, zaopatrzonych w ostre i wąskie igły, chemikaljów, — soli fluorowej i fenolowej Pola zastrzyku łączą się po 2 latach w antyseptyczny pierścień. Co do przeciętnej trwałości drzewa, nasycanego systemem „Kobra”, będzie się można dopiero wypowiedzieć, gdy osiągniemy odpowiedni okres obserwacyjny (system ten istnieje dopiero od r. 1920). Patent eksploatuje u nas „Polska Kobra” Sp. z o. odp. w Warszawie, Marszałkowska 94.

#### b) Uzbrojenie.

Najtańszem uzbrojeniem są gięte trzony, nie nadające się jednak dla większych rozpiętości (powyżej 100 m), a więc dla większych odstępów międzyprzewodowych. Zagranicą stosowano te haki nawet dla napięć do 60 kV, ale przy obecnej tendencji zwiększania długości pręseł do 150 m (15 kV) i 250 m (60 kV) i t. d., tracą one na znaczeniu.

Kształt uzbrojenia zależy od układu przewodów. Dawniej trójkąt miał monopol, zwłaszcza w Europie. Obecnie przeniesiono się, że układ w jednej płaszczyźnie poziomej jest najidealniejszy. W Polsce „Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek” stosuje ten układ już od roku 1926. Podług niego wykonane są sieci dla 60/100 kV Gródek — Toruń (ok. 80 km) i Gródek — Gdynia (142 km). System poziomy jest bardzo rozpowszechniony w Ameryce i Szwecji; praktyka niemiecka (A E G) uznała dopiero w r. 1927 jego wyższość, polegającą na następujących zaletach:

- a) Przepięcia w przewodzie najwyższym przy układzie w trójkąt są większe (do 25%), więc narażają izolatory górne więcej, niż dolne. Wynika stąd słabe wyzyskanie izolatorów, większe niebezpieczeństwo przecięcia.
- b) Wysokość konstrukcji wsporczej przy układzie poziomym jest o wysokość trójkąta mniejsza, więc moment wywrotowy i koszt — mniejszy.
- c) Niebezpieczeństwo zderzenia się przewodów jest przy równym odstępach poziomym przy układzie w jednej płaszczyźnie poziomej wykluczone, gdy przy tym samym odstępach a układzie w trójkąt będzie możliwe, jeżeli górny przewód niesie ciężar sadzi, a dolny jest bez sadzi.

Ale dla jednotorowych linii o średnim napięciu (do 15 kV) uzbrojenie dla 3 przewodów, znajdujących się na tej samej wysokości, przedstawia duże trudności, tak że w tym przypadku ze względów konstrukcyjnych (nie elektrycznych) uciekać się trzeba często do układu trójkątowego, przy czym należy o ile możliwości dążyć do takiego poziomego odstępów pionowych płaszczyzn przewodów, jak dla ustroju poziomego 3 przewodów, nawet gdyby konstrukcja wsporcza (ramię) nie wytrzymała jednostronnego pełnego naciągu, który nastąpi przy izolatorach stojących po przerwaniu się przewodu.

Praktyczne systemy uzbrojeń wyglądają więc jak następuje.

#### c) Izolatory.

Najważniejszą częścią sieci jest izolator. Dlatego też każdy, kto buduje sieć, specjalnie powinien się zająć sprawą izolatorów. Nie wystarczy

polegać na zachwalaniu przez fabrykę tego lub innego typu i na próbie, wykonanej w laboratorium fabrycznym. Rozwój izolatora nie jest ukończony; jeszcze cały świat pracuje nad ulepszeniem masy porcelanowej i techniki wypalania, nad udoskonaleniem kształtu i umocowania trzonów wzgl. kołpaków, a wreszcie nad obniżeniem ceny.

Niejedną metodą wykazała już zupełną swą niewłaściwość i niejedyn kształt — wyższość nad starymi typami.

Przedewszystkiem dziś już można uważać łączenie kilku części izolatora za pomocą cementu za sposób niewłaściwy, ponieważ cement (nawet



Rys. 8. Masywny izolator wisiorowy typu „Hoffmann” dla napięcia roboczego 35 kV. Przeskok na sucho — 130 kV, na mokro — 95 kV.

o najbardziej udoskonalonej mieszance i ziarnistości) nie traci swej ujemnej zdolności rozszerzania się nawet po kilku latach, powodując pęknięcie zewnętrznych części porcelanowych albo przynajmniej wywołując wewnętrzne naprężenia, ułatwiające przebicie porcelany przepięciem elektrycznym.

Dalej — co do kształtu — typ izolatorów stojących Delta ustępuje coraz więcej typowi szerokotalerzowemu, w którym talerz o największej średnicy znajduje się u góry, a różnica średnic dolnych talerzy mocno się zmniejsza ku dołowi.

Właściwa czynna grubość porcelany w typie „Delta” wynosiła 20 do 25 mm, co nie wystarcza dla zapewnienia stałej wytrzymałości. Dlatego stworzono typy o znacznie grubszej warstwie pomiędzy przewodem a trzonem, wysuwając główkę i wyżłobienie dla przewodu znacznie nad główkę trzonu. Odmianę krańcową stanowi izolator zupełnie masywny, uchwycony z dołu kołpakiem, tak iż droga przebicia wynosi dla napięcia 15 kV ok. 15 do 17 cm.

Zasługuje na uwagę jeszcze inna konstrukcja izolatorów stojących: typ, składający się z kilku części porcelanowych (badanych każda z osobna), a połączonych konopiami, przesyconymi pokostem. Zaletą tego izolatora jest możnać dokładnego zbadania każdej części oddzielnie i elastyczności ich połączenia. Ażeby nie powstało wewnętrzne pole wysokiego napięcia i niepowodowało jonizacji powietrza i spalania konopi, smaruje się powierzchnie wewnętrzne grafitem i umieszcza wkładkę ze stanjolu. Mechaniczna wytrzymałość takiego dobrze wykonanego połączenia jest znakomita.

Izolatory wisiorowe są o tyle trudniejsze w fabrykacji, że siły zewnętrzne, działające na taki izolator, dochodzą dziś do 12 ton, wytrzymałość ich więc odpowiadać musi ok. 20 tonnom.

Idealem tego rodzaju izolatorów jest izolator bez cementu lub spoiwa, w którym trzon umocowano zapomocą rozmaitych środków mechanicznych (kilkaset patentów). Słabą stroną tych izolatorów pozostanie zawsze dosyć cienka warstwa porcelany i niebezpieczeństwo rozsadzania jej przez wewnętrzny trzon.

Opuszczam izolatory „Hewlet”, które w Europie — poza Francją — nie mają szerszego zastosowania.

Drugi, elektrycznie najidealniejszy typ, to izolator masywny, drażkowy, narażony tylko na rozerwanie. Jest to pomysł amerykański, ulepszony przez szwajcarskie towarzystwo „Motor”, a u nas jeszcze więcej ulepszony przez autora (patent nr. 8420 — kl. 21c—15).

Droga, którą musiałyby przepięcie przebyć w porcelanie, wynosi od 22 do 30 cm, wobec czego można ten typ bezwzględnie nazwać „nie do przebicia”. Słabą stroną byłaby jego wytrzymałość na rozerwanie, gdyby ceramicy nie byli w stanie wykonać masy porcelanowej o nadzwyczaj dużej wytrzymałości, dochodzącej do 400 kg/cm<sup>2</sup> przy przekrojach do 10 cm<sup>2</sup>, a do 250 kg/cm<sup>2</sup> przy przekrojach do 100 cm<sup>2</sup>.

Dlatego ogromnie ważne są próby mechanicznej wytrzymałości na rozerwanie, połączone jednocześnie z próbami na wytrzymałość elektryczną. Takie izolatory wytrzymują dziś do 20 ton, a jedno ogniwo wystarczy dla 35 kV, 2 dla 60 kV, 3 dla 100 kV i t. d. napięcia roboczego. Z powodu ich nadzwyczajnej wytrzymałości elektrycznej i dużej pojemności, tworzy się dzisiaj łańcuchy wisiorowe w ten sposób, że górne ogniwa składają się ze zwykłych (tanich) wisiorów o małej wytrzymałości elektrycznej, a ostatnie jedno lub 2 ogniwa są typu „Motor” (dla 100 do 200 kV).

„Gródek” wykonał wszystkie swe 60-kV sieci zapomocą tego typu (250 km), a trzyletnie doświadczenie nie przyniosło ani jednego wypadku pęknięcia, zepsucia się lub innej najdrobniejszej usterki. Wybudowane na końcu 1928 r. przez zakłady „Elektro” w Łaziskach Górnych linie 60 kV do Chorzowa wiszą także na takich izolatorach, gdyż w okolicy fabryki związków azotowych osadza się w krótkim czasie tak gruba warstwa pyłu (wapna, karbidu), że prądy, spływające po powierzchni izolatora do ziemi, rozsadzają nieraz talerze porcelanowe, ale nie uszkadzają rdzenia. Takiej wytrzymałości cieplnej nie posiada żaden inny izolator.

Nawet kraje, nieposiadające kaoliny, głównego surowca dla wyrobu porcelany, posiadają poważne i technicznie wysoko postawione fabryki porcelany elektrotechnicznej (Italia — Ginori w Doccia pod Florencją, zarząd w Medjolanie; Szwajcaria — Porzellanfabrik Langenthal A. G.).

Polska posiada cprawda złoża kaoliny na kresach wschodnich, tuż przy granicy rosyjskiej, ale z powodu braku dróg i kolei nie może być na razie mowy o ich eksploatacji. Fabryki porcelany elektrycznej istnieją u nas następujące: Firma Ćmielów (wyrabia w Chodzieży, Wielkopolsce) i firma Giesche (Koncern Hariman'a w Bęgunicach pod Katowicami).

Następujące kraje posiadają kaolinę: Ameryka, Francja, Anglja, Szwecja, Niemcy (w Saksonji) i Czechosłowacja w okolicy Karlove—Vary (Karlsbad). Warunki sprzyjające pozwoliły na powstanie dużych fabryk izolatorów elektrycznych w tych krajach. W Szwecji istnieje obecnie tylko jedna fabryka „Ifö” (Ivö) w Bromölla w południowej Szwecji, niedaleko Kristianstad i Karlshamn. W Francji istnieje dużo fabryk izolatorów porcelanowych, z których największą jest Compagnie Générale D'Electro - Ceramique, pokrywająca 1/3 zapotrzebowania całego kraju i kolonji. Przedewszystkiem zasługuje na uwagę porcelana czeska, może najlepsza. Czesi eksportują do Niemiec nie tylko bardzo znaczne ilości kaoliny, ale nawet trudne do wyrobu części porcelanowe dla specjalnych transformatorów mierniczych. Z czeską porcelaną zrobiliśmy nadzwyczaj dobre doświadczenia, nie tylko co do jakości technicznej, ale też co do bardzo niskich cen. Nie należy dziwić się temu, gdyż czeskie fabryki posiadają (z małymi wyjątkami) jednocześnie fabryki porcelany i kopalnie kaoliny. Pierwszorzędną kopalnię kaoliny jest „Zettlitzer Kaolinwerke” pod Karlsbadem, posiadająca fabrykę w Merksgrün (przedstawiciel na Polskę p. Samojłowicz, Warszawa, Dąbrowiecka 5).

d) Przewodniki.

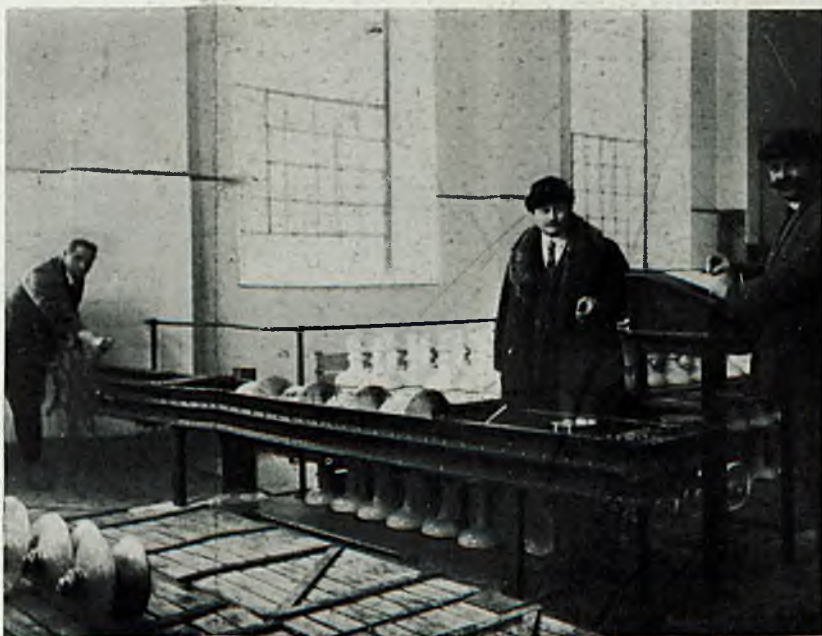
Dopóki nie powstaną u nas huty, wyrabiające glin (aluminium), miedź będzie jedynym praktycznym materiałem dla przewodów. A ponieważ po-

siadamy już dziś 2 poważne walcownie i druciarnie, dlatego liczyć się trzeba z tem, że drut miedziany wiele lat jeszcze będzie zasiliał nasze sieci elektryczne.

Przewodniki z glinu wymagają nadzwyczaj sumiennego, inteligentnego i obeznanego z techniką glinu montera. Ale i linka miedziana może ulec w rękach niesumiennego montera poważnym uszkodzeniom i tylko sztab monterów fachowo wykształconych jest w stanie dobrze wykonać sieć napowietrzną. Nie mówię już o tem, że istnieją „fabryki” wzgl. dostawcy w Polsce, którzy nie wahają się sprzedawać linkę miedzianą o tak karygodnym wykonaniu, że nie mam dosyć słów oburzenia (sztukowanie żył bez lutowania, tylko przez luźne wplatanie i t. p.). Dlatego należy ostrzec, że przewodniki miedziane można kupować tylko z pierwszorzędnych fabryk. Ale i te wyroby powinny podczas budowy podlegać stałej kontroli w laboratorjach, o których mowa będzie poniżej.

### Laboratorja.

Nawet wyroby najlepszych fabryk zawierają błędy i nie odpowiadają nieraz normom lub wymaganiom; tembardziej muszą mieć braki wyroby naszego młodego przemysłu. Pamiętajmy dalej o tem, że nie chodzi o to, czy większa część całej dostawy jest zadawalniająca, lecz o to, czy k a ż d y p o s z c z e g ó l n y element jest pewny, gdyż przerwa ruchu na linii powstaje już przez to, że jeden jedyny element pęknie lub zawiedzie. Dlatego laboratorja posiadają dzisiaj niezmiernie ważne znaczenie, a laboratorja w ł a s n e tem są ważniejsze, im mniej jest pewny dostawca. Nie wystarczy ba-



Rys. 9. Próbne naciąganie 4 ogniów izolatorów typu „Hoffmann” siłą 4 kg (3 min.) zapomocą dynamometru 20-tonowego.

danie przez fabrykę. Każda sztuka, wydana przez magazyn na linię, musi koniecznie być uprzednio badana.

Do badania materiałów, przeznaczonych dla sieci, są potrzebne 2 laboratorja: mechaniczne i elektryczne; ewentualnie także — chemiczne.

L a b o r a t o r j u m m e c h a n i c z n e b a d a

przewodniki, ważne części sprzętu z materiału kuto-lanego, wyjątkowo nawet zlewego (wieszaki, uszaki, ż ł o b k i, zaciski i t. d.) oraz izolatory, bądź to przez rozerwanie kilku % dostawy całkowitej dla ustalenia maksymalnej wytrzymałości, bądź to przez „naciąganie” każdej sztuki do pewnej granicy, leżącej poniżej uszkodzenia struktury materiału. Załączone fotografie obja'niają te operacje lepiej, niż długie wywody. Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” od początku istnienia

ku 1928 i to jedną dla Ameryki, a drugą dla „Gródka”; dotychczasowy typ specjalnej maszyny dla badania izolatorów wystarczał tylko dla siły 20 tonn. Zaletą tej maszyny jest konstrukcja, polegająca na wywoływaniu naciągu zapomocą sprężonego oleju i pomiaru za pomocą pionu, tak że wszelkie wstrząsy, niszczące z czasem maszynę, są wykluczone, dzięki czemu maszyna zachowuje swą precyzyjność przez dziesiątki lat.

Laboratorium mechaniczne wykonywa oprócz tego wszelkie inne próby: cieplne, pomiary wsiąkliwości porcelany i elastyczności materiału (kulka Brinell'a) i t. d.

Laboratorium elektryczne, przeznaczone dla badania oleju i izolatorów, wykonywa pomiary wytrzymałości elektrycznej olejów transformatorowych, wyłącznikowych i porcelany.

„Gródek” posiada do tego celu aparaturę — na razie — 60 kV (50 okr.) oraz dla wytwarzania fal uskokowych (prądu stałego) — dla 500 000 woltów.

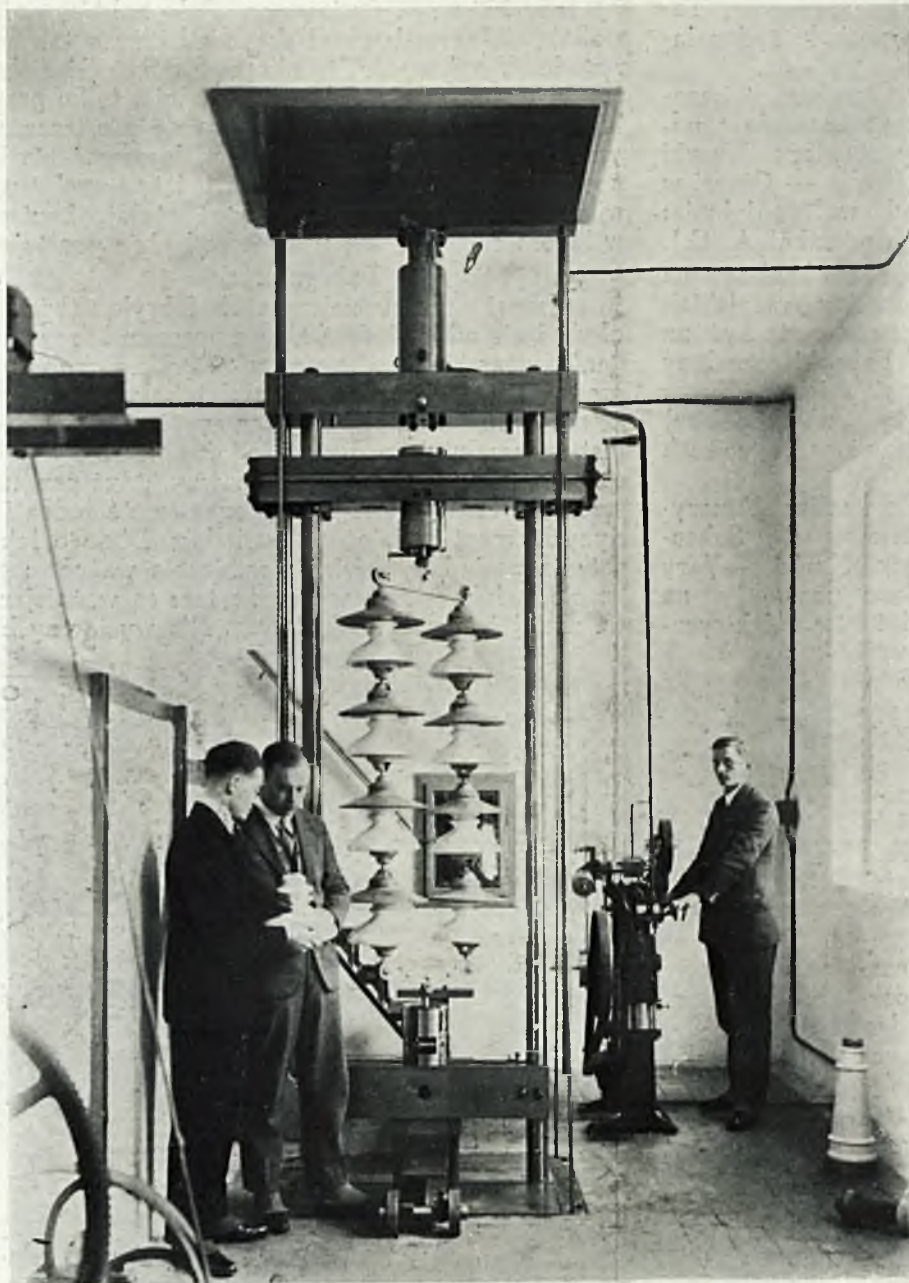
Ponieważ próba na fale uskokowe jest najostrzejsza i odpowiada najbardziej niebezpiecznym zjawiskom przebić na linjach, więc narazie ta aparatura wystarcza, a jeszcze w roku 1929 ustawiony będzie transformator na 300 000 woltów (50 okr.). Aparatura 500 000-woltowa będzie demonstrowana w ruchu na Wystawie Krajowej w Poznaniu.

Gdyby nasze młode fabryki materiałów i aparatów, przeznaczonych dla wysokich napięć, od samego początku miały zrozumienie potrzeby takich laboratoriów, to wyroby ich i zaufanie odbiorców byłoby obecnie inne. Tylko tą drogą fabryki i odbiorcy dojdą do harmonijnej i obie strony zadowalniającej współpracy.

Podaję tylko jeden przykład, jak laboratorium wpływa na polepszenie konstrukcji. Otóż początkowo wykonywano dolny kołpak izolatorów typu

„Motor” razem z łącznikiem grzybkowym z jednej sztuki i to z materiału kuto-lanego. Próby wykazały, iż łączniki w bardzo dużym procencie rozrywały się, zanim nastąpiło rozerwanie porcelany. Wobec tego zmieniono dolny kołpak, dając mu kształt górnego, a łącznik wykonano z żelaza zlew- nego.

Niestety, nasze Politechniki nie dysponują



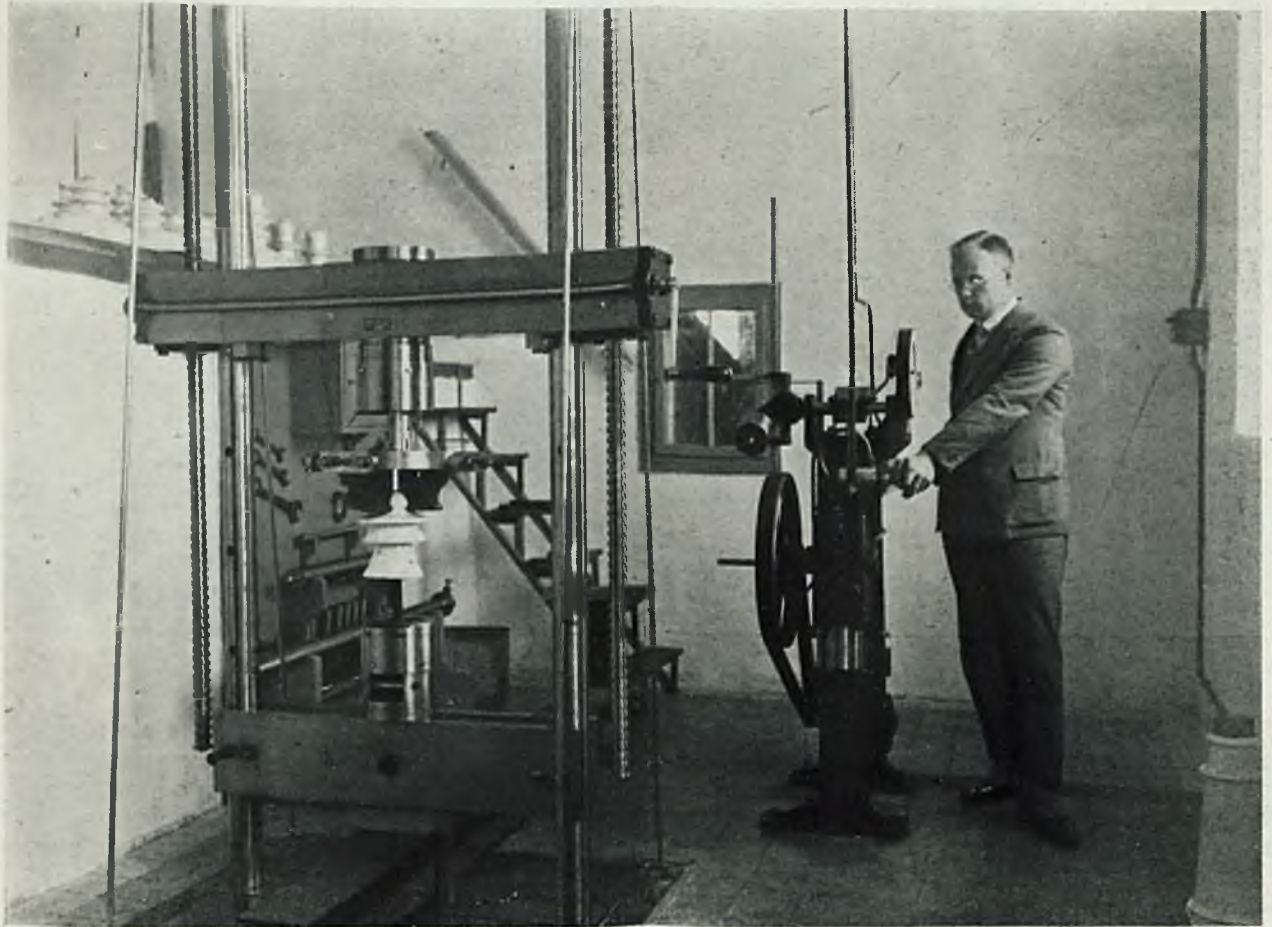
Rys. 10. Rozrywanie 2-szeregowego łańcucha wisiorowego maszyną Amslera maksym. sile 30 t.

stosuje ten system jedynie z tą różnicą, że w pierwszych latach musiała się z braku pieniędzy zadowolnić urządzeniami prymitywnymi, gdy obecnie rozporządza już pracownią pierwszorzędną jakością. Przytaczam tylko fakt, że najlepszymi maszynami rozrywającymi, jakie istnieją, są maszyny szwajcarskiej firmy Amsler, a pierwsze dwie maszyny dla siły 30 tonn wykonał Amsler w ro-

napięciami wyższymi, niż 120 kV, a nie mamy takich instytucji probierczych, jakie posiadają wszystkie przodujące kraje zagraniczne dla badania materiałów. Szwajcaria posiada „Station d'Essai des Materiaux de l'Association Suisse des Electriciens” (Materialprüfungsamt) w Zurychu (Seefeldstr. 301), a Niemcy — „Reichs - Materialprüfungsamt” oraz inne podobne specjalne instytucje. Rozwój u nas powinien iść w kierunku jak najszybszej rozbudowy laboratoriów politechnicznych i jednocześnie powstawania we wszystkich fabrykach maszyn, aparatów

najmniejsze szkody w polach sprawiają traktory gąsienicowe. W górzystych terenach traktor może stanowić jedyny środek lokomocji, ponieważ na pochyłościach bardzo spadzistych konie zawodzą. W takich terenach traktor ciągnie drągi (1 lub 2 naraz) prosto po ziemi.

Pierwsza kolumna (10 do 20 ludzi) z przewodnikiem na czele kopie doły, których wymiary powinny być minimalne, gdyż wtedy ustój będzie najpewniejszy. Zręczny robotnik opuszcza dół 2 do 2,5 m głębokości bez drabinki, która utrudnia szybkie posuwanie się kolumny.



Rys. 11. Rozrywanie izolatora stojącego maszyną Amslera o maks. sile 30 t.

i izolatorów elektrycznych specjalnych laboratoriów, a przy wielkich elektrowniach — laboratoriów dla transformatorów, izolatorów, olejów i materiałów sieciowych. Później dopiero możemy marzyć o centralnej, wielkiej instytucji niezależnej, — na wzór zagranicy.

### Montaż.

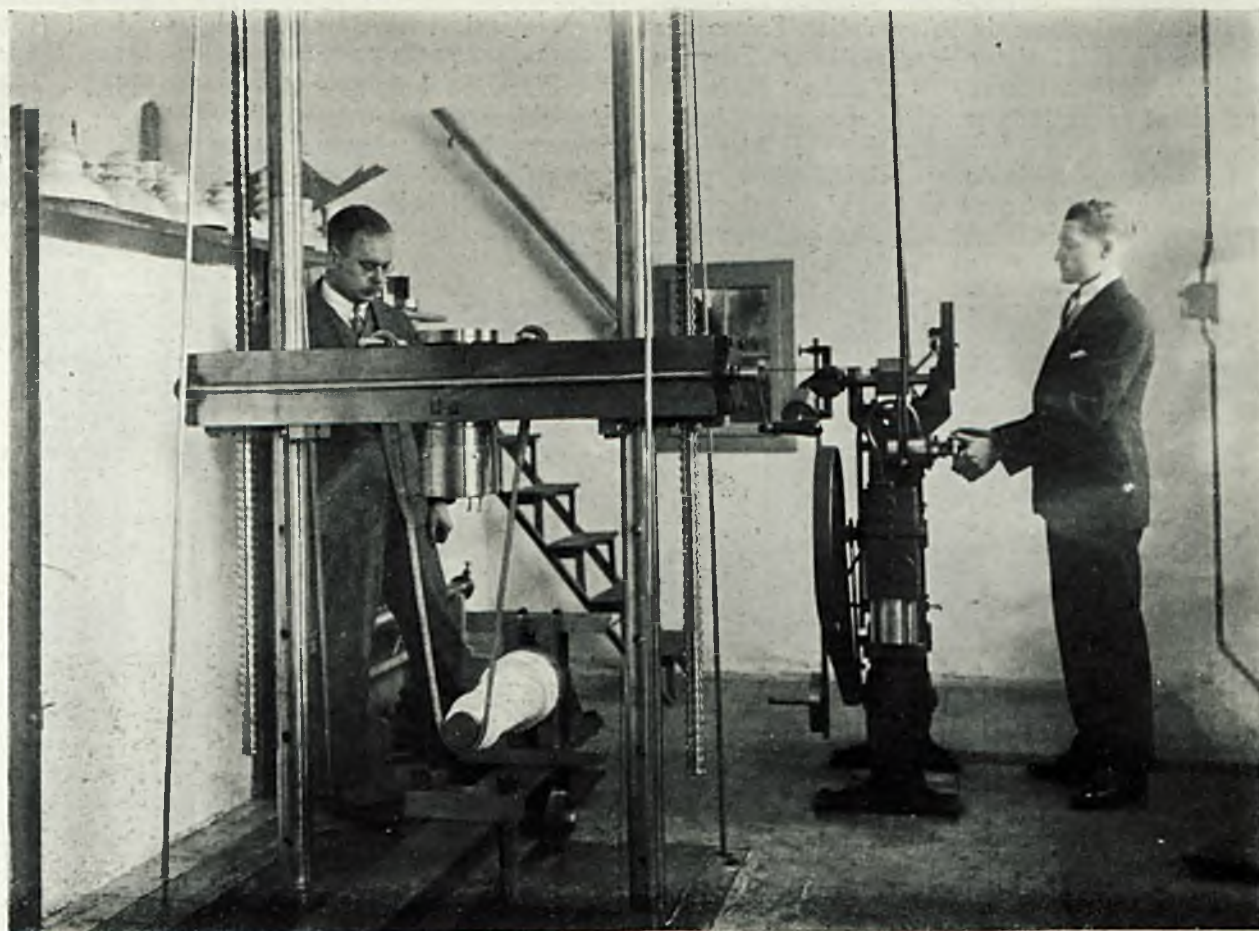
Przed rozpoczęciem montażu rozwozi się materiały, w pierwszym rzędzie słupy i uzbrojenie, na odpowiednio wybrane stacje kolejowe, a stąd na dalsze składnice, i w końcu do poszczególnych punktów, wybranych pod słupy. Rozwożenie odbywa się — zależnie od kosztów — albo końmi albo samochodami ciężarowymi (Ameryka), albo traktorami (Francja), przyczem — podobno —

Druga kolumna, stawiająca słupy, powinna się posuwać w krótkiej odległości od pierwszej, ażeby zmniejszyć straty, powstające przez zesuwanie się ziemi i dopływ wody zaskórnej do dołów. W terenach bagnistych obie te czynności muszą nawet być wykonywane jednocześnie.

Stawianie słupów średniej wagi (do 2 tonn) odbywa się najtaniej i najprędzej za pomocą 2-ramiennego kózła z rur manesmanowskich i dźwigu 1—2 tonnowego bez wielokrążków, jak to widać na załączonych fotografiach (p. rys. 19, 24 i inne). System opierania dolnej stopy słupa w punkcie nieruchomym wymaga więcej czasu i może być stosowany tylko przy bardzo ciężkich słupach (3 do 10 tonn). Słupy o wadze nawet 20 tonn można podnosić, chwytając je w punkcie ciężkości, co pokazuje fotografia montażu skrzyżowania Wisły pod

Chełmnem. Dla ustawienia tak ciężkich słupów kratowych potrzeba 2-krotnego postawienia mniejszych słupów pomocniczych, również kratowych.

odciągowego (odciągu), ażeby wogóle wykluczyć stosowanie złączek w polach zwisu. Złączki zawsze będą w tych miejscach źródłem niedomagań, i przy



Rys. 12. Łamanie izolatora podporowego (60 kV) maszyny Amslera.

Sposób chwytania słupa w środku ciężkości ma tę zaletę, że podczas opuszczania można z łatwością słup przenieść w każdym kierunku tak daleko, jak tego wymaga prosta oś linii oraz ustawienie w pionie. Wszelkie manipulacje dadzą się w ten sposób wykonać szybko, łatwo i z pomocą nielicznego personelu.

W ten sposób można stawiać nie tylko pojedyncze drągi, ale także słupy rozkracne (o 2 — 3 nogach), słupy portalowe, nawet dwuportalowe dla podwójnego toru, słupy żelazne oraz betonowe.

W miejscach bardzo mokrych otacza się słup 2-dzielną studnią z blachy żelaznej, z której czerpie się ziemię i wodę wiadrami, zatapiając jednocześnie żelazną studnię i słup. Dla osiągnięcia ustojów dowozi się zwykle do takich miejsc (lekkim samochodem lub taczkami po deskach) wyborowy, gruboziarnisty piasek. W mokradłach „kołysze” się słup, u dołu zastrzony klinowo, zapomocą liniek, przyczepionych do wierzchołka słupa dopóty, aż stopa wbije się mocno w warstwę plastyczną do głębokości 3 a nawet 4 m.

**Montaż linki** powinien się odbywać tylko na takich odcinkach, na których wszystkie słupy — nie wyłączając skrzyżowań — są już ustawione. Odcinki linki muszą być zupełnie indywidualnie zamówione dla każdego poszczególnego przesła

umiejętnej organizacji są one zupełnie niepotrzebne w polach, a ich zastosowanie powinno się ograniczać wyłącznie do słupów podporowych i do skrzyżowań dla połączenia 2 odciągów. Innymi słowy: stosuj złączki tylko tam, gdzie one nie podlegają siłom zewnętrznym.

Linkę rozwodzi się na specjalnych wozach jednoosiowych — dowcipnie nazwanych „armatami” — (kołmi lub traktorem) na tych terenach, na których można całe przesła odciągowe (2 do 3 km) obsłużyć w ten sposób bez wymijania lub ugrzęźnięcia w ziemi. Na trzęsawiskach i w terenie bardzo spadzistym (o spadku większym, niż 5 do 10%) ustawia się wóz z bębniem pod słupem podporowym i odwija się linkę zapomocą koni, ludzi lub w ostateczności zapomocą stalowej linki pomocniczej i dźwigu, ustawionego pod następnym słupem podporowym lub narożnym. Dobrze wykonana trasa powinna posiadać załamania tam, gdzie jednocześnie znajdują się punkty odporowe. Bęben nie powinien normalnie ważyć więcej, niż 1 000 kg.

Po zawieszeniu „rolek” montażowych podnosi się linkę na wszystkie słupy, mocuje się jeden koniec na słupie podporowym, a na drugim (wzgl. za drugim) naciąga się linkę podług tabelki i wskazań termometru zapomocą dynamometrów, każdą linkę — z osobna, kontrolując okiem wszystkie 3 zwisy, aby były równe.

Dla wykrycia możliwych błędów fabrykacji, polegających na tem, że 1 (lub kilka) żył nie zlutowano sumiennie, naciąga się je więcej, niż potrzeba, nawet do granicy 20 lub 30 kg/mm<sup>2</sup>, a potem puszczają się do wskazań tabelki, obliczonej dla każdej trasy w biurze technicznym na podstawie istniejących przepisów. Linkę naciąga III kolumna.

Czwarta kolumna zawiesza zwykle przed południem izolatory przeszła poprzedniego, a po południu wkłada linkę w żłobki wisiorów lub przymocowuje do izolatorów stojących. Potem robi się połączenia na słupach odporowych i zbiera przyrządy pomocnicze (rolki i t. p.). W końcu maluje się konstrukcje żelazne, numeruje słupy i nabija tabliczki ostrzegawcze. Ponieważ nie tylko nasze krajowe, ale i każde zagraniczne tabliczki po kilku latach — przedewszystkiem pod wpływem słońca i przez swawolę chłopców (jak to obserwowałem w 5 krajach obcych) — zostają zniszczone, radzę przybijać tabliczki w minimalnej wysokości 3 m do 4 m nad ziemią (zależnie od otoczenia) oraz wyłącznie od strony północnej, co nie jest sprzeczne z przepisami bezpieczeństwa.

Dla stałej komunikacji z punktem wyjścia linii

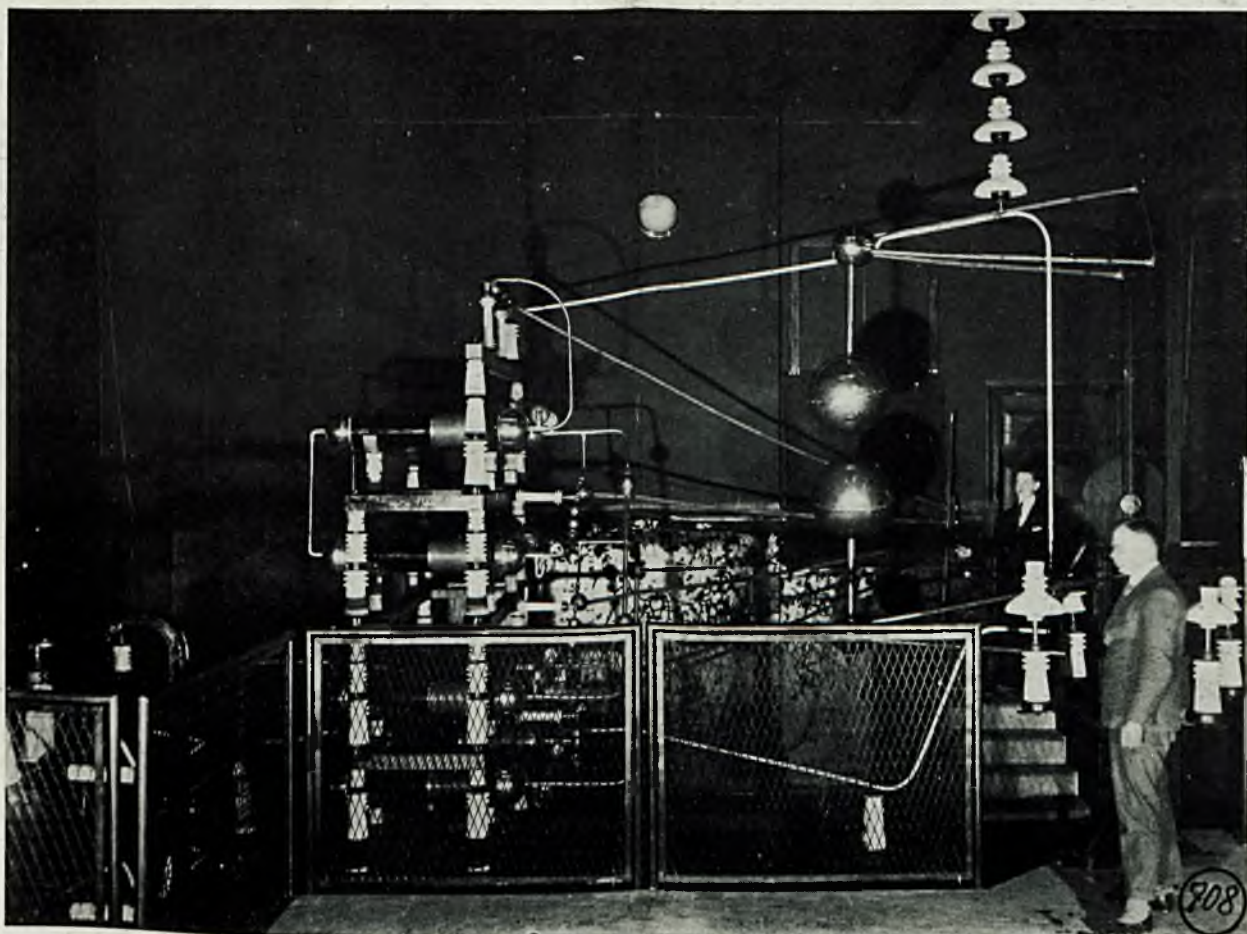
W końcu przeprowadza się dwukrotną rewizję linii, przyczem drugi rewizor dostaje premję niewypłaconą pierwszemu za wszelkie błędy, które tamten przeoczył. To pomaga znakomicie.

Ażeby wydajność brygad podnieść do maksimum, kuchnia wędrowna dostarcza żywność, a wozy sypialne oszczędzają czas szukania noclegów. Oprócz tego co 1 lub 2 tygodnie każdej brygadzie, która wykonała pracę nad normę, wypłaca się ściśle określoną premję. Do niezbędnego sprzętu rozrywkowego i dodania humoru należy naturalnie radjo i np. mała orkiestra.

Kolumna „grzebaczy” składa się zależnie od warunków terenowych z 6 do 20 ludzi, kolumna „słupowa” — z ok. 30, kolumna „przewodowa” — z 10 do 20, kolumna „izolatorowa” — z 4 do 10 ludzi.

Lekkie samochody rozwożą drobny materiał (izolatory, sprzęt) i dowożą żywność.

Przy montażu słupów żelazno-kratowych pamiętajmy o tem, że słup nie jest obliczony na zgięcie. Dlatego, gdy jest zawieszony w punkcie ciężkości, wzmacnia się go przez wkładanie drewnia-



Rys. 13. Aparatura, wykonana w warsztatach Gródka dla fal uskokowych prądu stałego do 500 000 V. (W chwili przeskoku kondensatory łączą się szeregowo). Transformator 60 kV, 50 okr. Prostownik rotacyjny, śmigłowy, silnik synchroniczny. Kondensatory (8), oporniki wodne i kule.

lub innymi punktami wzdłuż linii, gdzie istnieją biura lub składnice, włącza się na 2 przewodach telefon polowy i ew. na 3-cim — napięcie dla oświetlenia taborów.

nych poprzeczek i dźwigni, usuwanych po zmontowaniu.

Podane niżej fotografie pouczą najlepiej o najważniejszych pracach montażowych.



Rys. 14. Wyładowanie kilku fal uskokowych o napięciu 500 000 V na izolatorze typu „Hoffmanna” (Górny talerz żelazny).

### Przeszkody w linjach.

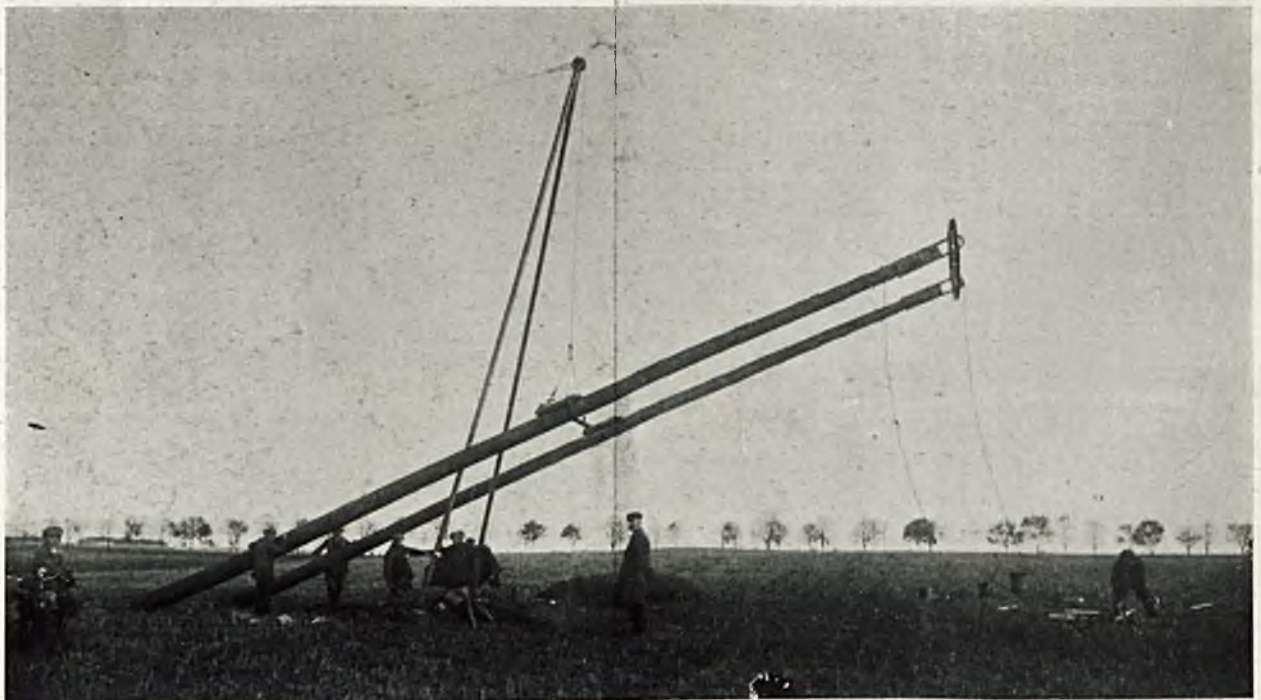
Ze względu na duże szkody materialne i w obawie obniżenia zaufania ze strony odbiorców powinno się budować linję z taką dokładnością, aby stały dozór był zbyteczny. Ale zachodzą przeszkody zewnętrzne, powodujące poważne zakłócenia w linjach, niezależnie od jakości wykonania sieci.

Głównymi przeszkodami są **zwarcia** jednego lub kilku biegunów z ziemią, t. j. uziemienia jedno- lub kilkufazowe.

Źródło tych zwarć można zmniejszyć do minimum przez bezwzględne wycięcie drzew. Pod tym względem należy się pozbyć wszelkiej sentymentalności. Jedynym źródłem uziemień pozostanie wtenczas izolator. Izolatory wisiorowe można obecnie już tak dobrać, że przebicia porcelany są wykluczone. Gorzej jest z izolatorami stojącymi. Linje, zbudowane na izolatorach stojących, nie obejdują się bez wykonywania kontroli 2 do 4 razy w roku. Kontrolę można dosyć łatwo przeprowadzić w ten sposób, że monter, zaopatrzony w 2 elektrody pod butami, połączone ze specjalnym telefonem (słuchawki stale na uszach), posuwa się wzdłuż całej linji, od słupa do słupa i z pewnością odnajdzie słup, na którym izolator pękł. Ponieważ przyrządy w elektrowni wskazują, na której fazie jest uziemienie, monter w powyższy sposób natychmiast odnajdzie uszkodzony izolator.

Jeżeli na całej linji niema złączek, zerwanie linki będzie wykluczone, tembardziej jeżeli zastosowano jako ochronę cewki uziemiające, niedopuszczające do takiego natężenia prądu uziemiającego, aby drut mógł się przepalić.

Wymieniony tu telefon „podśluchowy”, służący dla odszukania słupów drewnianych, przez



Rys. 19. Podnoszenie słupa portalowego nad wykonanym poprzednio dołem. Na prawo — kocioł ze smołą. Odstęp przewodów po 3,5 m, przęsło 250 m,  $3 \times 35$  Cu, 60/100 kV. Długość drągów drewnianych  $2 + 16,0$  m. Linja Toruń — Gródek, 1927.



które prąd płynie do ziemi, można także stosować w ten sposób, że jeden biegun telefonu łączy się z młotkiem o bardzo ostrym końcu, który się wbija na wysokości 1 do 1,5 m nad ziemią, a drugi — z butem.



Rys. 15. Przyrząd dynamometryczny do badania wytrzymałości przewodników podług § 3 „Przepisów technicznych na linje elektryczne napowietrzne”. Konstrukcje i wyrób Gródka.

Jeżeli istnieją własne przewody telefoniczne na słupach z linją wysokiego napięcia, „podsluchiwanie” prądów uziemiających można wykonać przez codzienne śledzenie szmerów, a wyćwiczone ucho rozróżni natychmiast linję „czystą” od linji, posiadającej uziemienie.

Z innych jeszcze bolączek pozostaje sabotaż, na który, niestety, niema środka. Przy większym rozpowszechnieniu się linji, Ministerstwo Robót Publicznych oraz zrzęsenia do tego powołane winny wystąpić o znaczne zaostrzenie kar, gdyż nawet kara więzienia do 6 tygodni, wymierzona niedawno za taką zbrodnię, nie jest wystarczająca, ażeby skutecznie odstraszyć przestępców.

#### Ochrona przeciwprzebiegiowa.

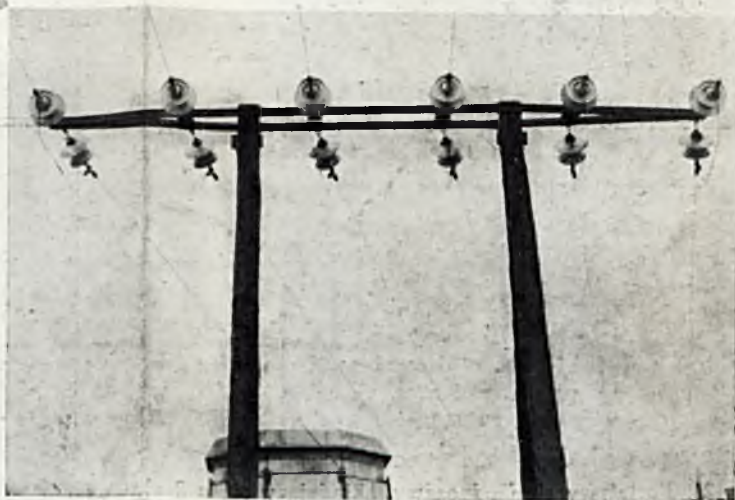
Wychodząc z założenia, że najważ-

niejszym i najbardziej częstym powodem przebiegów są uziemienia, należy również zastanowić się nad wyborem przyrządów i urządzeń ochronnych. Do niedawna szło się w tej mierze po omacku. Dopiero badania stromości i szybkości fal za pomocą oscylografów (klydonografów), pozwalających na pomiary zjawisk, trwających krócej od 1/1 000 000 000 sek., prowadzą na pewniejsze drogi. W ten sposób zbadano, że wszelkiego typu odgromniki różkowe, a nawet odgromniki chemiczne, rozpowszechnione np. w Ameryce, nie mogą dać dostatecznej ochrony. Dla bardzo wysokich napięć najlepiej nadaje się uziemienie punktów zerowych transformatorów, a dla napięć średnich (15 do 100 kV) — **cewki indukcyjne** uziemiające. Cewkę zerową wynalazł prof. Petersen, a firma Brown-Boveri (Szwajcaria) ją udoskonaliła. W sieciach o konfiguracji promieniowej niema trudności co do samoczynnego ich odłączania w razie odłączenia się dłuższej linji (jej pojemności), ale w sieciach skojarzonych mogą powstać komplikacje. Nadmienić należy, że każda cewka musi być dostrojona do charakteru chronionej przez nią linji (pojemności).

W „Gródku” cewki te (BBC) przy napięciach 15 i 60 kV dały bardzo dobre wyniki.

Najgorzej jest z ochroną niższych napięć (3 do 10 kV); ale te sieci tracą coraz więcej na znaczeniu, wobec czego nie będą się dłużej na niemi zastanawiał.

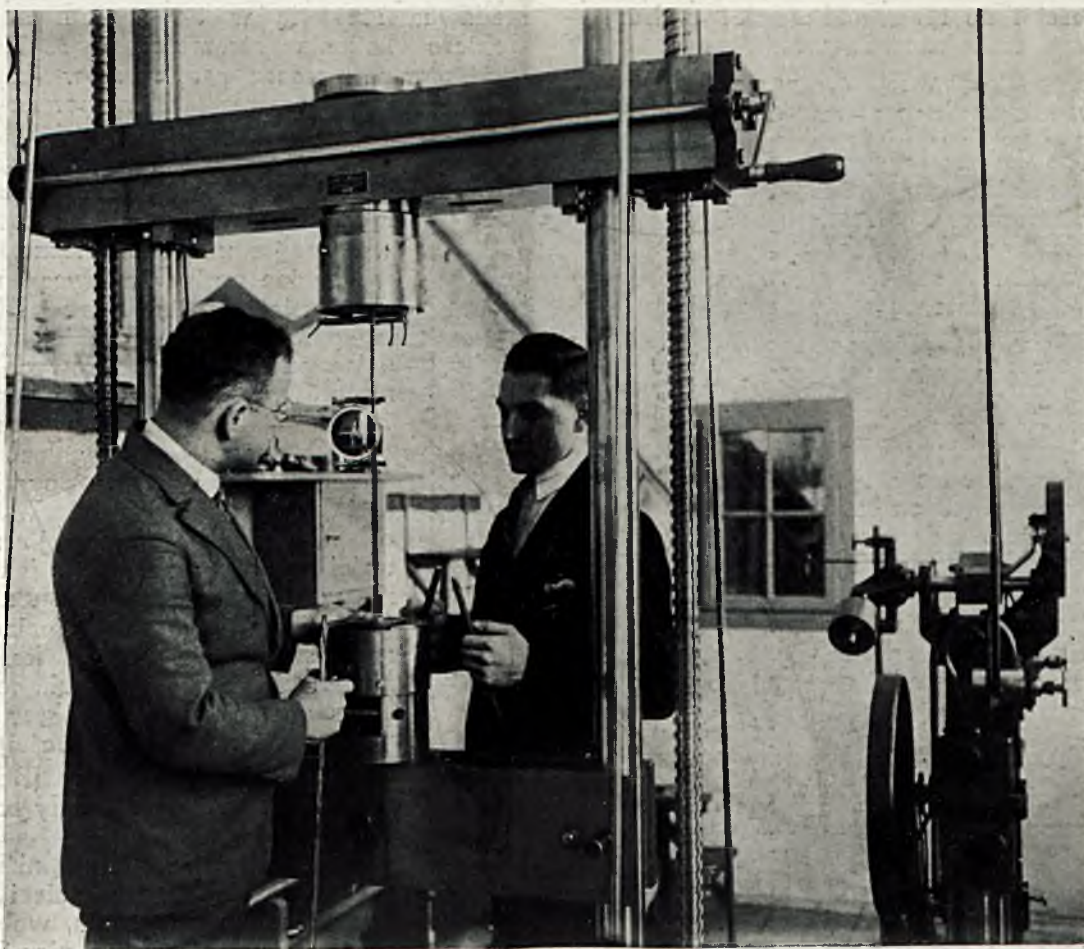
Dla odprowadzenia ładunków statycznych każda linja powinna (np. drogą przez szyny zbiorcze) posiadać **transformatoriki uziemiające**, wskazujące jednocześnie stan izolacji na każdym biegunie. Ale do tego celu częściowo służą same cewki zerowe. Jeżeli bezpieczniki wysokiego napięcia, włączone w obwód wysokiego napięcia transformatorów



Rys. 20. Odgórna część dwutorowego słupa krańcowego (po 2 słupy rozkraczone) 60 kV, narazie 15 kV. Grudziadz, 1925.

uziemiających, przy silnych wyładowaniach często pękają lub nawet (rurki porcelanowe) eksplodują,

czyż odpowiednie oporniki lub odrzucić wogóle sztuczną ochronę.



Rys. 16. Badanie przewodników na rozrywanie maszyną Amslera (do 300 t).

wtedy pomaga radykalny środek: włożyć druciki topikowe dla znacznie większego prądu albo też drut miedziany. Dla napięć 60 kV, bezpieczniki topikowe wogóle nie nadają się, gdyż ich prąd topliwości jest wielki. W takich wypadkach należy włą-

#### Konserwacja i eksploatacja sieci.

Częścią najbardziej podlegającą zepsuciu są bezsprzecznie słupy drewniane lub ustawione w warunkach niekorzystnych słupy żelazne. Dla tego należy co rok na wiosnę zbadać stan słupów (30 cm nad i pod ziemią), a drewniane, nawet nasycone zaleca się na wiosnę regularnie odkopać do głębokości 30 cm i oczyścić (30 cm nad ziemią i pod ziemią) stalowymi szczotkami i nasmarować gorącą



Rys. 21. Portalowy słup odporowy, składający się z 2 słupów rozkracznych po 18 m długości. Odległość międzyprzewodowa  $2 \times 3,5$  m. Prześia 250 (maks. 280) m. Linja Głódek — Gdynia, 1928.



Rys. 22. Unoszenie słupa o długości 54 m i wadze 20 t. Skrzyżowanie Wisły, 7 km poniżej Chełmna, 1924.

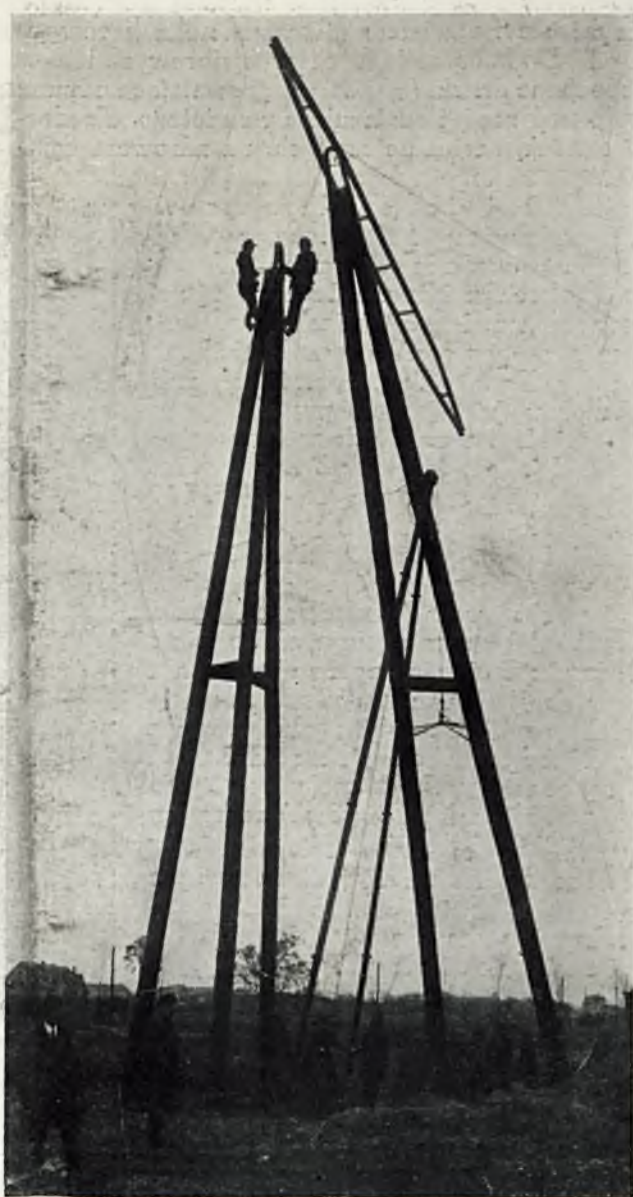
smołą. Słupy żelazne maluje się co 3 lata ochronną farbą olejną, zawierającą jako główne składniki pokost, ołów i grafit. Miejsca, w których przebija już rdza, należy sumiennie obdrapać szczotką sta-



Rys. 18. Rozrywanie przewodników maszyną Amslera o maks. sile 500 kg.

lową i pokryć raz (lepiej 2 razy w odstępie kilku dni) minią czerwoną, rozpuszczoną w pokoście.

Słupy drewniane zgniłe można obcinać — pod napięciem, — podpierając górną część słupa spe-



Rys. 23. Ciężki montaż słupa narożno-odciągowego systemu portalowego. 60/110 kV, 3 × 35 Cu. Linia Gródek — Toruń, 1927.



Rys. 24 Rozwożenie linki końmi i wozem 1-osiowym („armatą”). Linia Gródek — Grudziądz, 1925.

cialną podporą o 3 nogach; dodaje się wtedy szrudła — najlepiej żelbetowe — albo żelbetowaną rurę jako podziemne przedłużenie słupa (szwedzki wynalazek Mebe'go). Rura jest 2 do 2,5 m długa, wagi 200 do 350 kg, wewnętrzna górna część posiada płaskie, stożkowate żebra dla odpływu wody deszczowej i dobrej wentylacji. W tym celu rura posiada poniżej stopy drewnianego drąga kilka poziomych otworów wentylacyjnych.

W większych odstępach czasu należy skontrolować złączki i żłobki, zaciski, oraz umocowania przewodów do izolatorów, badając, czy twardsze materiały (bronz, żelazo kutolane żłobków, porcelana i t. d.) nie przecierają przewodnika.

Kontrola izolatorów musi się odbywać częściej (nawet z bliskiej odległości, przez wchodzenie na

słupy), gdy są niesprzyjające warunki (chemiczne fabryki, sieci ułożone nad torami kolei parowych i t. p.). Do badania łańcuchów wisiorowych istnieją specjalne drążki („macki”), pozwalające odnalezienie pod napięciem ogniwa pękniętego. Te drążki okazują normalne napięcie na zdrowym ogni-

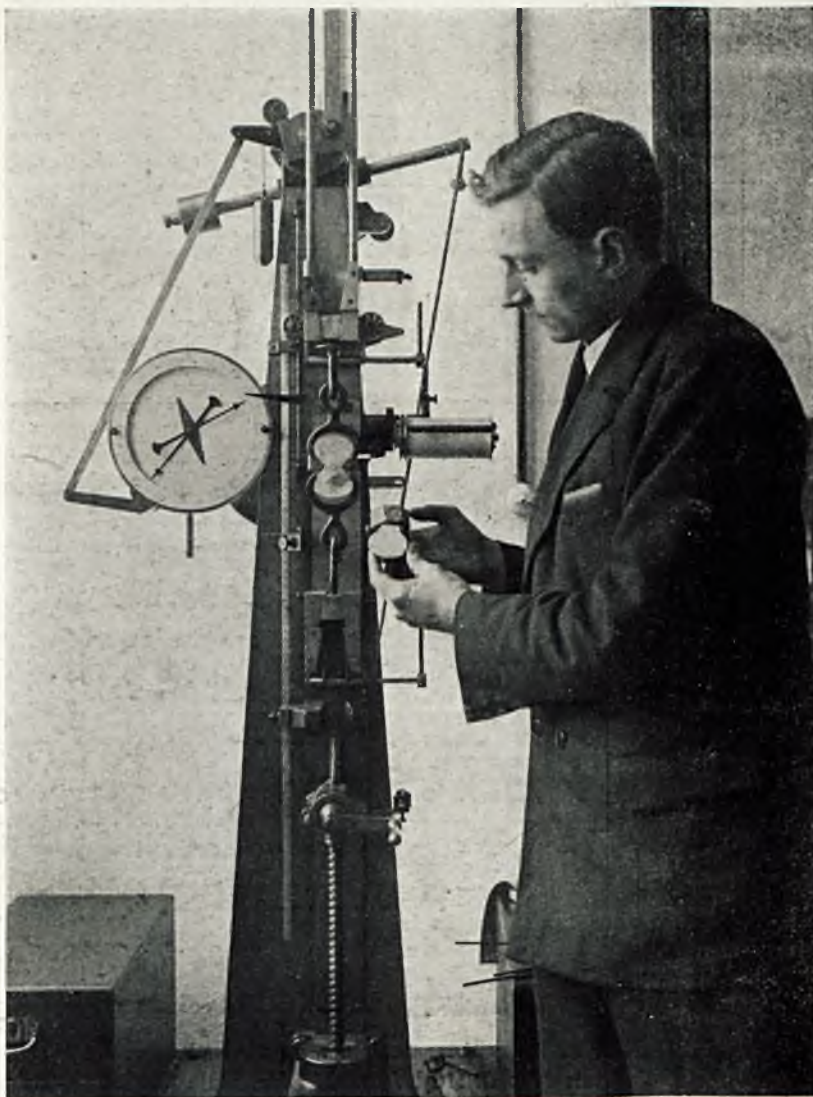
Zarządca sieci nie powinien skąpić małego wydatku na liczniki, kontrolujące straty w sieciach i transformatorach. Nie zawsze można się na taki wydatek zdobyć; należy wtedy rozłożyć zakup liczników i dodatkowych transformatorów mierniczych na lat kilka.

Jak podczas budowy urządza się bardzo dokładną „książkę trasy”, zawierającą całą charakterystykę linii i spis właścicieli gruntów, tak powinna dla każdej sieci istnieć „książka sieci”, w której zapisuje się wszystkie ważniejsze zmiany, zjawiska, przeszkody, wykryte błędy, koszty roczne, straty energii odbiorców i t. d.; innem słowem — życiorys linii.

Jeżeli powyższy artykuł ma się przyczynić do zdobycia przez nasze młodsze siły fachowe pewnych praktycznych wskazówek, to nie mogę zamilczeć przestrogi, ażeby nie budować lekkomyślnie poważniejszych linii we własnym zarządzie, nie posiadając ani personelu wykwalifikowanego, ani taboru montażowego, lub narzędzi, oraz laboratorium. Ale nawet mniej ważne linie, połączone elektrycznie lub magnetycznie z ważnymi, powinny być traktowane jak te ważniejsze. Lepiej choć trochę drożej wykonać sieć, niż wykonać tanio a źle, bez doświadczenia. Łatwo wymienić nieodpowiednio zakupioną maszynę lub aparat, ale przebudowanie nieumiejętnie wykonanej linii jest zwykle niemożliwe.

Co może u nas przyspieszyć budowę nowych i obszernej sieci?

1) Obniżenie wymagań naszych istniejących i tworzących się przepisów **poniżej** wymagań takich krajów, jak: Niemcy, Szwajcaria, Francja i t. d.



Rys. 18. Rozrywanie prób cementu tą samą maszyną, co na rys. 17.

wie albo przez (nastawiany) zespół kulek iskiernikowych, albo zapomocą przekładni kondensatorowej.

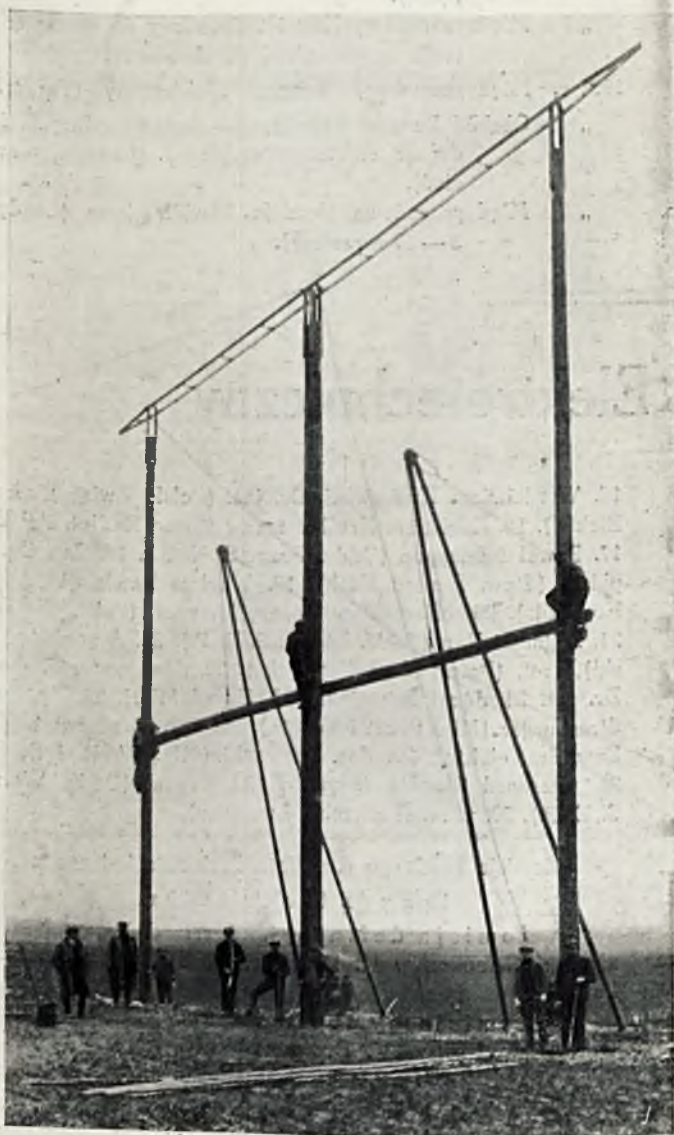
Roczna kontrola pozwoli także wykryć ew. niebezpieczeństwo, grożące od przechyłania się niewyciętych drzew i t. p.

Przy dobrze zorganizowanej eksploatacji sieci, stale zapisuje się wszelkie zauważone błędy i ich powody. Tylko w ten sposób kierownik może z biegiem lat zorientować się, gdzie jest słaba strona sieci i na podstawie takiej statystyki wybrać skuteczne środki zaradcze. Statystyka taka musi naturalnie równolegle zajmować także błędami, znajdowanymi w rozdzielniach i maszynach (transformatorach i prądnicach), gdyż wszystkie te części zakładu elektrycznego wywierają wpływ na pracę linii.



Rys. 25. Naciąganie przewodów za pomocą wielokrążków i dynamometrów, 1925.

2) Popieranie i zachęcanie do budowy sieci i zakładów wytwórczych przez ulgi podatkowe i t. p. na wzór zagranicy.



Rys. 26. Stawianie 2-portalowego słupa przelotowego  $2 \times 3 \times 50$  Cu, 60/110 kV. Przeszło 250 m. Linja Gródek — Żur, 1927/28. Draży 2 + 16 m. Jeden draż zawiera ok.  $1,2 \text{ m}^3$  drzewa.

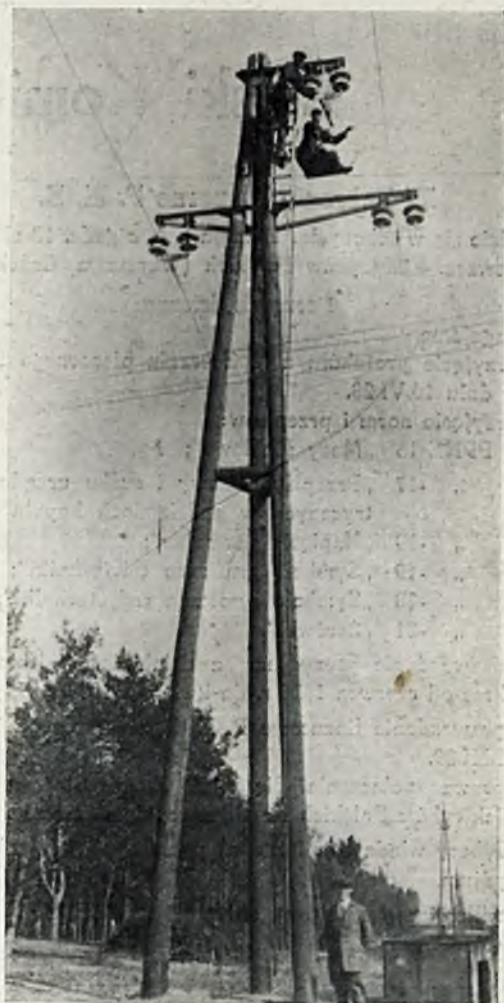
3) Ułatwianie pracy elektryków przez udzielanie koncesji w terminie krótszym, niż obecnie, czasie i na dogodniejszych warunkach uprawnień (zmiennosc cen — §§ 80 a i b —, oszacowanie wartości wykupu, obniżenie rygorów minimal-

nego kilometrażu rocznej rozbudowy sieci, zniesienie w pierwszych 10 latach przewencyjnego zezwolenia rządowego na obarczenie hipotek do pewnej procentowej wysokości wartości stale wzrastającego majątku i t. d.).

4) Praktyczne wyszkolenie większej ilości inżynierów, techników i mistrzów montażowych zagranicą.

5) Kongresy i regionalne posiedzenia krajowe, poświęcone zagadnieniu budowy sieci.

6) Propaganda zastosowania energii elektrycznej i odpowiednie taryfy.



Rys. 27. Wkładanie linki z „huštawki” i drabinki w żłobki. Skrzyżowanie przewodów niskiego napięcia na placu ćwiczeń w Grupie. Draży 16—18 m. Linja Gródek — Grudziądz, 1925

## WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

### Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (CEI)

W roku przyszłym odbędzie się Zebranie Plenarne M. K. E. w krajach skandynawskich, z programem następującym prowizorycznym:

27.VI.1930. — Uroczyste otwarcie w Kopenhadze, wyieczki.

27.VI. — Odjazd do Szwecji; zwiedzanie państwowych zakładów elektrycznych w Lilla Edet i Trollhätan.

30.VI—2.VII. — Sztokholm. Sprawozdania ekspertów, 3.VII. — Zwiedzanie zakładów ASEA w Västeras, — posiedzenia techniczne.

4—5.VII. — Posiedzenia techniczne.

6—8.VII. — Oslo, zwiedzanie zakładów elektrycznych państwowych i prywatnych.

9.VII. — Zebranie Rady CEI, posiedzenie plenarne.

## Najbliższe Zebrania Międzynarodowe

- 1929 r. Światowa Konferencja Energetyczna (Barcelona, 15—23 maja).  
 1929 r. Międzynar. Konferencja Wielkich Sieci (Paryż, 6—15 czerwca).  
 „ Światowa Konferencja Energetyczna i „World Engineering Congress” (Tokio, 26 paźdz. — 22 listopada).  
 1930 r. Światowa Konferencja Energetyczna — (Berlin, 6—15 czerwca).  
 „ Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (Sztokholm, Oslo, Kopenhaga) 27 czerwca—9 lipca.  
 „ Międzynarodowy Związek Producentów energii

- elektrycznej (Bruksela albo Leodjum, czerwiec — lipiec).  
 „ Międzynarodowy Związek Tramwajów (Warszawa, lipiec).  
 „ Międzynarodowy Komitet Doradczy do spraw telefonji dalekosiężnej (Bruksella ?).  
 1931 r. Międzynarodowy Kongres Elektryczny (Paryż ?).  
 „ Obchód ku czci Faradaya — stulecie odkrycia indukcji elektromagnetycznej (Londyn, wrzesień).  
 „ Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa (Londyn, 3—19 września).

## Polski Komitet Elektrotechniczny

### XI Zebranie Plenarne P. K. E.

odbędzie się w sobotę dn. 11 maja r. b. o godz. 18-iej w lokalu Stowarz. Elektryków Polskich (Warszawa, Czackiego 5).

#### Porządek dzienny:

- Zagajenie.
- Przyjęcie protokołu z X Zebrania plenarnego P. K. E. w dniu 16.VI.28.
- Przyjęcie norm i przepisów:  
 PPNE-16 „Masy Kablowe”;  
 „ -17 „Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych w podziemiach kopalń”;  
 „ -18 „Napięcia normalne”;  
 „ -19 „Symbole graficzne teletechniki”;  
 „ -20 „Symbole graficzne radjotechniki”;  
 „ -21 „Żarówki”.
- Sprawozdanie prezydium z działalności Komitetu za okres od czerwca 1928 r. do kwietnia 1929 r.
- Sprawozdanie finansowe P. K. E. za okres od 1.I.28 do 31.III.29.
- Sprawa połączenia się P. K. E. ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich i zmiana regulaminu P. K. E.
- Wybory władz Komitetu: a) prezesa, b) 5 członków prezydium.
- Preliminarz budżetu na okres od 1.IV do 31.XII 1929.
- Wolne wnioski.

### Skład Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego

w dn. 1 kwietnia 1929 r.

#### Prezydium:

- Leon Staniewicz, Dr. profesor Politechniki Warszawskiej, prezes.
- Zygmunt Okoniewski, nacz. dyrektor Polsk. Zakł. Brown Boveri, wiceprezes.
- Kazimierz Drewnowski, profesor Politechn. Warsz., sekretarz generalny.
- Gabriel Sokolnicki, profesor Polit. Lwowski., przewodn. Sekcji przepisowej.
- Stanisław Bieliński, dyr. elektr. krakowskiej.
- Tadeusz Czaplicki, inżynier.

#### Członkowie:

- Tadeusz Baniewicz (Polski Związek Komunikacyjny).
- Konstanty Dobrski (Stowarzyszenie Teletechników Polskich).
- Kazimierz Gayczak (Zw. Elektrowni Polsk.).
- Aleksander Groza (Oddz. Krak. S. E. P.).
- Wacław Günther, ppłk. (M. S. Wojsk.).
- Kazimierz Idaszewski, prof. (Oddz. Lwowski S. E. P.).
- Felicjan Karśnicki (Stow. Elektr. Polsk.).
- Dominik Kibortt (Oddz. Sosnow. S. E. P.).

- Włodzimierz Krukowski, Dr. inż. (Polski Związ. Przeds. Elektr.).
- Kazimierz Krulisz, major (Stow. Radjot. Polsk.).
- Paweł Nestrupke (Oddz. Pozn. S. E. P.).
- Jan Obrąpalski (Stow. Dozoru Kotł.).
- Wacław Pawłowski (Min. Komunik.).
- Mieczysław Pożaryski, prof. (Polit. Warsz.).
- Zygmunt Rau (Oddz. Łódzki S. E. P.).
- Antoni Rogiński, prof. (Polski Kom. Normaliz.).
- Aleksander Rother, Dr. inż. 24. Józef Rzańnicki (Gł. Urząd Miar).
- Zygmunt Strasburger (Min. Pocht i Telegr.).
- Jan Straszewicz (Zw. Zaw. inż. elektr.).
- Jan Surmacki (Min. W. R. i O. P.).
- Bernard Szapiro, inżynier.
- vacat (Oddz. Warsz. S. E. P.).
- vacat (Politechn. Lwowska).

### Komisje Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego

Stan z dn. 1 kwietnia 1929 r.

- Komisja definicyj. Przewodniczący: L. Staniewicz. Członkowie: K. Drewnowski, St. Fryze, W. Krukowski.
- Komisja symboli. Przewodniczący: W. Günther. Członkowie: K. Drewnowski, K. Kłys, K. Krulisz, K. Majkowski, K. Mech, R. Madejski, W. Niemirowski (del. Stow. Telet.).
- Komisja napięć i prądów. Przewodniczący: B. Hac. Członkowie: K. Drewnowski, A. Jankowski (del. Wydz. El. M. R. P.), S. Palecki, J. Skowroński, K. Straszewski.
- Komisja przepisów budowy i ruchu. Przewodniczący: G. Sokolnicki. Członkowie: J. Obrąpalski, B. Szapiro.
- Komisja urządzeń elektrycznych w kopalniach węgla. Przewodniczący: J. Obrąpalski. Członkowie: J. Bereszko, A. Groza, W. Jaroszyński, S. Kulejewski, Z. Rychlik.
- Komisja urządzeń dźwigowych. Przewodniczący: W. Rozental. Komisja czynna przy Min. Robót Publ.
- Komisja urządzeń kinematograficznych. Przewodniczący: K. Gnoiński. Komisja nieczynna z powodu ukończenia prac.
- Komisja wskazówek ratownictwa. Przewodniczący: M. Nacholiński. Komisja nieczynna z powodu ukończenia prac.
- Komisja przewodów i kabli. Przewodniczący: G. Sokolnicki. Członkowie: B. Hac, S. Palecki, J. Skowroński, B. Szapiro. Delegaci fabryk: Bernaczek — Kabel Polski w Bydgoszczy, T. Moskalewski — Fabryka Kabli

w Krakowie, A. Goldsztaub — Fabryka Kabli w Będzinie, Rubinstein — Kabel w Warszawie, W. Krukowski—Siemens.

10. Komisja izolatorów. *Przewodniczący:* K. Drewnowski. *Członkowie:* B. Hoffmann, S. Palecki, J. Skowroński.

11. Komisja przewodów napowietrznych. Komisja nieczynna z powodu przejęcia prac przez M. R. P.

12. Komisja maszyn elektrycznych: *Przewodniczący:* J. Roman. *Członkowie:* Z. Gogolewski, J. Gize, K. Idaszewski, M. Pożaryski, A. Rothert, B. Szapiro, St. Sliwiński, K. Żórawski.

13. Komisja sprzętu trakcyjnego. *Przewodniczący:* K. Mech. *Członkowie:* T. Baniewicz, T. Kozłowski, R. Madejski, R. Podoski, W. Rybczyński, K. Żórawski.

14. Komisja lamp elektrycznych. *Przewodniczący:* E. Potemski. *Członkowie:* T. Czaplicki, K. Drewnowski, K. Gnoiński. *Delegaci fabryk:* J. Bulzacki — Osram, L. Küsters — Philips, S. Rapp — Zjedn. Fabr. Żarówek.

15. Komisja teletechniczna. *Przewodniczący:* K. Zajdler. Komisja czynna jest przy Stow. Teletechników.

16. Komisja radjotechniczna. *Przewodniczący:* K. Krulisz. *Członkowie:* J. Duchowski, S. Jasiński, W. Scazighino.

17. Komisja zakłóceń w sieciach telekomunikacyjnych. *Przewodniczący:* M. Pożaryski. *Członkowie:* K. Dobrski, B. Hac, J. Kowalski, W. Krukowski, S. Kuhn, R. Podoski, L. Staniewicz, S. Zuchmantowicz.

18. Komisja przyrządów pomiarowych. *Przewodniczący:* B. Poboński. *Członkowie:* K. Drewnowski, W. Krukowski, J. Rząśnicki.

19. Komisja olejów izolacyjnych. *Przewodniczący:* T. Czaplicki. *Członkowie:* K. Drewnowski, B. Hac, B. Hoffmann, J. Skowroński, K. Smoleński, K. Straszewski, H. Wysocki.

20. Komisja mas kablowych. *Przewodniczący:* K. Drewnowski. *Członkowie:* B. Hac, M. Kleiman, J. Skowroński, K. Szpotański.

21. Komisja piorunochronów. *Przewodniczący:* M. Pożaryski. *Członkowie:* K. Gnoiński, J. Pawlikowski, W. Günther, A. Wieleżyński, S. Zygałło.

22. Komisja urządzeń elektrycznych w kopalniach nafty. *Przewodniczący:* G. Sokolnicki. *Członkowie:* M. Boj, J. Obrąpalski, B. Szapiro.

23. Komisja materiałów izolacyjnych. *Przewodniczący:* D. Sokolcow. *Członkowie:* F. Czarniecki, K. Drewnowski, B. Hac, A. Horkiewicz, A. Krzyczkowski, J. Skowroński, K. Szpotański.

## 60 Posiedzenie Prezydium P. K. E.

dn. 23 marca 1929 r.

*Obecni pp.:* Staniewicz (przewodniczący), Czaplicki, Drewnowski, Sokolnicki.

1. Przyjęcie protokołu z 59 posiedzenia prezydium.

Protokół przyjęto bez zmian.

2. Sprawy bieżące.

a) Przyjęto prowizoryczne zamknięcie rachunków za okres budżetowy 1928/29 przedstawione przez sekretarza generalnego. Postanowiono zaprosić Komisję do sprawdzenia rachunków przed zebraniem plenarnym.

b) Przyjęto do wiadomości treść pism, wystosowanych przez prezesa i sekretarza generalnego do zrzeszeń i instytucji należących do P. K. E. względnie go popierających, o wpłacenie składek na 1929 r.

c) Przyjęto do wiadomości wysłanie Belgijskiemu Komitetowi elektrotechnicznemu odpowiedzi w spra-

wie taryf w mniejszych gminach, opracowanej przy pomocy Związku Elektryków Polskich, który udzielił potrzebnych wykazów, dotyczących stukilkudziesięciu gmin.

3. Stan prac przepisowych.

Sekretarz generalny zreferował stan prac Komitetu w okresie od ostatniego posiedzenia prezydium.

Definicje. Wobec spodziewanego nadejścia z C. E. I. materiałów, dotyczących międzynarodowego słownika definicji, powołano do życia komisję definicji w składzie: prof. L. Staniewicz (przewodniczący), prof. K. Drewnowski, prof. St. Frycz, Dr. W. Krukowski.

Symboli. Postanowiono wezwać komisję symboli do przyspieszenia ostatecznej redakcji symboli tele- i radjotechniki (PPNE-19 i 20) i przedłożyć je do zatwierdzenia przez zebranie plenarne.

Napięcie normalne. Stwierdzono, że w tekście rozporządzenia Min. Robót Publ. z 18 czerwca 1928 r. (Dz. ust. Nr. 68, poz. 629) o napięciach normalnych w Polsce, które wyszło w redakcji nie uzgodnionej z P. K. E., istnieją pewne nieścisłości. Wobec tego, że i tekst PPNE-18 „Napięcia normalne”, daje również możliwość interpretacji odmiennej od treści, — postanowiono, aby zarząd Sekcji przepisowej przygotował nową redakcję tych norm i przedstawił ją w trybie regulaminowym, lecz przyspieszonym do uchwalenia przez P. K. E. i uzgodnienia z Min. Robót Publ.

Urządzenia kinematograficzne. Postanowiono wystąpić do Min. Spraw Wewnętrznych, do Województw i do Magistratów większych miast ze zwróceniem uwagi na przepisy P. K. E. (PPNE-11).

Przewody i kable. Wobec wyczerpania norm „Miedź wyżarzona” (PPNE-4) i „Przewody izolowane i kable” (PPNE-5) postanowiono przyspieszyć prace komisji przewodów i kabli nad nowelizacją tych ostatnich; zarząd Sekcji przepisowej ma zaproponować ewentualne poprawki co do PPNE-4.

Izolatory. Wobec wyczerpania norm na izolatory (PPNE-8) postanowiono poddać rewizji te normy i przygotować ewentualnie nowe wydanie.

Sprzęt trakcyjny. Przyjęto do wiadomości dalszą opinię P. K. E. (9 (Pologne) 101) do C. E. I. na podstawie referatu komisji Sprzętu trakcyjnego P. K. E., a dotyczącą przepisów na silniki trakcyjne.

Lampy elektryczne. Postanowiono wydać normy na żarówki (PPNE-21) w brzmieniu uchwalonym przez komisję lamp, oraz zasięgnąć opinii tej komisji w sprawie normy na jednostkę światłości (PPNE-3), której nakład został wyczerpany. Postanowiono opracować normy na oprawki i trzonki do żarówek edisonowskich.

Radjotechnika. Przyjęto do wiadomości wydanie w druku norm: „Przepisy na korzystanie z sieci telefonicznych jako anten lub uziemień” (PPNE-13) i „Wtyczki do urządzeń radjotechnicznych odbiorczych” (PPNE-15). Postanowiono wejść w porozumienie z Instytutem Radjotechnicznym co do usprawnienia działalności normalizacyjnej w zakresie radjotechniki.

Masy kablowe. Przyjęto poprawki do norm na masy kablowe (PPNE-16) w brzmieniu komisji; będą one zamieszczone w Przeglądzie Elektr., a całe normy podane do zatwierdzenia przez zebranie plenarne.

Materiały izolacyjne. Przyjęto do wiadomości odbycie się zebrania organizacyjnego komisji materiałów izolacyjnych i zatwierdzono skład tej komisji: prof. D. Sokolcow (przewodniczący), F. Czarniecki, K. Drewnowski, B. Hac, A. Horkiewicz, A. Krzyczkowski, J. Skowroński.

ski, K. Szpotański. Komisja ma się zająć w pierwszym rzędzie przepisami na materiały izolacyjne prasowane, oraz inne, których wyrób lub zastosowanie w kraju jest znaczne. Przygotowanie projektu przepisów powierzono inż. J. Skowrońskiemu.

#### 4. Sprawy wydawnictw.

Postanowiono wydać przepisy urzędzeń elektr. w kopalniach węgla (PPNE-17) w postaci broszury w nakładzie 1 000 egz.

Wobec możliwości wydania drugiego nakładu „Przepisów budowy i ruchu” (PPNE-10) postanowiono, aby komisja przepisów budowy i ruchu przygotowała najpotrzebniejsze poprawki do obecnego wydania i w najkrótszym czasie przedłożyła je do prezydium Komitetu.

#### 5. Sprawa zebrania plenarnego.

Ustalono termin zebrania plenarnego P. K. E. na 11 maja (sobota), 18 godz. w Stow. Elektr. Polskich, oraz jego porządek dzienny. Na tem zebraniu poza innymi sprawami ma być postawiony następujący wniosek o połączeniu się P. K. E. z S. E. P.:

„Plenarne Zebranie P. K. E. przyjmując do wiadomości:

- a) sprawozdanie prezydium o stanie rokowań ze Stowarzyszeniem Elektryków Polskich o połączeniu się z niem Komitetu,
  - b) oświadczenie zarządu głównego S. E. P., że przyjmuje projekt regulaminu P. K. E. opracowany przez prezydium Komitetu,
- postanawia:

1. Przyłączyć się do S. E. P. jako jego organ pracujący samodzielnie na podstawie regulaminu

przyjętego przez Zebranie plenarne, o ile władze S. E. P. regulamin ten zatwierdzą bez zasadniczych zmian.

2. Dostosować organizację P. K. E. do nowego regulaminu i wprowadzić ją w życie.
3. Upoważnić prezydium do przekazania organizacji i majątku P. K. E. władzom S. E. P. i przeprowadzenia wszelkich, związanych z tem, formalności.

#### 6. Preliminarz budżetowy na 1929 r.

Przyjęto na podstawie referatu sekretarza generalnego preliminarz budżetu na 2, 3 i 4 kwartał 1929 r., zamykający się w sumie 33 000 zł. w przychodach i wydatkach. Preliminarz ten będzie podany do zatwierdzenia zebraniu plenarnemu.

Postanowiono wprowadzić go w życie już od 1 kwietnia b. r. w miarę możliwości finansowych i przy ograniczeniu się do nie zbędnych wydatków.

#### 7. Sprawa połączenia się ze Stowarz. Elektryków Polskich.

Na posiedzeniu wspólnem z Zarządem Głównym S. E. P., które się odbyło po posiedzeniu prezydium P. K. E., członkowie prezydium wypowiedzieli się większością 3 głosów przeciw 1 wstrzymującemu się za utrzymaniem zasady, że sekretarz generalny S. E. P. jest z urzędu sekretarzem generalnym Komitetu, że więc P. K. E. nie będzie mieć sekretarza oddzielnego. Poza tem wprowadzono pewne nieznaczne poprawki do pierwotnego tekstu regulaminu P. K. E., który następnie ma być przedstawiony do zatwierdzenia przez zebranie plenarne. W szczególności ustalono, że sekretarz generalny S. E. P. nie może być powołany wbrew opinii prezydium P. K. E.

## PRZEMYSŁ I HANDEL

### Poznań.

W tych dniach odbyło się pierwsze konstytuujące zebranie Poznańskiego Związku Elektryfikacyjnego na podstawie statutu Związku, zatwierdzonego przez Izbę Wojewódzką w Poznaniu. Do Związku tego należą powiaty: Czarnków, Kościan, Śrem, Środa, Szamotuły, Września, Oborniki, Międzychód, Smigiel, Wągrowiec, Poznań i Grodzisk, — a celem Związku jest zaopatrzenie w siłę i światło elektryczne powyższych powiatów z elektrowni okręgowej, wybudowanej już przez miasto Poznań. W wyniku przeprowadzonych wyborów władze Związku ukonstytuowały się następująco: prezesem wybrany został p. starosta Jan Rożankowski ze Środy, wiceprezesem — p. starosta Tadeusz Kłós z Poznania; do zarządu weszli pp.: Cichocki z Międzychodu, starosta Narajewski z Kościana, dr. Matuszewski ze Śremu, Franciszek Opiełiński z Białężyna powiat Września i starosta dr. Rościszewski z Wągrowca. Do komisji rewizyjnej wybrano pp.: inż. Jezierskiego z Czempina, starostę Witkowskiego z Obornik i starostę Charkiewicza z Wrześni.

Wobec tego, że plany elektryfikacji są już gotowe, a ekspertyza ich dokonana przez profesorów politechniki warszawskiej i lwowskiej wypadła dodatnio — przeto najbliższem zadaniem Związku będą starania o uzyskanie uprawnień elektrycznego w Ministerstwie Robót Publicznych,

zawarcie umów z poszczególnymi miastami oraz podjęcie ostatecznych kroków co do zaciągnięcia pożyczki zagranicznej.

### Sartowice — Nowe.

Przed paroma miesiącami nastąpiło oddanie do użytku sieci wysokiego napięcia na odcinku Sartowice — Nowe województwa pomorskiego. Ma ona zasilać 11 stacyj transformatorowych, przeznaczonych dla kilkunastu wiosek w nizinach nadwiślańskich po lewej stronie Wisły, oraz dla miasta Nowego.

Sieć ta o napięciu 15 000 woltów składa się z trzech żył miedzianych o przekroju 16 mm<sup>2</sup> każda, prowadzonych na słupach drewnianych 14 m, które są uzbrojone w konstrukcje żelazne typu „lira” i izolatory stojące „Delta”. Rozpiętość prześleć znaczna, bo 120 do 130 m.

Sieć tę, budowaną w krótkim czasie i w trudnych warunkach, bo w wodonośnym terenie, wykonała dla Związku Elektryfikacyjnego Chelmno - Święcie - Toruń — Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek”.

### Toruń — Ciechocinek — Aleksandrów.

Od roku 1927 zasila elektrownia Toruńska prądem z Gródka znane uzdrowisko Ciechocinek i miasto Aleksandrów w województwie warszawskiem.

Linie zasilające (15 000 woltów) wybudowała dla elektrowni toruńskiej Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” własnymi siłami technicznymi i z własnych materiałów.