

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO

Redaktor inż. Tadeusz Czaplicki

Rok XXIV

Warszawa, 21 sierpnia 1948 r.

Zeszyt 7/8

KRONIKA

XXXV. Doświadczenie i nauka z budowy pierwszej polskiej linii przesyłowej na 220 kV.

W końcu roku ubiegłego [Kr. XXVI] nasz organizm gospodarczy uzyskał potężną tętnicę do rozprowadzania energii elektrycznej w kraju w postaci pierwszej linii 220-kilowoltowej — narazie na odcinku łączącym dwa z naszych najpoważniejszych ośrodków przemysłowych: Śląsk i Łódź. Następnym i to niedalekim etapem budowy będzie przedłużenie linii do Warszawy. Zdolność przesyłowa linii na potrzeby Łodzi i Warszawy obliczona jest na 160 MW.

Napięcie przesyłowe 220 kV, należące do kategorii najwyższych na świecie, wystarczy nam niezawodnie na dłuższy okres i nie potrzebujemy narazie — nawet jeśli chodzi nie tylko o nasze wewnętrzne potrzeby, lecz i o eksport energii — myśleć o jeszcze wyższych napięciach.

Dla braku transformatorów i z powodu niegotowych jeszcze urządzeń wytwórczych na Śląsku linia Śląsk - Łódź będzie przez pewien okres pracować na napięciu 110 kV.

Długość wybudowanego odcinka Śląsk - Łódź, zaczynającego się w Łagiszy pod Będzinem i kończącego się w Janowie pod Łodzią, wynosi 161 km. Sama linia (jednotorowa) na tym odcinku kosztowała 1017 mln. zł, a więc średnio 6,4 mln. zł/km. Tymczasowe podstacje na krańcach linii oraz połączenia ich z pierścieniem śląskim na południu, a z elektrownią łódzką w północnym końcu kosztowały dodatkowo 213 mln. zł.

Okres budowy od powzięcia decyzji o budowie (11. XI. 46) do rozpoczęcia przesyłu energii (30. XI. 47) trwał łącznie z niedzielami i dniami świątecznymi 384 dni i obejmował również prace nad sporządzeniem projektu i przygotowaniem zamówień. Sam montaż linii w terenie (380 słupów) zajął 240 dni. Średnio wypadło 1,5 dnia czasu na kilometr linii i 1,6 słupa na dzień pracy montażowej.

Taka jest krótka charakterystyka dokonanego dzieła pod względem technicznym i gospodarczym w liczbach.

Celem zarządzenia o budowie linii było zapewnienie łódzkiemu okręgowi energetycznemu pomocy ze Śląska jeszcze na sezon zimowy 1947/48 r. wobec przewidywanych tam na ten czas trudności w związku z istniejącym niedoborem mocy miejscowej. Wyznaczony termin oznaczał konieczność oddania linii do użytku niespełna za rok, a tymczasem projektu wykonawczego jeszcze nie było. Firmy zagraniczne uznały w takich warunkach za niemożliwe wykonanie budowy w wyznaczonym czasie. I dobrze, że tak się stało, bo zdani na własne siły uwierzyliśmy w nie i nie zawiedliśmy się: budowa była wykonana przed zimą 1947/48 r., była wykonana należycie, była wykonana wyłącznie wysiłkiem rąk i mózgow polskich, była wykonana całkowicie z materiału polskiego poza jednym drobiazgiem (zaciski odciągowe i złączki do przewodów), którego już nie zdążyliśmy sami skonstruować na czas i który wypadło przeto pośpiesznie sprowadzić zza granicy.

W zeszycie niniejszym projektodawcy, kierownicy i wykonawcy budowy, którą się słusznie możemy chlubić, roztańczają przed nami pełny obraz swych wysiłków nad realizowaniem postawionego im zadania. Nie teoretycznym rozważaniem, nie obliczeniom matematycznym, lecz wyjątkowo wyjaśnieniom i wskazówkom praktycznym poświęcone są ich uwagi. Twórcy linii hojnie dzielą się z nami zdobytym doświadczeniem i pouczają nas nie tylko o tym, jak się buduje linię napowietrzną na najwyższe napięcia, lecz również o tym, jak się taką linię buduje szybko. Wyczerpujące informacje i obfity materiał ilustracyjny pozwalają czytelnikowi dokładnie zapoznać się z racjonalnymi metodami budowy, z wyłaniającymi się przy takiej bu-

dowie trudnościami i ze sposobami pokonywania ich, z najważniejszymi formami organizacyjnymi dla urzeczywistnienia podobnych przedsięwzięć. Doświadczony w tej dziedzinie fachowiec z zainteresowaniem porówna wyniki wykonanej obecnie pracy z danymi swej własnej praktyki. Dla młodego inżyniera wiadomości praktyczne pochodzące od budowniczych linii będą źródłem nowoczesnej wiedzy praktycznej o budowie urządzeń tego rodzaju. Oględziny naszej nowej linii w naturze, dostępne na długości 161 km dla niejednego czytelnika, łatwo mu uplastycznia treść artykułów.

Wartość materiału, zawartego w niniejszym zeszycie, sięga jednak znacznie dalej. Znajdujemy w nim niejedną konkretną i cenny przyczynek do będących obecnie na dobie i pilnych prac nad „planem technicznym“. Z wywodów autorów wynikają następujące wskazania dla planu technicznego w dziedzinie budowy linii przesyłowych wyższych napięć.

1. Do budowy takich linii powinna istnieć osobna centralna instytucja dla całego państwa, w której należałoby ześrodkować zarówno opracowywanie szczegółowych projektów wykonawczych, jak i organizowanie oraz wykonywanie robót w terenie. Zlecenie budowy linii jednemu zjednoczeniu energetycznemu nawet w tym wypadku, gdyby linia przesyłowa nie wybiegała poza obręb tego zjednoczenia, należy uznać za mniej właściwe, gdyż stwarzanie za każdym razem w poszczególnych zjednoczeniach ad hoc nowego aparatu wykonawczego byłoby i trudniejsze, i kosztowniejsze, i mniej sprawne, a ponadto zaabsorbowanie miejscowego personelu nadzwyczajną i bardzo odpowiedzialną pracą na rok albo i dłużej spowodowałoby zawsze uszczerbek dla normalnych prac bieżących i budowa łatwo może się stać dla zjednoczenia zadaniem raczej uciążliwym. Oczywiście, w spółudział miejscowych zjednoczeń w projektowaniu i budowie jest konieczny. Praktyka łatwo wyznaczy najważniejsze granice i formy tego współudziału.

2. W przypadku ześrodkowania budowy linii wyższych napięć w jednym centralnym organie będzie rzeczą łatwą układanie i realizowanie corocznych planów inwestycyjnych w tej dziedzinie dla całego państwa odpowiednio do możliwości budżetowych i przy najlepszym wykorzystaniu tych możliwości. Projekty będą opracowywane według ujednostajnionych metod, a więc szybko, z uwzględnieniem własnego stałe gromadzonego na kolejnych budowach doświadczenia oraz postępów techniki światowej, konstrukcje i sprzęt będą daleko znormalizowane na obszarze państwa, personel będzie posiadał najlepsze kwalifikacje fachowe, będzie łatwość szkolenia i utrzymania tego personelu, przystosowanego, oczywiście, do koczowania z sezonu na sezon i urlopowania tylko w miesiącach zimowych, łatwe będzie uzgadnianie corocznych planów produkcyjnych z poszczególnymi przemysłami (hutniczym, liniarskim, ceramicznym, aparatomym itd.) i dotrzymywanie tych planów, osiągnięte się łatwość całorocznego zatrudnienia (bez przerwy) dobrze zgranego aparatu wykonawczego, gdyż wobec możliwości wyzyskania go również do robót na liniach o napięciach niekoniecznie najwyższych, zawsze cały rok pracy będzie mógł być wypełniony bez marnotrawstwa czasu i dezorganizacji aparatu.

Wydaje się, że właśnie w dziedzinie budowy linii wysokich napięć ułożenie i ścisłe wykonanie z powodzeniem całorocznego planu technicznego będzie łatwiejsze niż w wielu innych.

Nienormalnością w budowie pierwszej linii 220-kilowoltowej było to, że z przyczyn wyjątkowych wypadło rozpoczynać tę budowę przed ostatecznym wykończeniem

projektu. W ramach ustabilizowanego planu technicznego, realizowanego z roku na rok, podobna okoliczność nie wystąpi nigdy i wtedy tempo robót budowlanych, które energetyka polska osiągnęła w 1947 roku, będzie mogło być utrzymane jako stałe zjawisko, a być może nawet

przekroczone. Osiągnięcia nasze przy budowie linii Śląsk - Łódź mogą być, więc uważamy, że mają być nie jednorazowym efektywnym pokazem, lecz wzorem naszej normalnej i stałej praktyki.

Tadeusz Czapliski

LINIA PRZESYŁOWA ŚLĄSK-ŁÓDŹ NA 220 kV

INŻ. JAN LATOUR
Dyr. Techn. CZE

Linia Śląsk-Łódź jako ważny etap w rozwoju energetyki polskiej

Tręść. Linia Śląsk - Łódź (długości 161 km) jest pierwszym odcinkiem podstawowych linii przesyłowych w Polsce o napięciu 220 kV i jest fragmentem szerszych powojennych zamierzeń elektryfikacyjnych. Sporządzenie projektu i budowa linii zajęły razem rok czasu. Korzyści z linii dla okręgu łódzkiego.

Линия Силезия-Лодзь — важный этап развития электроэнергетики в Польше. Линия Силезия-Лодзь (длиной 161 км) является первым участком основных линий передачи в 220 кВ в Польше и частью более широких последовательных предпринятых в области электрификации страны. С изготовлением проекта и постановкой линии удалось справиться в течение одного года. Польза от линии для лодзинского округа.

The Silesia - Łódź Line as an Important Stage in the Development of Polish Power Engineering. The Silesia - Łódź line (161 km long) is the first sector of the basic 220 kV transmission system in Poland and constitutes one of the phases of the extensive post-war electrification plans. The preparation of the project and the construction of the line were carried out within one year. Benefits of the line to the Łódź district.

La ligne Silésie - Łódź, étape importante dans le développement de l'exploitation de l'énergie électrique en Pologne. La ligne Silésie - Łódź (longueur 161 km) représente en Pologne le premier tronçon des lignes de transport de force fondamentales à 220 kV. Elle constitue un fragment de projets d'électrification d'après-guerre bien plus vastes. L'établissement du projet et la construction de la ligne durèrent au total un an. Avantages que la région de Łódź retire de l'existence de la ligne.

Uruchomienie podstawowego elementu polskiej sieci 220-kilowoltowej — odcinka Śląsk-Łódź — stanowi niewątpliwie datę historyczną w rozwoju energetyki polskiej. Budowa tego odcinka w niezwykle szybkim tempie jest jednym z materialnych dowodów tych wielkich przeobrażeń, które zaszły w energetyce w ramach przemian produkcyjnych całego przemysłu. Przemiany te widzimy w technicznej i ekonomicznej działalności energetyki, a także — i to przede wszystkim — w psychice pracowników energetyki polskiej.

W okresie od odzyskania niepodległości została sformułowana koncepcja rozbudowy energetyki polskiej. Koncepcja polega: 1) na rozbudowaniu bazy produkcyjnej na podstawie wykorzystania niskowartościowego węgla w pobliżu miejsc jego wydobywania, 2) na budowie szeregu elektrowni podstawowych o mocy 100 do 300 MW, 3) na stworzeniu sieci napięcia średniego i wysokiego, obejmującej cały kraj, gęstej i nadającej się do dalszej rozbudowy, 4) na budowie podstawowych linii przesyłowych bardzo wysokiego napięcia do transportu dużych ilości energii na duże odległości, 5) na wykorzystaniu oraz skompletowaniu istniejących siłowni, rozsianych po kraju, ze stopniowym przejściem ich z pracy w roli elektrowni podstawowych na pracę w roli elektrowni szczytowych, podporowych i wreszcie rezerwowych. Dalsze elementy koncepcji energetycznej, a mianowicie wykorzystanie miejscowych paliw niskowartościowych — węgla brunatnego i torfu oraz koncepcja hydro-energetyczna znajdują się zaledwie w początkowym stadium opracowania.

Linia, łącząca 110-kilowoltowy pierścień śląski z jednym z najważniejszych odbiorców energii — przemysłem łódzkim, jest przedsięwzięciem, które ze względu na wyjątkowy charakter zapotrzebowania łódzkiego wymaga szczególnego potraktowania i które już w pierwszych tygodniach eksploatacji wykazało w zupełności słuszność swoich założeń koncepcyjnych. Obciążenie przemysłu łódzkiego, ze względu na specyficzny charakter rozmieszczenia odbiorców przemysłowych wewnątrz wielkiego miasta o stosunkowo dobrze rozwiniętym obciążeniu konsumpcyjnym, zmusza do traktowania znacznej części odbiorców przemysłowych i konsumpcyjnych jako jednej nierozdzielnej całości. Ubytek dostaw energii dla przemysłu włókienniczego oznacza szczególnie dotkliwe straty zarówno pod względem wartości utraconej produkcji, jak i szkód materialnych i psychicznych, spowodowanych przestojami znacznej liczby pracowników.

Wzrost produkcji przemysłu łódzkiego spowodował, że obszar zasilania Elektrowni Łódzkiej, stanowiącej wraz z grupą niewielkich elektrowni łódzkiego okręgu przemysłowego „wyspę energetyczną“, znalazł się bez rezerw. Oznaczało to, że każdy wypadek w okręgu łódzkim odbije się bardzo dotkliwie na przemyśle łódzkim i mie-

ście Łodzi. Najszybszym sposobem stworzenia niezbędnej rezerwy było połączenie okręgu łódzkiego z jedynym naszym wielkim zespołem energetycznym — z Górnym Śląskiem. Takie połączenie możliwe było w dwojaki sposób: 1) za pomocą linii 110-kilowoltowej na słupach drewnianych — sposób tańszy i łatwiejszy do wykonania, oraz 2) przez wcześniejszą budowę linii 220-kilowoltowej Śląsk-Łódź, linii stanowiącej niezbędny pierwszy element podstawy sieci na 220 kV — alternatywa kosztowniejsza, trudniejsza do wykonania, a przede wszystkim wymagająca dłuższego czasu oraz przejęcia od obcych szeregu wzorów technicznych, dotychczas w kraju nie stosowanych.

Decyzja zastosowania wariantu drugiego jest rezultatem przemian psychicznych, które zaszły w świadomości energetyków. We wstępnym okresie dyskusji nad założeniami linii Śląsk-Łódź bardzo poważni i doświadczeni fachowcy uważali, że linia ta wymaga na realizację okresu trzyletniego. Dla powzięcia decyzji wybudowania linii w ciągu niespełna jednego roku potrzebna była śmiałość techniczna przy równoczesnej jasnej ocenie zarówno możliwości realizacyjnych, jak i trudności przedsięwzięcia.

Ażeby linia spełniła swoje zadanie, musiała być włączona przed okresem szczytu zimowego 1947/48 roku, to znaczy, że na czoło problematyki realizacyjnej wysunął się termin ukończenia budowy, wysunęło się tempo urzędowania projektu. Tempo wykonania pierwszej tego rodzaju budowy w kraju jest najbardziej oczywistym dowodem głębi przemian, o których mówimy. Można zaryzykować twierdzenie, że śmiałość koncepcji realizacyjnej była elementem nie tylko nieprzeszkadzającym jej urzędowaniu, ale wręcz mobilizującym nasze wysiłki. Można twierdzić, że budowa linii „drewnianej“ na 110 kV byłaby w tym terminie trudniejsza do wykonania, aniżeli budowa kapitalnej linii 220-kilowoltowej.

Rozmiar przedsięwzięcia, jego charakterystyka terenowa uczyniły z problemu realizacyjnego problem w równym stopniu organizacyjny i techniczny. I tu trzeba powiedzieć, że realizatorzy przedsięwzięcia, mimo szeregu niepowodzeń, stanęli na wysokości zadania: wymagania co do terminu i technicznej jakości obiektu zostały spełnione. Okręg łódzki, w którym zakłócenia ruchu własnych urządzeń wytwórczych w okresie szczytu 1947/48 r. były stosunkowo liczne, nie odczuł tych wypadków pod względem przemysłowym. Obliczenie „wartości szkód unikniętych“ jest w danym razie, oczywiście, niezwykle skomplikowane, a jednak nawet ostrożne obliczenia wskazują, że już w pierwszym okresie eksploatacji linii oszczędzono w unikniętych szkodach więcej, aniżeli wynosił koszt budowy linii, choć przy budowie linii nie wykorzystano wszystkich możliwości zmniejszenia kosztów budowy.

Należy podkreślić, że znaczenie budowy linii Śląsk-Łódź polega nie tylko na jej użyteczności eksploatacyjnej, ale i na tym, że przy tym przedsięwzięciu, realizowanym w niezwykłym, rekordowym tempie, wykształciły się kadry pracowników sieciowych, że wzrosło nasze samopoczucie, że nasi sieciowcy uświadomili sobie, do czego są zdolni, że otrzymaliśmy potwierdzenie słuszności naszej śmiałej koncepcji. Nie wolno nam zapominać,

że linia Śląsk-Łódź jest dopiero początkiem, że przed nami stoją bardzo wielkie zadania i że — aby im sprostać — konieczne jest nie tylko wykorzystanie tego poważnego doświadczenia, które dała budowa pierwszej „wielkiej linii“ w Polsce Odrodzonej, ale i największy wysiłek w kierunku dalszego podniesienia techniki budownictwa sieciowego.

INŻ. KAROL PRZANOWSKI
Szef Biura Studiów w Dyr. Bud. Linii

Założenia techniczne projektu linii elektrycznej Śląsk-Łódź o napięciu 220 kV na tle projektu linii Śląsk-Łódź-Warszawa

Treść. Rys historyczny koncepcji linii Śląsk — Łódź — Warszawa. Aktualne założenia techniczne tej linii: podstawowy schemat, rozpiływ mocy w latach 1951/60 i 1960/65, trasa linii, uwzględnienie warunków klimatycznych, wybór liczby torów, wybór materiału na słupy, przewody, projekt podstacji transformatorowych, szczegółowy schemat, dane techniczne transformatorów, kompensatorów i wyłączników, izolacja urządzeń rozdzielni na 220 i 110 kV, dane techniczne ochronników zavorowych. Urządzenia pomocnicze.

Szczegóły techniczne wykonanego odcinka Śląsk — Łódź: słupy, ich typy i liczba, układ przewodów, fundamenty, przewód roboczy i linka uziemiająca, wybór typu izolatorów, zawieszania, napięcia próbne łańcuchów izolatorowych przy częstotliwości roboczej i przy udarach, linki uziemiające i ich rozmieszczenie, uziemienie stupów i związek pomiędzy opornością uziemienia a opornością linii na przepięcia udarowe, rozmieszczenie przewodów na słupie, rozpiętość przesei, drgania i „taniec“ przewodów, stopień bezpieczeństwa elementów linii.

Технические основы проекта электрической линии передачи Силезия—Лодзь напряжением 220 кВ. как части проекта линии Силезия—Лодзь—Варшава. Исторический очерк и нынешний вид проекта: общая схема, передаваемые мощности в периоды 1951—60 и 1960—65 гг., трасса линии, учет климатических условий, выбор числа цепей линии, выбор материалов для опор и проводов, проект трансформаторных подстанций, подробная схема, технические данные трансформаторов, конденсаторов и выключателей, изоляция распределительных устройств на 220 и 110 кВ, технические данные вентиляционных разрядников, вспомогательные устройства.

Технические подробности о построенном участке Силезия—Лодзь: опоры, их тип и число, расположение проводов, фундаменты, рабочий провод и заземленный трос, выбор типа изоляторов, подвесные устройства, испытательное напряжение для изоляторовных гирлянд при номинальной частоте и при импульсных разрядах, заземленные тросы и их расположение, заземление опор и связь между сопротивлением заземлений и импульсной прочностью линии, расположение рабочих проводов на опоре, величина пролета, колебания и „пляска“ проводов, коэффициент безопасности элементов линии.

Technical Considerations in the Planning of the Silesia — Łódź 220 kV Electric Line as the Initial Part of the Projected Silesia — Łódź — Warsaw Line. History of the conception of the Silesia — Łódź — Warsaw line. Technical considerations of this line: basic diagram; distribution of power during the periods 1951/60 and 1960/65; route; allowance for climatic conditions; decision as to the number of circuits; selection of material for towers and conductors; planning of transformer substations. Detailed diagram, technical data for transformers, synchronous condensers and circuit-breakers, insulation of switchgear for 220 kV and 110 kV, technical data for valve type lightning arresters, auxiliary equipment.

Technical details of the completed line sector from Silesia to Łódź: type and number of towers, arrangement of conductors, foundations, power conductors and earth wires, selection of insulator type and suspension method; test voltage of insulator chains at working frequency and under impulse over-voltage; earth wires and their arrangement, earthing of towers and the relationship between earthing resistance and line resistance to the impulse over-voltage; arrangement of conductors on the towers, span, vibrations and „dance“ of the conductors; safety factor of the elements of the line.

Données techniques du projet de ligne électrique à 220 kV Silésie — Łódź, dans le cadre du projet de ligne Silésie — Łódź — Varsovie. Historique du projet de ligne Silésie — Łódź — Varsovie. Données techniques actuelles de ce projet: schéma fondamental, répartition de la puissance dans les années 1951—60 et 1960—65, tracé de la ligne, influence du climat sur le projet de la ligne, choix entre lignes simples et doubles, choix du matériau pour les pylônes, conducteurs, projet des sous-stations de transformateurs, schéma détaillé, données techniques des transformateurs, compensateurs et disjoncteurs, isolement de l'appareillage des tableaux à 220 et 110 kV, données techniques des parafoudres à soupape, appareillage auxiliaire.

Détails techniques du tronçon Silésie — Łódź déjà construit; types et nombre des pylônes, montage des conducteurs, fondations, conducteur de travail et fil de garde, choix du type des isolateurs, suspensions, tensions d'essai des chaînes d'isolateurs à la fréquence de travail et sous ondes de choc, fils de garde, leurs emplacements, mise à la terre des pylônes et relation entre la résistance des mises à la terre et la résistance de la ligne aux surtensions, emplacement des conducteurs sur un pylône, longueurs des portées, vibrations et „danse“ des conducteurs, coefficient de sécurité des éléments de la ligne.

1. Wstęp.

Wybudowany już odcinek linii na 220 kV ze Śląska do Łodzi stanowi część magistrali, której zadaniem jest zasilanie energią ze Śląska ośrodków przemysłowych Łodzi i Warszawy. Odcinek Śląsk-Łódź powinien zatem być rozpatrywany na tle projektu całkowitej linii Śląsk-Łódź-Warszawa.

W Przeglądzie Elektrotechnicznym (1947, z. 3/4) były podane zasadnicze założenia projektu; uległy one następnie pewnym zmianom. Tu chcemy zapoznać czytelnika z projektem ostatecznym, według którego ustalono wszystkie elementy i warunki techniczne zarówno dla linii, jak i dla podstacji transformatorowych w Łagiszy, Łodzi i Warszawie.

2. Rys historyczny koncepcji.

Linie elektryczne najwyższych napięć, biorące swój początek na Śląsku i biegnące w głąb naszego kraju, są naturalną konsekwencją geograficznego rozmieszczenia węgla. Projekty takich linii zajmowały umysły naszych elektryfikatorów od lat co najmniej dwudziestu. Interesujące jest, jak z biegiem czasu zmieniały się zasadnicze założenia projektów, jak rosły napięcia robocze linii i wielkości przenoszonych mocy. Zmiany założeń były możliwe, gdyż odnosiły się ciągle do projektów. Dopiero bowiem w latach 1935—1938 ruszyła u nas budowa linii dalekosiężnych i to ze względów strategicznych, a nie gospodarczych.

W Technice Ciepłej *) z roku 1928 rozważany był projekt budowy dwutorowej linii na 110 kV Zagłębie Węglowe—Częstochowa—Łódź—Warszawa. Na słupach wybudowanych dla dwóch torów 110-kilowoltowych miał być początkowo zawieszony jeden tor o przekroju na odcinku Zagłębie—Częstochowa 150 mm² Cu. na odcinkach pozostałych 120 mm² Cu. Moce oddawane przy czynnym jednym torze miały wynosić: w Częstochowie 10 MW, w Łodzi 20 MW, w Warszawie 20 MW, wszystkie przy $\cos \varphi = 1$. Przy pracy dwóch torów moce te miały być podwojone.

W końcu roku 1937 **) kiedy został już wybudowany i uruchomiony pierwszy odcinek sieci krajowej na napięcie 150 kV z Mościc do Starachowic, nowe projekty przewidują budowę linii Zagłębie—Łódź—Warszawa (z pominięciem Częstochowy) już o napięciu 150 kV jako części sieci krajowej. Projekty tego okresu miały w sobie dużo z tzw. koncepcji Harrimana.

W końcu roku 1938 projekt linii na 150 kV Zagłębie—Łódź—Warszawa konkretyzuje się **). Linia ma być dwutorowa, a moce z niej oddawane miały wynosić dla Łodzi 50 MW i dla Warszawy 50 MW.

*) J. Obrąpalski. Kilka uwag w sprawie elektryfikacji Polski. Technika Ciepła, 1928, nr 11.

**) J. Obrąpalski. Zagadnienia energetyczne Polski w dobie dzisiejszej. Przegl. Elektr., 1937, z. 24.

*** J. Obrąpalski. Zadania i koszt budowy elektrycznych linii przesyłowych Zagłębie—Warszawa oraz Zagłębie—C. O. P. Przegl. Elektr., 1938, z. 22.

W następnych projektach opracowanych w czasie wojny i po niej linia Śląsk—Łódź—Warszawa była przewidziana jako linia jednotorowa o napięciu 220 kV. Wraz z napięciem wzrosły także i moce odbiorów w Łodzi i Warszawie i to wzrosły dość znacznie (PE, 1947, z. 3/4).

3. Linia na 220 kV Śląsk—Łódź—Warszawa.

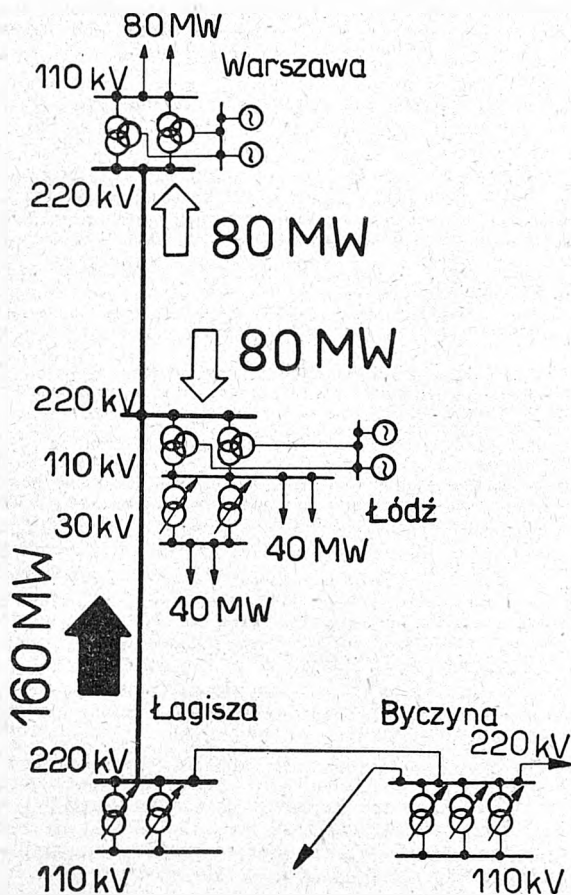
a) Założenia energetyczne

Dla określenia mocy przesyłanych przez linię Śląsk—Łódź—Warszawa ustalono dwa okresy czasu: I) lata 1951/60 i II) lata 1960/65.

Rozpływ mocy dla okresu II przedstawiony jest na rys. 1. Moce przesyłane w okresie I są dwukrotnie mniejsze.

Przy obliczeniach linii na gospodarność zakładano, że czas użytkowania mocy szczytowej wynosi 5000 godzin rocznie.

Zasadniczym kierunkiem przepływu energii jest kierunek ze Śląska do Łodzi i Warszawy, można zatem dopu-



Rys. 1. Zasadniczy schemat linii na 220 kV Śląsk—Łódź—Warszawa

ścić zmniejszanie się napięcia roboczego na szynach 220 kV poszczególnych podstacji w kierunku Łodzi i Warszawy, w miarę oddalania się od źródła zasilania.

Wobec tego jednak, że należy się liczyć z możliwością przesyłania energii na odcinku Łódź—Warszawa także i w odwrotnym kierunku, np. przy uszkodzeniu odcinka linii Śląsk—Łódź, konieczne jest, ażeby różnica napięć na szynach 220 kV w Łodzi i w Warszawie przy kierunku zasadniczym nie była znacząca.

W obecnych założeniach przyjęto jednakowy pobór mocy z linii 220 kV dla Łodzi i Warszawy — po 80 MW w II-gim okresie. W Łodzi 40 MW przy $\cos \varphi = 0,85$ ma się oddawać do sieci 110 kV, pozostałe 40 MW przy $\cos \varphi = 0,8$ — do sieci 30 kV elektrowni łódzkiej. W Warszawie całe 80 MW ma być oddawane przy $\cos \varphi = 0,85$ na napięciu 110 kV.

Na rys. 1 pokazane jest projektowane przedłużenie linii 220 kV z Łagiszy do Byczyny i z Byczyny w kierunku południowo-zachodnim i wschodnim. Przy takim układzie powstaje następujący obraz pracy: elektrownie ciepłe

Śląska oraz wodne Podkarpacia zasilają sieci 110 kV jak szyny zbiorcze, które z kolei zasilają linie eksportowe na 220 kV.

Rozważana jest także inna koncepcja, która była przyjęta w planie elektryfikacji Polski, opracowanym przez Komisję SEP-u w okresie okupacji. Polega ona na wyodrębnieniu elektrowni eksportowych, przeznaczonych w zasadzie na dostawę energii do linii 220 kV. Takie rozwiązanie ma swoje zalety. 1) Pozwala na sprzężenie generatorów za pośrednictwem transformatorów blokowych od razu z szynami 220 kV. Transformatory pośrednie (110/220 kV) są wyeliminowane, przez co zwiększa się sprzężenie generatorów z linią i powiększa moc graniczną równowagi statycznej, a równocześnie odpadają straty jednego stopnia transformacji. 2) Pozwala na dostosowanie generatorów elektrowni eksportowych do wymagań dynamicznej równowagi współpracy. Tworzy się z linii 220 kV i elektrowni eksportowych coś w rodzaju bloku. 3) Przez rozdzielenie sieci na 110 i 220 kV zmniejszają się z jednej strony prądy zwarcia w tych sieciach, z drugiej strony zakłócenia powstałe w jednej sieci nie mają wpływu na pracę drugiej sieci, co ma szczególne znaczenie ze względu na równowagę dynamiczną współpracy.

b) Trasa linii

Założenia dotyczące trasy opisane w PE, 1947, z. 3/4, nie uległy zmianie.

Rozważania nad zagadnieniem, czy linia o napięciu 220 kV ma przebiegać jako prosta, czy też trasa jej powinna dostosować się do przebiegu dróg komunikacyjnych, doprowadziły do przyjęcia koncepcji pierwszej tzn. linii prostej. Przyjęto pogląd, że linie główne, zbudowane mocno zarówno pod względem mechanicznym jak i elektrycznym, a więc linie z jednej strony o dużym koszcie zakładowym, z drugiej strony o małym prawdopodobieństwie uszkodzeń, powinny być budowane jako linie możliwie proste. Do takich linii należy linia 220 kV Śląsk—Łódź—Warszawa. Natomiast linie słabsze i tańsze, np. o napięciu 220 kV na słupach drewnianych, powinny przebiegać z większym dostosowaniem trasy do szlaków komunikacyjnych.

c) Elementy linii

Wpływ warunków klimatycznych. Ze względu na duże moce, które są przesyłane liniami o napięciu 220 kV, należy położyć duży nacisk na takie ich zaprojektowanie, ażeby została osiągnięta możliwie największa pewność i ciągłość ruchu. Stąd projekt musi uwzględniać rzeczywiste warunki klimatyczne panujące w okolicach, przez które ma przebiegać linia.

Warunkami, które najbardziej wpływają na projekt, są u nas burze elektryczne, sadz (gołoledź) i burze termiczne (wiatry). Jesteśmy obecnie w stanie, nie przekraczając granicy opłacalności gospodarczej, budować linie na napięciu 220 kV — praktycznie biorąc — o całkowitej odporności na burze elektryczne, sadz i wiatry, oczywiście poza katastrofalnym, a więc rzadkim nasileniem tych zjawisk.

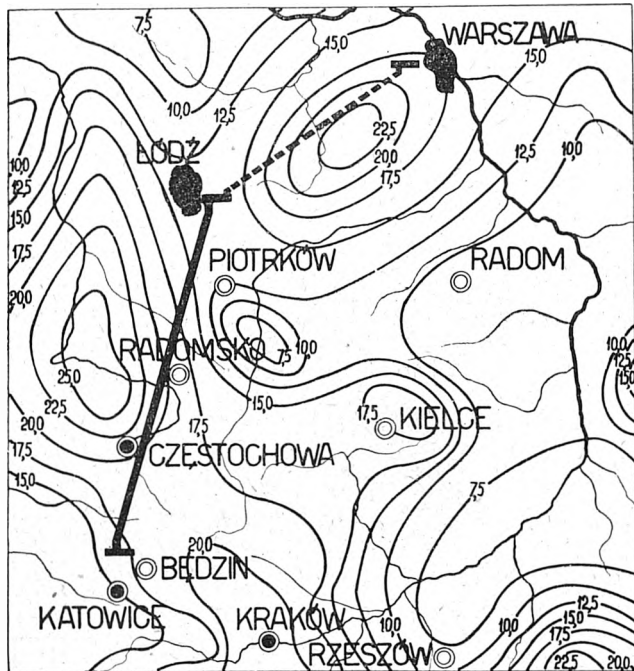
Najwięcej trudności nastęrcza jeszcze dostosowanie odporności linii do warunków burz elektrycznych. Dane klimatyczne zebrane z trasy linii Śląsk—Łódź—Warszawa nie wskazują na istnienie jakichś stref niebezpiecznych z powodu częstości i nasilenia gołoledzi lub wiatrów.

Mapka burz elektrycznych dla okolic, przez które biegnie trasa linii przedstawiona jest na rys. 2*). Widać z niej, że na odcinku Śląsk—Łódź największa liczba dni burzowych w roku wynosi 22,5 i występuje pomiędzy Częstochową i Radomskiem. Na odcinku Łódź—Warszawa liczba dni burzowych w roku osiąga tę samą wielkość 22,5 w odległości ok. 1/3 długości linii od Warszawy.

Interesujące jest porównanie częstości burz elektrycznych u nas i gdzie indziej. W Stanach Zjednoczonych Ameryki ok. 70% obszaru kraju posiada liczbę burz w roku większą od 30, a są okolice, w których liczba ta osiąga 90. W Szwecji w części północnej i środkowej kraju roczna częstość burz wynosi 8, w części południowej wzrasta do 11. W Związku Radzieckim warunki burzowe są podobne do naszych. Przytoczone liczby wskazują, że nasilenie burz zmienia się ilościowo dość znacznie w zale-

*) Opracowana specjalnie przez Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny i zawiera dane z lat 1925—34.

ności od kraju. Stosunek największej rocznej częstości burz np. w Szwecji i Stanach Zjednoczonych wynosi 1:8. A ponieważ czynniki określające odporność linii na przepięcia atmosferyczne, tzn. izolacja linii, oporność uziemień, materiał słupów, obecność linek uziemionych, stosowanie ochronników wydmuchowych, cewek Petersena, automatycznego powtórnego włączania, wiążą się z nasile-



Rys. 2. Średnia liczba dni burzowych w roku w okolicach trasy linii Śląsk—Łódź—Warszawa na podstawie danych z lat 1925—1934

niem burz, staje się rzeczą oczywistą, że wzorując się na rozwiązaniach stosowanych przez inne kraje przy budowie linii 220 kV należy uwzględnić warunki burzowe istniejące w tamtych krajach.

Liczba torów. Linie o napięciu 220 kV buduje się obecnie z zasady jako jednotorowe, co wynika z następujących rozważań natury gospodarczej i eksploatacyjnej.

1) Wobec dużej przelotności linii na 220 kV rzadko powstaje od samego początku konieczność wybudowania linii dwutorowej. Jeśli przewidując potrzebę w przyszłości linii dwutorowej ustawimy od razu słupy zaprojektowane dla dwóch torów, a zawiesimy tylko jeden tor wystarczający w okresie początkowym, to podrażamy koszty zakładowe budowy linii i wierzimy bezużytecznie materiału i kapitału przez cały okres początkowej pracy linii, mogący trwać lat kilka lub kilkanaście. Poza tym gdy nadejdzie czas, że należy już założyć drugi tor, natrafiamy na duże trudności zarówno przy montażu drugiego toru podczas pracy pierwszego, jak i przy wyłączeniu pierwszego toru, a więc przerwaniu dostawy wielkiej ilości energii w celu ułatwienia tego montażu. Jeśli się temu przeciwstawi fakt, że dwie linie jednotorowe na 220 kV kosztują tylko o 25 do 30% więcej aniżeli jedna linia dwutorowa, otrzymuje się warunki ekonomiczne co najmniej jednakowe dla obydwu rodzajów rozwiązań.

2) Dwie linie jednotorowe o napięciu 220 kV, biegnące równolegle nawet w nieznacznej od siebie odległości, są pewniejsze niż linia dwutorowa na to napięcie. Jeżeli wskutek katastrofalnej gołoledzi lub wichury zostanie uszkodzony tylko jeden tor linii, to naprawa tego toru jest, oczywiście, łatwiejsza w wypadku dwóch linii jednotorowych. Jeżeli piorun o dużym prądzie i dużej sile uderzy w linię dwutorową i zniszczy jej izolację, to — z dużym prawdopodobieństwem — na obydwu torach. Jeśli analogiczny wypadek wydarzy się przy istnieniu dwóch linii jednotorowych, to oczywiście linia nie trafia na pozostaje w pracy. Pewność dostawy energii można znacznie powiększyć, jeśli drugi tor linii 220-kilowoltowej wybudować nie obok pierwszego, lecz poprowadzić go odmienną trasą przez okolice tak odległe, ażeby można było przypuszczać, że niebezpieczne dla linii warunki at-

mosferyczne nie będą panowały równocześnie w okolicach, przez które przebiega pierwszy i drugi tor.

Względy wyżej przytoczone oraz fakt, że jednym torem linii można pokryć zapotrzebowanie Łodzi i Warszawy przewidziane w latach 1960/65, zdecydowały o zaprojektowaniu linii Śląsk—Łódź—Warszawa jako jednotorowej na słupach pojedynczych.

Wybór materiału na słupy. Materiałami, które obecnie konkurują ze sobą w budownictwie słupów dla linii 220-kilowoltowej, są stal i drzewo.

Linie na słupach drewnianych są słabsze i mniej trwałe niż na słupach stalowych, są natomiast znacznie tańsze, a drzewo konstrukcji słupowej w połączeniu z porcelaną izolatorów tworzy zespół bardziej odporny na przepięcia udarowe niż sam łańcuch izolatorowy na słupie stalowym. Jednakże rozwiązanie konstrukcyjne słupów drewnianych odporowych, narożnych, krańcowych oraz słupów przelotowych, liczonych na skręcanie przy zerwaniu jednego lub więcej przewodów, natrafia na znaczne trudności. Wprowadzenie obciążek do budownictwa słupów drewnianych zmniejsza te trudności, sama obciążka jest jednak elementem niepewnym, łatwo podlegającym umyślnym uszkodzeniom.

Jakkolwiek zagadnienie budowy linii na 220 kV nie jest obecnie rozstrzygnięte ani na korzyść słupów stalowych, ani na korzyść słupów drewnianych, to jednak nie ulega wątpliwości, że linia na słupach drewnianych jest słabsza, a eksploatacja takiej linii połączona ze stałym ryzykiem. W naszych warunkach należy dodatkowo uwzględnić duże zużycie drzewa na budowę linii i późniejszą jej konserwację, fakt nie bez znaczenia w kraju o wyniszczonych lasach.

Przytoczone wyżej okoliczności zdecydowały o wyborze stali jako materiału budowlanego dla słupów linii.

Przewody. Sytuacja surowcowa przesądziła z góry zastosowanie przewodów stalowo-aluminiowych. Przekrój potrzebnego aluminium został określony z warunków gospodarności, przy czym założono, że w ciągu jednej czwartej okresu istnienia przewodów moc przenoszona przez przewody będzie wzrastała stopniowo od 0 do 50% pełnego obciążenia, w drugiej ćwiartce okresu moc będzie stała i równa 50% pełnego obciążenia, w trzeciej ćwiartce okresu będzie wzrastała od 50% do 100% pełnego obciążenia i wreszcie w ostatniej ćwiartce okresu będzie równa pełnemu obciążeniu. We wszystkich czterech okresach jako roczny czas użytkowania mocy szczytowej przyjęto 5000 godzin. Przy takich założeniach wypada, że gospodarczy przekrój przewodów jest mniejszy i wynosi 0,69 tego przekroju, który należałoby zastosować, gdyby od samego początku pracy linii przepływała przez nią moc określona warunkami pełnej rozbudowy.

Następnymi czynnikami, które miały wpływ na wybór przewodów, były: średnica zewnętrzna ze względu na ulot, stosunek jednostkowej wagi przewodu do jego średnicy zewnętrznej ze względu na drgania przewodu, dalej wytrzymałość aluminium i stali i wreszcie możliwości produkcyjne fabryk krajowych.

Ostatecznie został wybrany przewód stalowo-aluminiowy o następujących danych:

przekrój aluminium 377 mm² — 30 drutów o średnicy 4 mm, ułożonych w dwóch warstwach (12+18);

przekrój stali 86,3 mm² — 19 drutów o średnicy 2,4 mm (1+6+12);

stosunek przekrojów stali do aluminium 1:4,4;

średnica zewnętrzna przewodu 28 mm.

Obserwacje linii pracujących na 220 kV zdają się wskazywać, że wzór Peeka na napięcie krytyczne ulotu jest zbyt surowy. Ze wzoru tego wypada, że średnica przewodu dla wymienionych linii powinna wynosić ok. 26 mm. Tymczasem istnieje szereg linii na 220 kV pracujących w różnych warunkach klimatycznych i na różnych wysokościach, a posiadających średnicę tylko 24,5 mm. Linie te pracują bez odczuwalnych strat na ulot^{*)}.

W celu zmniejszenia niebezpieczeństwa wibracji przewodów pożądanym jest, ażeby przy danej średnicy przewód był możliwie ciężki. Szczególnie ważne jest to przy dużych średnicach (powyżej 20 mm). Z tego względu wybrano przewód o stosunku stali do aluminium 1:4,4 zamiast

^{*)} A. E. Davison. Conductor Design in Modern Transmission Practice. Electric Light and Power, October 1942.

normalnie przyjmowanego dla mniejszych przekrojów stosunku 1:6.

Przeplecenie przewodów. Na każdym z odcińków linii, a więc Śląsk—Łódź i Łódź—Warszawa przewidziano jeden pełen cykl przeplecenia przewodów.

d) Schemat przesyłania i urządzenia rozdzielcze i przesyłowe

Regulacja napięć. Obecny schemat podstacji transformatorowych na 220 kV w Łagiszy, Łodzi i Warszawie różni się od opisanego w PE, 1947, z. 3/4 wskutek wprowadzonych zmian w projektowanym rozplywie mocy i w sposobie regulacji napięć.

W wyniku pertraktacji z dostawcą transformatorów i kompensatorów przyjęto, że regulacja napięć w Łodzi i Warszawie na szynach 110 kV będzie się odbywała wyłącznie przy pomocy kompensatorów synchronicznych. Ustalenie ogólnego poziomu napięcia 220 kV na całej długości linii od Łagiszy do Warszawy, przy dużych zmianach obciążeń i przy przejściu od początkowego okresu do pełnej rozbudowy, a zatem i pełnego obciążenia linii, będzie dokonywane przy pomocy autotransformatorów regulacyjnych ustawionych w Łagiszy i posiadających zaczepty przełączane pod obciążeniem. Transformatory 220-kilowoltowe na wszystkich trzech podstacjach będą posiadały tylko niewielki zakres regulacji przekładni, a mianowicie $\pm 2,5\%$ i to w stanie beznapięciowym.

Punkty zerowe sieci. Zakłada się, że punkty zerowe sieci na 220 kV i 110 kV będą uziemione bezpośrednio. Sieci na 30 kV będą skompensowane przy pomocy cewek Petersena.

Rozdzielnie. Rozdzielnie na 220 kV, 110 kV i 30 kV będą napowietrzne. Rozdzielnie na 10 kV oraz kompensatory będą zainstalowane w budynkach.

Ostatecznie przyjęto następujący schemat połączeń i pracy (rys. 3). W Łagiszy będzie rozbudowana rozdzielnia elektrowniana na 110 kV i połączona z dwutorowym pierścieniem śląskim 110 kV; w pewnym oddaleniu od tej rozdzielni będzie wybudowana rozdzielnia na 220 kV w ten sposób, ażeby nie przeszkadzała w ewentualnej późniejszej budowie elektrowni.

Transformatory i maszyny. W pierwszym okresie będą ustawione w Łagiszy, w rozdzielni 220 kV, 4 jednofazowe dwuuzwojeniowe transformatory, z których trzy będą pracowały jako grupa trójfazowa, czwarty zaś będzie stanowił rezerwę.

Moc grupy wyniesie 100 MVA, przekładnia przy biegu jałowym 110/231 $\pm 2,5\%$, straty biegu jałowego 300 kW, straty w miedzi 375 kW, napięcie zwarcia 13%, prąd biegu jałowego 2,1‰, układ połączeń gwiazda/gwiazda. Chłodzenie transformatorów będzie do 75% obciążenia znamionowego naturalne, powyżej — przy pomocy wentylatorów.

W szereg z transformatorami będą włączone jednofazowe autotransformatory regulacyjne z zaczeptami przełączanymi pod obciążeniem. Moc grupy trójfazowej 100 MVA, przekładnia przy biegu jałowym 110/110 $\pm 5 \times 2,4\%$ kV, straty biegu jałowego 76,5 kW, straty w miedzi 75 kW, napięcie zwarcia 0,85‰, chłodzenie naturalne.

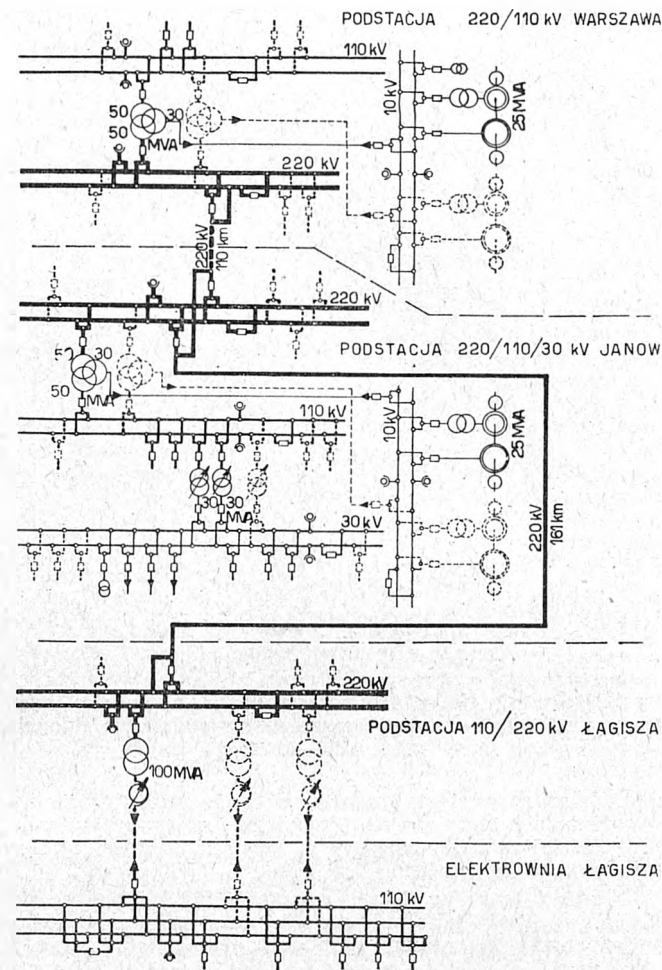
Autotransformatory będą połączone z rozdzielnią na 110 kV przy elektrowni za pośrednictwem kabli 110-kilowoltowych.

W drugim okresie będą dodane 3 identyczne zespoły, każdy złożony z jednofazowego transformatora połączonego w szereg z jednofazowym autotransformatorem regulacyjnym, tak że ogólna liczba zespołów transformator-autotransformator wyniesie 2 grupy po 3 o mocy 2×100 MVA plus 1 zespół rezerwowy, wspólny dla obydwu grup.

W Łodzi podstacja będzie posiadała napięcia 220 kV, 110 kV, 30 kV i 10 kV. Energia będzie początkowo transformowana z 220 kV na 110 kV. Mniej więcej połowa jej zostanie oddana do sieci 110 kV, reszta zaś zostanie transformowana w drugim stopniu ze 110 kV na 30 kV. Szyny o napięciu 30 kV w podstacji będą między innymi połączone liniami kablowymi z rozdzielnią 30 kV Elektrowni Łódzkiej. Napięcie 10 kV zostało przewidziane dla kompensatorów.

Dla pierwszego okresu zaprojektowano w Łodzi ustawienie 4 transformatorów jednofazowych trójuzwojenio-

wych o przekładni dla grupy trójfazowej 220 $\pm 2,5\%$ /115/10,5 kV, o mocy uzwojeń dla grupy — odpowiednio 50/50/35 MVA i o układzie połączeń uzwojeń gwiazda/gwiazda/trójkąt. Zaczepty po stronie 220 kV będą przełączane w stanie beznapięciowym. W uzwojeniach 220/115 kV przy mocy 50 MVA straty biegu jałowego wyniosą 150 kW, straty w miedzi 285 kW, napięcie zwarcia 15‰,



Rys. 3. Schemat podstacji na 220/110 kV w Łagiszy, Janowie i Warszawie

prąd biegu jałowego 2,1‰. W uzwojeniach 220/10,5 kV przy mocy 35 MVA — straty biegu jałowego 150 kW, straty w miedzi 186 kW, napięcie zwarcia 16‰, prąd biegu jałowego 3‰. W uzwojeniach 115/10,5 kV przy mocy 35 MVA — straty biegu jałowego 150 kW, straty w miedzi 129 kW, napięcie zwarcia 4,4‰, prąd biegu jałowego 3‰. Chłodzenie transformatorów do 70% obciążenia znamionowego naturalne, powyżej przy pomocy wentylatorów.

W drugim okresie zostaną dodane 3 identyczne transformatory jednofazowe.

Ponadto w pierwszym okresie będą ustawione dwa transformatory trójfazowe, dwuuzwojeniowe 110/30 kV o mocy po 30 MVA, z zaczeptami przełączanymi pod obciążeniem. Jeden z tych transformatorów przeznaczony jest do pracy, drugi jako rezerwa. W drugim okresie będzie dodany jeszcze jeden identyczny transformator na 30 MVA i wówczas dwa transformatory będą pracowały, trzeci będzie służył za rezerwę.

Do szyn 10 kV będą przyłączone kompensatory synchroniczne, służące do regulacji napięć. W pierwszym okresie będzie to jednostka o mocy 25 MVA, w drugim okresie dwie takie jednostki.

Dane kompensatorów: moc przy niedowzbudzeniu 15 MVA (1:0,6), straty przy pełnym obciążeniu 400 kW, liczba obrotów 750 obr./min., rozruch automatyczny przy pomocy silnika asynchronicznego synchronizowanego.

W Warszawie podstacja 220-kilowoltowa będzie posiadała dwa wtórne napięcia — 110 kV i 10 kV. Od szyn 110 kV będą odchodziły linie do sieci zasilającej

Warszawę; napięcie 10 kV przewidziano jako napięcie kompensatorów.

Transformatory na 220 kV będą w Warszawie takie same jak w Łodzi. W pierwszym okresie będą ustawione 4 transformatory jednofazowe o przekładni $220 \pm 2,5\%/115/10,5$ kV i mocy dla grupy 50/50/35 MVA. W drugim okresie będą dodane 3 takie same jednostki.

Moc kompensatorów będzie wynosiła jak w Łodzi w pierwszym okresie 25 MVA, w drugim — 2×25 MVA.

Z porównania sumarycznej mocy kompensatorów w Łodzi i Warszawie dla obecnie przyjętego rozwiązania oraz dla rozwiązania podanego w roku ubiegłym (PE, 1947, z. 3/4) wynika, że moc ta jest obecnie większa w pierwszym okresie o 10 MVA, w drugim okresie o 40 MVA. Wynika to ze zmienionych warunków regulacji napięcia i mniejszego obecnie dopuszczzonego spadku napięcia w linii 220-kilowoltowej.

Przy poprzednim rozwiązaniu spadek napięcia od Łagiszy do Warszawy wynosił: dla pierwszego okresu 225—220 = 5 kV i dla drugiego okresu 246—220 = 26 kV. Przejście od jednego okresu pracy do drugiego było połączone ze zmianą nastawienia zaczepów na transformatorach w Łodzi. Zaczepy te przewidziano jako przełączane bez obciążenia. Przyjmowano także, że najwyższe napięcie w Łagiszy może wynosić $220 + 15\% = 253$ kV. W obecnym rozwiązaniu spadek napięcia od Łagiszy do Warszawy, dzięki większej mocy kompensatorów, jest mniejszy i wskutek tego przejście od pierwszego okresu pracy do drugiego nie wymaga zmian zaczepów na transformatorach. Nowe rozwiązanie zostało przyjęte głównie dlatego, że dostawca aparatury na 220 kV ograniczył wielkość najwyższego napięcia na szynach 220-kilowoltowych do 230 kV w wypadku uziemienia punktu zerowego przez cewkę Petersena. Poprzednio przyjmowane napięcie 253 kV może być stosowane teraz tylko przy bezpośrednio uziemionym punkcie zerowym. Jakkolwiek projektuje się, że punkt zerowy sieci 220 kV będzie uziemiony bezpośrednio, to jednak postanowiono nie zamykać sobie drogi do ewentualnej kompensacji tych sieci. Z drugiej strony obniżenie napięcia na szynach 220 kV w Łagiszy ma swoje dodatnie strony ze względu na projektowaną współpracę Łagiszy z podstacją w Buczynie i za jej pośrednictwem z podstacjami na 220 kV w Czechosłowacji i dalej Austrii.

Wyłączniki. Moce wyłączalne wyłączników będą wynosiły:

dla 220 kV — 3000 MVA, dla 110 kV — 2500 MVA,

dla 30 kV — 1000 MVA, dla 10 kV — 800 MVA.

Wszystkie wyłączniki będą z gaszeniem łuku przy pomocy sprężonego powietrza.

Wyłączniki na 220 kV i 110 kV przeznaczone do zainstalowania w liniach (wyłączniki liniowe) będą posiadały konstrukcję pozwalającą na zastosowanie powtórnego automatycznego jednobiegowego włączania.

Oto kilka liczb charakteryzujących wyłączniki na 220 kV i 110 kV:

		220 kV	110 kV
Prąd znamionowy	A	600	600
Symetryczny prąd wyłączania przy powrotnym napięciu	kA	8,65	12
Największy prąd włączania	kV	230	138
Czas włączania (własny)	kA _{max}	22	30
Czas włączania (od otrzymania impulsu)	sek.	0,1	0,1
Okres beznapięciowy podczas samoczynnego powtórnego włączania	sek.	0,45	0,45
Ciśnienie powietrza gaszącego (ponad atm.)	sek.	0,2—0,3	0,2—0,3
	at	15	15

Izolacja rozdzielni na 220 kV i 110 kV. Udarowe napięcie próbne przy fali 1/50 μ s i przy 0% przeskoków dla transformatorów i aparatury rozdzielczej: przy napięciu 220 kV — 1025 kV_{max} przy napięciu 110 kV — 625 kV_{max}.

		220 kV	110 kV
Napięcie próbne przy 50 okr./sek., 1 min.:			
uzwojenia transformatorów		451 kV	275 kV
przepusty transformatorów	na mokro	451	275
	na sucho	564	344
wyłączniki na mokro		451	275
" " sucho		564	344

Zabezpieczenie od przepięć. Rozdzielnie na 220 kV i 110 kV będą zabezpieczone od przepięć przy pomocy ochronników zaworowych o następującej charakterystyce (ochronniki dla sieci z uziemionym punktem zerowym):

	220 kV	110 kV
największa wartość napięcia gaszonego	kV _{sk} 232	130
napięcie zapłonu, wartość najmniejsza przy 50 okr./sek.	" 425	235
napięcie zapłonu:		
przy fali 1/50 μ s	kV _{max} 525	290
" " o stromości 200 kV/ μ s	" 590	325
" " " " 500 " "	" 630	350
" " " " 1000 " "	" 690	—
napięcie pozostające, przy fali o poziomie czasu trwania 15 μ s oraz		
5 kA _{max}	kV _{max} 740	435
10 " "	" 825	490

Urządzenia wielkiej częstotliwości. Na linii 220-kilowoltowej będzie zainstalowana aparatura wielkiej częstotliwości umożliwiająca: 1) telefonię nośną, automatyczną, pomiędzy samymi podstacjami 220 kV oraz punktami położonymi w pewnej odległości od podstacji, 2) pomiar zdalny napięć i mocy w podstacjach z przekazywaniem pomiarów do ośrodków rozrządczych, 3) zabezpieczenie porównawcze odcinków linii na 220 kV. Podobne urządzenia wielkiej częstotliwości będą umieszczone do pracy na liniach 110-kilowoltowych odchodzących od podstacji o napięciu 220 kV.

Zabezpieczenia od zwarć i przetężeń, pomiar, sterowanie, sygnalizacja. W celu zapewnienia szybkiego wyłączenia zwarć projektuje się zastosowanie zabezpieczeń porównawczych z wykorzystaniem kanału wielkiej częstotliwości do przekazywania impulsów. Jako rezerwa dla tego zabezpieczenia będzie umieszczone dodatkowo szybkodziałające zabezpieczenie odległościowe, pozornie-oporowe o charakterystyce schodkowej.

Zabezpieczenia od przetężeń, urządzenia pomiarowe, sterownicze i sygnalizacyjne nie wymagają oddzielnego omówienia.

4. Szczegóły techniczne odcinka linii Śląsk—Łódź.

a) Trasa

Linia Śląsk—Łódź biegnie od podstacji w Łagiszy pod Będzinem do podstacji w Janowie pod Łodzią. Długość linii wynosi 161 km.

Zgodnie z rozważaniami podanymi wyżej w rozdziale 3b starano się trasę utrzymać jako linię możliwie prostą (rys. 4). Różnica rzeczywistej długości linii i długości linii prostej łączącej Łagiszę z Janowem wynosi ok. 2%.

b) Słupy

Siatki słupów przelotowego i odporowego były zamieszczone w PE, 1947, z. 3/4. Siatka słupa przelotowego wyższego podana jest w artykule inż. T. Porzezińskiego, jako rys. 1 (str. 225).

Jak z powyższych rysunków widać, przyjęte słupy są typu amerykańskiego o płaskim układzie przewodów i dwóch linkach uziemionych. Siatki tych słupów wraz z zasadniczymi wymiarami otrzymano z Francji. Na ich podstawie zostały przeprowadzone obliczenia statyczne, z których wyznaczono potrzebne przekroje elementów konstrukcyjnych słupów. Wykonanie rysunków warsztatowych zostało powierzono dostawcy słupów — firmie „Mostostal”.

Według przeważającego poglądu techników w USA, ZSRR, Francji i Anglii najwłaściwszym układem przewodów dla linii jednotorowych na 220 kV jest układ płaski. Jeśli istnieje konieczność wybudowania od razu dwóch torów, to są one umieszczane na wzór amerykański w układzie pionowym po obydwu stronach pnia słupa. Główną zaletą wysuwaną dla uzasadnienia układu płaskiego jest mniejsze prawdopodobieństwo zetknięcia się lub niebezpiecznego zbliżenia przewodów podczas sady lub gołoleździ w razie podskoków lub tańca przewodów. Drugą zaletą jest mniejsza wysokość słupów linii niż przy układzie pionowym, a stąd i mniejsze narażenie linii na uderzenia piorunów. Jednakże w liniach dwutorowych rezygnuje się

z obydwu tych zalet, co by mogło wskazywać, że nie występują one zbyt jaskrawo w porównaniu z innymi rodzajami zawiesznień.

Technika niemiecka zdawała się w ostatnich latach trzymać uparcie linii dwutorowych i słupów w postaci pnia o wąskiej podstawie, z dwoma poprzecznikami do zawieszania przewodów w układzie trójkątowym, po jed-

podane są interesujące wzory pozwalające na szybkie określenie gospodarcze wagi słupa i szerokości jego podstawy:

$$G = 6,2 \cdot H \cdot \sqrt{M},$$

$$b = 0,013 \cdot \sqrt{M}.$$

We wzorach tych oznaczają: G — ciężar nadziemnej części słupa w kg, H — całkowitą wysokość nadziemnej części słupa w metrach, M — moment wywrotowy działający na słup na poziomie ziemi w kgm, b — szerokość podstawy słupa przy ziemi w metrach.

W odniesieniu do linii uziemionych można podać, iż nie ma żadnego uzasadnienia do stosowania ich więcej niż dwu na jednym słupie.

Dla linii Śląsk—Łódź zaprojektowano następujące zasadnicze typy słupów: P — przelotowy, PW — przelotowy wzmocniony, O — odporowy, ON — odporowo-narożny, K — krańcowy.

Założenia do obliczeń statycznych słupów oraz przyjęte warunki pracy są zgodne z „Przepisami technicznymi na linie elektryczne prądu silnego“ z 1932 r.

Słup P. Jest przeznaczony do pracy na odcinkach prostych bez odchyień. Obliczony przy założeniu parcia wiatru na linki uziemione, przewody i słup — 125 kg/m²; przy wadze sadzi normalnej na linie uziemionej 0,707 kg/mb, na przewodzie 1,33 kg/mb, przy rozpiętości średniej 450 m. Dopuszczalne naprężenia w konstrukcji słupa dla stali St 37.12 przyjęto 1600 kg/cm².

Dodatkowo liczono słup na skręcanie od siły powstałej przy zerwaniu jednego przewodu i równej połowie naciągu zastosowanego. Dla tego przypadku dopuszczalne naprężenie w konstrukcji wynosi 2000 kg/cm².

Słup PW. Przeznaczony jest do pracy na odcinkach prostych, na skrzyżowaniach z obostrzeniem 2-go stopnia oraz w miejscach, gdzie suma długości sąsiednich prześel przekracza 900 m. Obliczony jest jak słup P oraz dodatkowo na skręcanie, przy zerwaniu jednego przewodu, siłą równą pełnemu naciągowi zastosowanemu. Dopuszczalne naprężenie w stali konstrukcji — 1600 kg/cm².

Słup O. Jest to słup odporowy ustawiany na odcinkach prostych. Obliczony zgodnie z „Przepisami na linie elektryczne prądu silnego“ z 1932 r. Parcie wiatru, wagę sadzi i średnią rozpiętość przyjęto jak dla słupa P. Naprężenia dopuszczalne w prętach konstrukcji: przy pracy normalnej 1600 kg/cm², przy zerwaniu przewodu 2000 kg/cm².

Słup ON. Jest to słup odporowy ustawiany na założeniach linii o kącie nie mniejszym niż 150°. Zasadnicze założenia do obliczeń przyjmowano jak dla słupa O.

Słup K. Słup krańcowy. Zasadnicze założenia obliczeniowe jak dla słupa O.

Oprócz wymienionych wyżej zasadniczych typów słupów zaprojektowano słupy pochodne, różniące się wysokością od słupa normalnego. Słup pochodny otrzymuje się przez odjęcie lub dodanie jednego piętra do słupa normalnego. Obliczenie statyczne było wykonywane od razu dla słupa wyższego.

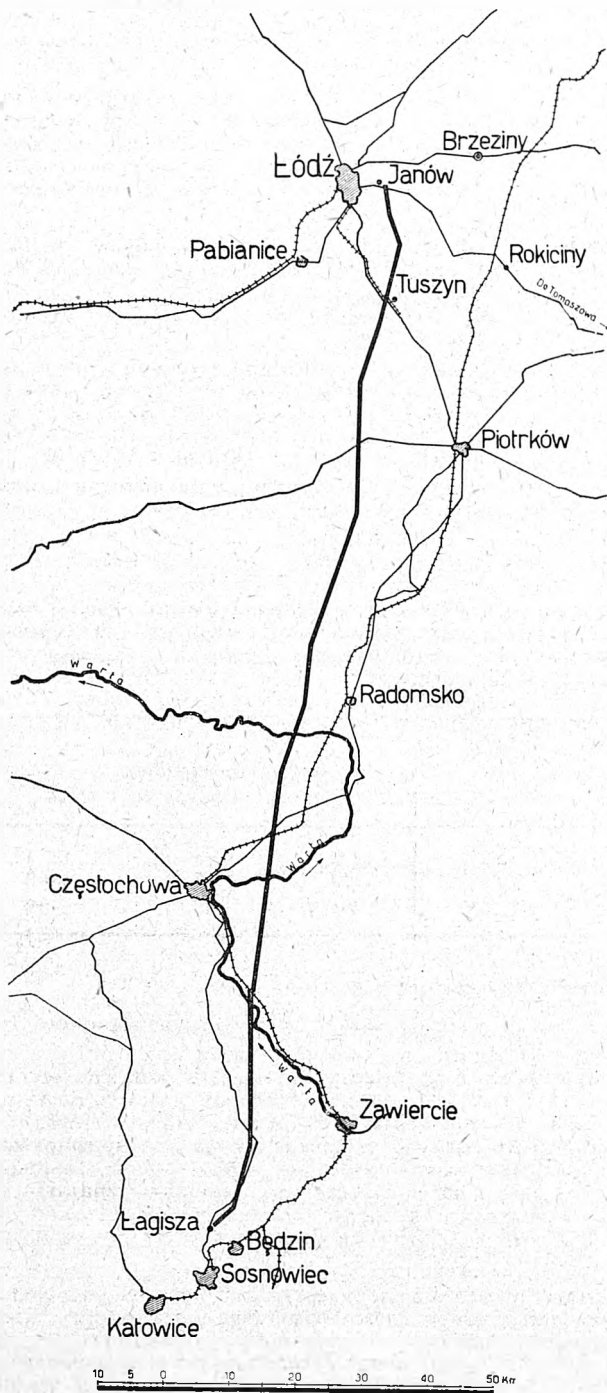
W budowie okazała się konieczność użycia następujących słupów pochodnych: NP—niższy przelotowy, DP—wyższy (dłuższy) przelotowy, DPW—wyższy (dłuższy) przelotowy wzmocniony. Ponieważ wysokość jednego piętra słupów P i PW wynosi 6 m, a słupów O i ON — 5 m, przeto o te wielkości różnią się wysokości wymienionych wyżej słupów pochodnych od wysokości słupów normalnych.

Jak podano w tabeli na str. 224, waga materiałów potrzebnych na słup P wynosi 7,7 t, na słup K — 11 t. Liczby te uwzględniają zapas na odpady materiałowe.

Na trasie linii ustawiono 380 słupów, w tym 2 szt. NP, 228 szt. P; 13 szt. DP; 85 szt. PW; 10 szt. DPW; 24 szt. O; 16 szt. ON; 2 szt. K.

c) Fundamenty

Każda z 4-ch nóg słupa wspiera się na oddzielnym bloku fundamentowym. Noga słupa związana jest z fundamentem za pośrednictwem kotwy z żelaza kąтового, zatopionej w betonie i ześrubowanej przy pomocy łubek z nogą słupa. Fundamenty zaprojektowano w założeniu, że siły przenoszą się z kotwy na beton dzięki przyczepności pomiędzy kotwą i betonem, natomiast w ziemi fundament jest utrzymywany w równowadze z jednej strony



Rys. 4. Trasa linii Śląsk—Łódź

nym torze z każdej strony słupa. Nad poprzecznikami dla przewodów umieszczano dodatkowy poprzecznik dla dwóch linek uziemionych. Nawet w rozważaniach nad projektem linii na 400 kV*) przyjmowano taki typ słupa i sposobu zawieszania przewodów i linek uziemionych.

Rozważania techników angielskich wykazują, że z gospodarczego punktu widzenia nie jest uzasadnione niemiecki typ słupa o wąskiej podstawie**). W związku z tym

*) Kurze Uebersicht über die Ausbildung den Fernleitungen für Grosskraftübertragung mit 400 kV—Drehstrom. AEG. Bericht K3/400, Nr. 130. Berlin, 30. März 1943.

***) Ryle P. J. Steel Tower Economics. Journ. Inst. Electr. Eng., Part II, Vol. 93, No. 33, June 1946.

przez odpór na nacisk płyty fundamentowej, z drugiej strony przez odpór ciężaru ziemi na wyrwanie fundamentu. Wielkości płyt fundamentowych obliczono odpowiednio do przyjętych wytrzymałości gruntu na nacisk. Założone wytrzymałości wynoszą 0,5 kg/cm², 1,0 kg/cm², 1,5 kg/cm² i 2,0 kg/cm².

Wytrzymałość betonu przyjmowano 90 kg/cm².

Dalsze szczegóły podane są w artykule o fundamentach.

d) Przewód roboczy i linka ochronna uziemiona

Przewód roboczy. Jak podano w rozdziale 3c, przewody robocze są stalowo-aluminiowe o łącznym przekroju 463 mm².

Opierając się na danych produkcyjnych naszego przemysłu przyjęto wytrzymałość drutów stalowych 130 kg/mm² i drutów aluminiowych 17 kg/mm².

Napężenie „zastosowane” dla przewodu zostało uwarunkowane wytrzymałością łańcuchów izolatorowych użytych na słupach odporowych i przyjęte w wysokości 11,4 kg/mm². W przęsłach skrzyżowań z obostrzeniem 3-go stopnia napężenie to obniżono do 8 kg/mm².

Złączki przelotowe użyto typu stożkowego o wytrzymałości 13,4 t, co stanowi 85% wytrzymałości przewodu.

Linki uziemione zostały zaprojektowane jako stalowe ocynkowane o przekroju 70 mm² i wytrzymałości drutów 130 kg/mm². Jako napężenie „zastosowane” przyjęto 31 kg/mm²; napężenie zmniejszone — w przęsłach z obostrzeniem 3-go stopnia przyjęto 25 kg/mm².

Złączki przelotowe są, podobnie jak dla przewodu, typu stożkowego.

e) Izolatory i zawieszania

Przy projektowaniu brano pod uwagę dwa typy izolatorów wiszących: długopiennie i kołpakowe. Wybrano

pieczeniach, gaszących łuk wcześniej, nim zdąży on uszkodzić izolatory. Podnosi się także zarzut, że pierścienie zmniejszają udarową wytrzymałość łańcuchów izolatorów. Jednakże z jednej strony ze względu na początkowy prowizoryczny okres pracy linii Śląsk—Łódź na napięciu 110 kV, przy którym nie przewidziano szybko działających zabezpieczeń, z drugiej strony z powodu braku czasu na zdjęcie rozkładu pola elektrycznego wokół łańcucha bez pierścieni i stwierdzenia, czy praca łańcucha jest możliwa w takim polu, zdecydowano się zastosować pierścienie.

Zaciski. Przy zawieszaniach przelotowych i półodciągowych przewodu zastosowano zaciski nośne wahlwe z przegubami równoległymi i prostopadłymi do osi linii. Przy zawieszaniach odciągowych zastosowano zaciski z uchwytyami stożkowymi, podobnie jak w złączkach przelotowych.

Zaciski wiszące do linki uziemionej są wahlwe, podobne do zacisków dla przewodu. Zawieszenie odciągowe linki zostało wykonane przy użyciu kabłąków, wokół których koniec linki zostaje przełożony i następnie złączony zaciskiem z tą samą linką.

Napięcia próbne. Odstępki pomiędzy pierścieniami (przerwa iskrowa) wynoszą: dla zawieszenia przelotowego — 2100 mm, dla zawieszenia półodciągowego i odciągowego o 15 ogniach 2270 mm, dla zawieszenia półodciągowego i odciągowego o 17 ogniach 2610 mm.

Uwzględniając powyższe otrzymujemy napięcia próbne podane w tabl. 1.

f) Ochrona linii od przepięć atmosferycznych

Rozważane były dwa sposoby stosowane dzisiaj jako zabezpieczenie linii na słupach żelaznych od skutków przepięć pochodzenia atmosferycznego, a mianowicie:

Tablica 1.

Napięcie próbne		Liczba ogniów					
		bez pierścieni			z pierścieniami		
		14	15	17	14	15	17
Na mokro, 50 okr./sek.	kV _{sk}	510 ¹⁾	605 ¹⁾	675 ¹⁾	—	—	—
Na sucho, 50 okr./sek.	kV _{sk}	670 ¹⁾	785 ¹⁾	865 ¹⁾	676 ²⁾	732 ²⁾	836 ²⁾
Udarowe, + 1,5/40 μsek.	kV _{max}	1 500 ³⁾	1 560 ³⁾	1 770 ³⁾	1 206 ³⁾	1 400 ³⁾	1 570 ³⁾

1) Wartości zmierzone minimalne. Wartości średnie są ok. 10% wyższe.

2) Wartości obliczone ze wzoru BBC dla układu niesymetrycznego.

3) Wartości teoretyczne odczytane z krzywych (A. A. Worobiew, Technika wysokich napiężeń, 1945).

izolatory kołpakowe głównie z powodu nastawienia przemysłu krajowego na produkcję tych izolatorów. Z drugiej strony odpowiadało to pogładowi projektujących, że izolatory kołpakowe posiadają przewagę nad długopiennymi, ponieważ w wypadku uszkodzenia, a nawet całkowitego stłuczenia talerza ogniwo łańcucha nie rozrywa się i przewód nie opada, gdy tymczasem stłuczenie porcelany w izolatorze długopiennym powoduje przerwanie łańcucha i upadek przewodu, a zatem i przerwę w pracy linii. Dostosowując się do tendencji naszego przemysłu, wybrano izolatory kołpakowe typu K3 o średnicy talerza 280 mm i skoku 170 mm. Dla zawiesznień przelotowych wybrano izolatory o długotrwałej wytrzymałości 3000 kg, dla zawiesznień odciągowych — o długotrwałej wytrzymałości 4900 kg. Obciążenie niszczące teoretyczne — 7000 kg. Obciążenie niszczące rzeczywiste było wyższe — średnio o ok. 40%.

Typy zawiesznień zaprojektowano następujące: 1) przelotowe — na słupach P, złożone z pojedynczego łańcucha izolatorów o 14 ogniach; 2) półodciągowy — na słupach PW, zawierające dwa łańcuchy pojedyncze po 15 ogniach na skrzyżowaniu 2-go stopnia i po 17 ogniach na skrzyżowaniu 3-go stopnia; 3) odciągowy — na słupach O, ON i K, złożone z podwójnych łańcuchów po 15 ogniach w przęsłach bez obostrzeń i z obostrzeniem 1-go i 2-go stopnia, oraz po 17 ogniach w przęsłach z obostrzeniem 3-go stopnia.

Łańcuchy izolatorów zostały zaopatrzone w górne i dolne pierścienie ochronne o średnicy 750 mm.

Wprawdzie podaje się dzisiaj w wątpliwość, czy pierścienie takie są potrzebne przy szybko działających zabez-

1) użycie linek uziemionych i 2) użycie ochronników wydmuchowych.

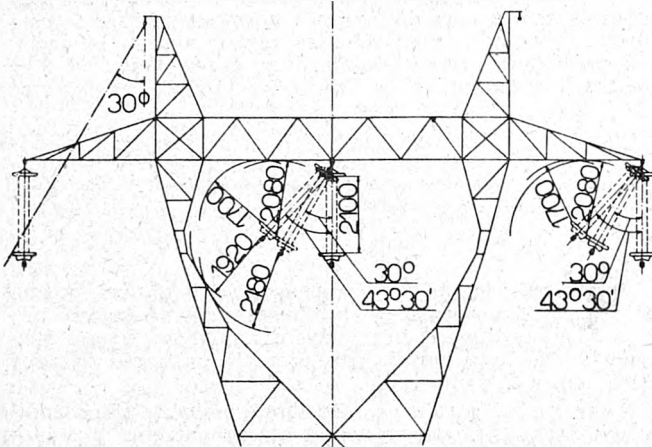
Jakkolwiek linki uziemione stanowią oddawna wypróbowany i doskonały środek ochronny i są równocześnie czynnikiem stabilizacji mechanicznej linii, wysuwane są przeciw nim zarzuty, że przedstawiają one mechanicznie najwrażliwszy element linii na bardzo wysokie napięcia. A ponieważ z natury rzeczy linki uziemione znajdują się nad przewodami, każde ich nadmierne opuszczenie czy zerwanie pociąga za sobą długotrwałą przerwę w pracy linii.

Zadaniem linek uziemionych jest ochrona przewodów roboczych przed bezpośrednim uderzeniem pioruna. Drugi system ochrony — ochronniki wydmuchowe — nie chroni od uderzeń pioruna, ma natomiast za zadanie odprowadzenie prądu wyładowania do ziemi w taki sposób, żeby nie powstały trwałe uszkodzenia izolacji linii i żeby po wyładowaniu linia mogła w dalszym ciągu pracować. Ochronniki wydmuchowe zdały celująco egzamin pracy na liniach wysokiego napięcia do 132 kV włącznie. Ponieważ użycie ich przy napięciach wyższych znajduje się jeszcze w okresie prób, pozostawał dla linii Śląsk—Łódź do zastosowania pierwszy sposób ochrony linii, to znaczy linki uziemione. Oczywiście, należało położyć nacisk na odpowiednie wykonanie linek i ich armatury zawieszniowej oraz na staranność montażu.

Umieszczenie linek na słupach w stosunku do przewodów jest już określone drogą pomiarów i badań wykonanych linii w różnych krajach. Powszechnie się przyjmuje, że linka powinna tak być zawieszona, ażeby kątem, który tworzy z pionem prosta łącząca w płaszczyźnie

słupa przewód z linką ochronną, nie był większy od 30%. Taki kąt ochronny zaznaczony jest na rys. 5.

Napężenia w linkach uziemionych powinny być tak dobrane, ażeby zwis linki był mniejszy od zwisu przewodu. Ma to na celu powiększenie odstepu między linka-



Rys. 5. Odchylenia łańcuchów izolatorowych na słupie przelotowym

mi i przewodami w środku przęsła, co wzmaga elektryczny i mechaniczny stopień pewności współpracy linki i przewodu.

Uziemienia słupów. Odporność linii na przepięcia powstałe przy uderzeniach piorunów zależna jest od oporności uziemienia słupa. Natężenie prądu oraz stromość czoła fali wyładowania piorunowego są zmienne. Doświadczalnie ustalono krzywą, podającą jaka jest częstość występowania wyładowań o pewnej określonej wartości prądu. Z krzywej wynika, że prawdopodobieństwo istnienia wielkich prądów maleje wraz ze wzrostem prądu. Duże prądy wyładowcze zdarzają się procentowo znacznie rzadziej niż małe. Ponieważ wielkość prądu pioruna i oporność uziemienia słupa określają wysokość napięcia odwrotnego — słupa w stosunku do przewodu, można określić, jaki prąd wyładowczy jest niebezpieczny dla izolacji linii przy określonej oporności uziemienia, inaczej mówiąc — jakie jest prawdopodobieństwo powstania przeskoku na izolatorach linii.

Na rys. 6 przedstawione są krzywe, podające prawdopodobieństwo przeskoków (przerwy) na izolacji linii oraz dopuszczalny dla danej izolacji udar w kV w zależności od oporności uziemienia słupa. Na osi odciętych podana jest liczba izolatorów w łańcuchu przy założeniu elementów o średnicy 254 mm i skoku 146 mm (łańcuchy bez pierścieni).

Dolny wykres przedstawia zależność wymaganej wzajemnej odległości linki uziemionej i przewodu w środku przęsła od oporności uziemienia słupa i od liczby izolatorów.

Wykresy zaczerpnięte są z literatury amerykańskiej* i dotyczą rozpiętości 1500 stóp = 457 m (linia Śląsk—Łódź — 450 m), długości linii 100 mil = 160,9 km (linia Śląsk — Łódź 161 km) i liczby burz 30 (linia Śląsk — Łódź 22,5) w ciągu roku.

Dla 14 izolatorów linii Śląsk—Łódź, posiadających średnicę 280 mm i zaopatrzonych w pierścienie, udarowe napięcie przeskoku jest przypadkowo w przybliżeniu takie samo, jak dla 14 ogniów podanych na wykresie (rys. 6).

Założono, że dla linii Śląsk—Łódź oporność uziemienia słupa nie powinna być większa od 20 omów. Stąd z wykresów na rys. 6 możemy odczytać następujące wartości odnoszące się do tej linii:

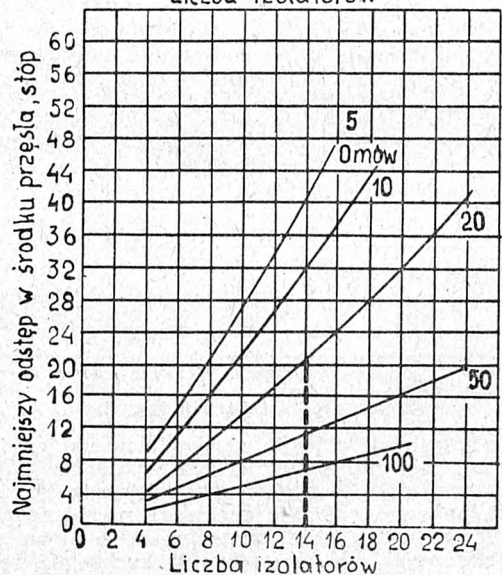
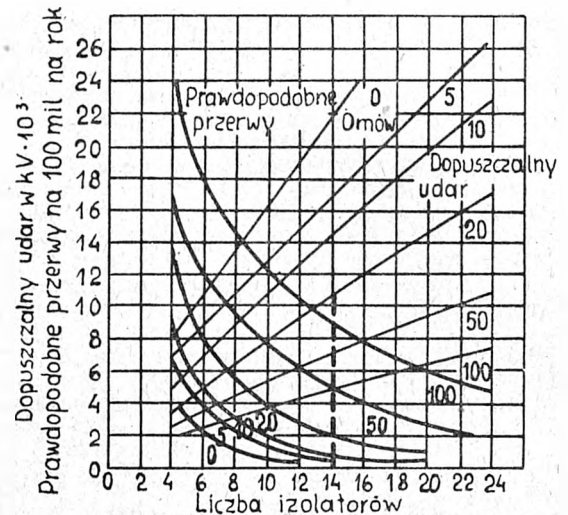
prawdopodobne przerwy w ciągu roku	$0,8 \cdot \frac{22,5}{30} = 0,6$
dopuszczalny udar	10 800 kV
najmniejszy odstęp linki uziemionej od przewodu w środku przęsła	21 stóp = 6,4 m.

Z powyższych rozważań wynika, że linia Śląsk—Łódź jest, praktycznie biorąc, całkowicie zabezpieczona od

skutków bezpośrednich uderzeń piorunów. „Prawdopodobne przerwy“ oznaczają, ściśle biorąc, prawdopodobne przeskoki na izolacji linii. Przeskoki te nie muszą pociągać za sobą przerw w dostawie energii, ponieważ łuk może być zgaszony przez wyłączniki z powtórным samozmianą.

Przyjęte sposoby wykonania uziemień i osiągnięte oporności podane są w artykule inż. J. Millera.

Rozmieszczenie przewodów na słupie wiąże się ściśle z odpornością linii na przepięcia udarowe.



Rys. 6. Zależność między wielkościami charakterystycznymi dla odporności linii na przepięcia udarowe

Wykres górny podaje liczbę prawdopodobnych przeskoków na izolacji oraz dopuszczalne napięcie udarowe, wszystko odniesione do jednego roku i 100 mil długości linii. Wykres dolny podaje najmniejszy odstęp pomiędzy linką uziemioną a przewodem roboczym w środku przęsła.

Izolatory przyjęto kołpakowe o średnicy talerza 254 mm i skoku 146 mm.

Obydwa wykresy sporządzone są dla rozpiętości 1500 stóp = 457 m oraz dla 30 dni burzowych w ciągu roku.

100 mil = 160,9 km, 1 stopa = 0,305 m.

Konieczne jest, ażeby przewód i części armatury znajdujące się pod napięciem nie zbliżyły się do słupa na zbyt małe odległości nawet przy odchyleniach łańcuchów pod wpływem wiatru. Ponieważ małe jest prawdopodobieństwo, że uderzenie pioruna nastąpi akurat w momencie największego odchylenia łańcucha podczas trwania najsilniejszej burzy, przyjmuje się, że odległość od słupa otrzymana w najgorszych warunkach może być równa 0,75 — 0,8 odstepu iskrowego pomiędzy pierścieniami, a gdy pierścieni nie ma — 0,75 — 0,8 drogi przeskoku na łańcuchu.

Na rys. 5 podane są odchylenia łańcuchów na słupie przelotowym linii Śląsk—Łódź przy największym wietrze (43° 30') oraz pod kątem 30°, przyjętym do określenia po-

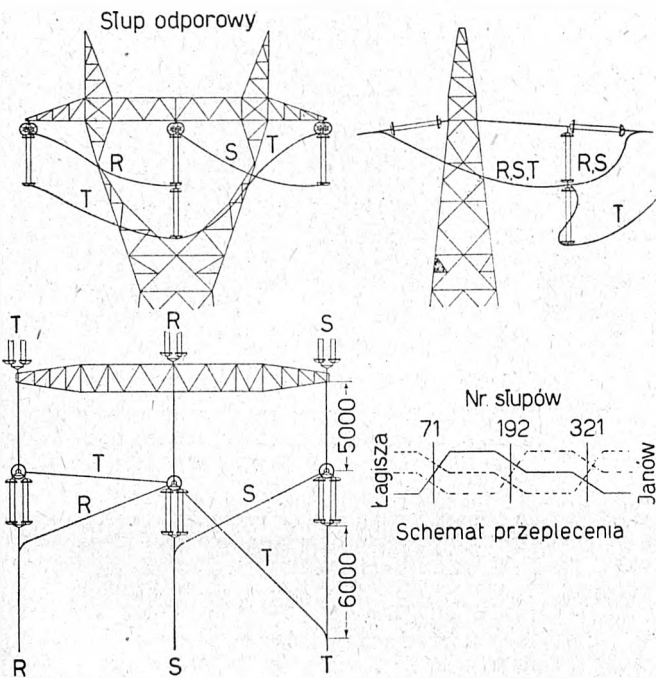
* Electrical Transmission and Distribution Reference Book. Westinghouse Electric and Manufact. Comp. 1943.

łożenia łańcucha, przy którym powinny być zachowane wymagane odległości od słupa, oczywiście, z pewną tolerancją. Omawiany warunek dotyczący odległości od konstrukcji słupa jest dla tego rodzaju linii zazwyczaj ostrzejszy od wymagań stawianych dla zbliżeń przewodów w środku przęsła. Należy jednak zaznaczyć, że przy wprowadzeniu szybkodziałających zabezpieczeń i wyłączników z jednobiegunowym automatycznym powrotnym włączeniem obydwą wymagania co do odległości, a więc na słupie i w środku przęsła, tracą na ostrości.

g) Przeplecenie linii

Linie Śląsk—Łódź przepleciono w trzech miejscach w ten sposób, że został utworzony jeden pełny cykl przeplecenia. Teoretyczna odległość pomiędzy punktami przeplecenia wynosi kolejno $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$ długości linii.

Przeplecenie zostało wykonane na słupach odporowych lub odporowo-naroznych zgodnie z rys. 7 i 8. Rzeczywiste



Rys. 7. Sposób przeplecenia linii

odległości pomiędzy punktami przeplecenia, liczone w kierunku od Łągiszy do Janowa wynoszą kolejno $\frac{1}{5,3}$ — $\frac{1}{3,2}$ — $\frac{1}{2,9}$ — $\frac{1}{6,7}$ długości linii.

h) Rozpiętość przęsła, drgania i „taniec” przewodów

Rozpowszechnione w literaturze obliczenie rozpiętości gospodarczej jest obliczeniem na minimum kosztów zakładowych. Nie uwzględnia ono warunków eksploatacji linii po jej wybudowaniu, chociaż rozpiętość ma wpływ na te warunki. Im mniej jest słupów, tym mniejsze są koszty utrzymania linii, mniej punktów zawieszenia przewodów, a zatem i mniejsza możliwość uszkodzenia izolacji linii.

Wynika z tego, że rozpiętość zastosowana powinna być większa niż rozpiętość obliczona na minimum kosztów zakładowych.

Jednakże powiększanie rozpiętości wpływa ujemnie na niektóre właściwości linii. Większa odległość między słupami, a więc punktami uziemionymi, przedłuża czas przebiegu fali przepięciowej i fali odbitej od uziemienia, a zatem powiększa czas działania napięcia na izolację. Czynniki te zmniejszają odporność linii na przepięcia udarowe.

Większe rozpiętości sprzyjają powstawaniu drgań przewodów, a tłumienie tych drgań przez specjalne urządzenia trudniejsze jest na długich przęsłach niż na krótkich.

Zwolennicy dużych rozpiętości, ażeby nie podwyższać zbyt słupów, stosują znaczne naprężenia w przewodach. To znowu powiększa jeszcze bardziej niebezpieczeństwo drgań i uszkodzenia przewodów wskutek zmęczenia ich.

Na samo zagadnienie drgań można sobie wyrobić na podstawie literatury następujący pogląd. Istnieje na świecie znacznie więcej linii, na których drgania nie zdarzają się, niż linii, na których one występują. Drgania zależą od wielu czynników i z góry nie da się przewidzieć, czy na projektowanej linii one wystąpią. Wiadomo, że jeśli drgania występują, to skutki ich mogą być dla linii bardzo groźne. Uniwersalnego środka zabezpieczającego nie ma. Najlepsze wydaje się stosowanie małych naprężeń przewodów albo użycie przewodów przeciwdrganiowych. Przy normalnych przewodach i większych naprężeniach zdały egzamin wiązki zbrojeniowe na zaciskach wiszących i tłumiki Stockbridge'a przy zaciskach odciągowych.

Wylaniają się tu dwa podejścia do omawianego zagadnienia. Jedni konstruktorzy twierdząc, że ważniejsza jest pewność pracy linii od kosztów zakładowych, proponują stosowanie niskich naprężeń przewodów i mniejszych rozpiętości. Tą drogą szli ostatnio Niemcy dając dla linii na 220 kV i przewodów stalowo-aluminiowych średnie naprężenie od 7 do 9 kg/mm² i rozpiętości ok. 300 m.

Inni konstruktorzy są zdania, że należy materiał budowlany możliwie wyzyskać. Ci są zwolennikami dużych naprężeń w przewodach i dużych rozpiętości. Od skutków drgań zabezpieczają się przez zastosowanie odpowiednich urządzeń bądź z góry, bądź dopiero wówczas, gdy drgania zostaną zaobserwowane na wybudowanej już linii. Ostatnią drogę wybrali Francuzi, którzy na nowo budowanych liniach o napięciu 220 kV stosują rozpiętości 500 m i naprężenia w przewodzie stalowo-aluminiowym ok. 13 kg/mm², dając zabezpieczenia przeciwdrganiowe dopiero po stwierdzeniu występowania drgań. Niewątpliwie ten sposób budowy jest związany z pewnym ryzykiem i nosi cechy eksperymentu.

W U. S. A. zdania fachowców są podzielone. Według sprawozdania z roku 1946 *) wśród 11 linii oddanych do ruchu w latach od 1940 do 1944 (wybrano celowo ostatnie lata) najmniejsza rozpiętość średnia wynosi 750 stóp = 228 m (długość linii 373 km), a największa rozpiętość średnia 1340 stóp = 408 m (długość linii 53 km).

Z zagadnieniem wyboru rozpiętości łączy się zjawisko zwane „tańcem” przewodu. Występuje ono dosyć rzadko i zostało opisane po raz pierwszy w U. S. A. **). Polega ono na tym, że jeśli na przewód pokryty warstwą gołoledzi o nieforemnych kształtach przez porywisty wiatr o prędkości ok. 13 m/s, tzn. o parciu ok. 18 kg/m², to wiatr ten działając na płaszczyznę gołoledzi powoduje ruch przewodu w przęśle podobny do ruchu skakanki rozpiętej pomiędzy słupami. Przewód w środku przęsła opisuje elipsę, jak pokazano na rys. 9. Im większa jest rozpiętość, tym większą elipsę opisuje przewód i tym większe jest niebezpieczeństwo, że przewody zbliżą się na niedopuszczalną odległość lub nawet się zetkną. Z rys. 9 wykonanego dla warunków odpowiadających linii Śląsk—Łódź widać, że istnieje możliwość zbyt zbliżenia wzajemnego przewodów roboczych oraz prawdopodobieństwo zetknięcia pomiędzy przewodami i linkami uziemionymi. Wobec tego jednak, że zjawisko „tańca” występuje bardzo rzadko, gdyż rzadko się zdarza podczas gołoledzi „odpowiedni” wiatr, nie jest ono groźne ze względów elektrycznych, szczególnie jeśli istnieją w sieci szybkodziałające zabezpieczenia i wyłączniki z samoczynnym powrotnym włączeniem.

Groźne natomiast może być działanie „tańca” pod względem mechanicznym. Przewody w punktach zawieszenia podlegają działaniu dużych zmiennych sił i mogą ulec zerwaniu, szczególnie jeśli są już zmęczone wpływami drgań. Mogą być uszkodzone także zaciski, łańcuchy izolatorowe, poprzeczniki słupów. „Taniec” jest tym groźniejszy im większa jest rozpiętość przęsła linii.

Znane są także wypadki innej formy „tańca”, występującej w postaci fal stojących o amplitudzie 5—6 m przy ruchu przewodu w płaszczyźnie pionowej z częstotliwością 1—2 na sekundę. Powstają one przy temperaturze ok. 0° i przy porywistych wiatrach o szybkości 5 do 20 m/s. Ta forma „tańca” powoduje także duże naprężenia w przewodach i innych elementach linii, a przy pionowym zawieszeniu przewodów może wywołać ich zetknięcie się.

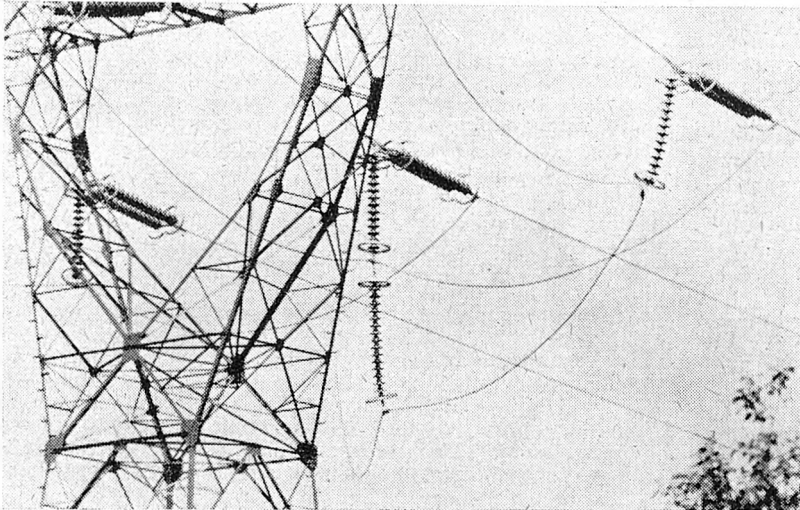
*) Lightning Performance of 220 kV Transmission Lines. II. An AIEE Committee Report. 1946.

***) A. E. Davison. Ice-Coated Electrical Conductors. The Bulletin of the Hydro-Electric Power Commission of Ontario. September, 1939.

Gdy zjawisko jest długotrwałe, może ono uniemożliwić pracę linii.

Opisują wypadek, kiedy w sieciach „Mosenergo „taniec“ trwał w ciągu 11 godzin na 25 liniach o napięciach 6, 30 i 110 kV. Niektóre linie o pionowym układzie przewodów były wyłączone aż do 9 godzin z powodu ciągłego stykania się przewodów *)

Postępując drogą obroną przez techników francuskich zdecydowano się dać dla linii Śląsk—Łódź rozpiętości duże. Założona średnia rozpiętość wynosi 450 m, co wy-



Rys. 8. Przeplecenie w naturze

nikło z naprężenia zastosowanego dla przewodów oraz z wymiarów słupa. Średnia rozpiętość rzeczywista wynosi 425 m. Największa rozpiętość na linii między słupami nr 131 i nr 132 w pobliżu skrzyżowania z Wartą równa jest 643 m.

Na linii Śląsk—Łódź nie zastosowano żadnych urządzeń przeciwdrganiowych, uzależniając ich użycie od stwierdzenia rzeczywiście występujących wibracji.

Przy obliczeniach zwisów i naprężeń okazało się, że wystarczającą dokładność daje uproszczony wzór wyrowadzony dla parabolicznej krzywej zwisu. Wystarczyło także do obliczenia naprężeń przy różnych temperaturach przyjęcie za podstawę jednej średniej rozpiętości dla ca-

*) G. S. Dułkin i A. Ja. Liberman. Sooruzhenie i eksploatacja wysokowoltnych linii elektropieredaczy. 1946.

INŻ. MARIAN KOBYLŃSKI
Dyrektor Budowy Linii

Ogólna organizacja budowy linii na 220 kV

Treść. Schemat organizacyjny dyrekcji budowy oraz zadania poszczególnych jej organów. Czynnności dyrekcji podczas trwania budowy: projektowanie, udzielanie zamówień, odbiory materiałów, kontrola montażu, sprawy finansowe, koordynacja prac. Wykaz przedsiębiorstw biorących udział w dostawach materiałów dla linii oraz w pracach montażowych i budowlanych z podaniem zakresu ich czynności.

Общая организация строительных работ. Организационная схема дирекции по постройке линии и задачи ее органов в период постройки: проектирование, передача заказов, приемка материалов, контролирование монтажных работ, финансовые вопросы, координирование работ. Перечень предприятий, принимавших участие в поставке материалов для линии передачи, а также в монтажных и строительных работах с указанием пределов их участия.

General Building Organisation. Organisation plan of the Building Management and the functions of its individual sections. Activities of the management in the course of construction: planning, placing of orders, test inspection of materials, supervision of erection operations, finance problems, coordination of work. List of enterprises participating in the supply of materials for the line as well as in assembly and building work, specifying scope of their activities.

Organisation générale de la construction. Tableau d'organisation de la Direction de la Construction et tâches de ses différents organes. Activités de la Direction durant le temps de construction, l'élaboration des projets, la passation des commandes, la réception du matériel, le contrôle du montage, le financement de la construction, la coordination des travaux. Etat des entreprises participantes aux fournitures de matériels pour la ligne, ainsi qu'aux travaux de montage et de construction, avec indication des domaines de leurs activités.

1. Wstęp.

Wskutek poważnego niedoboru mocy w ośrodku energetycznym łódzkim Centralny Zarząd Energetyki powziął decyzję wybudowania linii Śląsk—Łódź w ciągu jednego sezonu budowlanego (1947 r.). Zadanie śmiałe, lecz przy wielkim wysiłku przemysłu całkiem realne.

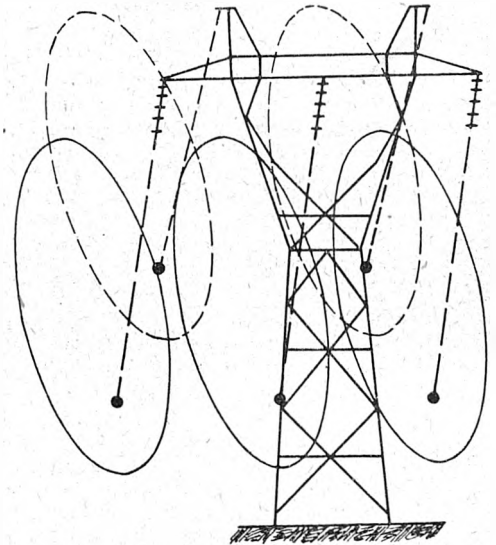
Centralny Zarząd Energetyki (CZE) zlecił budowę Zjednoczeniu Energetycznemu Okręgu Łódzkiego (ZEOŁ), jako najbardziej zainteresowanemu w terminowym i właściwym wykonaniu linii.

łej linii. Tylko dla przeseł z obostrzeniami 2-go i 3-go stopnia obliczano zastępcze rozpiętości wyjściowe w zależności od rozpiętości przeseł danego obostrzenia.

Odstęp słupów odporowych względnie odporowo-naroznych pomiędzy sobą wynosi na linii od 1 do 13 km.

i) Stopień bezpieczeństwa elementów linii

Interesujące jest porównanie stopnia bezpieczeństwa poszczególnych elementów linii Śląsk—Łódź. Poniżej po-



Rys. 9. Teoretyczne tory ruchu przewodów i linek uziemionych podczas „tańca” przewodów na linii Śląsk—Łódź przy rozpiętości 450 m

dane liczby odnoszą się do warunków normalnej pracy linii, a więc przy zastosowanym naciągu przewodów 463.11,4 = 5280 kg i linek uziemionych 70.31 = 2170 kg, przy parciu wiatru 125 kg/m² i przy sady normalnej:

beton fundamentu	4,1
konstrukcja słupa	2,3
izolatory	2,6 — 3,8
armatura zawieszeniowa przewodu	4,0
przewód	3,3
linka uziemiona	3,8

Z ramienia ZEOŁ budowę linii objęła specjalnie do tego celu wyłoniana Dyrekcja Budowy Linii 220 kV Śląsk—Łódź—Warszawa.

Przez cały okres budowy linii CZE był stale informowany za pośrednictwem ZEOŁ o przebiegu prac. We wszystkich sprawach większej wagi CZE posiadał głos decydujący. Przy większych trudnościach dyrekcja CZE i dyrekcja ZEOŁ interweniowały bezpośrednio.

Inspekcje robót w terenie (rys. 1) ze strony władz — Ministerstwa Przemysłu i Handlu, CZE i ZEOŁ — oraz

ciągły bezpośredni kontakt z tymi władzami odbity się w sposób decydujący na jakości i terminie wykonania linii.

2. Schemat organizacyjny Dyrekcji Budowy Linii (rys. 2).

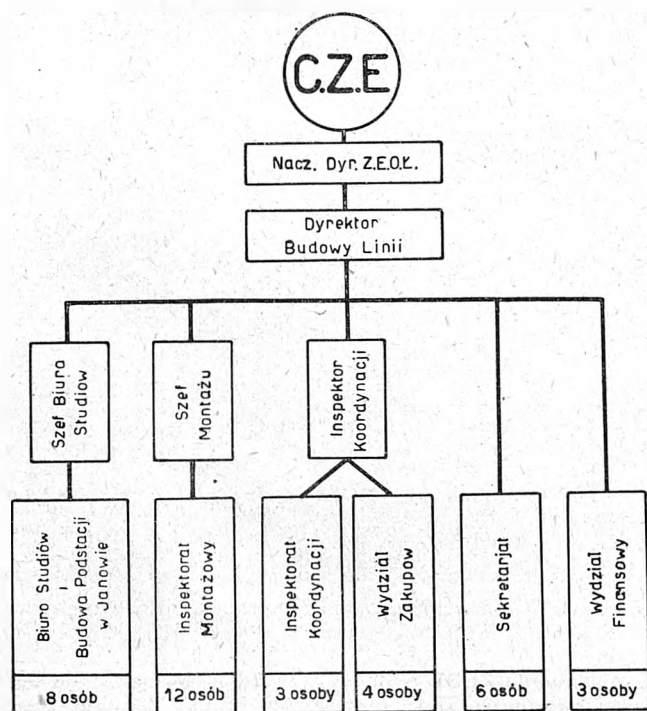
Biuro Studiów. Do Biura Studiów należało wykonanie projektu linii i wykonanie zasadniczych projektów podstacji prowizorycznych. Część obliczeń została zle-



Rys. 1. Inspekcja budowy linii przez Wiceministra Przemysłu i Handlu inż. J. Szałewicza (z prawej strony) i Naczelnego Dyrektora CZE inż. K. Straszewskiego (w środku)

cona na zewnątrz Biura Studiów tak ze względu na krótki termin wykonania projektu, jak i ze względu na zagadnienia specjalne. Dodatkowym zadaniem Biura Studiów była budowa podstacji w Janowie we wszystkich jej fazach, począwszy od zamówień, poprzez odbiory i transport aparatów i urządzeń i skończywszy na nadzorze technicznym przy budowie.

Inspektorat Montażowy. Wszystkie prace przy budowie linii były zlecone przedsiębiorstwom. Dla kontroli wykonania prac został w Dyrekcji Budowy zor-



Rys. 2. Schemat organizacyjny Dyrekcji Budowy Linii

ganizowany Inspektorat Montażowy. Zadaniem jego było badanie i kontrola jakości wykonania prac zleconych przedsiębiorstwom. W praktyce okazało się jednak, iż do czynności kontrolnych dołączył się obowiązek instruowania personelu przedsiębiorstw. Inspektorat Montażowy ponadto dokonywał pierwszych odbiorów materiałów li-

niowych (przewody stalowo-aluminiowe, linka ochronna, izolatory).

Inspektorat Koordynacji. Do prac Inspektoratu Koordynacji należało badanie wykonania zamówień u dostawców i poddostawców pod względem terminu i jakości wykonania w okresie od początku produkcji do chwili dostawy.

Wykonawcy złożyli harmonogramy produkcji i według nich Inspektorat Koordynacji sprawdzał wykonanie zamówień u producentów. Zadaniem jego było uchwycenie spóźnienia w pierwszym okresie i interweniowanie u władz. Zastosowanie takiej kontroli dało dobre rezultaty, gdyż błędy produkcji i wykonania usuwało się od razu, na początku. Do obowiązków Inspektoratu Koordynacji należało również współdziałanie z wydziałami technicznymi dostawców i Dyrekcji Budowy w opracowaniu warunków technicznych dostawy. Inspektorat Koordynacji organizował konferencje, na których uzgadniano warunki techniczne, finansowe i terminowe dla dostaw i usług.

Wydział Zakupów. Wydział Zakupów opracowywał i wydawał zamówienia. Prowadził kontrolę magazynów i następnie współdziałał przy kolaudacji linii.

Poza tym Wydział Zakupów wykonywał odbiory i próby odbiorcze dostaw dla linii.

Wydział Finansowy i Sekretariat nie wymagają specjalnych omówień.

3. Środki wykonawcze.

Personel. Ze względu na brak na rynku pracy odpowiednio kwalifikowanego personelu technicznego i administracyjnego etaty personelu Dyrekcji Budowy obsa-



Rys. 3. „Z samochodów osobowych tylko Willysy wytrzymały ten rodzaj dróg“

dzone były zaledwie w 50%. Tym się tłumaczy stosunkowo znaczna ilość prac obliczeniowych wydanych na zewnątrz.

Samochody. Długość budowanej linii wynosiła 161,1 km. Kontrola budowy, transport materiałów i łączność wymagały odpowiednio zorganizowanego parku samochodowego. Ze względu na to, że linia 220 kV przebie-

Tablica 1. Samochody przydzielone Dyrekcji Budowy

Rodzaj	Czas przydziału	Od początku	W 1/4 czasu budowy	W 1/2 czasu budowy	W 3/4 czasu budowy	Razem
Osobowe	1	1	—	—	—	2
Willysy	—	—	2	4	1	7
Półciężarowe 3/4 t	—	—	—	2	1	3
Ciężarowe 1½ t	—	—	—	2	—	2
Ciężarowe powyżej 2 t	—	—	—	—	1	1
Ogółem						15

ga przez tereny częściowo piaszczyste, częściowo torfiaste, zdala od dróg bitych, — samochody osobowe i ciężarowe musiały być z napędem terenowym. Z samochodów osobowych tylko Willysy wytrzymały ten rodzaj dróg (rys. 3). Liczba samochodów przydzielonych (tabl. 1) była

niewystarczająca i to w znacznym stopniu utrudniało pracę.

4. Czynności Dyrekcji Budowy.

Projektowanie techniczne. Biuro Studiów Dyrekcji Budowy wykonało projekt linii. Zadanie było tym trudne, iż jednocześnie z rozpoczęciem projektowania, dla dotrzymania terminu wykonania linii, przystąpiono do udzielania zamówień. W okresie początkowym budowa linii wyprzedzała pracę nad projektem. W kilku wypadkach zachodziła konieczność dokonania pewnych zmian w wydanych zamówieniach (np. zmiana liczby słupów, zawieszenie półodciągowe, zmiany w profilach prętów słupów itp.).

Udzielanie zamówień na materiały i zlecen na montaż. Formalna strona udzielania zamówień zasadniczo należała do Wydziału Zakupów na podstawie danych Biura Studiów. W konferencjach wstępnych brali udział dostawcy oraz kierownicy wszystkich wydziałów Dyrekcji Budowy. Każde zlecenie przed jego wydaniem było bardzo dokładnie omówione na protokołowanej konferencji (czy kilku konferencjach) z dostawcą i protokoły stanowiły część składową zlecenia.

Odbiory techniczne materiałów. Odbiory techniczne materiałów należały do Wydz. Zakupów. Pierwszych odbiorów materiałów liniowych dokonał Inspektorat Montażowy wspólnie z Wydziałem Zakupów. Po zapoznaniu się z techniką odbiorów dalsze odbiory Wydział Zakupów wykonywał samodzielnie. Ogółem dokonano 86 odbiorów, dla których sporządzono protokoły odbiorcze.

Kontrola montażów i ich odbiory. Kontrolę montażu linii wykonywał Inspektorat Montażowy — począwszy od kontroli budowy fundamentów, a kończąc na montażu przewodów. Dużo uwagi poświęcono kontroli budowy fundamentów. Podczas betonowania pobierano próbki mieszaniny betonu dla wykonania z niej kilku kostek. Po czasie całkowitego stwardnienia betonu próbki przesyłano do laboratoriów Instytutu Badawczego Budownictwa. W wypadku wytrzymałości niższej niż przyjęta w obliczeniu fundament musiał otrzymać koszulkę betonową lub żelbetową w zależności od wytrzymałości próbki.

Kontrola montażu słupów była dokonywana przez ślusarzy-kontrolerów, którzy zwracali specjalną uwagę na to, czy zostały zmontowane (i właściwie) wszystkie pręty słupa i czy wszystkie śruby zostały zabezpieczone przed rozluźnieniem nakrętki (punktowanie gwintu). Wiele wysiłku poświęcono na kontrolę montażu izolatorów i przewodów. Trudność polegała na tym, że w kraju nie posiadano doświadczenia przy montażu przewodów stalowo-aluminiowych o przekroju 463 mm². Kontrola polegała między innymi na niedopuszczeniu do żadnego uszkodzenia powłoki aluminiowej przewodów. Do każdej brygady montującej przewody przydzielony był na stałe kontroler. Wobec niemożności zaangażowania personelu technicznego dokładnie obznajmionego z montażem przewodów stalowo-aluminiowych CZE przydzielił do Dyrekcji Budowy na czas montażu przewodów techników z innych zjednoczeń energetycznych.

Finansowanie budowy. Linia została zbudowana z kredytów państwowych — średnioterminowych. Kredyty były przydzielane kwartalnie po złożeniu szczegółowego kosztorysu na dany okres. Kredytobiorcą było Zjednoczenie Energetyczne Okręgu Łódzkiego, które dokonywało przelewów na wniosek Dyrekcji Budowy. Wobec tego, że dostawcą był przemysł państwowy, rachunki były regulowane zaliczkowo, kalkulację zaś ostateczną zatwierdzał Departament Finansowy, Wydział Kosztów Własnych, i dopiero po zakończonej dostawie następował rozrachunek ostateczny.

Koordinacja poszczególnych prac i bezpośrednie wkraczanie. Do czynności Dyrekcji Budowy należało koordynowanie prac u dostawców; dopilnowanie, czy wykonawcy otrzymują odpowiednie surowce i półfabrykaty i w razie potrzeby interwencja u władz nadrzędnych; sprawdzanie, czy u dostawcy nie powstaje opóźnienie w stosunku do ustalonego wspólnie harmonogramu; sprawdzanie jakości technicznej wykonywanego produktu zarówno u dostawcy, jak również u poddostawcy; wykrywanie drobnych opóźnień i drogą interwencji u władz przełożonych doprowadzanie do nad-

robienia opóźnienia. Opóźnienie uchwycone w początkach jego powstawania daje się nadrobić bez większego wysiłku, opóźnienie zaś większe, uchwycone po kilku tygodniach, nastęrcza szereg trudności i z reguły kończy się opóźnieniem dostawy.

Do zadań Dyrekcji Budowy należało również sprawdzanie prac zakładów w okresie organizacyjnym, np. sprawdzanie sprzętu i wyszkolenia przedsiębiorstw, którym zlecono montaż przewodów itp., a także kontrolowanie właściwego i terminowego opracowania projektów szczegółowych przez dostawców (np. rysunki warsztatowe itp.).

Dużo uwagi Dyrekcja Budowy musiała poświęcić terminowemu dopływowi środków finansowych, gdyż nawet chwilowy ich brak wpływał w sposób zasadniczy na tempo prac przygotowawczych i dostaw.

Dyrekcja Budowy dla utrzymania właściwego tempa prac czy to w dziale dostaw, czy też przy montażu zmuszona była niejednokrotnie wciągać do współpracy nowe przedsiębiorstwa natychmiast po zorientowaniu się, że przedsiębiorstwa już zaangażowane mogą nie dotrzymać terminu dostawy czy wykonania.

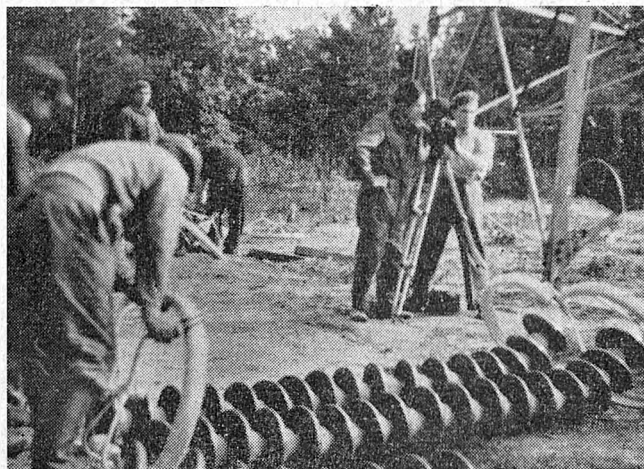
Dla wzmoczonej kontroli montażu linii Dyrekcja Budowy musiała zmobilizować personel dodatkowy uzyskany od kilku zjednoczeń energetycznych.

Dyrekcja Budowy wykonywała ponadto nadzór nad pracami Elektrowni Łódzkiej w związku z układaniem kabli 30-kilowoltowych i przyłączeniem tych kabli do rozdzielni 30 kV w elektrowni oraz nadzór nad pracami Elektrowni Okręgowej Zagłębia Dąbrowskiego w związku z doprowadzeniem pierścienia śląskiego do Łagiszy i montażem podstacji w Łagiszy. Nadzory te dotyczyły głównie terminów wykonania.

Dyrekcja Budowy musiała wreszcie regulować ostrość kontroli i odbiorów pod kątem widzenia dotrzymania terminu uruchomienia linii.

Sprawozdawczość. Sprawozdawczość techniczna polegała na podawaniu do Centralnego Zarządu Energetyki i do Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Łódzkiego na 15 i 30 każdego miesiąca stanu dostaw i budowy linii, przy czym każdorazowo stan robót porównywany był z harmonogramem budowy linii. W końcowym okresie budowy linii CZE otrzymywał od Dyrekcji Budowy codziennie dokładne telefoniczne sprawozdania z wykonanych prac za dzień ubiegły.

Sprawozdawczość finansowa polegała na wykonywaniu zestawień kwot wydatkowanych na poszczególne elemen-



Rys. 4. „Kronika filmowa“ przy pracy podczas montażu linii

ty linii w okresach miesięcznych i kwartalnych. Sprawozdania były przesyłane również do Banku Gospodarstwa Krajowego jako kredytodawcy.

Takie były obowiązki sprawozdawczości w stosunku do władz nadrzędnych. Dla informowania zaś Dyrekcji Budowy o stanie prac w terenie przedsiębiorcy składali raporty o stanie robót w okresach tygodniowych (rys. 4).

W okresie końcowym budowy linii (ostatnich 10 tygodni) wszystkie przedsiębiorstwa biorące udział we wszystkich stadiach budowy (fundamenty, montaż słupów i prze-

wodów oraz malowanie słupów) nadsyłały codziennie drogą telefoniczną sprawozdania z wykonanych prac za dzień ubiegły. W ostatnim decydującym okresie Dyrekcja Budowy posiadała szereg bezpośrednich połączeń telefonicznych z najważniejszymi ośrodkami montażu linii. Dało to możność Dyrekcji Budowy utrzymywania stałego kontaktu z wykonawcami i przez to samo porównywania postępu prac w terenie z harmonogramem, a więc wykrywania miejsc niebezpiecznych, zagrażających terminowemu wykonaniu linii.

5. Sposób finansowania budowy.

Linia Śląsk—Łódź została zbudowana z kredytów inwestycyjnych przyznanych na 1947 r. Centralnemu Zarządowi Energetyki.

Konieczność zaliczkowania wszystkich zamówień (które wtedy obowiązywało jeszcze) wymagała uruchomienia znacznych kredytów już w pierwszym okresie udzielania zamówień (zaliczki dochodziły do 50% wysokości zamówienia). Przydzielanie zaś kredytów w pierwszych kwartałach było mniejsze ze względu na mniejsze wpływy państwa w tym okresie.

Pierwszy okres budowy linii cechował pewien niedobór kredytów i związane z tym trudności. W pierwszym okresie udzielania zaliczek (początek 1947 r.) Zjednoczenie Energetyczne Okręgu Łódzkiego zmuszone było ułokować w inwestycjach budowy linii znaczne ilości kapitału obrotowego.

Rozrachunki z dostawcami odbywały się na ogół w sposób następujący: po potwierdzeniu zamówienia dostawca otrzymywał zaliczkę w wysokości ok. 50% wartości dostawy; po częściowych dostawach wpływały rachunki częściowe, z których częściowo była potrącana zaliczka i kwota na rezerwę lub gwarancję kolaudacyjną, reszta zaś była przekazywana na rachunek dostawcy.

W podobny sposób odbywały się rozrachunki z przedsiębiorstwami montującymi. Zaliczka udzielana była na zakup narzędzi i koszty organizacyjne.

Firmom spółdzielczym i nielicznym przedsiębiorstwom prywatnym zaliczki udzielane były pod gwarancję bankową, wekslową czy też materiałową.

Ostateczny rozrachunek z dostawcami następował po zatwierdzeniu cen przez Departament Finansowy M. P. i H.

Budowa linii wykonana została poza planem inwestycyjnym 1947 r. Ostateczna decyzja budowy linii zapadła w końcu 1946 r.

Zakłady, które musiały dokonać pewnych inwestycji w związku z dosłaniem energii do Łagiszy i w związku z odbiorem jej w Janowie (k. Łodzi), nie były przygotowane finansowo do tych inwestycji. Ze względu na konieczność uruchomienia linii Dyrekcja Budowy musiała finansować te instytucje, obciążając rachunki tych zakładów (Elektrownia Łódzka i Elektrownia Okręgowa Zagłębia Dąbrowskiego).

6. Przedsiębiorstwa i instytucje biorące udział w dostawach materiałów dla linii¹⁾.

Cement: Centrala Zbytu Przemysłu Cementowego, Sosnowiec	100%
Stal (półprodukt): Huta „Pokój”	40%
Huta „Florian”	60%
Słupy: „Mostostal”, Zabrze	100%
Z ramienia P. P. „Mostostal” zamówienie wykonany następujące przedsiębiorstwa:	
Wytw. Wagon. i Most. w Chorzowie	61,1%
Zakł. Przem. „Metalurgia”, Radomsko	4,2%
Huta „Zabrze”	15,7%
Huta „Pokój”, Łabędy	5,4%
Mikołowskie Zakł. Bud. Maszyn	10,3%
Zakł. Przem. „Zamkosr”, Będzin	2,7%
„Elevator”, Katowice	0,6%

Przewody stalowo-aluminiowe:	
Zakł. Przem. „Metalurgia”	100%
Walcówkę aluminiową dostarczyła Fabryka Kabli i Drutu w Będzynie, walcówkę zaś stalową huta „Kościuszkowski”.	

Linia ochronna uziemiona: Fabr. Lin i Drutu dawn. Deichsel w Sosnowcu	100%
Walcówkę stalową dostarczyła huta „Kościuszkowski”.	
Okucia i sprzęt do izolatorów: Firma „Izolator” w Bielsku	100%
Głównymi poddostawcami byli: a) dla części kuchnych Rybnicka Fabr. Maszyn oraz „Brevillier i Urban” w Ustroniu, b) dla części lanych E. Erbe w Zawierciu.	

Izolatory: Fabryka porcelany „Zofiówka”	44,3%
Fabryka Porcelany „Boguchwała”	55,7%
Sprzęt precyzyjny: Zaciski odciążowe i złącza do linki stalowo-aluminiowej (463 mm ²) oraz złącza do linki ochronnej dostarczyła firma „Volpato” w Mediolanie	100%
Kable podziemne na 30 kV: Fabr. Kabli w Krakowie	50,0%
„Kabel Polski” w Bydgoszczy	50,0%
Aparatura na 30 kV: Pierwsza Państw. Fabr. Apar. Elektrycznych dawn. K. Szpotański	100%

7. Przedsiębiorstwa i instytucje biorące bezpośredni udział w budowie linii na 220 kV w terenie²⁾

Trasowanie linii: ZEORK, Skarżysko	100%
Zdjęcie profilów (dodatkowe): Firma „Pomiary”, Kraków	100%
Budowa fundamentów: Państwowe Budownictwo Elektryczne, Kraków	62%
Spółeczne Przedsiębiorstwo Budowlane, Łódź	38%
Transport i montaż słupów: Państwowe Przedsiębiorstwo „Mostostal”, Zabrze	100%
Montaż przewodów: Państwowe Budownictwo Elektryczne, Kraków	56%
Dolnośląskie Przedsiębiorstwo Elektryczne, Wrocław	23%
Spółeczne Przedsiębiorstwo Budowlane, Katowice	9%
Grupa Techniczna, Wrocław	12%
Malowanie części słupów: S. Lipanowicz, Bytom	10%
Firma Woźniak i S-ka, Łódź	38%
Pomoc przy montażu przewodów przez przedsiębiorstwa techników, monterów i transportu: Zjednoczenia Energetyczne Okręgów: Warszawskiego, Krakowskiego, Radomsko-Kieleckiego, Poznańskiego, Dolnośląskiego, Pomorza Zachodniego, Pomorskiego, Zagłębia Węglowego i Zakłady Elektryczne Wybrzeża.	

8. Przedsiębiorstwa i instytucje biorące udział w doprowadzeniu pierścienia śląskiego do Łagiszy, w budowie podstacji w Łagiszy i Janowie oraz w budowie linii kablowej w Łodzi³⁾

Wprowadzenie pierścienia śląskiego do Łagiszy wykonana z ramienia Zjednoczenia Energetycznego Zagłębia Węglowego Elektrownia Okręgowa Zagłębia Dąbrowskiego (EOZD). Ta sama elektrownia wykonała montaż podstacji w Łagiszy przy współudziale monterów biura montażowego Państwowego Budownictwa Elektrycznego w Krakowie.

Prowizoryczne połączenie podstacji na 110 kV w Łagiszy z linią Śląsk—Łódź wykonała we własnym zakresie EOZD.

Podstacja w Janowie została zmontowana przez przedsiębiorstwo „Prądy Silne” (Warszawa), które również dostarczyło i zmontowało tablicę rozdzielczą.

Przy wykonaniu bocznicy, budynków, oparkania itp. robót na podstacji w Janowie brały udział przedsiębiorstwa: „Bocznica”, „Rozbudowa”, „Strzecha” i inne.

Trzytorową linię kablową na 30 kV pomiędzy podstacją Janów a Elektrownią Łódzką ułożyło Spółeczne Przedsiębiorstwo Budowlane pod nadzorem Elektrowni Łódzkiej, przy czym ta ostatnia wykonała przy pomocy własnego personelu montaż muf kablowych. Elektrownia Łódzka rozbudowała we własnym zakresie swoją rozdzielnię na 30 kV i przyłączyła do niej wymienioną linię kablową na 30 kV.

¹⁾ Dalsze szczegóły ob. w art. inż. J. Helda „Organizacja prac projektowych i montażowych oraz dostawy materiałów”, rozdz. 5.

²⁾ Por art. inż. J. Helda, rozdz. 6.

³⁾ Por. art. inż. J. Helda, rozdz. 7.

INŻ. T. PORZEZINSKI
Insp. Wytw. PPBMiKS
„MOSTOSTAL”

Wykonanie słupów w wytwórniach

Treść. Sporządzanie rysunków warsztatowych — potrzebne dane, czas wykonania. Wpływ przyjętego sposobu ustawiania słupów w terenie na projekt wykonawczy konstrukcji słupa. Rozdział produkcji słupów pomiędzy wytwórnie. Organizacja produkcji: wykonanie próbnych słupów jako sprawdzianów poprawności projektów, system numeracji prętów. Kolejne etapy produkcji słupów: wykonanie blach i prętów, czyszczenie, miniowanie, cechowanie, przygotowanie do transportu. Sposoby seryjnego wykonywania elementów. Wnioski ze zdobytego doświadczenia przy wykonywaniu słupów.

Производство опор на заводах. Изготовление заводских чертежей — требуемые данные, срок изготовления. Влияние принятого способа монтажа опор на исполнительный проект конструкции опоры. Распределение производства опор между заводами. Организация производства: изготовление опытной опоры для проверки правильности проекта; способ обозначения стержней. Последовательные этапы производства опор: изготовление фасонки и стержней, очистка их и покрытие суриком, нумерация, подготовка к транспорту. Методы серийного изготовления элементов. Выводы из опыта, собранного при производстве опор.

Manufacture of Towers. Preparation of working drawings: details required, time of manufacture. Influence of the system adopted for erection of the towers in the field on the execution designs of towers. Distribution of the manufacture of towers among various works. Organisation of manufacture: execution of trial towers as a means for ascertaining the suitability of the designs; system of numbering of bars. Consecutive stages of manufacture of the towers: manufacture of sheet steel parts and bars, cleaning, lead-coating, marking, preparation for transport. Methods of serial production of elements. Conclusions from experience gained in the manufacture of towers.

Fabrication des pylônes en usine. Établissement des dessins d'atelier — données nécessaires, temps d'exécution. Influence du système d'implantation des pylônes adopté sur le projet d'exécution de la construction de ceux-ci. Répartition de la fabrication des pylônes parmi les usines. Organisation de la production: fabrication de pylônes d'essai aux fins de la vérification de la correction des projets, numérotage des poutrelles. Étapes successives de la production des pylônes: fabrication des tôles et des poutrelles, nettoyage, peinture au minium, marques distinctives, préparation au transport. Moyens de fabriquer les éléments en série. Conclusions retirées de l'expérience acquise dans la fabrication des pylônes.

I. Rysunki warsztatowe i zamówienie stali w hutach.

Momentem wyjściowym produkcji słupów było otrzymanie od zleceniodawcy siatki słupów oraz podanie przezeń profili zastosowanych dla poszczególnych prętów i sił działających w tych prętach. Podanie tych danych jest niezbędne, gdyż ze względów konstrukcyjnych nie wszystkie przekroje są w pełni wykorzystane, a cały szereg prętów otrzymuje swój przekrój przede wszystkim ze wzglę-

pów poszczególnych typów pozwoliło na opracowanie zamówienia materiałów jeszcze przed ostatecznym opracowaniem rysunków wykonawczych. Podkreślenie tego jest ważne, gdyż, jak stale obserwujemy, programy inwestycyjne klientów nie są w stanie dostosować się do obecnej sytuacji hutnictwa. Produkcja hutnictwa planowana jest w okresach półrocznych i liczyć się należy z normalnym okresem 5—6 miesięcy na dostawę profili z hut, wobec

T A B I C A 1. Charakterystyka słupów

Oznaczenie typu	NP	P	DP	PW	DPW	O	ON	K
Nazwa typu	Przelotowy niski	Przelotowy	Przelotowy podwyższony	Przelotowy wzmocniony	Przelotowy wzmocniony podwyższony	Oporowy	Oporowo-narozny	Krańcowy
Wysokość słupa (m)	22,4	28,4	34,4	28,4	34,4	26,9	26,9	26,9
Rozstawienie naroży wzdłuż osi linii (m)	5,368	6,270	7,170	6,272	7,172	6,286	6,288	6,298
Rozstawienie naroży wpoprzek osi linii (m)	5,099	6,259	7,417	6,261	7,419	6,344	6,346	6,356
Ciężar materiałów potrzebnych na słup* (t)	6,26	7,75	9,70	10,15	12,74	9,71	10,67	11,06
Udział kątowników równoramiennych i blach w zapotrzebowaniu materiałów (w % ciężaru słupa)	140 × 13	—	—	—	—	—	5,4	12,5
	130 × 12	—	—	—	—	—	8,9	2,9
	120 × 11	—	—	—	—	—	5,6	3,2
	110 × 12	—	—	—	—	—	5,0	—
	100 × 12	—	—	—	—	3,4	5,5	7,8
	100 × 10	0,7	0,6	0,5	4,0	3,2	0,9	0,5
	90 × 11	—	—	—	—	—	6,1	—
	90 × 9	—	3,9	6,2	12,6	10,6	—	2,6
	80 × 12	—	—	—	—	—	3,0	—
	80 × 10	—	—	—	0,9	0,7	2,8	2,8
	80 × 8	7,1	5,7	6,8	5,8	6,1	—	—
	75 × 8	0,6	0,6	0,4	3,4	2,7	2,1	6,2
	75 × 7	—	—	—	10,7	13,5	0,4	—
	70 × 7	10,4	11,8	12,7	9,7	8,7	3,1	5,2
	65 × 7	0,5	0,4	0,3	1,4	6,5	9,6	7,7
	60 × 6	17,0	16,5	15,5	7,0	5,7	14,0	11,7
	55 × 6	—	—	—	7,2	5,8	—	—
50 × 5	25,2	26,3	28,0	11,3	11,0	8,5	7,1	
45 × 5	11,4	10,7	8,6	5,5	4,4	4,7	2,5	
40 × 4	—	—	—	—	—	—	0,9	
35 × 4	1,3	1,2	1,3	0,9	0,8	9,2	7,5	
Profile oznaczone tłustym drukiem były zastosowane w narożnikach.	Blachy węzł. 24,8	21,5	19,2	18,8	16,4	19,0	15,2	
	Różne 1,0	0,8	0,5	0,8	0,5	0,5	0,4	

* Z uwzględnieniem procentu na odpady: dla kątowników ok. 10%, dla blach ok. 40%.

du na siły wybaczące. Wskutek tego, w razie wyznaczenia liczby śrub lub nitów w węzłach przy wykonywaniu rysunków warsztatowych tylko na podstawie przekroju profilu, w wielu miejscach zastosowano by nadmierną liczbę elementów złącznych, powodując równocześnie zbędne a kosztowne rozbudowanie węzłów.

Otrzymanie od zleceniodawcy siatki wraz z wyznaczonymi profilami przy równoczesnym podaniu liczby słupów

czego należy dążyć do jak najwcześniejszego zamówienia materiałów, godząc się nawet z pewnym ryzykiem nadwyżki zamawianego materiału.

Należy tu jeszcze zwrócić uwagę na ścisły związek wymaganego tempa dostawy z kosztami zużytych materiałów. Huty godzą się częstokroć na przyspieszenie terminu dostawy pod warunkiem, że zamawiający zrezygnuje z wymagania dostawy profili w prętach określonych dłu-

gości, a przyjmie materiał w długościach składowych. Prowadzi to do powiększenia ilości odpadków ze średnio przewidzianych 5% do 10—12%, wskutek czego cena konstrukcji wzrasta o jakieś 4%.

Przy projektowaniu słupów po otrzymaniu siatki, wykazu profili i sił konieczne było ze względu na typ konstrukcji rozwiązanie przed rozpoczęciem prac rysunkowych kilku zagadnień:

a) Względny transportowe narzucały dostawę konstrukcji z wytwórni na miejsce budowy w pretach luźnych z przymocowanymi do nich blachami węzłowymi.

b) Konieczność równoczesnej pracy wielu brygad montażowych na wielkich odległościach oraz konieczny krótki czas montażu poszczególnych słupów ze względu na ich liczbę przeważały decyzję co do elementów łącznych na korzyść śrub dla węzłów łączonych na miejscu budowy, a na korzyść spawania lub nitowania dla blach węzłowych przymocowywanych do pretów w warsztacie. Konieczne zatem stało się ustalenie, przed rozpoczęciem projektowania, połączeń warsztatowych i montażowych. Było to możliwe po szczegółowym przemyśleniu techniki montażu.

c) Przy rozwiązywaniu całego szeregu węzłów przestrzennych głównych należało uwzględnić wymagania montażowe, a więc technika montażu musiała być skrytaliczowana przed rysunkowym rozwiązaniem słupów.

Podkreślenie powyższych przesłanek jest konieczne, aby dowiedzieć, że przy słupach tego typu niezbędna jest ścisła współpraca między biurem projektów a organami montującymi. Tylko dzięki stałej współpracy obu stron było możliwe uzyskanie takiego rozwiązania, które pozwoliło na osiągnięcie potrzebnego tempa montażu przez usunięcie niepotrzebnych trudności w składaniu słupa.

Okres wykonania rysunków wykonawczych dla 5 głównych typów słupów P, PW, O, ON, K wraz z podtypami NP, DP, DPW (tabl. 1) przewidziany był na 3 miesiące. W rzeczywistości rysunki dla głównego słupa P, NP, DP zostały wykonane w zapowiedzianym terminie, natomiast pozostałe rysunki otrzymano z opóźnieniem częściowo z powodu zarządzonej zmian w profilach, co spowodowało konieczność przeprojektowania dużej liczby węzłów, skorygowania długości pretów itp., częściowo zaś z powodu zbyt optymistycznego szacowania czasu potrzebnego na prace projektowe nad słupami, których dotychczas nie projektowano w kraju. Dodać należy, że przy projektowaniu tego rodzaju słupów powiększenie zespołu projektantów daje niewielkie skrócenie czasu, gdyż praca konstruktorska musi spoczywać dla każdego typu słupa w rękach jednego tylko konstruktora, powiększenie zaś liczby kreślarzy niewiele skraca czas wykonania, gdyż konstruktor nie nadaje dawać przetrawionego materiału kreślarzom. W przyszłości liczyć się należy z okresem około 4 miesięcy potrzebnym na pracę projektanta, biorąc pod uwagę konieczność uzgodnienia projektu w toku tej pracy z doręczającym równocześnie zagadnieniem montażowym.

Dzięki wysiłkowi hut materiały zostały dostarczone do wytwórni na tyle wcześnie, że z chwilą ukończenia projektów wytwórnie mogły przystąpić do produkcji.

Podane niżej rysunki pokazują siatkę typowego słupa (rys. 1) oraz szczegóły rozwiązań konstrukcyjnych.

2. Kotwy.

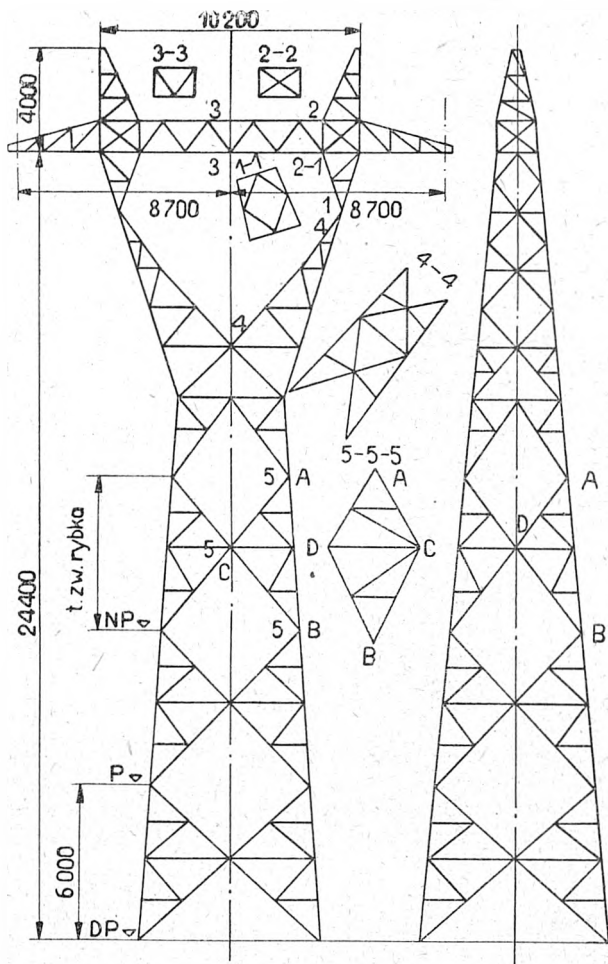
Przed rozpoczęciem dostawy słupów wykonana została niezbędna partia zakotwień. Typy zakotwień odpowiadały typom słupów, różniąc się profilem narożnika i rozmieszczeniem otworów na śruby do połączenia ze słupem (rys. 2). Wydaje się rzeczą celową zbadanie, czy nie byłoby możliwe przy tych typach słupów ustalenie jednego rodzaju zakotwienia dla wszystkich typów i zastosowanie redukcji profilu do potrzebnego narożnika słupa w jego dolnej części. Dodatkowe koszty materiału zostałyby niezawodnie zrównoważone przez uproszczenie i ujednostajnienie zaopatrzenia długiego odcinka linii w kotwy tylko jednego typu. Ważne to jest szczególnie w wypadkach, gdy wskutek krótkości czasu będącego do dyspozycji na zbadanie trasy należy się liczyć ze zmianami typów słupów w poszczególnych punktach.

3. Organizacja produkcji słupów.

Dostawa słupów została rozdzielona na siedem wytwórni w ten sposób, aby każda wytwórnia dostarczała tylko

jeden typ słupów z jedną jego odmianą wysokościową. Rozdział uwzględnił równocześnie możliwości wytwórcze zakładów.*)

Przy rozdziale zamówień wysunięto pomysł, aby dla przyspieszenia początku dostawy zakłady, obowiązane do wykonania tego samego typu słupa (dla słupów typu P Wytwórni Wag. i Most. w Chorzowie i Mikoł. Zakł. Bud.



Rys. 1. Siatka słupa przelotowego z podziałem na NP, P, DP

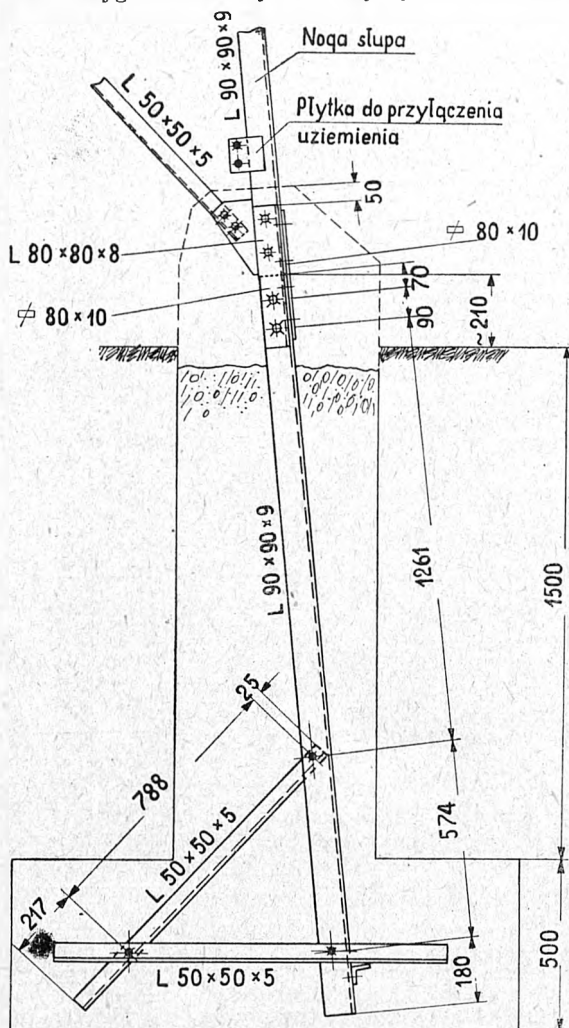
Masz., dla typu O — Zakł. Przem. Metalurgia i Zamkost), wykonały komplet szablonów w 2 egzemplarzach i przekazały jeden z nich drugiej wytwórni. Po bliższym rozważeniu zagadnienia i wzięciu pod uwagę różnic techniki produkcyjnej oraz komplikacji, związanych z odpowiedzialnością za jakość wyrobu, zainteresowane wytwórnie nie podpierały rzuconej propozycji i każdy z zakładów wykonywał sobie potrzebne szablony na własny użytek. Nie mniej jednak podkreślić należy wysoki poziom współpracy między wytwórniami, które umożliwiały sobie wzajemnie wgląd w szczegóły produkcji, dzieliły się doświadczeniem, nawet zezwalały na korzystanie ze swych środków produkcyjnych i maszyn innej wytwórni dla umożliwienia jej wywiązania się z terminów dostawy.

Pierwszą fazą dostawy jest wykonanie słupa próbego, przy czym równocześnie wykonywane są dla blach węzłowych szablony, a dla pretów oprócz pretu, który zostanie użyty do złożenia masztu próbnego przygotowany jest drugi pret, który służyć będzie jako szablon dla dalszej produkcji. Wykonanie słupa próbnego (rys. 3) ma za cel: a) odszukanie błędów rysunkowych, które są prawdopodobne i zdarzają się przy wielkiej ilości elementów składowych (obliczenie długości pretów w siatki przestrzennej może być obciążone błędami rachunkowymi szczególnie tam, gdzie wchodzi w grę blachy węzłowe nie płaskie, lecz wygięte i gdzie ocena odkształcenia średnich włókien przy gięciu drogą rachunkową jest zawodna);

*) Por. art. inż. J. Helda „Organizacja prac projektowych i montażowych oraz dostawy materiałów”, rozdz. 5 oraz art. inż. M. Kobylńskiego „Ogólna organizacja budowy”, rozdz. 6. (Przyp. red.).

b) skontrolowanie pierwszego wytrasowania elementów i stworzenie wzorców dla następnej już bieżącej produkcji.

Jak okazało się, kontakt traserów z projektantem w czasie wykonywania słupa próbnego był konieczny, raz ze względu na napotkane istotne błędy, które musiały być od razu skorygowane nie tylko w tej wytwórni, która wy-



Rys. 2. Kotwa słupa typu P i sposób połączenia jej z nogą słupa

konywała dany słup, ale i w innej mającej ten sam typ do produkcji, aby zachować w granicach możliwie bliskich identyczność prętów w słupach pochodzących z różnych wytwórni. Poprawianie długości roboczej pręta może się odbywać bądź przez zmianę rozstawienia otworów

w precie, bądź też przez przesunięcie otworów w blasze węzłowej. Oba sposoby są poprawne z punktu widzenia pracy konstrukcji, lecz zastosowanie odmiennych sposobów w dwóch wytwórniach prowadziło do zupełnej niezamienności części pochodzących z różnych wytwórni, czego należało uniknąć.

Przestrzenna siatka sprawiała pewne trudności traserom, gdyż założenie, że połączenia prętów głównych winny być tak wykonane, aby osi obojętne profili przecinały się w węzłach w jednym punkcie, prowadziło do konieczności starannego gięcia blach o nieco skomplikowanych wymiarach. Wymaganie takie jest konieczne, aby w prętach rozciąganych uniknąć momentów skręcających profil, a w prętach ściskanych mimośrodowego wybożenia. Wymagało to zatem częstego kontaktu projektującego z traserami. Jeżeli dodamy, że ostateczny kształt nadawano szablonom do gięcia blach węzłowych dopiero po całkowitym zmontowaniu słupa próbnego, to będzie rzeczą zrozumiałą, że od chwili rozpoczęcia prac przy słupie próbnym do chwili rozpoczęcia seryjnej produkcji konieczny się okazał okres od 4 do 6 tygodni, przy czym okres najkrótszy był osiągnięty przez wytwórnię o bogatym wyposażeniu w maszyny, chwilowo wówczas nieobciążoną innymi zamówieniami i posiadającą wielu wykwalifikowanych i rozumiejących się wzajemnie traserów.

W większości wytwórni wykonany słup próbny pozostawał na miejscu w stanie zmontowanym całkowicie lub częściowo (rys. 3) jako wzorzec poglądowy rozmieszczenia poszczególnych prętów i rozwiązania węzłów; odsyłano go dopiero po zakończeniu dostawy jako ostatni słup zamówienia lub też po doskonałym opanowaniu produkcji przez załogę.

Kontrola słupa próbnego odbywała się po zmontowaniu go w położeniu poziomym i zdaniem naszym sposób ten zapewnia wystarczające możliwości poprawnej kontroli. W jednej wytwórni zakwestionowano tę metodę podejrzewając, że innego rodzaju obciążenia prętów od ciężaru własnego powodują deformację całej siatki i fałszywe wnioski co do długości prętów. Na podstawie obserwacji z innych wytwórni uważamy obawy te za przesadne. Tamta wytwórnia podjęła jednak próbny montaż w położeniu pionowym, partiami po 6 metrów wysokości, innego typu słupa, wykonywanego przez siebie i otrzymała istotnie wyniki lepsze, lecz wytłumaczyć to można tym, że ten drugi słup próbny wykonany był po wyprodukowaniu około 80 słupów poprzedniego typu, a więc wówczas, kiedy traserzy na podstawie doświadczeń pierwszej serii zdobyli znaczną rutynę i umiejętność unikania błędów, popełnionych przy słupie pierwszym.

Przy kontroli słupa próbnego sprawdzeniu podlegają:

- zgodność zastosowanego profilu z profilem przepisowym;
- średnice otworów połączeniowych;
- prostość krawężników słupa;
- długość prętów: wszystkie pręty ściany powinny znajdować się w jednej płaszczyźnie — wypukłość ściany świadczy, że pręty są zbyt długie; przeciwnie, pręty są zbyt krótkie, jeżeli po wyjściu śrub łączących z jednego końca pręta da się zaobserwować przesunięcie otworów;
- dokładność rozstawienia dolnych końców krawężników słupa zarówno po bokach prostokąta podstawy, jak i po przekątnej dla upewnienia się, że będą pasowały do kotew;
- rozstawienie i wielkość otworów na śruby połączeniowe z kotwami w dolnych końcach krawężników.

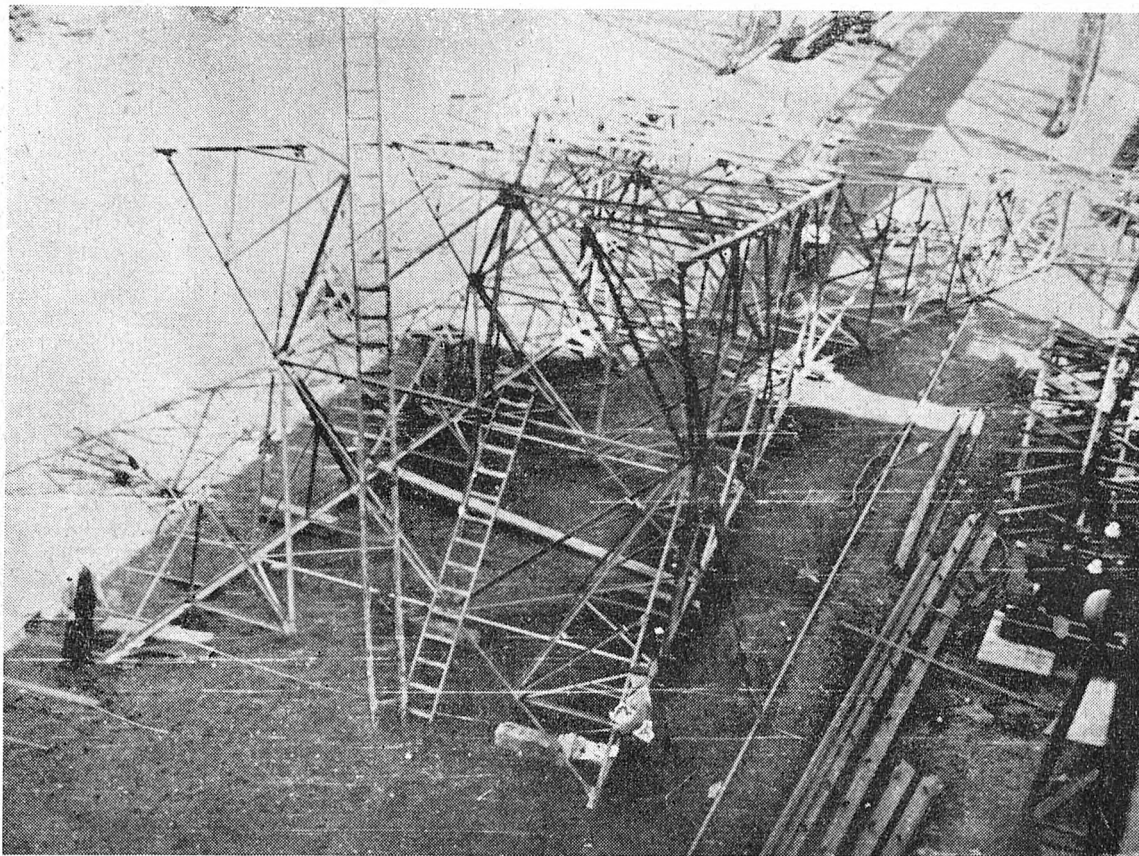
Specjalną uwagę zwrócić należy na system numeracji prętów. Słupy są zasadniczo symetryczne w dwóch płaszczyznach pionowych: wzdłuż trasy i prostopadle do niej. Z reguły zatem spotykamy dwa identyczne elementy będące wzajemnym zwierciadlanym odbiciem. Wobec wykonywania elementów według szablonów wzajemna wymiennosc elementów jest zapewniona, to też otrzymywały one ten sam numer pozycji, natomiast elementy będące zwierciadlanym odbiciem otrzymywały numer identyczny, lecz poprzedzony cyfrą „0”. System numeracji ustalony został po zdecydowaniu techniki montażu i był w miarę możliwości do niej dostosowany, tak że numer pręta określał położenie pręta w słupie. Montaż słupa odbywał się piętrami i osobna grupa numerów obejmowała elementy piętra pierwszego, osobna drugiego itd. Pręty należące do innego typu słupa otrzymywały odmiennie grupy numerów, tak że nawet na punktach skła-

dowych kolejowych, gdzie grupowały się słupy różnych typów, nie sprawiło trudności zidentyfikowanie luźnego pręta, gdy wskutek rozsypania się wiązek pręty pomieszaly się.

Wypadek taki zdarzył się, gdy wskutek przypadkowego nadejścia większej liczby wagonów na jeden punkt nieprzystosowany do wymaganego, a nieprzewidzianego tem-

czas identyczność rozstawienia otworów dla całej serii słupów.

W razie uprzedniego przebijania konieczne jest dla każdej blachy osobno trasowanie rozstawienia otworów, co nawet przez szablon przy pomocy punktaka wymaga dużego nakładu pracy. Następnie ustawienie blach na dziurkarce w ten sposób, aby centrujące ostrze przebijała tra-



Rys. 3. Pierwszy słup próbny zmontowany na terenie Wytworni Wagonów i Mostów w Chorzowie

pa rozładowania, konieczne okazało się wyładowanie ręczne, a więc rozwiązanie pęków na wagonach, gdyż były one zbyt ciężkie do przeniesienia bez pomocy dźwigów.

Pręty, które w warsztacie były łączone z blachami węzłowymi na nity lub przez spawanie, miały na sobie tylko swój własny numer rozpoznawczy. Numer ten był wybity w sposób trwały i początkowo nie był zamalowywany farbą miniovą. Ze względu na uciążliwość tej procedury zaniechano w wielu wypadkach pozostawiania niemalowanego miejsca, biorąc pod uwagę, że w razie rzadkich wątpliwości odszukanie go nie będzie trudne. Natomiast konieczne okazało się oznaczenie na przecie numeru białym kolorem dużymi cyframi. Ponieważ malowanie numerów białą farbą (w dodatku przez szablony) pochłaniało dużo czasu, opóźniało przepływ materiału i wymagało zajęcia wielkich przestrzeni w warsztacie, przyjęło się i okazało się wystarczającym pisanie numeru, oczywiście, wyraźnym białą przetruszczonej kredą odręcznie na powierzchni miniovanej. Cyfry musiały być tak duże, aby na montażu robotnik, stojąc o parę metrów od rłożonych prętów, był w stanie odczytać numer bez zbliżania się i pochylania.

4. Produkcja.

Produkcję słupów można ująć w operacje następujące: a) wykonanie blach węzłowych przynitowanych do prętów, b) wykonanie blach węzłowych przyspawanych do prętów c) wykonanie prętów, d) czyszczenie, e) miniovanie, f) cechowanie, g) wiązanie do transportu.

Otwory na łączenie elementów wytwórnie wykonywały przeważnie wierceniem. Przebijanie otworów i następnie ich przewiercanie uznano za nieekonomiczne i zawodne. Wiercenie w materiale pełnym odbywa się dla blach węzłowych pakietami po kilka sztuk naraz poprzez jedną wzorcową blachę węzłową. Zapewniona jest wów-

czas w oznaczony punkt może być wykonane z pewną tylko dokładnością i znów wymaga przebijania każdej blachy z osobna. Dokładność ta zależna jest w znacznym stopniu od zdolności skupienia uwagi robotnika, a łatwo może być zmniejszona przez chwilowe warunki otoczenia, jak oświetlenie, wzmożony ruch na warsztacie itp.

W razie niewielkich nawet odchyłeń dowiercanie otworów na wiertarce, jednostkowe czy w pakietach, może nie doprowadzić do poprawienia wykonania, gdyż wiertło wchodzące ekscentrycznie w otwór przesunięty ma tendencję do przesunięcia wierconej blachy aż do uzyskania łatwej pracy. Z tego względu wytwórnie wolały nieco podwyższyć zużycie wiertel i czas zajęcia wiertarek niż narażać się na usterki wykonania, trudne do wykrycia, a dające się dotkliwie odczuć przy montażu. Ich zdaniem ogólny czas roboczy wykonania nie jest korzystniejszy przy przebijaniu otworów i dowiercaniu, niż przy wierceniu w pełnym materiale.

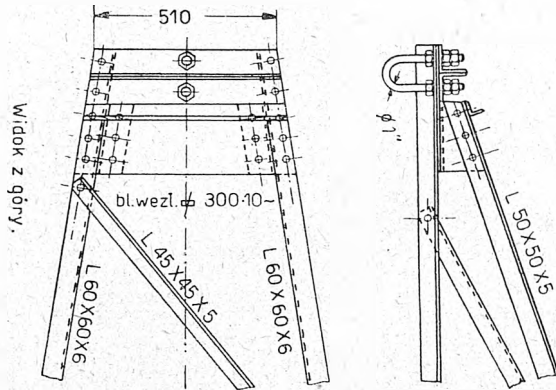
Korzystniej przedstawiało się porównanie wiercenia z przebiciem i dowiercaniem dla tego drugiego sposobu przy wykonywaniu prętów, gdy niemożliwe jest wiercenie pakietowe. Jednak i w tym wypadku wytwórnie uważały za korzystniejsze wiercenie poprzez wzorcową kątownik z pełnego, niż każdorazowe trasowanie, przebijanie i wiercenie, uważając zysk na czasie roboczym przy stosowaniu przebijania za wątpliwy i obawiając się odchyłeń wymiarowych.

Blachy przeznaczone do przyspawania wykonywane są bez otworów i dopiero po ich przyspawaniu wierci się je przy pomocy wykonanych uprzednio otworów na końcach pręta.

W czasie rozmów wstępnych nad wykonaniem dostawy wysuwane były zastrzeżenia co do spawania ze względu na trudność kontroli tego sposobu łączenia. Z obserwacji naszych wynika, że spawy były zupełnie po-

prawne, co jest zrozumiałe, gdyż wytwórnie wykształciły w ciągu wielu lat swój personel spawalniczy na dostawach mostowych prześięt spawanych, podlegających bardzo ostremu odbiorowi przez Ministerstwo Komunikacji.

Cięcie prętów i blach odbywało się za pomocą nożyc, pił lub palników acetylenowych z dodatkowym oszlifowaniem zacieków. Przy stosowaniu obecnych palników do cięcia dających wąską szczelinę i przy doświadczonych spawaczach cięcie palnikiem nie tylko zapewnia poprawność wyniku bez nadmiernych kosztów, ale daje również zupeł-



Rys. 4. Słup P. Kabłąk do umocowania przewodu skrajnego

nie estetyczny wygląd cięcia. Wybór tej czy innej metody zależał głównie od wyposażenia maszynowego wytwórni.

Opisane powyżej procesy produkcyjne należą do najprymitywniejszych procesów technologicznych i właściwa jakość dostawy zależy nie tyle od poprawności ich wykonania pod względem technicznym, ile od struktury organizacyjnej zakładu oraz dyscypliny pracy indywidualnej i zespołowej.

Następną fazą produkcyjną jest czyszczenie prętów i blach, ich malowanie i numeracja. Operacje te razem z następną fazą segregacji wymagają nieproporcjonalnie dużych wolnych przestrzeni, co sprawiało duże trudności wytwórniom, które bądź nie zdały sobie dostatecznie wcześniej z tego sprawy i rozwijały równoleżnie inną produkcję, bądź też w ogóle nie rozporządzały miejscem.

Czyszczenie prętów nie jest pod tym względem kłopotliwe, gdyż mogą one być składane w zwarte stopy tak przed czyszczeniem, jak i po czyszczeniu. Dbać należy tylko o to, aby zbliżone kształtem i wielkością pręty nie zostały ze sobą pomieszane. Miniowanie prętów natomiast wymaga dużo miejsca, gdyż trzeba je układać luźno dla umożliwienia szybkiego schnięcia, przy czym maluje się najpierw jedną stronę, a potem drugą. Następnie pręty muszą leżeć aż do stężenia minii, po czym należy zaopatrzyć je w numerację. Wykonywanie tej operacji w lecie odbiło się korzystnie na czasie tężenia farby i umożliwiło przy bezdeszczowym okresie wykorzystanie placów otwartych.

Również i następna operacja — wiązanie w wiązki do transportu — wymaga dużych przestrzeni roboczych. Na miejsce montażu trzeba dostarczać średnio na każdy punkt 8 ton prętów różnorodnych tak posegregowanych, aby brygada montażowa mogła w systematyczny sposób czerpać z nich potrzebny do składania materiał. Cały słup podzielono na „piętra” stosownie do opracowanego systemu montażu i pręty należące do jednego piętra były wiązane znów w kilka wiązek, zawierających z punktu widzenia montażowego pewną logiczną całość.

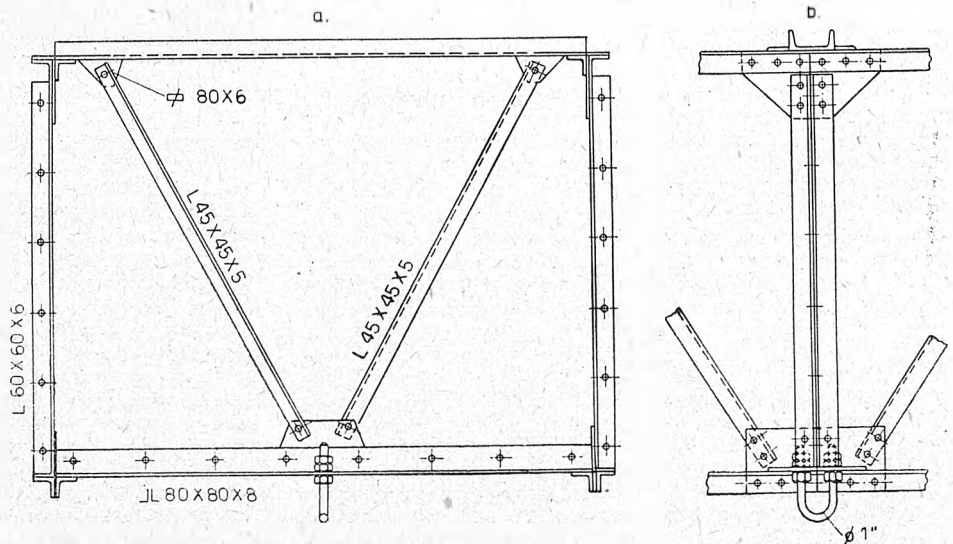
Do każdej wiązki przytwierdzona była wyraźna tabliczka określająca typ słupa, piętro, numer wiązki według symbolistyki narzuconej wytwórniom, przy czym ze względu na transportowy ciężar wiązki nie przekraczała 500 kg; poza tym osobno formowane były wiązki z prętów długich, dłuższych niż długość platformy samochodowej, osobno zaś pręty krótsze. Próby wiązania prętów długich z krótkimi w jednej wiązce zawiodły, gdyż wówczas konieczne było ukośne układanie wiązek na samochodach, co nie tylko nie pozwalało na wyzyskanie pełnej nośności samochodu, ale powodowało w czasie jazdy po wyboistych drogach bocznych zginanie prętów długich przez zwisający z jednego końca ciężar prętów krótkich. Przed rozpoczęciem produkcji wytwórnie otrzymały szczegółową instrukcję wiązania, określającą numer prętów należących do jednej wiązki.

Przygotowywanie wiązek mogło rozpoczynać się dopiero wówczas, gdy wszystkie pręty należące do jednej wiązki były wykonane, pomalowane i ponumerowane. Oto dlaczego tak ważne jest zarezerwowanie dużych placów operacyjnych. Również niebezpieczne jest opóźnienie w wykonaniu choć jednej pozycji należące do wiązki, która dojrzeje do ekspedycji, gdyż przez to opóźnienie unieruchamia się wiele metrów kwadratowych przestrzeni manipulacyjnej.

Z punktu widzenia sprawności montażu operacja wiązania była jedną z najbardziej odpowiedzialnych, gdyż opuszczenie choć jednego pręta albo mylne dołączenie pręta z cyfrą zero zamiast bez zera lub odwrotnie zatrzymywało pracę brygady montażowej do chwili usunięcia braków.

Większość wytwórni wykonywała pracę seriami po 3 do 5 słupów. Wynikało to z następujących przesłanek: a) wielkość warsztatu i swobodnej przestrzeni manipulacyjnej nie pozwalała na większe serie; b) ścisłe zazębianie się w czasie dostawy słupów i montażu nie pozwalało na zbyt długie oczekiwanie na większe serie, gdyż potrzebne słupy musiały przychodzić w teren równomiernie, w miarę posuwania się brygad montażowych.

Argument pierwszy przeważał przy słupach typu O i typu P w Mikołowie, natomiast drugi argument nie po-



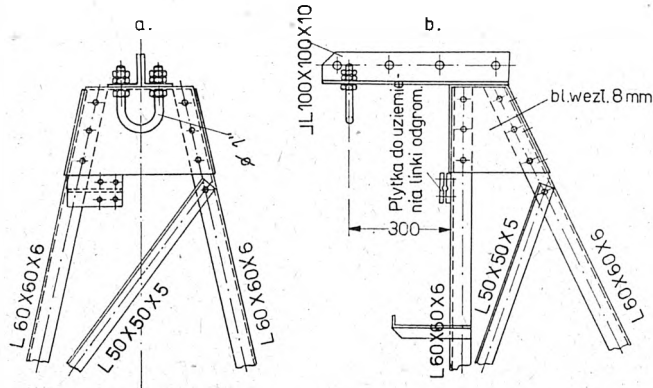
Rys. 5. Słup P. Kabłąk do umocowania przewodu środkowego

- a) Przekrój równoległy do osi linii
b) Przekrój prostopadły do osi linii

zwolnił na rozwinięcie produkcji większymi seriami przy słupach typu ON oraz typu PW w hucie Zabrze, która mogła dopiero bardzo późno rozpocząć produkcję wskutek zarządzonych zmian w profilach użytych w konstrukcji. Natomiast przy produkcji słupów w Wytwórni Wagonów i Mostów w Chorzowie, która pierwsza rozpoczęła dostawę słupów w dużych ilościach, można było po kilku pierwszych seriach małowalczbowych zgodzić się na serie z 15 do 30 sztuk. Dzięki temu osiągnięto się nie tylko niski koszt konstrukcji, ale i jakość dostawy stała na najwyższym poziomie. Duże serie pozwoliły na wprowadzenie kontroli rozstawienia otworów we wszystkich prętach przy pomocy trzpieni przesuwanych, ustawianych na wła-

ściwą odległość między dwiema belkami. Było to celowe, gdyż już w serii 15 słupów dla każdego ustawienia przeprowadzono 60 następujących po sobie sprawdzeń dla danych prętów i ich zwierciadlanych odpowiedników. Gdyby okres przeznaczony na dostawę słupów i ich montaż był dłuższy, można by zgodzić się na dostawę słupów większymi seriami również i dla innych typów (ON i PW) i zmniejszyć tą drogą liczbę błędów oraz trudności montażowe.

Jak już wspomniano, wykonanie dostawy stawiało wytwórniom stosunkowo łatwe wymagania natury technicznej, natomiast bardzo wysokie wymagania co do orga-

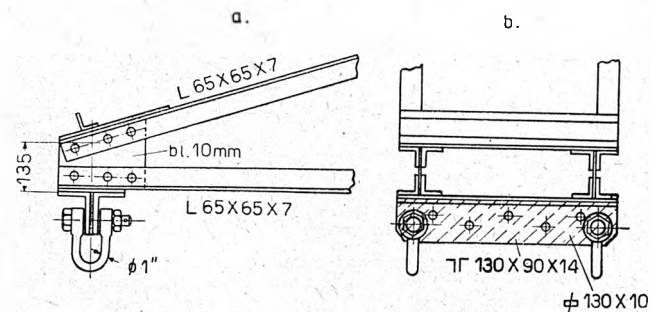


Rys. 6. Słup P. Kabłąk do umocowania linki ochronnej

- a) Widok w kierunku poprzecznym do osi linii
b) Widok w kierunku równoległym do osi linii

nizacji pracy i umiejętności pracy zespołowej załóg. Niezwykle krótki okres czasu wyznaczony na wykonanie całej dostawy mógł być dotrzymany pod warunkiem, że nie nastąpią żadne zahamowania w normalnym procesie produkcyjnym, gdyż zatrzymanie wykonania nawet drobnej pozycji groziło nagromadzeniem pozostałych elementów, których nie można byłoby zużytkować i wyśłać. Opóźnienia takie nie mogłyby być nadrobione. Ważnym czynnikiem było posiadanie w całości w pierwszej fazie produkcji, kiedy proces produkcyjny dopiero kształtował się, potrzebnego materiału. Stwierdzić należy, że prawie we wszystkich wytwórniach oszacowano właściwie zdolności produkcyjne warsztatu, tak że dotrzymały one terminów ustalonych dla dostawy. W jednym tylko wypadku błąd wstępnego oszacowania był tak duży, że okazało się konieczne zmniejszenie wielkości zamówienia w tym warsztacie prawie do połowy pierwotnie zadeklarowanej liczby słupów.

Wykonanie dostawy przeszło przez dwa okresy kryzysowe. Pierwszy z nich powstał, gdy w jednym typie słupów zdecydowano wzmocnienie wielu przekro-



Rys. 7. Słup K. Kabłąk do umocowania przewodu skrajnego

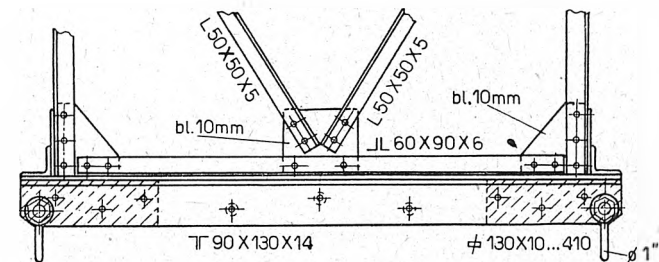
- a) Widok w kierunku równoległym do osi linii
b) Widok w kierunku poprzecznym do osi linii

jów. Decyzja ta zapadła przed wykończeniem rysunków wykonawczych i nie odbiła się bezpośrednio na pracy warsztatu, lecz stworzyła krytyczną sytuację materiałową. Asortyment profili potrzebnych dla słupa zmodyfikowanego różnił się zasadniczo co do wymiarów i liczby od profili przygotowanych przez huty w pierwszej fazie dostawy stali. Wysiłek hut w tym okresie spowodował przesunięcie terminów dostawy materiałów dla innych zamówień zarówno budowlanych, jak i mostowych i hutnictwo niechętnie przyjmowało dalsze krótkoterminowe żądania dostawy żelaza, tym bardziej że nagłość żądania

rujnowała ustalony program walcowania. Konieczne było jak najdalej idące odciążenie hutnictwa przez użycie nawet nieco cięższych profili, jeżeli były one już dostarczone w pierwszej fazie dostaw, a stały się zbędne dla drugiej alternatywy projektu, a nawet przez przewiezienie pewnych nadwyżkowych ilości stali z jednej wytwórni do drugiej, gdzie zmiana profili spowodowała deficyt, którego nie mogły pokryć huty nowymi dostawami. Trudności te powstałe jeszcze dostatecznie wcześniej wymagały dużego wysiłku ze strony czynników koordynujących zapotrzebowanie materiałowe wytwórni, lecz nie dezorganizowały pracy na warsztacie, gdyż powstały jeszcze przed jej rozpoczęciem.

Drugi moment trudny do przezwyciężenia powstał, gdy wskutek poważnej zmiany w szczegółach trasy uległy zmianie liczby słupów poszczególnych typów.

Oto np. Wytwórnia Wagonów i Mostów w Chorzowie podjęła się równoległego prowadzenia masowej produkcji dwu zasadniczych typów (P i NP), wykonując równocześnie słup próbnny dla wprowadzonego w jej produkcję typu PW. Powstały takie same trudności zapewnienia wytwórni materiału dla nowego typu, jakie wyżej opisano, gdyż profile przewidziane dla słupów P w dużym procencie nie znajdowały zastosowania przy słupie PW. Trudności pogłębione były przez to, że okres pozostający na zaopatrzenie wytwórni w materiał był jeszcze krótszy niż przy opanowaniu pierwszych zmian, to też z góry wypadło pogodzić się, że pewne pręty będą mogły być tylko w części słupów wykonane z profilu przepisanego, a w nieokreślonym bliżej momencie wytwórnia będzie musiała rozpocząć wykonywanie prętów z profili cięższych. Przechodzenie z jednego profilu na zastępczy wymaga ustawicznej uwagi załogi, gdyż wiąże się z tym nieco odmienne rozstawienie otworów w stosunku do krawędzi prętów i ko-



Rys. 8. Słup K. Kabłąk do umocowania przewodu środkowego

Przekrój równoległy do osi linii

nieczna jest czujność przy konstrukcji styków. Zadanie zostało ostatecznie rozwiązane bez uchybień.

Należy poświęcić nieco uwagi organizacji zaopatrzenia linii w kabłąki do zawieszania przewodów (rys. 4, 5, 6, 7, 8 i 9). Zastosowano dwa typy kabłąków: nieruchome w kształcie litery U oraz wahliwe na sworzniu. Kabłąki potraktowano jako część składową słupów i włączono w ich dostawę. Gdyby wytwórnie istotnie zdołały nadsyłać kabłąki przymocowane do słupów, nie powstałyby żadne trudności montażowe. Jednakże trudność otrzymania na czas potrzebnej dużej ilości nakrętek, śrub 1 1/2-calowych jako sworzni do kabłąków wahlowych (konieczność ich toczenia) spowodowały, że kabłąki były dośyłane już po dostawie słupów na miejsce montażu. Wytwórnie nie zwróciły uwagi, że konieczne jest rygorystyczne zachowanie warunku wymienności i kabłąki nadesłane z różnych wytwórni różniły się nieco między sobą w wymiarach, uniemożliwiając zamienność, co prowadziło do trudności montażowych przy zawieszaniu przewodów. Należy w przyszłości, jeżeli czas przeznaczony na dostawę słupów będzie tak duży, że niezawodnie każda wytwórnia zdąży się zaopatrzyć w potrzebne nakrętki czy śruby, potraktować kabłąki jako część dostawy, lecz wówczas trzeba żądać bezwzględnie dostarczenia słupów razem z nimi; jeżeli zaś czas jest zbyt krótki, należy zamówić kabłąki osobno w jednej wytwórni dla całej linii, żądając ich wykonania na szablony, a w słupach kontrolować rozstawienie i wielkość otworów na kabłąki.

5. Zakończenie.

Z wywodów powyższych można zebrać w krótkości szereg wniosków.

a) Projekt słupa musi być opracowany przy równoczesnym uwzględnieniu techniki montażu słupa.

b) Rozplanowanie przebiegu dostawy w czasie powinno przewidzieć takie okresy na projekt, uzgodnienie go z techniką montażu, zamówienie materiałów, transport słupów i montaż w terenie, aby okres pozostały na wykonanie słupów w wytwórniach pozwalał na pracę seria-

budowlanej czy mostowej. Wobec ciasnoty naszych wytwórni należy się z góry z tym liczyć, a zwłaszcza w wypadku pracy w niekorzystnym okresie atmosferycznym — w zimie lub w okresach deszczowych.

g) Ze względu na zależność korzystnego wyniku dostawy od płynności przebiegu operacyjnego zarówno pod względem terminu dostawy jak i efektu ekonomicznego,

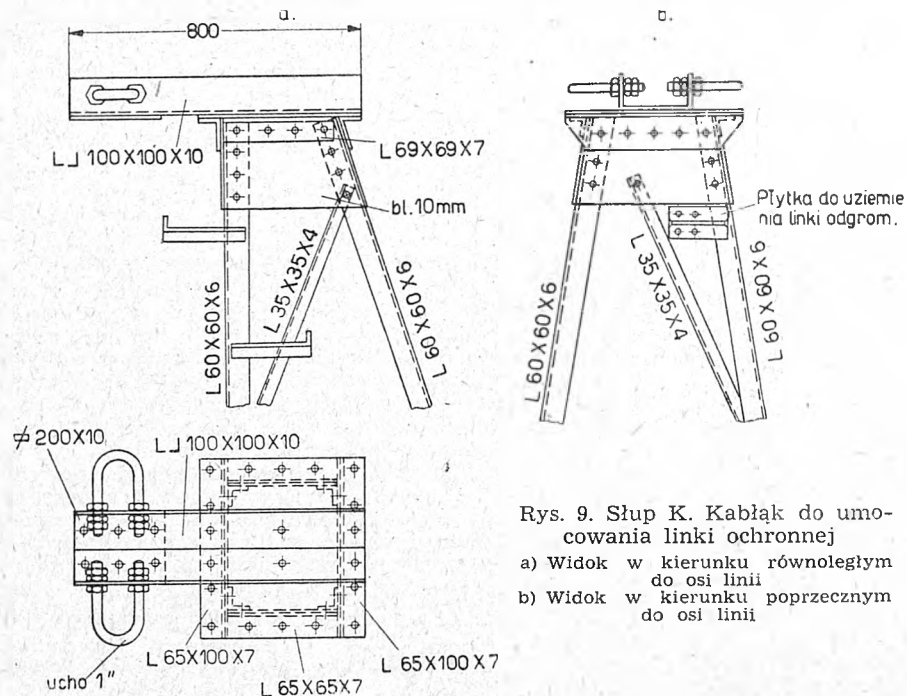
zarówno dla klienta jak i dla producenta nie jest możliwe rozpoczęcie produkcji przed przygotowaniem w magazynach materiałów w potrzebnych ilościach, gdyż liczenie no do-razne, a natychmiastowe zakupy jest w obecnym czasie zawodne.

Pomyślny wynik budowy w krótkim terminie linii na 220 kV Śląsk-Łódź może sprawić na pobocznym obserwatorze wrażenie, że i przy innych tego typu obiektach można liczyć na realizację przedsięwzięcia w krótkim okresie. Należy podkreślić, że osiągnięcie to było znacznym niecodziennym wysiłkiem, usprawiedliwionym bezspornymi korzyściami ekonomicznymi w skali ogólnokrajowej. Możliwość powtórzenia takiego samego układu warunków są dużo mniejsze.

Potrzeby inwestycyjne w dziale konstrukcji stalowych rosną z większą szybkością, niż ilość produktów walcowniczych, które na te potrzeby może dać hutnictwo, i z większą szybkością niż narastanie personelu biur technicznych. Biura techniczne mają określony już program pilnych prac na kilka miesięcy naprzód przy

wyzyskaniu godzin nadliczbowych. pracowników. Trzeba mieć na uwadze, że hutnictwo wobec coraz bardziej wzrastających ilości zamówień pilnych coraz bardziej rygorystycznie przestrzega reguły długoterminowego walcowania i widzi coraz mniej możliwości zaspakajania niespodziewanych pilnych zamówień. Nie należy się obawiać wyczerpania przepustowości warsztatów, które mogłyby przerobić dużo większą ilość stali niż chwilowo mogą dać huty, lecz z drugiej strony wzrost liczby zamówień terminowych dla potrzeb inwestycji coraz bardziej zmniejsza możliwości odsuwania na warsztatach zamówień już przyjętych na korzyść obiektów nowonapływających, a określonych jako pilne.

Coraz bardziej konieczne staje się dla zamawiającego, przed podaniem władzom wiążącego terminu oddania linii do użytku, porozumienie się z producentami dla ustalenia przybliżonego harmonogramu budowy, aby uniknąć nieuniknionego zawodu. W ostatnim czasie spotkał się z klientami, wyrażającymi nadzieję realizacji dostawy poważnej partii słupów w ciągu paru miesięcy; nadzieje takie niekiedy rozmiągają się znacznie z rzeczywistą oceną sytuacji.



Rys. 9. Słup K. Kabłąk do umocowania linki ochronnej

- a) Widok w kierunku równoległym do osi linii
b) Widok w kierunku poprzecznym do osi linii

mi od 15 do 30 słupów, co zapewnia najmniejsze koszty produkcji i najdokładniejsze wykonanie przy najkrótszym czasie dostawy łańcucha.

c) Produkcja słupów nie stawia wytwórniom wysokich wymagań technicznych.

d) Warunkiem podstawowym poprawnego wywiązania się z dostawy jest wysoki poziom organizacyjny wytwórni i zdolność pracy zespołowej całej załogi, a przede wszystkim kierownictwa, majstrów i przodowników.

e) Zmiany zarówno w projekcie, jak i w liczbie słupów są trudne do opanowania ze względu na organizację masowej produkcji i na trudności materiałowe. Zmiany takie pociągają za sobą bądź opóźnienie dostaw, bądź podwyższone koszty produkcji wskutek dodatkowych pilnych transportów materiałów, bądź podwyższone koszty słupa wskutek zastosowania cięższych profili zastępczych. Warunkiem sprawnego wykonania dostawy jest staranne przygotowanie przed udzieleniem zamówienia zarówno projektu słupa, jak i projektu trasy co do liczby i typów słupów.

f) Produkcja słupa wymaga na 1 tonę dostawy znacznie więcej przestrzeni operacyjnej niż produkcja konstrukcji

INŻ. M. GRABOWSKI
Nacz. Dyr. Zakł. Przemysł.
„Metalurgia”, Radomsko

Wyrób przewodu roboczego (stal.-alumin.)

Treść. Konstrukcja przewodu. Warunki techniczne dla aluminium i stali oraz dla drutu aluminiowego i stalowego. Przeciąganie drutu aluminiowego i stalowego. Cynkowanie. Proces skręcania przewodu, natłuszczenie, długości fabrykacyjne, bębny. Próby odbiorcze przewodu. Wielkość dostawy i średniówki produkcyjne.

Производство рабочего провода. Конструкция провода. Технические условия для алюминия и стали, а также для алюминиевой и стальной проволоки. Волочение алюминиевой и стальной проволоки. Цинкование. Процесс скрутки и покрытия жиром; строительная длина, барабаны. Приемочные испытания провода. средние производственные показатели.

Manufacture of the Working Cable. Construction of the cable. Technical specifications for aluminium and steel, as well as for aluminium and steel wire. Drawing of aluminium and steel wire. Tin-coating. Process of stranding the cable; greasing; working lengths; drums. Acceptance test for cable. Scale of supply and averages of output.

Fabrication du conducteur de travail. Constitution du conducteur. Stipulations techniques pour l'aluminium et l'acier ainsi que pour les fils d'aluminium et d'acier. Tréfilage des fils d'aluminium et d'acier. Zingage. Toronnage du conducteur, graissage, longueurs fabriquées, tambours, Essais de réception du conducteur. Importance de la fourniture et moyennes de production.

1. Opis konstrukcji przewodu.

Jako przewód roboczy dla linii na 220 kV wybrano przewód stalowo-aluminiowy o całkowitej średnicy 28 mm i łącznym przekroju 463 mm². Przewód ten składa się z duszy stalowej i płaszcza aluminiowego z dwóch warstw drutów (rys. 1).

Duszę stalową stanowi 19 drutów stalowych cynkowanych o średnicy 2,4 mm każdy w układzie 1 + 6 + 12 = 19 drutów dających linkę stalową o łącznej średnicy 12 mm i przekroju 86,3 mm².

Płaszcz aluminiowy stanowi 30 drutów aluminiowych o średnicy 4 mm w układzie 12 + 18 = 30 drutów o łącz-

nym przekroju 377 mm². Stosunek przekrojów aluminium do stali wyraża się liczbą 4,4.

Przy takim układzie średni ciężar wynosi:

dla duszy stalowej	698 kg/km
„ płaszcza aluminiowego	1 048 kg/km
„ całkowitego przewodu	1 746 kg/km.

Obciążenie zrywające całego przewodu wynosi 15 800 kg. Przyjęto je jako 90% sumy obciążeń probierczych po-



Rys. 1. Przewód roboczy stalowo-aluminiowy
(86 + 377) mm²

Całkowity przekrój 463 mm², średnica 28 mm
19 drutów stalowych ocynkowanych o średnicy 2,4 mm
30 drutów aluminiowych o średnicy 4 mm

szczególnych drutów przy ustaleniu wytrzymałości probierczej dla drutów stalowych 130 kg/mm², a dla drutów aluminiowych 17 kg/mm².

Skok skrętu przewodu równa się 11- do 14-krotnej średnicy przewodu. Kierunek nawijania jest dla każdej warstwy inny, przy czym zewnętrzna warstwa jest prawoskrętna.

2. Warunki techniczne dla aluminium i drutów aluminiowych.

Bloki aluminium powinny odpowiadać normie PN/H/506. Bloki po przetopieniu były przerobione na walcówkę o średnicy 10 mm, przy czym powierzchnia jej powinna być wolna od opilek żelaznych lub miedzianych, jak również od stopów zawierających miedź i powinna być gładka bez uszkodzeń. Zakłady Przemysłowe „Metalurgia“ w Radomsku w takim stanie otrzymywały aluminium od Fabryki Kabli i Drutu w Będzinie.

Walcówka ta następnie była przeciągana na drut aluminiowy o średnicy 4 mm, który musiał odpowiadać tym samym wymaganiom, co walcówka.

Wytrzymałość probiercza drutu aluminiowego przy normalnej średnicy powinna wynosić co najmniej 214 kg i nie może przekraczać 278 kg, a więc powinna wynosić 17—22 kg/mm², przy czym wydłużeniu o 1% drut powinien pozostać pod stałym obciążeniem co najmniej 1 minutę. Wydłużenie niszczące drutu musi wynosić co najmniej 2,2% przy długości pomiarowej 140 mm.

Drut aluminiowy powinien wytrzymywać bez złamania lub uszkodzenia jego powierzchni co najmniej 6 przegięć w jedną i drugą stronę o kąt 180° przy średnicy zaokrąglenia szcęk 10 mm. Poza tym drut powinien wytrzymywać skręcenie wynoszące 40 pełnych obrotów z tolerancją 50% przy wolnej odległości równej 100-krotnej średnicy badanego drutu tj. 400 mm.

Drut aluminiowy winien dać się nawinać w 6 ściśle koło siebie leżących zwojów wokół drutu tej samej średnicy, następnie odwinać i nawinać ponownie, po czym powierzchnia drutu nie powinna wykazywać głębszych zarysowań niż 0,2 mm. Zarysowania mogą powstać na powierzchni, lecz w żadnym razie nie mogą występować w głębi przekroju.

Oporność właściwa drutu aluminiowego nie może być większa niż 0,0288 Ω mm². m⁻¹, współczynnik zaś cieplny oporności nie może być większy od 0,00408 na 1° C.

Zawarowano również, by druty aluminiowe zasadniczo nie były spawane, jednakże zgodnie z praktyką oraz przedwojennymi warunkami zgodzono się, że druty aluminiowe zrywane na splotarce w czasie skręcania płaszcza przewodu mogą być spawane, miejsce spawania winno być jednak ujawnione przez owinięcie przewodu taśmą.

3. Warunki techniczne dla stali i drutów stalowych.

Walcówkę na druty stalowe przewodu roboczego otrzymano z huty Kościuszko, przy czym ustalono, iż winna ona zawierać 0,50—0,55% C, do 0,5% Mn, 0,15—0,2% Si i max. 0,06% (P+S).

Powierzchnia walcówki powinna być wolna od opilek miedzianych lub stopów zawierających miedź, powierzchnia zaś drutu z niej przeciągniętego winna być zupełnie gładka i bez uszkodzeń. Wytrzymałość drutu nie może być mniejsza niż 130 kg/mm² przy obciążeniu trwającym co najmniej 1 minutę. Pod obciążeniem 105 kg/mm² w ciągu 1 minuty wydłużenie drutu stalowego winno wynosić max. 1% przy długości pomiarowej 250 mm, wydłużenie zaś tego drutu przed zerwaniem winno wynosić minimum 4% przy takiej samej długości pomiarowej.

Drut stalowy po wypleceniu go z linki, wyprostowany drewnianym młotkiem na drewnianym podkładzie i osadzony jednym końcem w szczękach o zaokrągleniu 10 mm, powinien wytrzymywać co najmniej 5 przegięć o 180° bez uszkodzenia lub złamania.

Również jak drut aluminiowy i drut stalowy powinien być poddany próbom nawinięcia w 6 ściśle obok siebie leżących zwojów wokół drutu tej samej średnicy tj. 2,4 mm. Ustalono warunek, że druty stalowe nie mogą być spawane na całej długości fabrykacyjnej przewodu.

Drut stalowy użyty na przewód roboczy powinien być specjalnie ocynkowany, przy czym cynk wzięty do tego celu winien być elektrolityczny o zawartości co najmniej 99,9% Zn, a zanieczyszczenia innymi metalami, a więc Si + Pb + Fe + Cd + As + Sb winny być mniejsze niż 0,1%.

Powłoka cynkowa powinna zawierać 250 g czystego cynku na 1 m² powierzchni z tolerancją ± 30 g. Powłoka cynkowa ma być gładka, przy nawinięciu zaś drutu na cylinder o średnicy równej 10-krotnej średnicy drutu w 10 ściśle obok siebie leżących zwojów nie mogą wystąpić ani rysy, ani odpryski cynku.

Celem stwierdzenia trwałości ocynkowania druty stalowe ocynkowane poddawano ciężkim warunkom na 6-krotne kolejne zanurzenie w roztworze siarczanu miedzi przy temperaturze roztworu 20° C. Roztwór składał się z jednej wagowej części krystalicznego, chemicznie czystego siarczanu miedzi CuSO₄ i 5 części wagowych wody destylowanej, przy czym był zneutralizowany przez dodanie tlenku miedzi CuO w takiej ilości, aby na dnie zbiornika była zawsze warstwa CuO.

Odcinki drutu długości 25 cm dokładnie oczyszczone benzyną lub eterem z tłuszczu i innych zanieczyszczeń, opłukane w czystej wodzie zanurzano na długości 10—15 cm w roztwór na 1 minutę bez mieszania roztworu. Wyjęte, opłukane w czystej wodzie i osuszone z lekką watą lub bibułą — nie mogły wykazywać trwałej, nie dającej się zetrzeć powłoki miedzi o metalicznym połysku, przy czym nie uwzględniano się przy badaniu odcinków w odległości 2,5 cm od końca drutu i 1 cm od powierzchni zanurzenia. Zanurzenia powtarzane były kolejno 6 razy. Za stałą uważało się powłokę miedzianą o długości 40 mm. Po próbach 19 drutów roztwór zmieniano.

4. Produkcja drutów aluminiowych i stalowych.

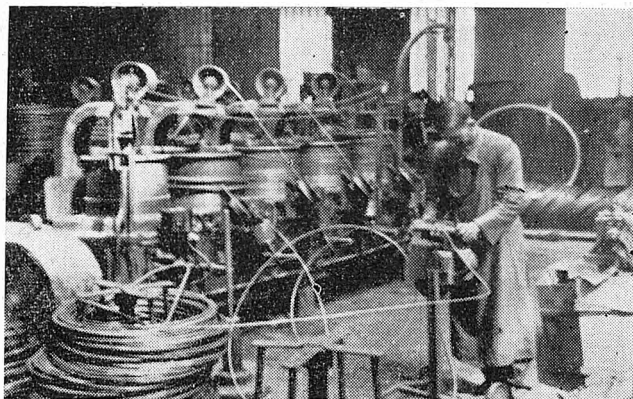
Aluminium. Omówione warunki techniczne z konieczności wywołały cały szereg zagadnień, które należało rozwiązywać tak przed przystąpieniem do wykonania, jak i podczas produkcji. Do takich zagadnień należało przede wszystkim uzyskanie odpowiedniej wytrzymałości drutu aluminiowego. Wyboru co do surowca aluminiowego nie było; był w Polsce jeden tylko gatunek aluminium do dyspozycji — pochodzący z Kanady marki Alcana, przy czym bloki były wagi 14 kg i 22 kg. Zasadniczo wybrano do przeróbki bloki większe, by w ten sposób otrzymywać po ich przewalcowaniu większe kręgi walcówki, i uniknąć przy skręcaniu przewodu spawania drutów aluminiowych. Należało specjalnie zwrócić uwagę na to, by podczas obróbki termicznej nie przegrzać metalu, co wpływałoby ujemnie na wyniki wytrzymałości na zrywanie, a zatem należało dążyć do tego, by aluminium było jednolite.

Przeprowadzono cały szereg prób zrywania tak walcówki o średnicy 10 mm, jak i przeciągniętego z niej drutu o średnicy 4 mm, przy czym ostatecznie ustalono następujący przebieg przeciągania:

na wielociąg M3:9,4 — 8,0 — 6,8 mm średn., 3 ciągi
„ „ M5:6,3 — 5,4 — 4,6 — 4 mm średn., 4 ciągi,
przy średnim zgnioście 28% (rys. 2).

W celu uniknięcia jakichkolwiek zanieczyszczeń tak walcówki, jak i drutu aluminiowego opilkami metali, czy

nawet piaskiem, zastosowano jak najdalej idącą ostrożność przy wyładowywaniu i przewożeniu, stosując odpowiednie podkłady drewniane przy magazynowaniu walcówki



Rys. 2. Wielociąg M5 — oraz operacja spawania walcówki aluminiowej na spawarce elektrycznej

cówki i drutu oraz wykładając specjalnie papierem wózki przy przewożeniu.

Celem należytego opanowania możliwych trudności przy przerobie, przede wszystkim aluminium, nawiązano ścisły kontakt z Akademią Górniczą w Krakowie. Pod kierownictwem Zakładu Metalurgii i Obróbki Termicznej został zorganizowany stały nadzór nad procesem produkcji, jak również dokładny odbiór walcówki aluminiowej w Fabryce Kabli i Drutu w Będzinie. Poza tym wykonano cały szereg prób tak z walcówką aluminiową, jak i gotowym drutem aluminiowym, gdyż okazało się, iż materiał bloków aluminiowych nie był jednorodny i z materiału tego nie można było otrzymać całkowicie jednorodnego drutu i trzeba było godzić się z pewnym rozrzutem wyników.

Odbiorca z ramienia Akademii Górniczej miał prawo wstępu w każdej chwili do tych działów produkcji, w których odbywała się przeróbka bloków aluminiowych, w warunkach zaś odbioru zastrzeżono, że w razie powstania sporu między fabrykami rozstrzygać będzie przedstawiciel Zakładu Metalografii Akademii Górniczej w Krakowie.

Ustalono ostatecznie, że wytrzymałość drutów aluminiowych nie może być mniejsza niż 16 kg/mm², wytrzymałość zaś doraźna całego przewodu, obliczona jako suma

Tablica 1. Wyniki analizy walcówki aluminiowej (%)

Rodzaj składnika	Numer próbki		
	1	2	3
Fe	0,47	0,33	0,36
Si	0,09	0,10	0,11
Cu	0,05	0,024	0,02
Zn	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,37	0,33	0,35
Pb	0,00	0,00	0,00
Al	99,02	99,20	99,16
Fe + Si	0,56	0,43	0,47
Cu + Zn	0,05	0,024	0,02

wytrzymałości wszystkich drutów stalowych i aluminiowych, nie może być mniejsza niż 15 800 : 0,9 = ok. 17 600 kg.

Wszelkie próby i ustalanie warunków technicznych odbywały się przy współudziale przedstawicieli Dyrekcji Budowy Linii 220 kV, która zastrzegła sobie prawo kontroli produkcji we wszystkich jej etapach, a więc tak w Zakładach Przemysłowych „Metalurgia”, jak również u poddostawców — w danym razie u dostawcy walcówki aluminiowej tj. w Fabryce Kabli i Drutów w Będzinie.

Analiza chemiczna próbek walcówki aluminiowej wykonana przez Zakład Metalografii Akademii Górniczej w Krakowie dała wyniki podane w tabl. 1.

Na podstawie norm dla aluminium (PN/H — 500 z października 1932 r.) próbki nr 1, 2 i 3 odpowiadają gatun-

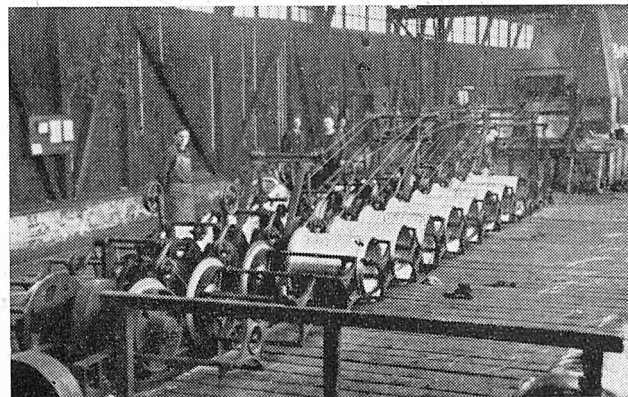
kowi Al 99,5 zawierającemu co najmniej 99,5% Al i co najwyżej 0,5% domieszek. W domieszkach nie uwzględniono zawartości Al₂O₃.

Stal. Druty stalowe były ciągnięte ze specjalnej walcówki stalowej, według warunków wyżej przytoczonych, z grubości 5,5 mm z początku na średnicę 5,2 mm, następnie zaś na wielociąg M5:

4,6 — 3,9 — 3,3 — 2,8 — 2,35 do 2,37 mm, dając średnio zgniot w granicach 14—15%.

Gotowy drut stalowy ocynkowany powinien mieć średnicę 2,40 — 2,45 mm, a zatem powłoka cynkowa na drucie powinna mieć grubość 0,025 — 0,04 mm.

Ze względu na duże wymagania należało zastosować specjalny sposób cynkowania (rys. 3 i 4). Cynkowanie odbywało się na gorąco tzw. sposobem pionowym, obciekowym, dającym co najmniej dwukrotnie grubsze pokry-

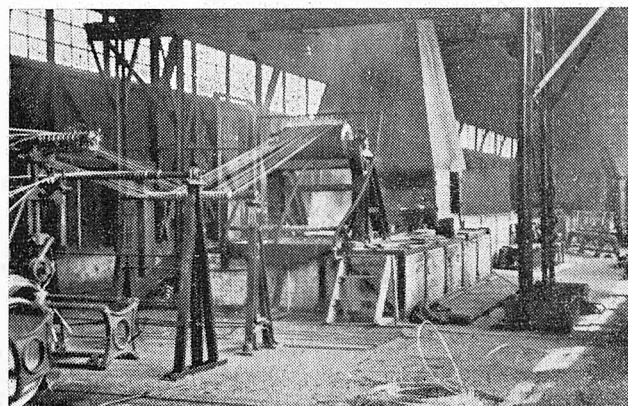


Rys. 3. Ogólny widok cynkowni wraz z aparatem do pionowego cynkowania

cie cynkiem niż przy normalnych drutach ocynkowanych. Cynkowanie to dało w produkcji rzeczywiście odpowiednio grubą i odpowiednio trwałą powłokę, przekraczającą nawet postawione warunki.

5. Skręcanie przewodu.

Celem terminowego wykonania przewodu należało na posiadanych maszynach liniarskich uruchomić dwa tory



Rys. 4. Aparat do pionowego cynkowania

pracy, przy czym duszę stalową wykonywano na maszynach:

- 7 - szpulowej „Herz”, dającej linę 1 + 6
- 12 - szpulowej koszowej „ „ 1 + 6 + 12
- 12 - szpulowej „Olier”, „ „ 1 + 6 + 12.

Tę linę stalową jako duszę opleciono dwukrotnie drutami aluminiowymi na maszynach „Herz”: pierwsze pokrycie 12 drutami na 12-szpulowej i drugie pokrycie 18 drutami na 18-szpulowej.

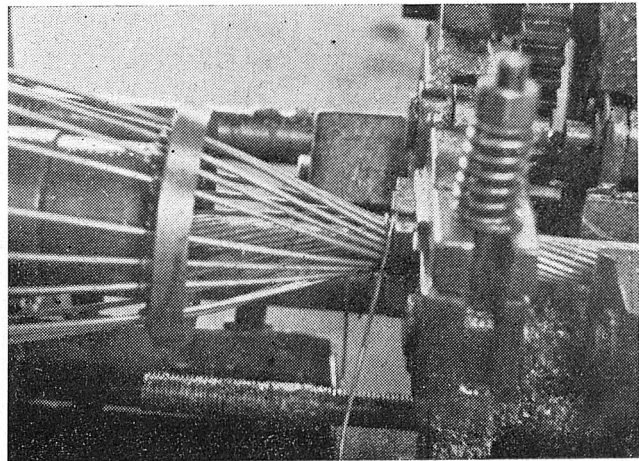
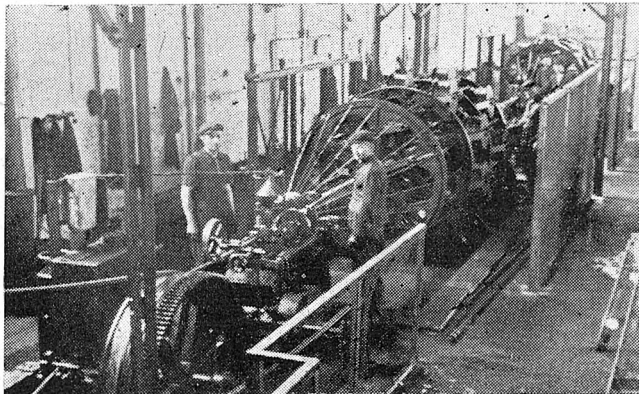
Drugi tor pracy był zorganizowany na innej parze maszyn liniarskich, a mianowicie na maszynach systemu tandem: pierwsze pokrycie 12 drutami aluminiowymi na 18-szpulowej koszowej, drugie pokrycie 18 drutami aluminiowymi na 24-szpulowej maszynie (rys. 5 i 5a).

Ze względu na konieczność zharmonizowania pracy — w celu wykonania jednego dużego obiektu na powyżej wymienionych siedmiu maszynach — należało dokonać w bardzo przyspieszonym tempie całego szeregu zmian i przystosowań (koła zębate, pasowe, zwijaki do szpulowania drutu itp.), co jednak udało się skutecznie w wyznaczonym czasie.

Przy drugim pokryciu drutami aluminiowymi odbywało się równocześnie smarowanie liny wazeliną, zmieszaną ze specjalnym olejem, celem ochrony aluminium od ko-

700 mm dla odcinków 1200-metrowych, a 800 mm dla odcinków o długości 1350 m.

Srednicę bębna wewnętrznego, ze względu na zabezpieczenie przewodu od łamania, ustalono na 1000 mm (35-krotna średnica liny). Celem uchronienia przewodu od możliwych uszkodzeń bębny były wewnątrz heblowane, główki zaś gwoździ wpuszczane głęboko i zakitowane.



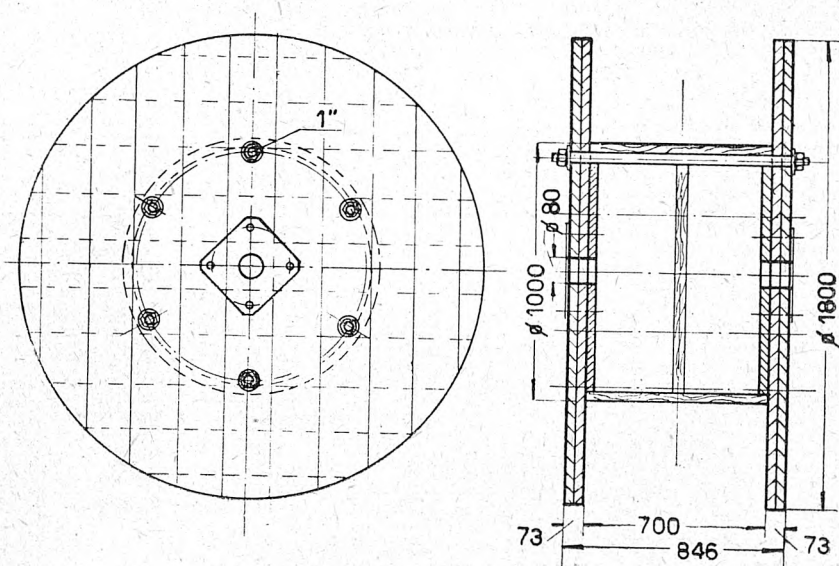
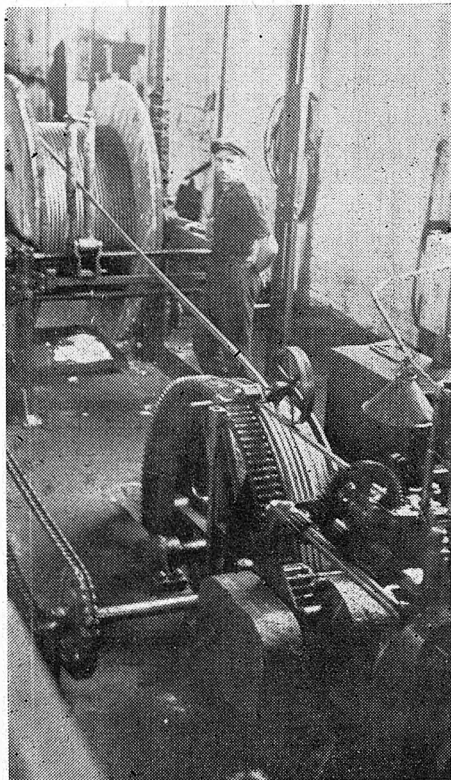
Rys. 5 i 5a. Maszyna liniarska 24-szpulowa systemu tandem (drugie pokrycie liny 18 drutami aluminiowymi)

rozi wywoływanej wpływami atmosferycznymi. Gatunek wazeliny i oleju — bezwarunkowo produktów bezkwaśnych — został ustalony z Centralą Produktów Naftowych po przeprowadzeniu prób. Przy tym drugim pokryciu liny drutami aluminiowymi tzn. przy wykańczaniu przewodu nawijano go na specjalne bębny przystosowane do transportu w teren oraz do rozwijania liny podczas montażu (rys. 6).

Ze względów konstrukcyjnych, ze względu na możliwości wykonywania przewodu na maszynach liniarskich,

Ostatnia warstwa nawiniętego przewodu była pokryta papierem pakowym, cały zaś bęben na obwodzie był obity deskami, co pozwalało na bezpieczne przetaczanie bębnow (rys. 7).

Każdy bęben był opatrzony kolejnym numerem oraz posiadał metrykę, w formie tabliczki, zawierającą długość przewodu oraz wagę bębna brutto i netto, a nawet wskazującą kierunek odwijania bębna. Ponadto na bębnie zaznaczano liczbę spawów drutów aluminiowych przewodu, jakkolwiek zasadniczo dokładano starań, by spa-



U góry: Rys. 7. Bęben na przewód stalowo-aluminiowy o średnicy 28 mm i długości 1200 m

Z lewej: Rys. 6. Nawijanie gotowej liny na bęben transportowy

jak również ze względu na transport ustalono, że 95% całości dostawy wykona się w odcinkach po 1200 m, a 5% w odcinkach po 1350 m. Odpowiednio do tego zbudowano specjalnie mocne bębny drewniane o średnicy 1800 mm i szerokości w świetle między tarczami bębna

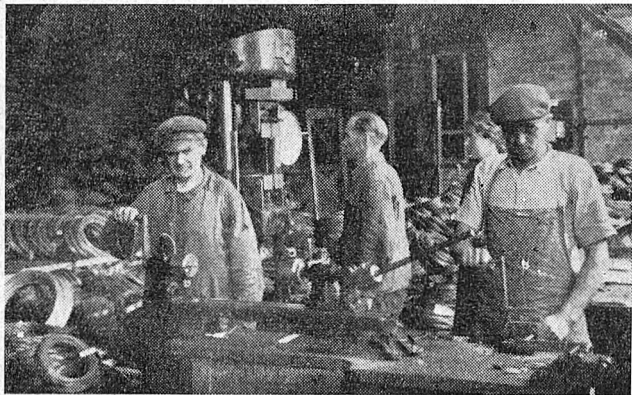
wań tych unikać. Jak wspomniano już, spawanie drutów stalowych było zabronione.

Pierwsza partia przewodu (41 bębnow) została zgłoszona do odbioru w połowie maja 1947 r., tj. w dwa miesiące od otrzymania pierwszej partii aluminium przez Zakłady

Przemysłowe „Metalurgia”. Ponieważ zarówno początkowe trudności zgrania wszystkich oddziałów, jak i kwestia „rozkręcenia” produkcji zostały wtedy opanowane, można było już sporządzić plan całej produkcji licząc się z postawionym ostatecznym terminem wykonania. Z obliczenia wynikało, że na cały okres produkcji pozostaje tylko jeden dzień rezerwy. Zdecydowano przeto, iż należy pracować przez wszystkie niedziele na trzy zmiany, by uzyskać konieczną rezerwę czasu na nieprzewidziane postoje i możliwe uszkodzenia maszyn lub narzędzi.

6. Odbiór przewodu.

Pierwszy komisyjny odbiór przewodu — partii składającej się z 60 bębnow — odbył się w pierwszych dniach czerwca 1947 r. Do badań pobrano próbki z 5 dowolnie wybranych bębnow, poza tym dwa bębny przewinięto



Rys. 8. Próba drutów na zerwanie, skręcanie i przeginanie

całkowicie przeglądając przewód metr po metrze. Wykonano analizy drutów stalowych, przy czym okazało się, że zanieczyszczenia chemiczne stali nie przekraczają granicznej wielkości tj. (P + S) max. 0,06%.

Druty stalowe i aluminiowe poddano zgodnie z warunkami odbioru (rys. 8) próbom przeginania, zrywania, wydłużania niszczącego i pod obciążeniem (590 kg dla stalowych drutów i 80 kg dla drutów aluminiowych). Średnia wytrzymałość na zerwanie drutów aluminiowych z badanych bębnow wyniosła:

16,9 — 16,98 — 17,06 — 16,33 — 16,53 kg/mm².

Suma wszystkich sił zrywających druty aluminiowe i stalowe wyniosła:

19330,5 — 19027 — 19244 — 18667 — 18567 kg, a zatem siła zrywająca liny była równa (współczynnik 0,9) odpowiednio:

17397 — 17124 — 17319 — 17800 — 16710 kg (według warunków odbioru 15800 kg).

Przy rozwinięciu całkowitym dwóch bębnow okazały się, poza ujawnionymi w metryce bębna spawaniem, nieznaczne płaskie miejscowe zgniecenia na powierzchni przewodu, zadrapania aluminium oraz ślady rozwarstwienia, nie mogące mieć wpływu na normalną pracę przewodu.

Wykonano próby trwałości ocynkowania drutu stalowego i równomierności ocynkowania przez 6-krotne zanurzenie w roztworze siarczanu miedzi odpowiednio do warunków odbioru.

Badania ilości cynku na 1 m² powierzchni drutu dokonywane na aparacie Bohacka wykazały, że wszystkie druty stalowe zawierały ilość cynku przekraczającą granicę tolerancji, dawały bowiem 335, 346, a nawet ponad 360 g/m², według zaś warunków odbioru ilość ta wynosić powinna 250 ± 30 g/m². Utrzymywano pokrycie drutów cynkiem ponad normę z obawy ewentualnego niedotrzymania warunków na zanurzeniu.

Określanie ilości cynku na jeden metr kwadratowy drutu na aparacie syst. Bohacka (rys. 9) polega na mierzeniu ilości wydzielonego wodoru przy zetknięciu się próbki ocynkowanego stalowego drutu z kwasem solnym. Ilość wydzielonego wodoru jest wprost proporcjonalna do ilości cynku znajdującego się na próbce drutu: cynk rozpuszczając się w kwasie solnym wytwarza chlorek cynku, natomiast wodór wydziela się w postaci gazu w górnej bańce aparatu (HCl + Zn daje ZnCl₂ + H jako gaz). Dołączona

do aparatu tabelka pozwala — przy uwzględnieniu średnicy badanego drutu — ustalić ilość cynku na 1 m² powierzchni drutu.

Oporność właściwa drutów aluminiowych, mierzona podwójnym mostkiem Thomsona i wyznaczona z trzech pomiarów przy 22° C i 26° C, miała średnią wartość przy 20° C 0,0270 Ω/m⁻¹ mm².

Sprawdzono również przy całkowitym przewijaniu bębnow próbnych metrykę bębna ustalając, iż przy 1200 m przewodu waga bębna wynosi brutto ok. 2 610 kg, tara ok. 427 kg, a więc waga przewodu netto ok. 2 183 kg. Stwierdzono w wyniku, że przewód stalowo-aluminiowy został wykonany zgodnie z warunkami technicznymi, poza niektórymi drobniejszymi uchybieniami.

Następne odbiory, ze względu na wzmożoną produkcję i brak miejsca na składowanie bębnow w fabryce, odbywać się musiały w okresach prawie tygodniowych. Wysyłkę przewodu w teren rozpoczęto w połowie czerwca 1947 r.

Wyniki następnych odbiorów zasadniczo pokrywały się z wynikami odbioru pierwszego, przy czym Zakłady Przemysłowe „Metalurgia” przyjęły na siebie zobowiązanie, iż w wypadku gdyby przy rozwijaniu przewodu na trasie okazało się, że spawania płaszczu aluminiowego są w odległościach mniejszych niż przepisane, przewody te zostaną wymienione. W praktyce taka wymiana nie była potrzebna.

Słabe aluminium zmusiło do zwiększenia przekroju drutów rdzenia stalowego do dopuszczalnego maximum, aby uzyskać przepisaną wytrzymałość ogólną całej liny. Zwiększenie przekroju drutów stalowych dało większą średnicę rdzenia, co spowodowało konieczność zmniejszenia skoku skrętu płaszczu aluminiowego, gdyż inaczej lina nie dałaby się „zamknąć”.

Dalsze i końcowe odbiory przewodu nie stwierdziły żadnych uchybień lub nienormalności.

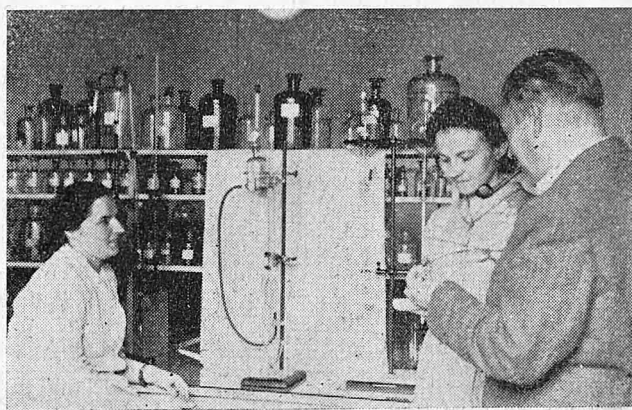
Ostatecznie Zakłady Przemysłowe „Metalurgia” wykonały przewód stalowo-aluminiowy o przekroju 463 mm²:

całkowita długość przewodu	525,904 km
ciężar przewodu netto	945,420 t
liczba bębnow	436 szt.,
z czego bębnow po 1 200 m	411 szt.
„ „ 1 350 „	21 „
„ „ 1 200 „	4 „

Na wykonanie powyższego zużyto:

drutu aluminiowego	564,265 t
„ stalowego	381,155 t.

Jako ostateczne zakończenie odbioru przewodu roboczo stalowo-aluminiowego dla linii 220-kilowoltowej



Rys. 9. Badanie ocynkowania drutu stalowego na aparacie Bohaczk

Śląsk—Łódź odbyło się komisyjne badanie przewodu w Akademii Górniczej w Krakowie w Zakładzie Metalografii i Obróbki Termicznej.

Poddano przewód próbie na rozrywanie w odcinkach ok. 300 mm. Badania te wymagały uprzednich przygotowań, mianowicie wykonania specjalnych uchwytów z kompozycji ołowiu, w których zatopione były oba końce badanego odcinka przewodu. Wyniki rozrywania 6 odcinków parami są podane w tabl. 2.

Jeżeli uwzględnić dopuszczalną poprawkę na aparat, to otrzymane wyniki odpowiadają warunkom odbioru, jednak najważniejsze w tych wynikach jest to, że rozświech ich stały, co stwierdza jednolitą wytrzymałość drutu stalowego.

Przewód roboczy stalowo-aluminiowy został wykonany w rekordowo szybkim czasie, a należy uwzględnić, że tego rodzaju lina stalowo-aluminiowa dla wysokiego napięcia tzn. o tak znacznym przekroju była wykonana po raz pierwszy w Polsce. Terminy wykonania podawane przez firmy zagraniczne były kilkakrotnie dłuższe niż ostatecz-

Tablica 2. Wyniki badania wytrzymałości mechanicznej przewodu

Znak liny	Długość (mm)	Największe obciążenie (kg)	Średnia wartość największego obciążenia (kg)
49/1	260	15 800	15 750
49/2	310	15 700	
87/1	293	15 450	15 450
87/2	312	15 450	
162/1	306	15 750	15 750
162/2	307	15 750	

ny termin, w którym przewód wykonano u nas. Całkowity czas produkcji trwał niespełna 6 miesięcy. Sukces ten należy przypisać zgodnemu i pełnemu zapału współdziałaniu Dyrekcji Budowy Linii i współpracujących fabryk, jak również harmonijnemu, graniczącemu nieraz w samozaparcie oddaniu się sprawie personelu zakładów. Ogólnie uświadomiono sobie, że terminowe i należyte wybudowanie linii wysokiego napięcia Śląsk—Łódź jest sprawą pierwszorzędnej wagi nie tylko ze względów gospodarczych kraju, ale ze względów prestiżowych i konkurencyjnych. Ten wzgląd właśnie przeważał przy konieczności dwukrotnego nadrobienia czasu w trakcie produkcji przewodu, gdy nieprzewidziane trudności surowcowe i produkcyjne wywołały opóźnienie w planowanym programie (o niektórych trudnościach wspomniano już wyżej). Ogólny wysiłek sprawił, że pracując na trzy zmiany wykonywano na dobę 5—6 bębnow t.j. 6—7 kilometrów przewodu.

7. Ogólne uwagi o produkcji.

W programie pracy przewidziane było przerobienie począwszy od pierwszej operacji, a zatem od trawialni, 460 ton walcówki stalowej o średnicy 5,5 mm, przy której to czynności było zatrudnionych na jedną zmianę 8 ludzi w przeciągu 12 dni, po czym materiał ten został przesłany do druciarni na grubociągi.

Po pierwszym ciągu i preharcowaniu materiał był powtórnie trawiony i trzepany na trzepakach, przy czym powtórne trawienie było wykonane przez taki sam jak poprzednio zespół ludzi w podobnym czasie. Na trzepakach pracował zespół składający się z 4-ch ludzi, których wydajność była do 6000 kg drutu na 8-godzinną zmianę.

Oddział hartowni produkował ok. 7000 kg na 3 zmiany przy zatrudnieniu zespołu składającego się z 14 ludzi. Cała ilość drutu stalowego została preharcowana w przeciągu 2 miesięcy.

Przy produkcji drutów stalowych było zatrudnionych 4 ludzi na 2 zmiany, przy czym ciągnięcie walcówki odbywało się na bębnach leżących i dawało na jedną zmianę ok. 8000 kg.

Po preharcowaniu drut dalej był przerabiany na wielociągach, na których było zatrudnionych po 3 ludzi na 3 zmiany. Ci dawali 5000—6000 kg na 3 zmiany, przeciągając drut ze średnicy 5 mm na ostateczną średnicę 2,4 mm.

Czas potrzebny na wyprodukowanie całej ilości drutu stalowego wyniósł 3 miesiące.

Podobnie w programie przewidziano wykonanie 600 ton drutu aluminiowego o średnicy 4 mm. Jak wspomniano wyżej, pracę tę wykonywano na wielociągach w ilości ok. 6000 kg na 3 zmiany przy zatrudnieniu 12 ludzi. Cała ilość potrzebnego drutu aluminiowego została wykonana w ciągu 4 miesięcy.

Drut stalowy został pocynkowany w cynkowni, która przepuszczała 10—12 ton na 3 zmiany przy zatrudnieniu 30 ludzi, po 10 ludzi na jedną zmianę, przy czym cała ilość potrzebnego drutu stalowego została ocynkowana w ciągu 45 dni.

Przy zajęciu w liniarni 7 maszyn liniarskich zatrudnionych było do ich obsługi 37 ludzi, którzy na trzy zmiany przerabiali ok. 14 000 kg drutu stalowego i aluminiowego. Poza tym przy podwożeniu szpul z drutem zajętych było 3 mężczyzn na trzy zmiany oraz 6 kobiet na 2 zmiany przy odwijaniu resztek drutu ze szpul.

Oddzielną pracą przygotowawczą przy liniarni było „szpulowanie“ drutu, przy czym 6 kobiet na 2 zmiany przewijało ok. 3950 kg drutu stalowego. Drut aluminiowy był przewijany również na 2 zmiany przez 12 kobiet, które dawały ok. 8400 kg nawiniętego drutu aluminiowego.

Wykonywanych w liniarni w ciągu doby 6 bębnow gotowego przewodu ważyło netto 12 600 kg, gdyż średnio na jeden bęben nawijano ok. 2100 kg przewodu.

Na najpoważniejsze trudności przy produkcji przewodu natrafiono w cynkowni tak ze względu na duże wymagania co do samego ocynkowania drutów stalowych, jak i ze względu na przepuszczalność cynkowni.

Jeżeli chodzi o trudności napotkane przy wykonaniu samego przewodu, to po ustaleniu średnic drutów — stalowego i aluminiowego, a co za tym idzie i po ustaleniu skrzętu liny — wykonanie przewodu było należyście opianowane. Lina przewodowa tak pomyślana jest właściwa jako ustrój mechaniczny i pod względem konstrukcji powinna być uważana za odpowiadającą swemu przeznaczeniu.

Doświadczenie nabyte przy wykonaniu przewodu dla odcinka Śląsk—Łódź, możliwość opanowania trudności oraz odpowiednie rozplanowanie poszczególnych faz pracy — dają rękojmię, że wszelkie dalsze zlecenia na tego rodzaju przewody nie mogą natrafić na poważniejsze trudności przy ich wykonaniu.

INŻ. STEFAN ZALEWSKI
Dyr. Techn. Fabryki Lin i Drutu
w Sosnowcu

Wyrób linki ochronnej (uziemionej)

Treść. Warunki techniczne dla stali i drutu stalowego. Próby odbiorcze. Produkcja: skręcanie, cynkowanie, nawijanie na bębny, kontrola produkcji. Średniówki produkcyjne.

Производство заземленного троса. Технические условия для стали и стальной проволоки. Приемочные испытания. Производство: свивка, цинкование, намотка на барабаны, контроль производства. Средние производственные показатели.

Manufacture of the Earth Wire. Technical conditions for steel and steel wire. Acceptance tests. Manufacture: stranding, tin-coating, winding on drums, inspection of manufacture. Output averages.

Fabrication du fil de garde. Stipulations techniques pour l'acier et les fils d'acier. Essais de réception. Production: toronnage, zingage, enroulement sur tambour, contrôle de la production. Moyennes de production.

1. Warunki techniczne wykonania.

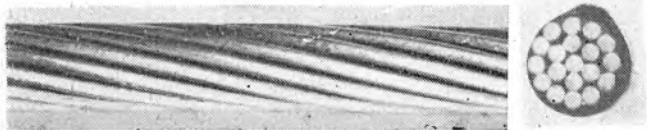
1 marca 1947 r. postawiono fabryce zadanie bardzo trudne: przeciążona zamówieniami dla przemysłu węglowego i innych fabryka ma wykonać, poza normalnym planem, 350 km linki stalowej „odgromowej“ o przekroju 70 mm², wagi około 190 ton i — co najważniejsze — w okresie półrocznym. Zdecydowano, że zamówienie to musi być bezwzględnie wykonane.

Po przeprowadzeniu wielu trudnych prób i zmian w urządzeniach produkcyjnych ustalono ostatecznie następujące warunki techniczne dla linki: liczba drutów w lince 19, średnica drutu 2,1 mm, przekrój linki 70 mm², średnica linki 10,5 mm, ciężar średni 535 kg/km, obciążenie rozrywające 8 200 kg.

Ustalono, że linka będzie złożona z 1 + 6 + 12 drutów: 1 drut jako rdzeń będzie pokryty 6 drutami skręconymi

w lewo w pierwszej warstwie, a następnie pokryty 12 drutami skręconymi w prawo w drugiej warstwie. Skok skręcenia linki równa się dwunastokrotnej średnicy linki (rys. 1).

Długość odcinków, w których linka miała być wykonana, określono na 2 100 m przy tolerancji $\pm 2\%$. Obciążenie

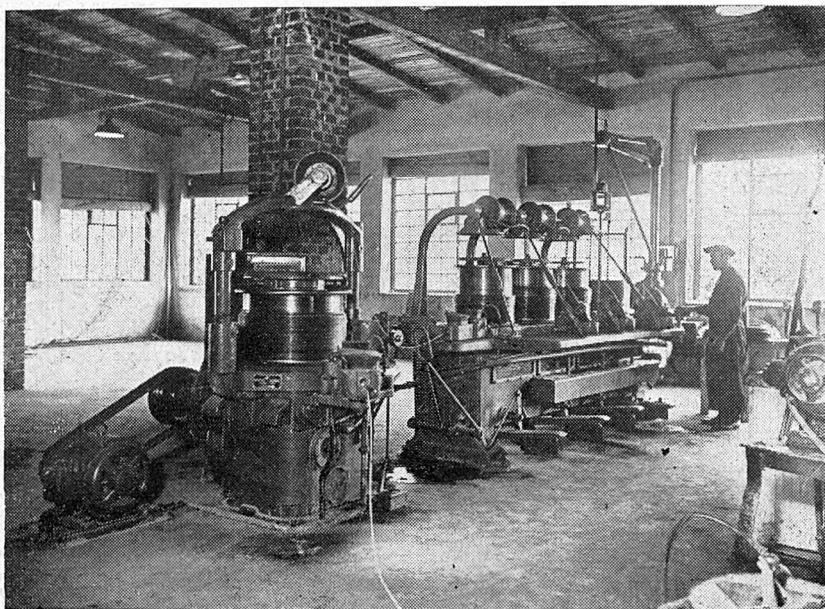


Rys. 1. Linka stalowa ochronna (70 mm²)

zenie zrywające linkę przyjęto jako 90% sumy obciążeń probierczych poszczególnych drutów. Wytrzymałość drutów stalowych z obliczenia wypadła 130 kg/mm².



Rys. 2. Piece i urządzenia do pionowego cynkowania drutu



Rys. 3. Wielociąg

W dalszych punktach ustalono, że walcówka powinna być wolna od opilek żelaznych lub miedzianych, a także stopów zawierających miedź. Podobnym warunkom miał odpowiadać i gotowy drut, przy czym powierzchnia drutu powinna być gładka i bez uszkodzeń.

Przyjęto też warunek bardzo trudny: druty na całej długości nie mogą być spawane. Tolerancję grubości dru-

tu ocynkowanego przy średnicy 2,1 mm ustalono na $\pm 0,1$ mm. Wytrzymałość drutu na zerwanie nie mogła być mniejsza niż 130 kg/mm² przy obciążeniu trwającym co najmniej jedną minutę. Wydłużenie drutu przy obciążeniu 105 kg/mm² trwającym jedną minutę może wynosić najwyżej 1% przy długości pomiarowej 250 mm.

Próba przecięć powinna być wykonana na wálku o promieniu 10 mm. Liczba przecięć nie mogła być mniejsza niż 5. Ponadto drut miał podlegać nawinięciu w 6 ściśle koło siebie leżących zwojów na drucie tej samej średnicy, przy czym nie powinien się złamać.

Najważniejsze i najtrudniejsze było dobre ocynkowanie drutów. Cynk powinien być elektrolityczny o zawartości 99,9% Zn. Wszystkie zanieczyszczenia Si + Pb + Fe + Cd + As + Sb nie mogły przekraczać 0,1%. W rzeczywistości dopuszczalne domieszki innych metali nie przekazywały: ołowiu 0,07%, żelaza 0 03%, kadmu 0,07%, aluminium 0,00%.

Pokrywanie drutu cynkiem miało odbywać się na gorąco, przy czym powłoka cynku powinna wynosić 250 g na 1 m² powierzchni drutu z tolerancją ± 30 g. W zamówieniu przepisany był sposób sprawdzania trwałości powłoki cynkowej*).

2. Produkcja.

Wyżej opisane warunki, trudne do wykonania, wymagały przeprowadzenia wielu prób w celu ustalenia koniecznych inwestycji i zmian procesów produkcyjnych. W czasie prób ustalono, że dla uzyskania ocynkowania o wartości 250 g/m² trzeba było wykonać instalację, pozwalającą na cynkowanie sposobem tzw. pionowym (rys. 2).

Dla uzyskania najmniejszej ilości odpadów, przy niemożności spawania drutów na całej ich długości tj. 2100 m, trzeba było dobrać kręgi walcówki o odpowiedniej wadze.

Przeróbka drutu odbywała się z walcówki o średnicy 5,8 mm (rys. 3) przy zastosowaniu jednej obróbki termicznej (patentowanie). Surowiec kontrolowała huta we własnym zakresie i wystawiała świadectwo odbiorcze. Drut podlegał poza kontrolą ostateczną także kontroli międzyoperacyjnej i to po termicznej obróbce oraz przed ocynkowaniem. Badane były średnica drutu, wytrzymałość i przecięcia. W kontroli ostatecznej badano średnicę, wytrzymałość na zerwanie i wydłużenie, zgięcia oraz ocynkowanie.

Linka skręcana była na dwu maszynach, jednej 6-szpulowej, gdzie nakładano pierwszą warstwę, i drugiej 12-szpulowej nakładającej 12 drutów.

Badanie lin odbywało się przez odcięcie z obydwóch końców po jednym metrze. Odcinki te po rozkręceniu podlegały próbie w laboratorium na wszystkie warunki, które wyżej zostały podane dla drutu. Dla sprawdzenia dobroci wykonania samej liny przewijano ją na całej długości, obserwując powierzchnię drutów i sprawdzając, czy nie ma spawów. Kontrole międzyoperacyjne odbywały się w ramach inspekcji fabrycznej. Kontrola gotowej linki dokonywana była przez przedstawiciela Dyrekcji Budowy Linii.

Przy zbijaniu bębnow główki gwoździ były głęboko wpuszczane w deski, a to w tym celu, aby uchronić linkę od skałeczeń w czasie nawijania, odwijania oraz podczas transportu.

* Był to ten sam sposób, który obowiązywał dostawę przewodu stalowo-aluminiowego i jest podany wyżej w artykule inż. M. Grabowskiego, rozdz. 3. Również surowiec (walcówka stalowa), pochodzący z huty „Kościusko”, miał ten sam skład, co materiał na duszę przewodu stalowo-aluminiowego. (Przyp. red.).

3. Średniówki produkcyjne.

Średnia produkcja drutu gołego wynosiła 4 600 kg na 24 godziny. Pocynkowanie odbywało się przy wydajności 4 500 kg na 24 godziny. Skręcania linki dokonywano z wydajnością 2 800 kg na 24 godziny. Bębny wykonywano we własnym zakresie, po trzy bębny na 8 godzin.

We wszystkich oddziałach fabrykacyjnych, przez które w swoich etapach przechodziła produkcja linki, zatrudnionych było 148 pracowników fizycznych i nadzoru.

J. GARDZIEJEWSKI
Dyr. Zjedn. Przem. Ce-
ram. Szlach.

INŻ. S. BOGUSŁAWSKI
Kier. Kontr. Techn. Państw. Fabr.
Porcel. Elektr. „ZOFIÓWKA”

Wyrób izolatorów liniowych

Treść. Opis konstrukcji izolatora kołpakowego typu K3. Produkcja izolatorów: skład masy, własności porcelany twardej, kształtowanie i wypalanie. Kontrola fabrykacji. Próby odbiorcze okucia izolatorów oraz gotowych ogniw.

Производство линеинных изоляторов. Описание конструкции подвешеного изолятора колпачного типа К 3. Изготовление изоляторов: состав фарфоровой массы, свойства твердого фарфора, формовка и обжиг. Контроль производства. Приемочные испытания металлических частей подвешеного изолятора и готовых элементов.

Manufacture of Line Insulators. Description of the construction of the K3 cap and pin type insulator. Manufacture of insulators: composition of material, properties of hard porcelain, shaping and firing. Inspection of manufacture. Acceptance tests of insulator metal fittings and of ready elements.

Fabrication des isolateurs de ligne. Description de la constitution d'un isolateur à chapeau du type K3. Fabrication des isolateurs: composition de la masse, propriété de la porcelaine dure, mise en forme et cuisson. Contrôle de la fabrication. Essais de réception des armatures d'isolateurs, ainsi que des éléments finis.

1. Wstęp.

Wybór typu i materiału, z którego mają być zrobione izolatory, nie jest zagadnieniem łatwym do rozwiązania. Ogólnie izolatory są produkowane z porcelany i szkła. Jedne i drugie pod względem izolacyjnym nie różnią się prawie, natomiast — jeśli chodzi o wytrzymałość mechaniczną i termiczną — izolatory produkowane z odpowiedniej masy porcelanowej przewyższają szklane. Ze względu na wpływy atmosferyczne izolatory szklane nie mogą być stosowane tam, gdzie występują wzywey gazowe lub chemiczne ujemnie działające na szkło, które po kilkoletniej pracy jest nadżarte; w izolatorach porcelanowych zjawisko to nie występuje. Po obmyciu izolatora porcelanowego szkliwo jest czyste, jak było bezpośrednio po wyprodukowaniu.

Powszechnie używane izolatory liniowe dzielą się na dwie grupy: stojące — H, HD, VHD, W, HW, VHW i wiszące — talerzowe K oraz długopienne VK („Motor“). Powyżej 35 kV używa się dziś tylko dwu ostatnich typów. Typ K pojawił się w produkcji po raz pierwszy w roku 1909, VK w 1919. Obydwa typy izolatorów oddały elektryfikacji krajów nieocenione usługi.

Przebiecie elektryczne izolatora typu VK jest ze względu na jego rozwiązanie konstrukcyjne niemożliwe. Jego główki o dużej średnicy uzbrojone są dwoma kołpakami z kujnej leizny, sama porcelana pracuje na rozrywanie. Natomiast w izolatorach typu K porcelana pracuje na ściskanie. Wprawdzie dla tego izolatora istnieje napięcie przebijające, jednak posiada on wymaganą wy-

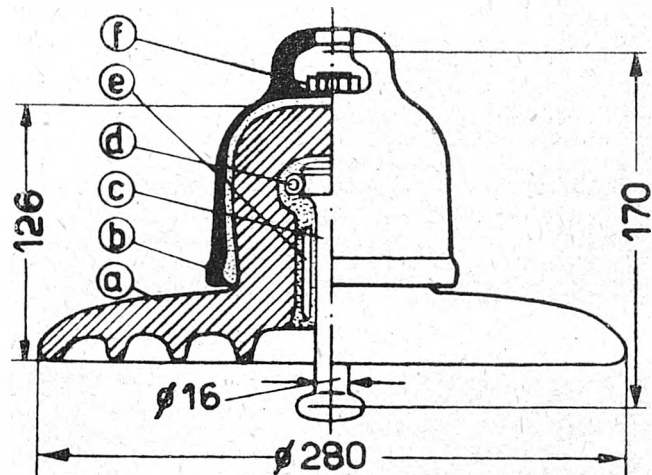
Dostawa surowca nie nastęrczała specjalnych trudności, jedynie materiały pomocnicze jak cynk, przeciągadła, kwas solny i siarkowy powodowały przerwy w produkcji, nie przekraczające jednak kilkunastu dni.

Odbiór odbywał się partiami po 20 bębnow i wykazywał zawsze wysoką wartość linki.

Prosta konstrukcja wykonanej linki nie nasuwa żadnych możliwości dalszego uproszczenia produkcji przy dzisiejszym stanie liniarstwa.

2. Konstrukcja izolatora kołpakowego typu K3.

Rys. 1 przedstawia części składowe jednego ogniwa, rys. 2 przekrój izolatora. Właściwa część izolatora *a* jest wykonana z porcelany twardej. Klosz oraz szyjka na trzonek są glazurowane na brązowo; zewnętrzna część

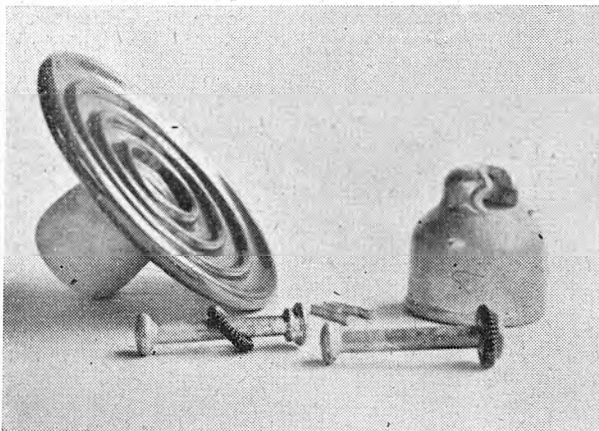


Rys. 2. Przekrój izolatora kołpakowego typu K3
a talerz porcelanowy, *b* kołpak, *c* trzonek, *d* pierścień sprężynowy, *e* wkładka porcelanowa, *f* miejsce na zawleczkę

główki izolatora jest nieglazurowana. Dalsze części: *b* jest to kołpak z ocynkowanej na gorąco kujnej leizny, *c* trzonek kuty z ocynkowanej stali, *d* pierścień sprężynowy z wyżarzzonego w wysokiej temperaturze drutu stalowego o średnicy 1,5 mm, *e* wkładka porcelanowa złożona z dwóch części, *f* miejsce na zawleczkę.

Montowanie izolatora odbywa się przy użyciu dostosowanego specjalnie do tego celu elektro-cementu. Wytrzymałość cementu na ściskanie waha się w granicach od 450 do 550 kg/cm². Zewnętrzne wymiary izolatora są znormalizowane, przy czym średnica klosza wynosi 280 mm. Stąd w niektórych fabrykach używana jest nazwa K 280. Wymiary trzonka (średnica 16 mm) są także znormalizowane.

Umocowanie kołpaka nie nastęrcza żadnych trudności. Kołpak jest wystarczająco duży, tak że przekazanie siły mechanicznej na stosunkowo dużą powierzchnię następuje bez trudności, a naprężenia w główce są stosunkowo niewielkie. Kołpak jest umocowany za pomocą chudego cementu. Wszystkie rodzaje cementu wykazują przy wyschnięciu powiększenie objętości. Następuje rozpieranie kołpaka i nacisk na porcelanę, przy czym powstają duże wewnętrzne siły. Elastyczna wkładka papierowa między główką izolatora a cementem przejmując nacisk wywołany parciem cementu. Ponieważ wytrzymałość porcelany na ściskanie (4000—4500 kg/cm²) jest przeszło



Rys. 1. Części składowe izolatora kołpakowego

trzymałość i ma tę wyższość, że w razie uszkodzenia izolatora, a nawet obtłuczenia całego klosza upadek przewodu na ziemię jest wykluczony. Dyrekcja Budowy Linii Śląsk — Łódź zdecydowała się na zastosowanie przy budowie linii na 220 kV właśnie tego typu izolatorów.

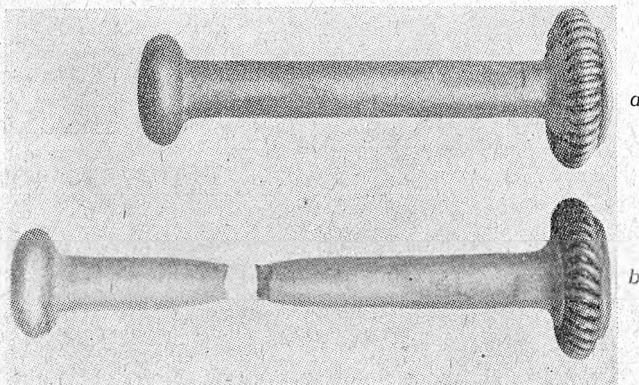
10-krotnie większa niż na rozrywanie (250—350 kg/cm²), montowanie kołpaków za pomocą cementu jest uzasadnione.

Natomiast używanie cementu do zamocowania trzonka, gdzie przy rozpieraniu cementu powstają siły rozrywające porcelanę, było kwestionowane. Przez pewien okres czasu zaniechano używania do tego celu cementu, zastępując go ołowiem lub też montowano izolator bez użycia materiałów pomocniczych. Dopiero zastosowanie wkładki elastycznej pozwoliło wrócić do użycia cementu. Wkładką jest połowa rurki porcelanowej nieglazurowanej długości 57 mm z poprzecznymi i podłużnymi rowkami. Wkładka zmniejsza parcie cementu na porcelanę właściwą we wnęce trzonkowej przez zmniejszanie grubości cementu. W jednej wnęce umieszcza się dwie wkładki.

Siłę parcia trzonka na porcelanę przekazuje się poprzez pierścien sprężynowy, który spełnia począworne zadanie: 1) umacnia trzonek w izolatorze, 2) uniemożliwia wyciągnięcie trzonka z izolatora, 3) przekształca siłę rozciągową występującą na końcu trzonka na nacisk na porcelanę, 4) łagodzi siłę działającą poprzez cement na porcelanę.

Pierścień sprężynowy składa się z dwóch spirali nawiniętych jedna na drugiej. Dla zabezpieczenia pierścienia od ściśnięcia lub rozplaszczania przewleczono przez jego środek drut stalowy. Po włożeniu trzonka do izolatora wprowadza się pierścień lekkim ruchem do główki i zamocowuje na obwodzie górnej części trzonka. Wyjęcie tak umocowanego trzonka w wypadku wykruszenia się z szyjki cementu, w wypadku uszkodzenia lub obtłuczenia klosza jest niemożliwe. Pierścień, jak to widać z rysunku, jest oddzielony od porcelany warstwą cementu, który zapobiega przedwczesnemu uszkodzeniu izolatora. Po próbie mechanicznej doprowadzony do zerwania trzonek jest wydłużony, natomiast pierścień mało zdeformowany (rys. 3).

Do kompletu izolatora należy jeszcze zawleczka z ocynkowanej stali sprężynowej; wsadzona między trzonek jednego izolatora a dolną część gniazda kołpakowego dru-



Rys. 3. Trzonek z pierścieniem sprężynowym
a) przed próbą, b) po próbie mechanicznej na zerwanie

giego izolatora chroni przed rozdzieleniem się złączonych izolatorów.

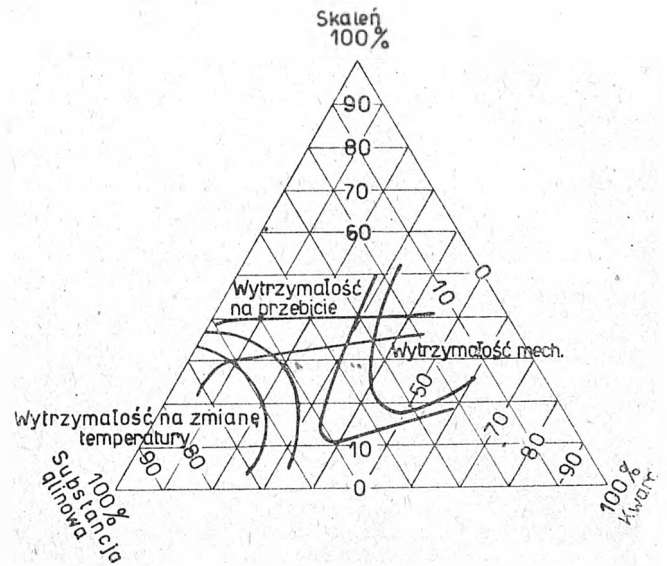
3. Produkcja izolatorów.

Część porcelanową produkuje „Zofiówka“, natomiast okucia dostarcza fabryka odlewów. Masa, z której produkuje się izolatory, zawiera 48% substancji glinowej (kaoliny), 23% kwarcu, 29% skalenia.

Rys. 4 podaje w formie trójkąta zależności między składem masy a właściwościami porcelany. Z rysunku widać, jak skład masy wpływa na wyniki mechaniczne i elektryczne, jak trzeba ostrożnie operować składnikami, aby produkt sprostował wymaganym przepisom. Bardzo ważnym zagadnieniem jest także kwestia przemiału (grubości) ziarna, wysokości temperatury i sposobu prowadzenia palenia. Dolną granicę własności, które musi posiadać porcelana twarda, podaje tabl. 1. Aby takie wyniki osiągnąć, przeprowadza się stałe próby na specjalnych korpusach porcelanowych.

Jak wyżej wspomniano, w skład surowców porcelanowych wchodzi kaolina, kwarc i skałen. Wszystkie su-

rowce z wyjątkiem kaoliny otrzymujemy z kopalń dolno-śląskich. Tak samo gips do form warsztatowych, gliny ogniotrwałe do wyrobu kapsli oraz węgiel są pochodzenia krajowego. Kaoliny sprowadzamy przeważnie



Rys. 4. Zależność właściwości porcelany od składu masy

z Czechosłowacji, przy czym największą ilość ze znanej na świecie kopalni surowców mineralnych Zettlitz-Kar-

Tablica 1. Własności porcelany twardej

Porowatość przy 600 ath	%	0
Chłonność wody	%	0
Ciężar właściwy	kg/dm ³	2,3 — 2,5
Wytrzymałość na rozrywanie:		
porcel. nieglazurowanej	kg/cm ²	250 — 350
" glazurowanej	kg/cm ²	300 — 500
Wytrzymałość na ściskanie:		
porcel. nieglazurowanej	kg/cm ²	4000 — 4500
" glazurowanej	kg/cm ²	4500 — 5500
Wytrzymałość na zginanie:		
porcel. nieglazurowanej	kg/cm ²	400 — 700
" glazurowanej	kg/cm ²	600 — 1000
Wytrzymałość na uderzenia:		
porcel. nieglazurowanej	cm.kg/cm ²	1,8 — 2,2
" glazurowanej	cm.kg/cm ²	1,8 — 2,3
Spółczynnik wydłużalności cieplnej	mm.°C. 10 ⁻⁶	3,5 — 4,5
Wytrzymałość na przebicie porcelany nieglazurowanej szlifowanej przy 50 okr./sek.	kV/mm	30 — 35
Stała dielektryczna przy 50 okr./sek.		5
Spółczynnik strat dielektrycznych w temperaturze 20° C:		
przy 50 okr./sek.	× 10 ⁻⁴	170 — 250
10° " "	"	60 — 120
w wyższych temperaturach przy 50 okr./sek.:	× 10 ⁻⁴	170 — 250
20° C		400
80° C	"	600
100° C	"	1200
Oporność właściwa (skrośna) przy 20° C	Ω cm	10 ¹¹
" 100° C	"	10 ¹⁰ — 10 ¹¹
Opór powierzchniowy przy 80% wilgotności powietrza, odstępie elektrod 1 cm oraz długości elektrod 10 cm	Ω	10 ⁹ — 10 ¹²

lowy Vary. Kwarc i skałen otrzymujemy z najlepszych w Europie kopalni tych minerałów — ze Strzebielowa koło Świdnicy.

Kontrola surowców. Każdy dostarczony surowiec podlega na terenie fabryki kontroli pod względem: 1) przemiału — grubości ziarna, 2) skurczu przy paleniu (specjalnie przy kaolinach i glinach), 3) ewentualnych za-

nieczyszczeń (mineralnych), 4) punktu topliwości (specjalnie dla skalenia). Przy paleniu porcelany następuje spieczenie połączone ze zmianą objętości, tzw. skurcz, który zależy od jakości surowców i wynosi około 20% na wysokości i 16% na szerokości izolatora. Kwarc i skałki, otrzymywane w formie grysiku lub w kawałkach, podlegają zmieleniu do wymaganej grubości ziarna w specjalnie skonstruowanych bębnach.

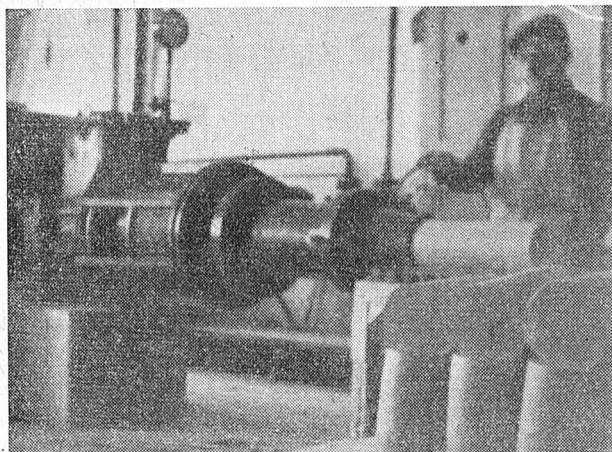
Po dokonaniu analizy sitowej, wymieszaniu z płynną kaoliną i przejściu przez prasy filtracyjne masa wykazuje około 25% zawartości wody. Wyciśnięte przez prasy filtracyjne płyty masy przed jej formowaniem odpowietrza się w prasie odpowietrzającej (rys. 5).

Izolator formuje się sposobem ogólnie w ceramice przyjętym. Odpowiedniej wielkości bryłę masy po przeproszkowaniu na toczku formierskim¹⁾ wkłada się do formy gipsowej, po czym za pomocą blaszanego szablonu nadaje się kształt dolnej części izolatora. Kiedy izolator stwardnieje, wyjmuje się go z formy gipsowej (jest wtedy w stanie półwilgotnym) i wytacza górną część (rys. 6). Wymiary podczas wytaczania kontroluje się za pomocą cyrkli i sprawdzianów.

Dla kontroli wneki na trzonek zalewa się codziennie kilka sztuk gipsem, po czym na odlewie gipsowym sprawdza się wymiary.

Wysuszone izolatory po przejściu przez glazurownię wypala się w piecach okrągłych w temperaturze około 1400°C.

Skład glazury jest zbliżony do składu masy porcelanowej. Główna pozostaje nieglazurowana, ponieważ izola-



Rys. 5. Prasa odpowietrzająca

tor jest wypalany talerzem do góry, a poza tym cement wiąże lepiej porcelanę nieglazurowaną. Ogień w piecu kontroluje się za pomocą stożków Segera.

4. Kontrola fabrykacji.

Izolatory wypalone poddaje się oględzinom, które mają za zadanie zakwalifikowanie produktu pod względem stanu glazury, rys, pęknięć, nacieków cząstkami żelaza, szamoty lub gipsu. Po sprawdzeniu wymiarów izolatory poddaje się próbie „udarowej” lub „wielką częstotliwością” (30 000—250 000 okr./sek.), a następnie próbie napięciowej pospolowej (rys. 7). Przy próbie napięciowej pospolowej izolatory ustawia się w wannach wypełnionych wodą (przy czym wanny są uziemione). Prąd doprowadzamy do wneki na trzonek napełnionej wodą. Napięcie podnosimy stopniowo aż do przeskoku, a następnie zmniejszamy o 5%. Próba trwa 15 minut od ostatniego ewentualnego przeskoku. Przy normalnym stanie barometru przeskok powinien nastąpić przy około 77 kV (skut.). Oprócz tego należy z każdego palenia na kilku sztukach przeprowadzić próbę termiczną i próbę fuksyna

¹⁾ Płoszkowaniem nazywa się nadawanie rękami masie porcelanowej postaci i średnicy, które odpowiadają wewnętrznemu kształtowi formy gipsowej, albowiem masa dostarczana z prasy odpowietrzającej ma z reguły kształt nieregularny i średnice mniejszą od potrzebnej. Płoszkowanie zapobiega powstawaniu rys.

pod ciśnieniem. Szczególnie jest to ważne przy izolatorach typu K. Niedopalenie izolatora jest w wielu wypadkach przyczyną jego przebiccia.

Po dokonaniu powyższych prób następuje montaż. Okucie izolatora podlega specjalnym warunkom odbioru technicznego.

5. Dostawy i odbiory okucia.

Okucie, podobnie jak porcelana elektrotechniczna, jakościowo nie mogło się różnić od przedwojennego. Przy



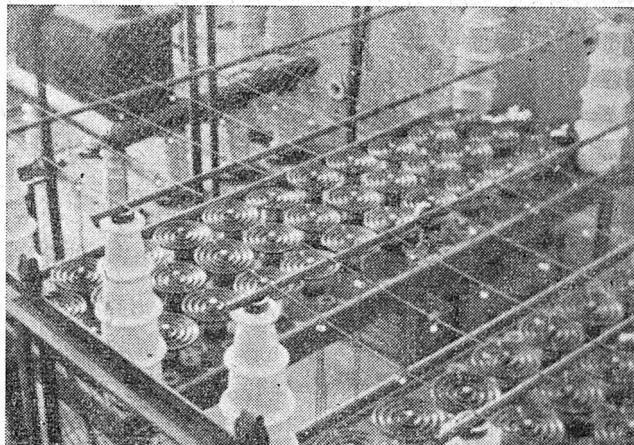
Rys. 6. Wytaczanie izolatora K3

produkcji okucia największą trudność stanowił również brak odpowiedniego surowca (np. cynku do ocynkowania kołpaków).

Warunki techniczne dla kołpaków postawione odlewni były następujące.

Materiał przy próbce o średnicy 9,75 mm musi posiadać wytrzymałość na rozzerwanie 35 kg/mm². Wydłużenie 8—10% z tolerancją 20%.

Każdy kołpak przed ocynkowaniem będzie obciążony 7 000 kg w ciągu 1 minuty. Minimalna siła zrywająca 10 ton.



Rys. 7. Próba napięciowa pospolowa

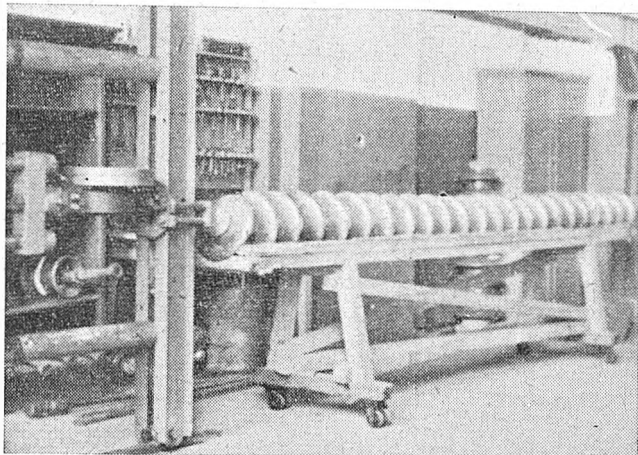
Różnice wymiarów nie mogą przekraczać dozwolonych a zaznaczonych na rysunku tolerancji.

Po próbie na ocynkowanie nie może pozostać osad miedzi.

Powierzchnia kołpaków musi być wolna od baniek i innych usterek, wpływających na wygląd lub mogących przeszkadzać w montowaniu.

Wymagania co do trzonków były bardzo podobne, przy czym wytrzymałość na rozciąganie powinna być w granicach 60—70 kg/mm², granica płynności 45—50 kg/mm², wydłużenie A₁₀ 15—20%, obciążenie próbne w ciągu 1 minuty 7 000 kg, najmniejsza siła zrywająca 10 000 kg.

Okucie odbierał przedstawiciel fabryki izolatorów na miejscu w odlewni. Ogłędzinom poddawano poszczególne



Rys. 8. Izolatory przygotowane do próby mechanicznej pospołowej

sztuki całej partii odbieranej. Wymiary sprawdzano szablami, po czym poddawano kołpaki obciążeniu próbnemu (7 ton) w ciągu 1 minuty. Minimalną siłą zrywającą

Tablica 2. Najniższe wartości dla izolatora K3

Najmniejsze obciążenie zrywające	kg	7000
Obciążenie przy badaniu próbnym 1-min.	kg	3000
Obciążenie trwałe gwarantowane na 1 rok	kg	3000
Średnie napięcie przebicia	kV	130
Waga netto 100 szt. kompl. około	kg	670

(10 ton) obciążano 1% odbieranych kołpaków, po czym sprawdzano wagę poszczególnych sztuk i wykonywano próbę ocynkowania (6-krotne jednoczesne zanurzenie w nasycyonym, a nieodkwaszonym roztworze siarczanu miedzi) na tej samej liczbie kołpaków.

6. Wewnętrzna kontrola gotowych ogniów.

Po montażu izolatory muszą stać najmniej 14 dni, aby cement związał się i otrzymał odpowiednią wytrzymałość mechaniczną. Następnie poddaje się je próbom pospołowym przewidzianym przez PNE (rys. 8), a więc powtórny pobeżnym ogłędzinom, sprawdzeniu wymiarów

- 4) próbę odporności na zmiany temperatury (10—15° C — woda zimna, 80—85° C — woda gorąca),
- 5) próbę elektromechaniczną (przeciętnie przebiecie przy naciągu 8 000—10 000 kg, a nawet i wyżej),
- 6) próbę wytrzymałości na uderzenie boczne młotkiem w trzonek przy równoczesnym naciągu (młotek o wadze 2 kg, uderzenie z wysokości 1 m prostopadle do osi trzonka),
- 7) próbę wytrzymałości na uderzenie kamieniem (kamień o wadze 120 g spadający z wysokości 10 m).

Tak zbudowane izolatory, opakowane w podłużne paki drewniane po 7 i 8 sztuk, były składane na wolnym powietrzu do odbioru przez zleceniodawcę.

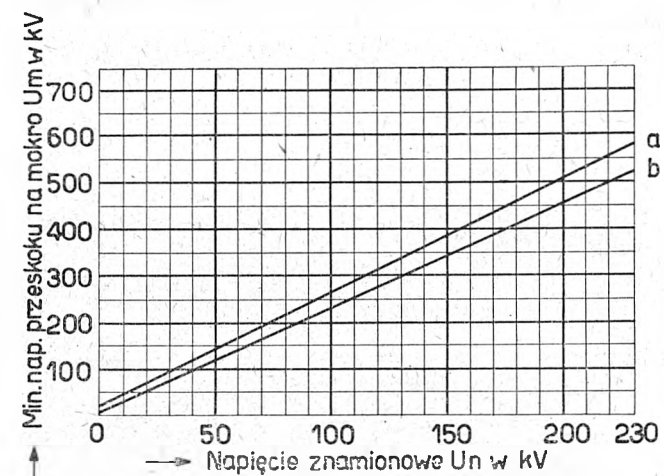
W tablicach 2 i 2a podane są najniższe wartości, które powinien posiadać izolator typu K3.

Przepisowa przewodność wody 100 μS·cm⁻¹ uwzględnia normalne zakurzenie izolatorów, natomiast przewodność wody podczas normalnych opadów wynosi tylko około 20 μS·cm⁻¹.

Dla orientacji podajemy (rys. 9) graficzny wykres minimalnego napięcia przeskoku na mokro w zależności od napięcia znamionowego.

7. Dostawy i odbiory.

Część pierwotnego zamówienia izolatorów K3 dla linii Śląsk—Łódź przypadająca na „Zofiówkę” 12 500 szt.;



Rys. 9. Minimalne napięcie przeskoku na mokro w funkcji napięcia znamionowego

- a) według wzoru $1,1(2,2U_n + 20)$ kV (skut.)
 b) według wzoru $1,1(2U_n + 10)$ kV (skut.)

później zamówiono dodatkowo 3 000 szt. Fabryka wcześniej poinformowana o powyższym zamówieniu przygotowała odpowiednią ilość półfabrykatów i nie miałyby żadnych trudności, gdyby nie spóźnienie dostawy okucia, wynikające z trudności technicznych poddostawcy.

Tablica 2a. Najniższe wartości dla izolatora K3

		Liczba ogniów										
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
Napięcie przeskoku na sucho ¹⁾	(kV)	70	135	190	245	300	355	405	455	555	650	740
Napięcie przeskoku na mokro ²⁾	(kV)	50	95	140	180	220	255	295	330	410	485	565
Długość łańcucha ³⁾	(mm)	170	340	510	680	850	1020	1190	1360	1700	2040	2380

¹⁾ Wartości najmniejsze; wartości średnie ok. 10% wyższe.

²⁾ Przewodność właściwa wody deszczowej $\gamma = 100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, kąt padania 45°, opad 3 mm/min.

³⁾ Bez uszka wieszakowego i zacisku.

przy połączeniu w łańcuchy, obciążeniu 3000 kg na rozciąganie, próbom udarowym, próbom napięciowym pospołowym.

Poza tym na poszczególnych sztukach przeprowadza się:

- 1) próbę wytrzymałości na rozrywanie (średnia 12 650 kg, najniższa 11 000 kg),
- 2) próbę wytrzymałości przy obciążeniu trwałym,
- 3) próbę na przebicie (w oleju),

Izolatory były odbierane przez przedstawicieli Dyrekcji Budowy Linii w 6 kolejnych partiach. Produkcja była zakończona w terminie mimo licznych trudności w postaci opóźnień poddostawców i braku składników chemicznych (konieczność przejścia z surowców zagranicznych do glazury na krajowe). Terminu dotrzymano, gdyż, jak stwierdziła Dyrekcja Budowy Linii, personel fabryki „pracował z poświęceniem”.

TADEUSZ STĘPNIEWSKI
mgr inżynier-elektryk

Sprzęt zawieszeniowy i ochronny do przewodu roboczego i linki uziemionej

Treść. Warunki techniczne dla sprzętu: wytrzymałość elementów. Opisy konstrukcji zawieszni: przelotowego, odciągowego i pół-odciągowego dla przewodu roboczego oraz przelotowego i odciągowego dla linki uziemionej. Sprzęt ochronny. Własności materiałów użytych do produkcji. Wykonywanie, kontrola i odbiór sprzętu. Wnioski.

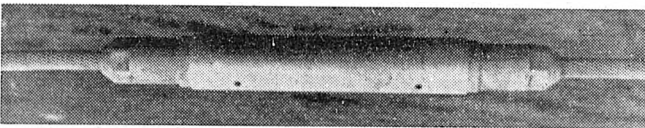
Аppaтyра для подвeски и крепления проводов и защитная арматура. Технические условия по отношению к прочности арматуры. Описание конструкции поддерживающей, натяжной и полунатяжной арматуры для рабочего провода, а также поддерживающей и натяжной арматуры для заземленного тросса. Защитные устройства. Свойства материалов, применяемых для производства поименованных частей. Изготовление, контроль и приемка арматуры. Заключение.

Suspension and Protective Equipment. Technical specification: resistance of elements. Description of suspension for working cables on ordinary and anchor towers, these latter for greater and lesser strains; similar suspension of earth wires. Protective accessories. Properties of materials used in manufacture. Manufacture, supervision and acceptance of equipment. Conclusions.

Armature de suspension et de protection. Stipulations techniques pour l'armature: résistance des éléments. Description de la constitution des suspensions de traversée et d'ancrage aussi bien du conducteur de travail que du fil de garde. Armature de protection. Propriétés des matériaux employés pour la fabrication. Exécution, contrôle et réception de l'armature. Conclusions.

1. Zakres dostawy.

Zakres dostawy krajowej sprzętu dla linii 220-kilowoltowej Śląsk-Łódź obejmował sprzęt zawieszeniowy i ochronny linki przewodowej, sprzęt zawieszeniowy linki uziemionej oraz dalsze dodatki jak zaciski kabłąkowe do mostków na słupach odporowych, przeplecenia i iskier-



Rys. 1. Złączka przelotowa dla przewodu stalowo-aluminiowego (firmy „Volpato“)

niki sztabowe do obniżenia poziomu izolacji łańcuchów izolatorowych. Dostawa nie obejmowała zacisków odciągowych do przewodu o średnicy 28 mm oraz złączek kon-

centrycznych do przewodu i linki uziemionej. Bardzo krótkie terminy dostawy i trudności techniczne wykonania całości sprzętu w ograniczonym czasie zmusiły nas do sprowadzenia zacisków odciągowych i złączek z Włoch (rys. 1 i 7)*). Zestawienie ogólne dostaw z wyszczególnieniem zasadniczych części oraz wagi podane jest w tabl. 1.

2. Warunki techniczne.

Podstawowe warunki techniczne do zaprojektowania były następujące: sprzęt ma być dostosowany do połączenia z izolatorami kołpakowymi typu K-280 (K3) posiadającymi trzonki o średnicy 16 mm, przy uwzględnieniu poniższych danych dla przewodu i linki uziemionej:

	Przewód stalowo-aluminiowy	Linka uziemiona stalowa
Przekrój całkowity	mm ² 463	70
Średnica linki	mm 28	10,5
Wytrzymałość na zerwanie	kg 15 800	8 200
Naciąg największy	kg 5 280	2 300
Obciążenie pionowe łańcucha	kg 1 700	—

Wykonanie dostawy wymagało całkowitego opracowania sprzętu pod względem konstrukcyjnym, gdyż wzory konstrukcyjne, którymi rozporządzano, jak i posiadane doświadczenie produkcyjne obejmowały sprzęt jedynie dla małych przekrojów.

Jako podstawę obliczeń wytrzymałościowych przyjęto warunek, aby wytrzymałość poszczególnych części sprzętu była o około 40% wyższa od wytrzymałości na zrywanie linki.

Dla części łańcuchów wiszących oraz dla części użytych w połączeniu równoległym dwóch sztuk przy łańcuchach odciągowych podwójnych (ucha i gniazda wieszakowe) przyjęto obciążenie niszczące 10 500 kg, dla części pojedynczych łańcuchów odciągowych (orczyki, ucha wieszakowe podwójne) przyjęto obciążenie niszczące 21 500 kg. Części powtarzające się zarówno w łańcuchach odciągowych, jak i wiszących były wykonane jednakowo w przystosowaniu do wytrzymałości wyższych.

Przy konstruowaniu oparto się wyłącznie na obliczeniach, gdyż nie było czasu na przeprowadzenie wstępnych prób wytrzymałościowych pierwszych sztuk wzorowych. Wyniki prób potwierdziły jednak całkowicie słuszność przyjętych założeń. Wyniki graniczne prób na obciążenia niszczące poszczególnych części sprzętu otrzymano następująco:

ucho wieszakowe proste	11 850	—	12 600 kg
ucho wieszakowe płaskie	27 500	—	30 500 „
ucho wieszakowe skręcone	27 800	—	30 000 „
gniazda wieszakowe	10 400	—	12 800 „
strzemię półodciągowe	12 000	—	13 900 „
strzemię zacisku linki o średn. 28	19 400	—	24 500 „
strzemię zacisku linki o średn. 10,5	19 500	—	21 200 „
orczyk na 500 mm	22 500	—	23 200 „

Przy opracowaniu konstrukcyjnym poza względami zasadniczymi, a więc otrzymania właściwego rozwiązania ze względu na przeznaczenie, należało brać pod uwagę czas wykonania oraz istniejące możliwości produkcyjne tzn. rozporządzalne urządzenia do wytwarzania oraz zaopatrzenie materiałowe.

*). Ob. również rys. 17 w art. inż. J. Millera „Uwagi o pracach budowlanych i montażowych w terenie“. (Przyp red.).

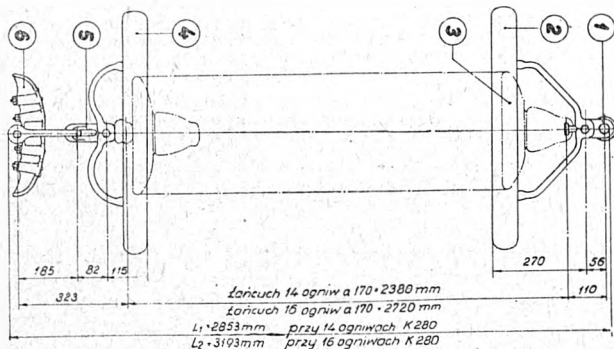
Tablica 1. Zestawienie sprzętu liniowego

Wyszczególnienie	Ciężar (kg)			
	jednostki	razem		
788 kompletów sprzętu do łańcuchów wiszących pojedynczych	30,9	24 440		
1 pierścień ochronny górny 1/4 z uchem wieszakowym				
1 pierścień ochronny dolny 1/4 z gniazdem wieszakowym				
1 zacisk dzierżny linki o średnicy 28 mm				
325 kompletów sprzętu do łańcuchów półodciągowych			93,5	30 400
1 ucho wieszakowe płaskie				
1 orczyk				
2 pierścienie ochronne górne 1/4 z uchami wieszakowymi				
2 pierścienie ochronne dolne 1/4 z gniazdami wieszakowymi				
2 zaciski półodciągowe z przedłużaczami	70,2	21 550		
307 kompletów sprzętu do łańcuchów odciągowych podwójnych				
2 ucha wieszakowe skręcone				
2 orczyki				
2 pierścienie ochronne górne 1/4 z uchami wieszakowymi				
2 pierścienie ochronne dolne 1/4 z gniazdami wieszakowymi	Razem	89 730		
Sprzęt linki uziemionej				
828 kompletów zacisków dzierżnych			2,5	2 070
220 kompletów odciągowych			2,2	485
1436 kompletów złączek kabłąkowych			0,8	1 150
659 kompletów zacisków kabłąkowych do połączeń mostkowych linki przewodowej o średnicy 28 mm			7,6	5 010
12 kompletów przepleczeń			190,5	2 287
100 kompletów iskierników sztabowych			5,3	530
27 kompletów rolki odciągowej do linki o średnicy 28 mm			49,0	1 325
Uzupełnienia, części zapasowe				483

3. Opis zawiesznień.

Zasadnicze rozwiązania konstrukcyjne dla 3 rodzajów łańcuchów widoczne są z załączonych rysunków. Pod względem układu odpowiadają one zwykle stosowanemu sposobowi zawieszania.

Łańcuchy wiszące pojedyncze (rys. 2) posiadają zacisk dzierzny o konstrukcji wahliwej zarówno w płaszczyźnie



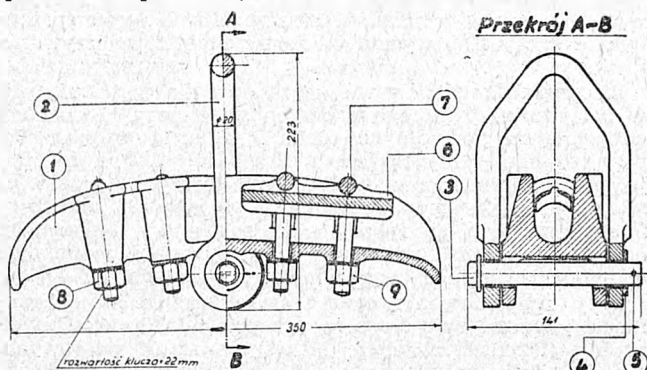
Rys. 2. Łańcuch wiszący pojedynczy

przewodu, jak i prostopadle do przewodu (rys. 3). Konstrukcja taka odciąża częściowo izolatory łańcucha od drgań poprzecznych linki.

Łańcuchy odciągowe, podwójne, zastosowano z orczykiem zarówno u góry, jak i u dołu łańcucha (rys. 4). Połączenie ze słupem wykonano za pomocą ucha podwójnego skręconego z otworem owalnym na przepuszczenie głowy kabłąka, łączącego ucho ze słupem. Odległość łańcuchów od siebie 500 mm.

Łańcuchy półodciągowe złożone są z dwóch pojedynczych łańcuchów rozwartych pod kątem 90°. Zamocowanie do słupa wykonano przy użyciu orczyka i ucha wieszakowego płaskiego. Dla wyrównania zwiększonej długości zastosowano przedłużacze widlaste wykonane z żelaza płaskiego. Łódka zacisku dzierznego umocowana jest przegubowo w rozwidleniu przedłużacza (rys. 5 i 6).

Jako sprzęt ochronny zastosowano pierścienie o średnicy 750 mm wykonane z obręczy profilowej otwartej do środka pierścienia. W łańcuchach wiszących zastosowano pierścienie pełne 1/1, w łańcuchach odciągowych pier-



Rys. 3. Zacisk wiszący do przewodu stalowo-aluminiowego o średnicy 28 mm

ścienie 3/4, w łańcuchach półodciągowych pierścienie górne 3/4, dolne 1/1.

Do połączeń mostkowych linki przewodowej na słupach odporowych (rys. 7 i 8) użyto zacisków kabłąkowych o kadłubie z żeliwa ciągliwego cynkowanego w ogniu. Wykładziny wykonano z blachy aluminiowej, przekładki z odlewów aluminiowych (rys. 9).

Dla linki ochronnej uziemionej zastosowano zaciski dzierzne o podwójnym przegubie (rys. 10 i 11). Do zamocowania odciągowego użyto kabłąków odciągowych z pętlicowym zamocowaniem linki przy użyciu złączek kabłąkowych (rys. 12).

4. Materiały.

Do wykonania poszczególnych części użyto różnych materiałów odpowiednio do obciążenia mechanicznego i sposobu obróbki:

Stal SW6h, MW6h z huty Baildon o zawartości węgla $C = 0,35 - 0,45\%$, siarki i fosforu $S + P < 0,075\%$, o wytrzymałości $60 - 70 \text{ kg/mm}^2$, o wydłużeniu $A_{10} = 18\%$, $A_5 = 26\%$ na części kute na gorąco, a więc ucho wieszakowe proste, płaskie, skręcone, na strzemioma zacisków dzierznych.

Stal St 50 · 11 o wytrzymałości $50 - 60 \text{ kg/mm}^2$ na sworznie śrubowe do zacisków, orczyków, przedłużaczy.

Stal St 37 · 11 o wytrzymałości 37 do 45 kg/mm^2 w gatunku handlowym na orczyki, kabłąki pierścieni, przedłużacze półodciągowe. Pierścienie ochronne (obrócze) wykonano z bednarki SM zimno-walcowanej, ciemno-zarzonej, $125 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$.

Stal St 34 · 11 o wytrzymałości $36 - 42 \text{ kg/mm}^2$ na śruby zwykle i kabłąkowe.

Żeliwo ciągliwe białe o wytrzymałości $36 - 42 \text{ kg/mm}^2$ i wydłużalności około $5 - 10\%$ na części odlewane: gniazda wieszakowe, kadłuby zacisków dzierznych i złączek kabłąkowych.

Aluminium o zawartości $99,5\%$ czystego Al na wykładziny i przekładki złączek kabłąkowych linki o średn. 28 mm .

Cynk elektrolityczny o zawartości $99,9\%$ Zn do cynkowania sprzętu w ogniu.

Odbiór materiałów odbywał się zasadniczo u dostawców, choć nie zawsze to było możliwe i napotymano na ogromne trudności z wykonywaniem prób i kontrolą podawanych wartości.

Ogółem zużyto następujące ilości materiałów:

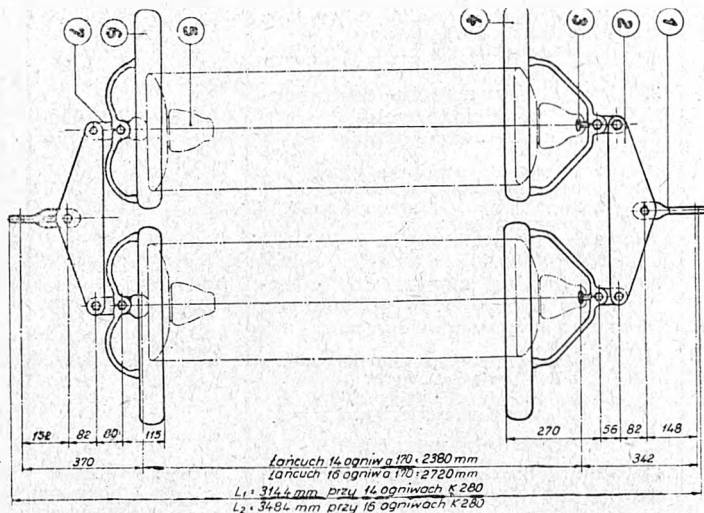
stal ($60 - 70 \text{ kg/mm}^2$)	16 930 kg
bednarka	29 371 „
żelazo handlowe	41 111 „
odlewy stalowe	1 080 „
odlewy z żeliwa ciągliwego	18 341 „
śruby i nity	7 932 „
cynk	4 200 „
aluminium	362 „

Razem 119 327 kg

5. Wykonanie.

Wykonanie poszczególnych części odpowiadało użytym materiałom oraz warunkom wytrzymałościowym pracy poszczególnych elementów.

Części kute wykonywano na gorąco w wykrojach. Przy wykonaniu wykrojów uwzględniano grubość ocyn-



Rys. 4. Łańcuch odciągowy podwójny

kowania, zużycie wykrojów, tolerancje wymiarowe. W częściach odkutych wyglądano krawędzie, usterki poprawiano na szlifierkach. Wszystkie części poddawane były normalizowaniu we właściwej temperaturze. Każdą sztukę oglądano i dla każdej wykonywano kontrolę wymiarów sprawdzianami, kontrolę twardości aparatem Brinella. Dalej wykonywano piaskowanie i próby kontrolne na zniszczenie.

Części lane. Formowanie stosowano maszynowe. Starano się o użycie możliwie modeli metalowych dla

zachowania dokładności wymiarów. Kontrolowano jakość żarzenia ze względów wytrzymałościowych i właściwe warunki ocynkowania. Wymiary sprawdzano przy szlifowaniu sprawdzianami. Kontrolę każdej sztuki wykonywano przez oględziny, sprawdzanie wymiarów i próby mechaniczne. Piaskowanie — przed ocynkowaniem.

Części prasowane w wykrojach na zimno. Kolejne operacje: gratowanie, kontrola wymiarów, pia-

żenia pierścienia połączone były z obręczą odpowiednim wyżłobieniem i dwustronnym spawaniem.

Kabłąki pierścieni wykonano z żelaza handlowego okrągłego. Oczko do połączenia z uchem czy gniazdem oraz końcówki do połączenia z obręczą prasowano i dziurkowano w wykrojach na gorąco. Kształt przestrzenny nadawano przez ręczne kucie na gorąco w odpowiednich przyrządach. Kabłąki łączono z obręczą specjalnymi śrubami przed ocynkowaniem. Zachowanie tolerancji i symetrii przy montażu możliwe było dzięki użyciu specjalnych przyrządów. Piaskowanie przed ocynkowaniem stosowano dla poszczególnych części, gdyż duże wymiary nie pozwalały na piaskowanie całych pierścieni.

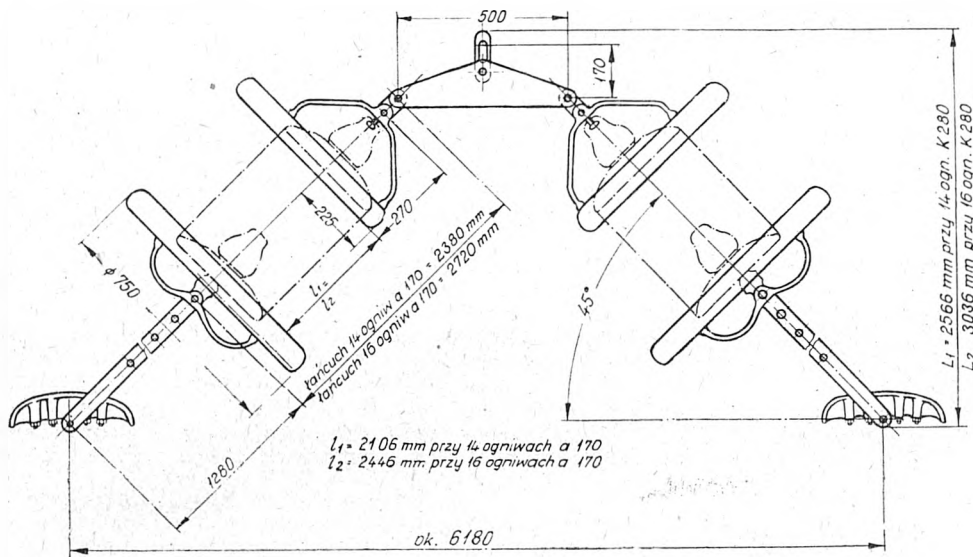
Śruby i nakrętki zastosowano wszystkie z gwintem metrycznym. Przez ocynkowanie w ogniu rosłą wymiary o grubość ocynkowania wynoszącą około 0,2 mm. Po ocynkowaniu wszystkie nakrętki musiały być powtórnie gwintowane gwintownikami większymi od normalnych o 0,5 mm w średnicy. Dla zabezpieczenia przed odkręceniem stosowano nakrętki koronkowe, specjalne nakrętki z rowkiem, zabezpieczane zawleczkami lub specjalne podkładki z blachy żelaznej cynkowanej z końcami do zagięcia. Dla dodatkowego uodpornienia śrub, nakrętek i podkładek na wpływy atmosferyczne gotowano części te w oleju lnianym.

6. Organizacja wykonania.

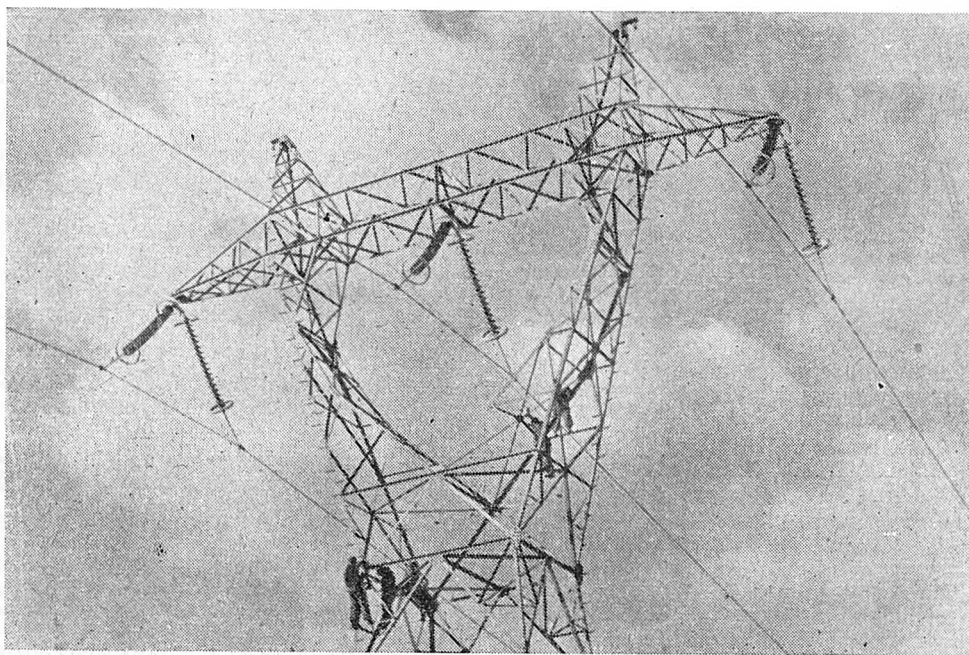
Ustalenie warunków wykonania zamówienia nastąpiło w połowie marca 1947. Pierwsze dostawy przewidziane były początkowo już z końcem maja. Po ustaleniu zasadniczych elementów sprzętu przystąpiono szybko do opracowania konstrukcyjnego. W miarę opracowywania poszczególnych części natychmiast zamawiano materiały i rozpoczęto wykonanie modeli, wykrojów i innych narzędzi. Rozmiar dostaw, wielka różnorodność sposobów produkcji, niezwykle krótki termin dostawy oraz brak właściwego przygotowania przedsiębiorstwa do wykonania całości robót zmusiły

do wydania zamówień na wykonanie większości poszczególnych części fabrykom wyspecjalizowanym w produkcji pewnego gatunku wyrobów. Rozdzielenie zamówień na poddostawców wymagało — oprócz kompletnego opracowania szczegółów technicznych, warunków wykonania i odbioru — bardzo dokładnego przestrzegania terminów i kontroli wykonania oraz dokonywania odbiorów w określonych ilościach i w określonych terminach. Ważną sprawą było terminowe dostarczenie całości materiałów wszystkim poddostawcom oraz skrupulatne przestrzeganie warunków płatności, aby uniknąć opóźnień spowodowanych przez czynniki handlowe.

Części sprzętu obcej fabrykacji przewiezione do warsztatu montażowego podlegały kontroli i kompletowaniu łącznemu. Po zmontowaniu zestawiano partię sprzętu stosownie do ustalonego programu dostaw. Wysyłka nastę-



Rys. 5. Zawieszenie półodciągowe



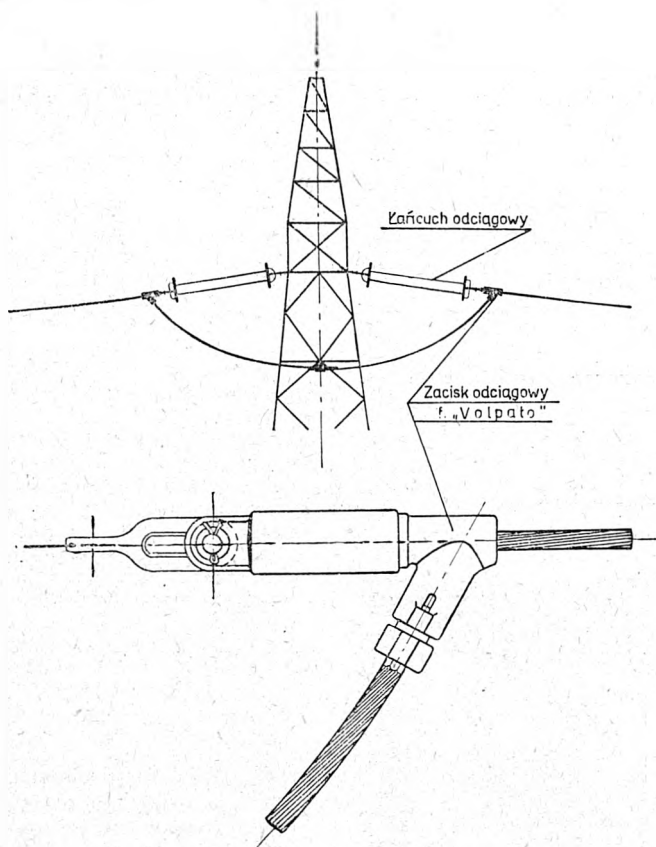
Rys. 6. Zawieszenie półodciągowe w naturze

skowanie. Przedłużacze widelkowe zacisków półodciągowych, wykonane przez znitowanie dwóch płaskowników, wymagały zespawania szczeliny i zeszlifowania dla uzyskania właściwego ocynkowania. Dużą uwagę należało zwracać na spójność otworów w częściach sprzętu złożonego z 2 części symetrycznych.

Pierścienie ochronne o średn. 750 mm i profilu półeliptycznym, otwartym do środka pierścienia, wymagały skonstruowania specjalnej walcarki podwójnego działania — zwijającej piaską bednarkę w korytko owalne oraz utworzone korytko w pierścieniu. Pierścienie pełne wykonano z dwóch połówek zespawanych otulonymi elektrodami. Powierzchnie spawania należało bardzo dokładnie oszlifować, dla uniknięcia usterek przy cynkowaniu. Pierścienie $\frac{3}{4}$ walcowane były z jednego kawałka. Kończówki zamykające o wadze odpowiedniej dla zrównowa-

powąa kompletami zawierającymi wszystkie części potrzebne do budowy odcinka linii. Komplet wysyłano zmontowane jako podzespoły dla zmniejszenia do minimum prac na miejscu budowy. Do każdej dostawy dołączano jako uzupełnienie drobne części jak nakrętki, śruby, podkładki, zawlecзки w ilości 5%.

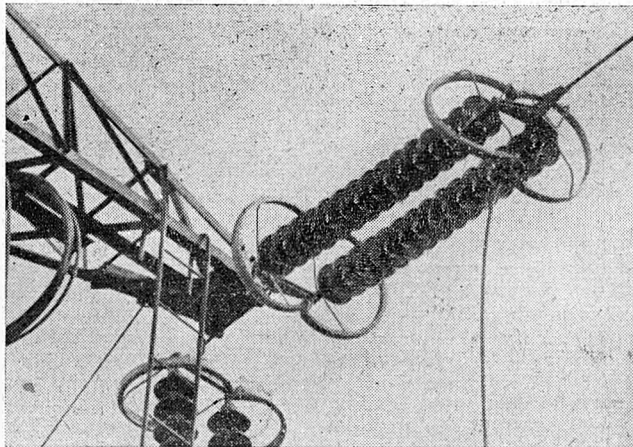
Należy wspomnieć również o sprawie transportu. Do przewozu było ogółem 120 t surowców i 90 t części, z czego przeszło 60% przewożono dwu- i trzykrotnie z jednych zakładów przetwórczych do innych. 90% przewozów



Rys. 7. Zawieszenie odciągowe przewodu stalowo-aluminiowego o średn. 28 mm na słupie

dokonano samochodami. W wykonaniu sprzętu brało udział 8 głównych punktów wytwórczych położonych w odległościach wzajemnych od 35 do 110 km.

Pierwsza dostawa nastąpiła 24 lipca, ostatnia — istotna dla budowy linii — 31 października 1947 r. Przewóz

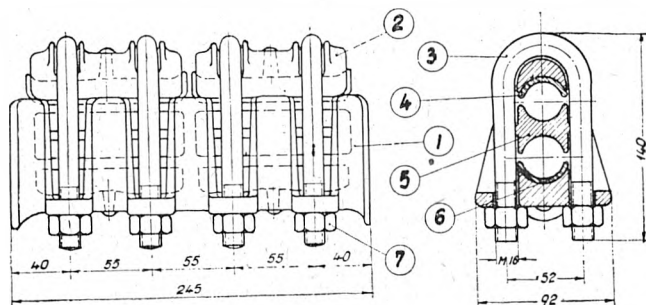


Rys. 8. Łańcuch odciągowy umocowany na słupie

partii sprzętu na miejsce budowy odbywał się wyłącznie samochodami. Zestawianie partii i terminy dostaw były ściśle uzgadniane z Dyrekcją Budowy Linii i zostały dostrzymane z dokładnością kilku godzin.

7. Wnioski.

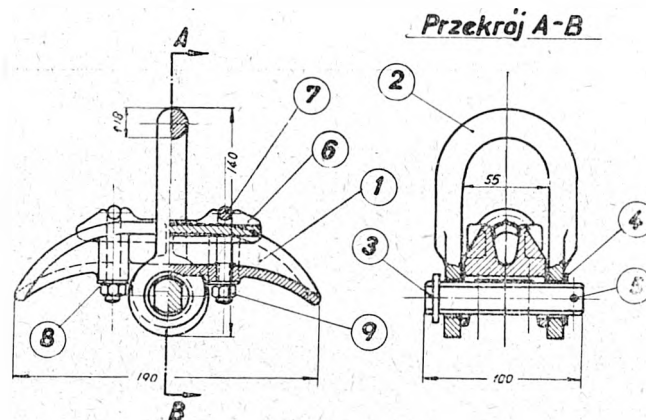
Pracom przygotowawczym, a więc ustaleniu typów i ilości oraz dokładnemu opracowaniu terminu dostaw materiałów należy poświęcać dużo uwagi. Po skrupulatnym opracowaniu szczegółów należy dokładnie ich prze-



Rys. 9. Zacisk kabłąkowy do przewodu stalowo-aluminiowego o średn. 28 mm

strzegać i unikać zmian. Personel na wszystkich szczeblach musi mieć pełne zrozumienie obowiązku i odpowiedzialności za dokładność i terminowość wykonywanego zakresu robót.

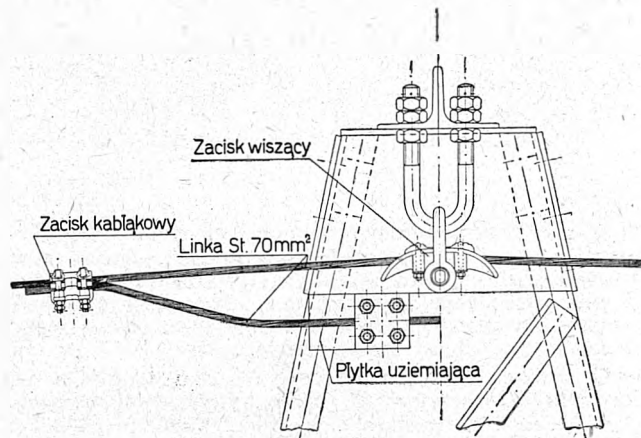
Wypróbowany w czasie współpracy system bezpośredniego załatwiania wszystkich spraw zarówno z Dy-



Rys. 10. Zacisk wiszący do linki uziemionej stalowej o średn. 10,5 mm

rekcją Budowy, jak i wszystkimi dostawcami umożliwił natychmiastowe podejmowanie decyzji i szybkie ich wykonanie.

Sprawa zaopatrzenia surowcowego sprawiała bardzo wiele kłopotu. Konieczne jest zapewnienie właściwego



Rys. 11. Przelotowe zawieszenie linki uziemionej na słupie

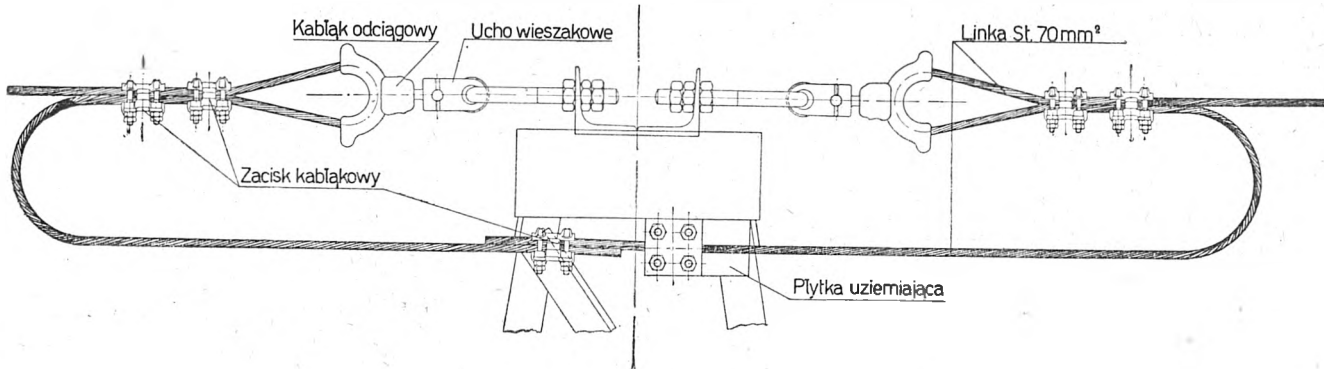
zaopatrzenia co do ilości, gwarantowanych jakości i terminów. Brak materiałów właściwych pod względem gatunku i wymiarów powodował ogromne utrudnienia w wykonaniu i kontroli i zwiększał koszty wytwarzania.

Co do transportu należy przyjąć, że przewóz surowców w ilościach wagonowych powinien odbywać się koleją, natomiast mniejsze ilości surowców oraz półfabrykaty i części gotowe muszą korzystać z transportu samochodowego.

Doświadczenia produkcyjne i montażowe zebrane przy budowie pozwolą na udoskonalenia zarówno konstrukcyjne, jak i wykonawcze. Do produkcji części kutech należy zastosować wyłącznie jeden gatunek stali o wytrzymałości

lityczny lub rafinowany). Do cynkowania części drobnych, a przede wszystkim śrub, nakrętek, podkładek powinna być zastosowana metoda natryskowa. Oprócz właściwych do tego celu urządzeń muszą istnieć możliwości zaopatrzenia się w czysty drut cynkowy. Przez zastosowanie metody natryskowej uzyskuje się lepsze warunki ocynkowania i dużą oszczędność na robociznie.

Przyszłe dostawy sprzętu liniowego powinny obejmować całość, a więc również zaciski odciągowe, złączki kon-



Rys. 12. Odciągowe zawieszenie linki uziemionej na słupie

60—70 kg/mm², aby uniknąć trudności przy wykonaniu i odbiorze. Należy zwrócić uwagę na dalsze polepszenie jakości odlewów z żeliwa ciągliwego. Przy cynkowaniu w ogniu podstawową sprawą jest właściwe przygotowanie powierzchni przedmiotów przez dobre piaskowanie. Cynk powinien być używany w najlepszym gatunku (elektro-

centryczne i tłumiki drgań. Należy przystąpić do najszybszego opracowania i wypróbowania nowych konstrukcji.

Dla kontynuowania prac i wykorzystania doświadczenia należy utrzymać ścisły kontakt wytwórni z kierownictwem eksploatacji linii, przedsiębiorstwami montażowymi oraz Państwowym Instytutem Elektrotechnicznym.

INŻ. ZBIGNIEW KACZMARSKI
Kier. rob. fundament. Państw. Bur.
Elektr. (Kraków)

Wykonanie fundamentów i uziemień słupów

Treść. Opis fundamentów: typy, zasadnicze wymiary, uziomy. Organizacja robót: liczebność i skład grup betoniariskich, narzędzia, magazyny. Podział czynności w grupach. Średniówki pracy. Wnioski.

Устройство фундаментов и заземления опор. Описание фундаментов: типы, основные размеры, заземлители. Организация работ: численный состав группы бетонщиков, инструменты, магазины. Распределение работ в группе. Средние производственные показатели. Выводы.

Execution of Foundations and of Tower Earthings. Description of foundations: types, basic dimensions, earthings. Organisation of work: number and constitution of concrete working gangs; tools; warehouses. Allocation of work in gangs. Output averages. Conclusions.

Construction des fondations et des mises à la terre des pylônes. Description des fondations: types, dimensions principales, mises à la terre. Organisation des travaux: effectifs et compositions des équipes de bétonneurs, outils, magasins. Partage des activités dans chaque équipe. Moyennes de travail. Conclusions.

1. Typy fundamentów.

Słupy linii 220-kilowoltowej Śląsk—Łódź ustawiono na fundamentach, które dzielą się zależnie od rodzaju słupa na cztery zasadnicze typy, różniące się między sobą wymiarami, częściowo również formą. Są to:

typ I: P—„przelotowy“, na którym montowano również słupy niskie przelotowe (NP) oraz wysokie („duże“) przelotowe — (DP);

typ II: PW—„przelotowy wzmocniony“, na którym montowano również słupy wysokie („duże“) przelotowe wzmocnione — (DPW);

typ III: O—„odporowy“, stosowany również dla słupów odporowo-naróżnych — (ON);

typ IV: K—„krawcowy“.

2. Opis fundamentu.

Fundament słupa składa się z czterech betonowych niezależnych fundamentów, z których każdy dźwiga za pośrednictwem zabetonowanej w nim kotwy jeden z czterech kątowników narożnikowych słupa. Pojedynczy fundament podzielić można z kolei na 3 elementy (rys. 1): a) płytę, która przenosi ciśnienia bezpośrednio na grunt i której wymiary zależne są od typu fundamentu oraz nośności gruntu, b) cokół, który obejmując kotwę przenosi z niej naciski na płytę i którego wymiary zależne są tylko od typu fundamentu, oraz c) kaptur, otulający połączenie kotwy z konstrukcją słupa, stanowiący przedłużenie cokołu, a betonowany po zmontowaniu słupa na fundamentcie.

Wymiary płyty fundamentów typu P i PW przewidziane zostały dla czterech rodzajów gruntów. Miano-

wicie dla gruntów o nośności 0,5, 1,0, 1,5 i 2,0 kg/cm². Natomiast dla typu O i K przewidziano dwa wymiary płyty dla 1,0 kg/cm² oraz dla 1,5 kg/cm². Dla gruntów o wytrzymałości większej od 2,0 kg/cm² przy typach P i PW oraz od 1,5 kg/cm² przy typach O i K nie przewidziano mniejszych wymiarów fundamentów z uwagi na określoną względami statycznymi minimalną wielkość i wagę fundamentu (wyrywanie fundamentu z ziemi).

Tablica 1 zawiera zasadnicze wymiary fundamentów.

3. Fundamenty specjalne.

Dla gruntów niestałych o charakterze bagnisto-torfiaстым lub kurzawkowym przewidziano fundowanie na palach według projektu*) sporządzonego dla każdego wypadku oddzielnie.

4. Materiały.

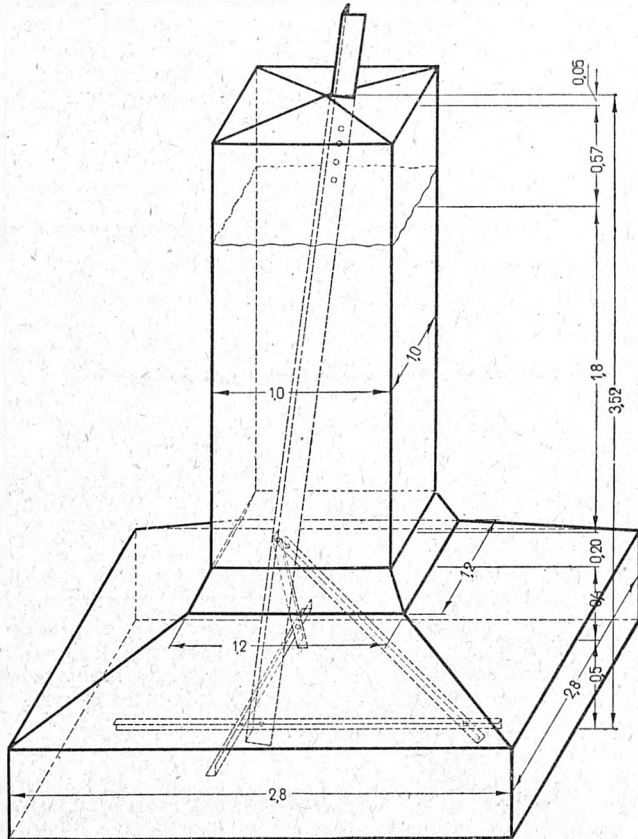
Fundamenty słupów wykonano z betonu żwirowego ubijanego o zawartości co najmniej 200 kg cementu portlandzkiego na 1 m³ betonu. Odcinek północny linii wykonany został na pospółce kopalnianej częściowo płukanej o naturalnej krzywej przesiewu, natomiast odcinek południowy na pospółce rzecznej, której uziarnienie wzbogacano brakującymi frakcjami żwiru pochodzenia rzecznej. Wody używano studziennej lub rzecznej.

5. Uziemienie słupów.

a) Rurowe. W gruntach piaszczystych i gliniastych niezbyt zbitych stosowano uziomy rurowe, składające się

*) Opis fundamentów na palach ob. w art. inż. J. Millera „Uwagi o pracach budowlanych i montażowych w terenie“, rozdz. 3. (Przyp. red.).

z 4 odcinków rury żelaznej ocynkowanej o średnicy 2" i długości po 2 m (rys. 3). Każda rura ma dospawaną do jednego swego końca taśmę żelazną ocynkowaną o wymiarach 4 × 40 mm, która łączy rurę z płytką uziemienia,



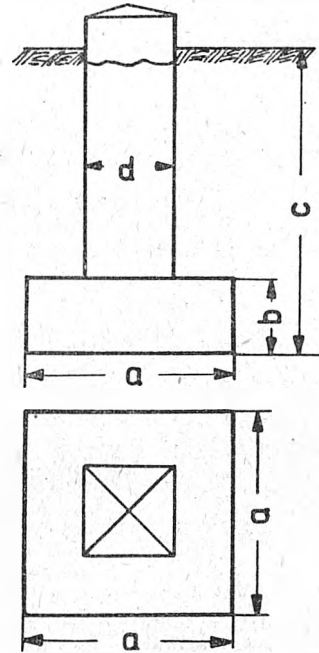
Rys. 1. Blok fundamentu słupa typu K (1,5 kg/cm³)

przyspawaną do każdego kątownika narożnikowego słupa powyżej miejsca połączenia konstrukcji słupa z kotwą. Rurę uziomową wbijano pionowo na całą jej długość w wykopie każdego fundamentu po zewnętrznej stronie płyty, w stosunku do całego stanowiska, na wysokości stopy fundamentowej.

b) Taśmowe. W gruntach zbitych i skalistych ziemiano słupy czterema taśmami żelaznymi ocynkowanymi o wymiarach 4 × 40 mm (rys. 4), długimi po 15 m, rozcho-

określono na 8 pracowników stałych — w tym 5 pracowników technicznych, jeden administracyjny i 2 szoferów oraz 34 pracowników sezonowych miejscowych. Każdej grupie przydzielono tabor transportowy składający się z 2 samochodów terenowych. Załączki tych grup złożonych z pracowników stałych i taboru samochodowego rozmieszczono na trasie linii, począwszy od odcinka środkowego położonego na wysokości Radomska, w kierunku północnym i południowym z zadaniem donajęcia odpowiednich pracowników z elementu miejscowego, przeszkolenia ich i uzyskania w tak zorganizowanej grupie odpowiedniej wydajności.

b) Składy materiałowe i magazyny. Dla zaopatrzenia powyższych grup w materiały założono na trasie 3 składy materiałowe główne oraz 2 pomocnicze. Składy główne założono w Radomsku, Piotrkowie Tryb. i Częstochowie, pomocnicze w Łodzi i Łagiszy. W składach lokowano przede wszystkim cement, kotwy oraz ma-



Rys. 2. Zasadniczy rysunek fundamentu (pod jedną nogę słupa)

teriały na uziemienia. W Radomsku i Łagiszy składano również sprowadzaną wagonowo pospółkę rzeczna przeznaczoną na najbliższe odcinki linii. Dalsze, środkowe

Tablica 1. Zestawienie zasadnicze wymiarów fundamentów w metrach zgodnie z rys. 2

Typ fundamentu	Nacisk na grunt kg/cm ²															
	0,5				1,0				1,5				2,0			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
NP, P, DP	—	—	—	—	1,8	0,6	2,0	0,6	1,5	0,5	2,0	0,6	1,35	0,5	2,0	0,6
PW, DPW	3,0	1,1	2,0	0,8	2,1	0,7	2,0	0,8	1,7	0,6	2,0	0,6	1,5	0,5	2,0	0,6
O, ON	—	—	—	—	2,8	1,0	2,5	0,8	2,35	0,8	2,5	0,8	—	—	—	—
K	—	—	—	—	3,3	1,2	3,0	1,0	2,8	0,9	3,0	1,0	—	—	—	—

dzącymi się promieniowo i zakopanymi na głębokości 50 cm pod powierzchnią ziemi¹⁾.

6. Organizacja robót.

Na organizację robót fundamentowych decydująco wpłynął bardzo krótki okres czasu wyznaczony na wykonanie budowy w terenie. W związku z tym przyjęto zasadę wykonania zadania metodą jak najprostszą przy użyciu kilku grup opartych na miejscowej sile roboczej, z założeniem wykonywania przez każdą grupę 5, a nawet 6 stanowisk słupowych tygodniowo.

a) Grupy betoniarskie. Postanowiono zorganizować sześć grup betoniarskich, których skład minimalny

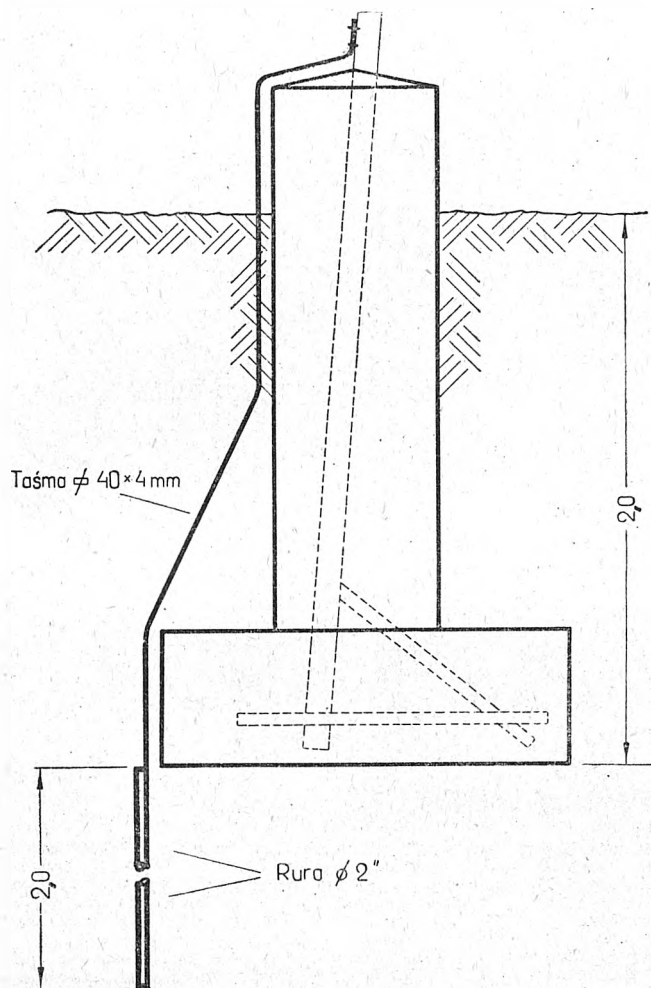
¹⁾ Dalsze szczegóły o uziemieniach oraz wyniki pomiarów oporności uziemień podane są w art. inż. J. Millera, rozdz. 4. (Przyp. red.).

i południowe odcinki były zaopatrywane w pospółkę za pośrednictwem najbliższych położonych stacji kolejowych. Ze względu na stałe przenoszenie się grup magazynu, będące zasadniczo magazynami narzędziowymi grupy, były — w odróżnieniu od składów materiałowych — niewielkie i przystosowane do szybkiego przenoszenia z miejsca na miejsce.

c) Transport. Transport materiałów i narzędzi ze składów materiałowych, stacji kolejowych, żwirowni i magazynów terenowych na budowę oparto na samochodach terenowych głównie typu G. M. C. Przewidziano również użycie — zależnie od terenu i odległości — samochodów i ciągników gąsienicowych.

d) Narzędzia. Jak z poprzednich ustępów wynika, kotwy należało zabetonować w 4-ch fundamentach słupa

w ściśle określonych wzajemnych odległościach i pod ściśle określonym kątem w stosunku do osi słupa. Zachowanie tych warunków zostało umożliwione przez zastosowanie przy montażu pomocniczego układu sztywnego, który składał się z łatwo rozbieranych i przenośnych części i którym łączono cztery kotwy ustawione w wykopach fundamentowych. Powyższy układ nazwano „ramą montażową” (rys. 5). Każda grupa została zaopatrzona w odpowiednią ilość ram dostosowanych do typów fundamentów. Celem ułatwienia pracy przy ustawianiu szalunków, jak również ze względu na oszczędność materiału drzewnego formy do betonowania cokołów wykonane były z blachy (rys. 6). Poza wyżej wymienionymi narzędziami



Rys. 3. Uziom rurowy

każda grupa była wyposażona w pompy membranowe oraz normalny sprzęt do robót ziemnych i betonowych niezmechanizowanych.

7. Organizacja grupy.

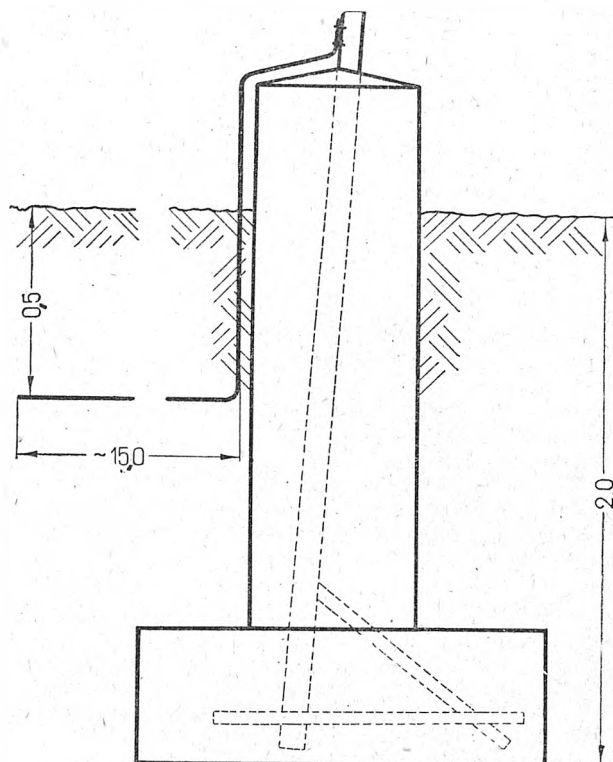
Plan pracy polegał:

- I) na nawiązaniu się do trasy i wyznaczeniu wykopów pod fundamenty stanowiska słupowego.
- II) na wykonaniu wykopów z szalowaniem częściowym czy całkowitym, względnie z biciem ścianki szczelnej,
- III) na zmontowaniu i ustawieniu ramy i kotew,
- IV) na ustawieniu szalunków,
- V) na betonowaniu,
- VI) na założeniu uziomu, zdemontowaniu ramy, rozszalowaniu, polewaniu i zasypaniu fundamentów stanowiska.

Ażeby uzyskać pożądaną wydajność pracy przy zachowaniu powyższego toku, należało rozbić grupę na 6 członów składających się z pracowników specjalizujących się w pracy danego członu i rozmieścić je na 5 stanowiskach słupowych.

Współdziałanie i powiększanie członów. Człon I, składający się z miernika uzbrojonego w teodolit i 2 pomocników, miał za zadanie oprócz wyznaczania sta-

nowisk również ustawianie wraz z członem III ramy montażowej z kotwami w poziomie oraz kontrolowanie położenia kotew w czasie betonowania płyt fundamen-



Rys. 4. Uziom taśmowy

towych. Człony II i V były powiększane zależnie od typu fundamentu. Dodatkowo, zależnie od rodzaju gruntu, uzupełniano człon II grupy: w gruntach skalistych — pi-



Rys. 5. Ustawianie kotew przy pomocy ramy montażowej (szablonu)

rotechnikiem z pomocnikiem, a w gruntach wodonośnych i bagnistych — motopompą z obsługą.

8. Organizacja transportu.

Transport ludzi, sprzętu i materiałów należał do ekipy transportowej obsługującej w miarę potrzeby wszystkie czony grupy. Skład ekipy zależał od rodzaju i stanu dróg dojazdowych, mostów i mostków oraz położenia stanowiska. Normalnie ekipa składała się z 2 samochodów terenowych z obsługą i 6 ładowaczy. W wielu wypadkach ekipa transportowa składała się — prócz samochodów z obsługą i ładowaczy — z drwali, wycinających leśne drogi dojazdowe, z furmanek i koni, które dostarczały materiały na stanowiska niedostępne dla samochodów terenowych, a nawet taczkarzy, dowożących materiały taczkami po wybudowanych na bagnach kładkach. Ponieważ grupy betoniarские spośród innych zespołów budujących linię szły jako pierwsze w teren, ekipy transportowe tych grup napotykały na poważne trudności.

9. Wydajność grupy i średniówki.

Przy zastosowaniu powyższej organizacji grupy, przy funkcjonującym taborze transportowym i sprzyjających warunkach atmosferycznych wydajność grupy wynosiła 5 stanowisk tygodniowo.

Największa wydajność, jaką mogła grupa osiągnąć, wynosiła 1 stanowisko dziennie.

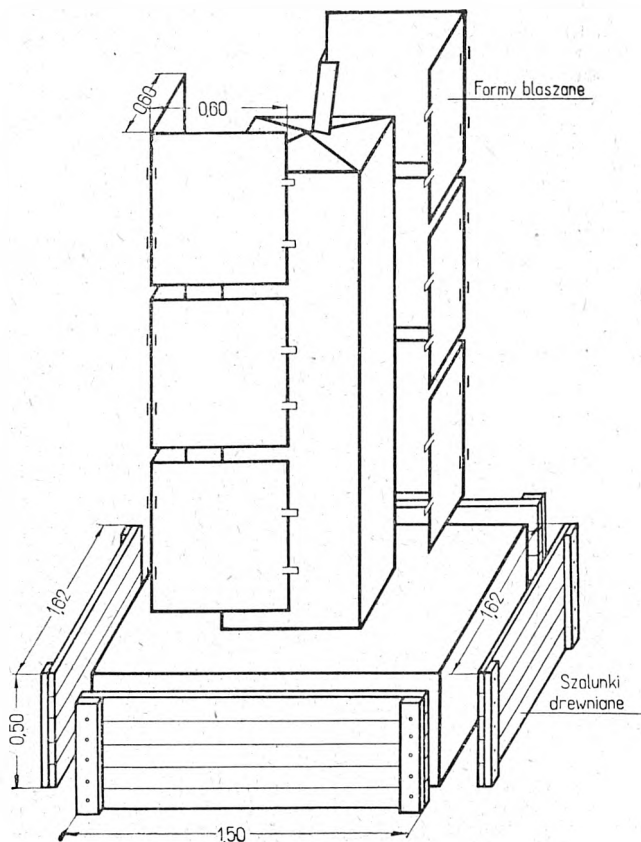
Na 1 km linii, nie wliczając fundamentów specjalnych, do wykonania fundamentów zużyto średnio 125 pracownikodniówek oraz 20,0 m³ betonu.

10. Trudności przy realizacji budowy oraz wnioski.

Rozpatrując trudności, które wystąpiły przy budowie fundamentów, przy wyszukiwaniu dostatecznie czystego kruszywa gruntowego w pobliżu trasy linii oraz z powodu braku odpowiedniego i niezawodnego taboru transportowego, dochodzimy do następujących wniosków:

a) dla uniknięcia uciążliwego sprowadzania kruszywa rzecznoego należałoby przystosować kotwę i wymiary fundamentu do kruszywa gruntowego o średnim stopniu zanieczyszczenia, dającego beton o wytrzymałości ok. 50 kg/cm²;

b) należy zmechanizować pracę grupy przez zastosowanie odpowiednich maszyn budowlanych, co wpłynie na obniżenie kosztów budowy;



Rys. 6. Formy do betonowania (przykład dla słupa P—1,5 kg/cm²)

c) należy wyposażyć bardzo starannie grupę w niezawodny, zróżnicowany i przystosowany do ciężkich warunków terenowych tabor transportowy.

INŻ. TADEUSZ MEJER
Kier. montażu PPBMIKS
„MOSTOSTAL”

Ustawianie słupów w terenie

Tr e s ć. Obrany sposób montażu i jego zalety. Prace wstępne: ustalenie baz wyjściowych w terenie, opracowanie szlaków komunikacyjnych. Prace w terenie: dostawa konstrukcji, budowa dróg i mostów, urządzenie stanowisk montażowych, składanie elementów słupa na ziemi, montaż słupa w powietrzu przy pomocy masztu montażowego. Środki transportowe: liczba jednostek, organizacja transportu. Rozwój tempa pracy. Trudności: warunki terenowe, personel. Wnioski: średniówki montażowe, podział kosztu prac, potwierdzenie słuszności obranego sposobu montażu, warunki szybkiej budowy.

Установка опор на местах. Избранный способ установки и его преимущества. Предварительные работы: установление исходных баз вдоль линии, проект транспортных трактов. Работы на местах: доставка конструкций, постройка дорог и мостов, устройство монтажных площадок, сборка элементов опоры на земле, монтаж опоры в воздухе при помощи монтажной мачты. Транспортные средства: численный состав, организация развозки материалов. Развитие скорости работ. Препятствия, вытекающие из невыгодных условий местности, и затруднения в наборе персонала. Выводы: средние монтажные показатели, распределение стоимости работы, правильность избранного метода монтажных работ, условия быстрой постройки.

Erection of Towers in the Field. Description of the method of erection adopted and its advantages. Preliminary work: selection of bases in the field, preparation of transport routes. Work in the field: delivery of structural parts; construction of roads and bridges; erection of assembly posts; assembly of the elements on the ground; erection of the tower in situ by means of an auxiliary mast. Transport means: number of units; transport organisation. Development of the rate of work. Difficulties: territorial conditions; staff. Conclusions: erection averages; division of the cost of work; substantiation of the judiciousness of the erection system adopted; conditions for rapid progress of construction.

Implantations des pylônes. Procédé de montage choisi et ses avantages. Travaux préliminaires: établissement des bases de départ sur les lieux, élaboration des voies d'accès. Travaux en campagne: fourniture des constructions, construction des ponts et des chaussées, établissement des chantiers de montage, assemblage des éléments du pylône sur le sol, levage du pylône à l'aide d'un poteau de montage. Moyens de transport, nombre des unités, organisation du transport. Développement de la cadence de travail. Difficultés dues au terrain et au personnel. Conclusions: moyennes de montage, partage des prix des travaux, confirmation de la justesse du procédé de montage choisi, conditions d'une construction rapide.

1. Prace wstępne.

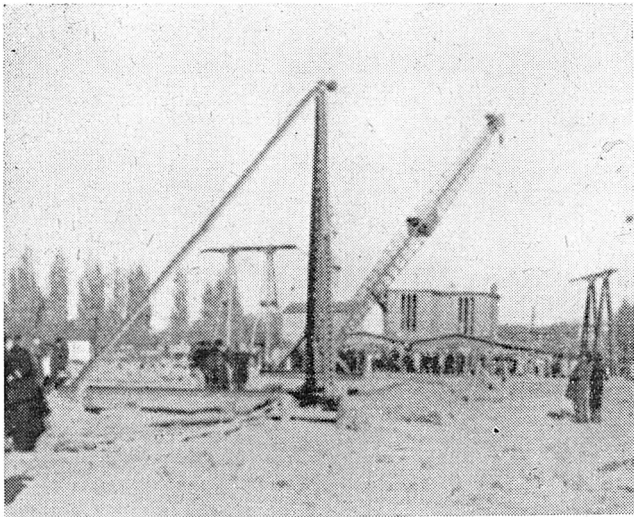
Kiedy w zimie 1947 r. Państwowe Przedsiębiorstwo Budowy Mostów i Konstrukcji Stalowych „Mostostal” otrzymało zlecenie wykonania montażu 380 słupów dla linii elektrycznej 220-kilowoltowej Śląsk—Łódź, zdawało sobie od razu sprawę, że zadanie jest trudne i odpowiedzialne, należało się bowiem liczyć z tym, że wobec nie zakończonych prac nad projektem linii pozostanie krótki okres czasu na wykonanie właściwych robót w terenie. Były obawy, że konstrukcja zamówiona w warsztatach może przyjść późno, że brak fundamentów pod słupy będzie wstrzymywał przebieg robót montażowych, że może być jeszcze szereg innych zahamowań, wynika-

jących z braku fachowego personelu, trudności uzyskania dostatecznej ilości taboru, narzędzi, sprzętu itp.

Ponieważ termin ukończenia montażu był ustalony na 20 października 1947 r., należało przygotować organizację robót bardzo drobiazgowo, przemyśleć wszelkie szczegóły tak, aby mieć pewną rezerwę w czasie. Prace te zostały wykonane w miesiącach zimowych. Zakupiono część potrzebnego taboru samochodowego, liny, windy i sprzęt montażowy. Zawarto umowę dzierżawną z Komisarzem sprzętu budowlanego w Warszawie na wypożyczenie 10 buldozerów-spychaczy. Porobiono zapasy potrzebnych materiałów. Opracowano harmonogramy robót, plany i rysunki techniczne, formularze do sprawo-

zdawczości technicznej, administracyjnej, magazynowej, personalnej i finansowej. Wreszcie przeprowadzono remonty taboru własnego i doprowadzono cały inwentarz i narzędzia do takiego stanu, ażeby z chwilą uruchomienia robót wszystko było przygotowane do pracy.

Poważną troską „Mostostalu“ w tym okresie było dobranie odpowiedniego personelu do wykonania montażu. Należało wyszukać ludzi nie tylko z kwalifikacjami facho-



Rys. 1. Dźwig motorowy „Derrick“ do wyładunku konstrukcji

wymi i doświadczeniem, ale posiadających również należytą wytrzymałość i zdrowie wobec przewidywanych trudnych warunków pracy na tak rozległej budowie.

2. Wybór sposobu montażu.

Jednym z najpoważniejszych zagadnień, od których uzależnione było powodzenie pracy, stał się wybór sposobu montażu słupów. Po rozpatrzeniu szeregu możliwych sposobów postanowiono przeprowadzić montaż w sposób następujący.

Warsztaty miały wykonać oddzielne elementy słupów tzn. kątowniki, blachy, płaskowniki itp. Każdy słup był podzielony teoretycznie na piętra, piętra na zespoły, a zespoły na wiązki, składające się z ponumerowanych elementów. Powiązane grubym drutem wiązki, mające również swoją numerację, były wysyłane z warsztatów z reguły koleją do stacji przeznaczenia, a stamtąd przewożone samochodami i ciągnikami na miejsce montażu, gdzie już były uprzednio wykonane fundamenty pod 4 nogi słupa. Poszczególne elementy zwiezione na teren budowy składano na ziemi i ześrubowywano w zespoły,



Rys. 2. Pociąg samochodowy do przewozu konstrukcji

które przy pomocy specjalnych masztów montażowych były windowane do góry i tam skręcane na śruby.

Obrany sposób montażu okazał się w praktyce trafny z następujących względów.

1) Krótki termin montażu nie pozwalał na zastosowanie wprawdzie tańszego (bo nie wymagającego specjalnych

masztów montażowych), lecz uciążliwego i długiego sposobu montażu słupów z oddzielnych prętów, do którego ponadto potrzeba dużej liczby monterów-akrobatów.

2) Przy obranym sposobie pracy łatwo było usunąć wszelkie niedokładności w wykonaniu fundamentów lub konstrukcji; byłoby to znacznie trudniejsze przy podnoszeniu słupa, złożonego w całości na ziemi; ponadto przy wiotkiej przestrzennej konstrukcji słupa uniknięto niebezpieczeństwa pogięcia jej.

3) Sposób był uniwersalny dla wszystkich 8 typów słupów.

4) Praca przy montażu po pewnym czasie zmechanizowała się i poszła szybko i sprawnie, jak przy taśmowej produkcji.

5) Tylko około 10% całej ilości śrub zakładali monterzy w powietrzu i to w miejscach łatwo dostępnych i bezpiecznych; 90% śrub dopasowywali składacze na ziemi.

6) Specjalne maszty montażowe o udźwigu 2,5–3,0 ton zamówione dla tego systemu robót mogą być użyte do innych robót montażowych i są łatwe w przewożeniu z jednego stanowiska na drugie,

7) Występujące przy montażu siły poziome są małe, dzięki czemu zakotwienie wind jest łatwe. Przy podnoszeniu słupa złożonego w całości na ziemi należałoby opracować dla każdego typu słupa osobne strzały i zawiasy, a zakotwienie na siłę poziomą 15 ton byłoby bardzo trudne¹⁾.

8) Montaż przy obranym sposobie był zupełnie bezpieczny, fundamenty nie zostały ani razu naruszone i wiotka konstrukcja słupa nie była narażona na odkształcenie.

Sposoby montażu zostały opracowane przez jednego z inżynierów „Mostostalu“, który zaprojektował typ masztu



Rys. 3. Most na Warcie zbudowany przez „Mostostal“

montażowego użytego na budowie. 10 masztów tego typu wykonała Wytwórnia Wagonów i Mostów w Chorzowie.

3. Ustalenie baz.

Po zbadaniu przebiegu trasy Śląsk—Łódź na mapach i w terenie postanowiono rozpocząć prace montażowe od środka linii i posuwać się na północ i południe. Środkowym punktem trasy było Radomsko, które też zostało wybrane na bazę wyjściową. Wynajęto tu place pod biuro, magazyny, garaże oraz plac stacyjny do odbioru konstrukcji. Ponieważ Radomsko jest położone w odległości zaledwie 8 km od trasy linii, przeto komunikacja w początkowym stadium organizacji i szkolenia ludzi była łatwa i tania.

Prace miały się rozpocząć od słupa nr 188, skąd część brygad miała pójść w kierunku południowym, a część w północnym. Jako dalsze bazy obrano Częstochowę i Piotrków, a dla odcinków końcowych — Siewierz i Łódź. Na tych stacjach były możliwości wynajęcia odpowiednich placów, potrzebnych do wyładunku i sortowania materiału, a następnie wysyłania w teren całych kompletów słupowych.

Główna baza, umieszczona początkowo w Radomsku, została po kilku miesiącach przeniesiona do Częstochowy i tam pozostała do końca budowy, natomiast w Piotrk-

¹⁾ Ob. uwagi o montażu słupów w art. inż. J. Millera. (Przyp. red.)

wie, Siewierzu i Łodzi zainstalowano tylko przejściowe placówki stacyjne, ponieważ przenoszenie biura, warsztatów i magazynów okazało się kosztowne i niecelowe. Konstrukcję rozwieziono z baz na stanowiska w sposób następujący:

Radomsko dostarczyło słupy od nr 188 do nr 138 i od nr 189 do nr 275, razem	138 słupów,
Piotrków — słupy od nr 276 do nr 331 czyli	56 słupów
Częstochowa — słupy od nr 137 do nr 83 (rzeka Warta) czyli	55 słupów
Łódź — słupy od nr 332 do nr 380 czyli	49 słupów
Siewierz — słupy od nr 82 do nr 1 czyli	82 słupy
	<u>razem 380 słupów</u>

4. Ustalenie tras dojazdowych.

Po wybraniu baz można było przystąpić do szczegółowego zbadania i ustalenia tras dojazdowych do przewozu konstrukcji ze stacji kolejowych na miejsce montażu. W tym celu zbadano w terenie wszystkie drogi dojazdowe, zarówno szosowe jak i gruntowe, i wybrano najdogodniejsze trasy, po których mogły kursować ciągniki kołowe, i wyznaczono dojazdy tam, gdzie przewóz mógł się odbywać tylko za pomocą ciągników gąsienicowych. Wynikiem zapoznania się z przebiegiem trasy linii i dojazdami do niej w terenie były szczegółowo opracowane mapy w podziałce 1:100 000 oraz 1:25 000, na których oznaczono: a) nawierzchnię drogi oraz jej stan, b) stan mostów oraz ich nośność c) przydatność drogi do transportu kołowego lub gąsienicowego, d) punkty przeładunku z ciągnika kołowego na gąsienicowy, e) przeszkody terenowe, które należało usunąć, jak np. brak mostków, przepustów, przeprawy w bród itp., f) dojazdy brakujące, które należało wybudować. Na mapach 1:25 000 oznaczono dokładnie kierunki dojazdów do każdego stanowiska montażowego; zostały one wyznakowane w terenie za pomocą drogowskazów i tabliczek orientacyjnych.

Dopiero po dokładnym zbadaniu terenu można było opracować wykazy transportów i przystąpić do wstępnego kosztorysowania robót oraz do szczegółowego ustalenia programu montażu.

5. Właściwe prace w terenie.

Do prac w terenie można było przystąpić dopiero w końcu maja 1947 r. po wykonaniu przez Państwowe Budownictwo Elektryczne fundamentów pod słupy. Bryga-

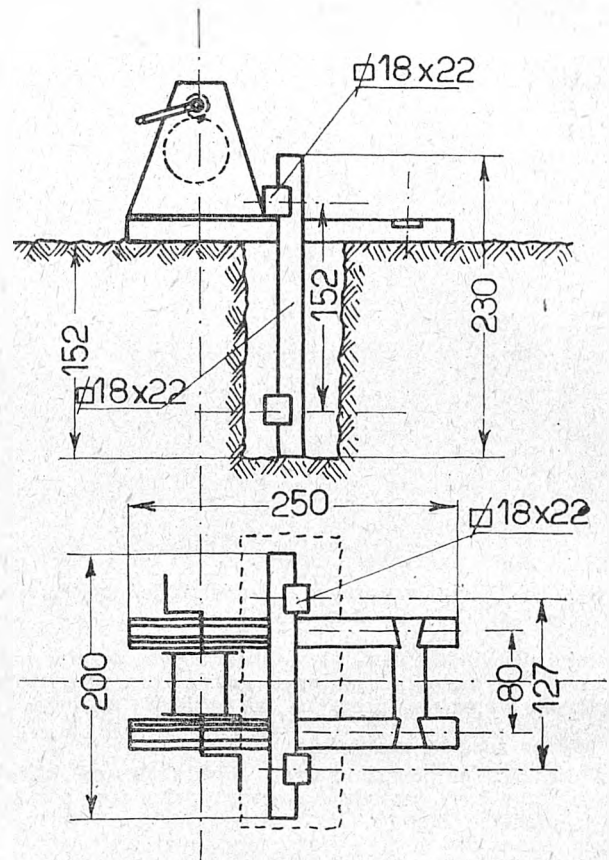


Rys. 4. Spychacz-buldozer do niwelowania terenu

dy montażowe rozpoczęły te prace przy słupie nr 188 w pobliżu wsi Radziechowice niedaleko od Radomska. Cały personel przeszedł tutaj przeszkolenie i zapoznał się z metodą montażu. Od tego słupa ruszyły brygady robocze na północ i na południe, montując najpierw wyłącznie słupy typu P (przelotowe), a w miarę napływu konstrukcji z warsztatów także i inne typy.

a) Dostawa konstrukcji z warsztatów do baz odbywała się głównie koleją, przy czym słupy były dostarczane „w proszku” tzn. oddzielnie kątowniki, nakładki, blachy itp. w odpowiednich wiązkach. Dostawa wię-

skich zespołów, które byłyby złożone już w warsztatach, nie była możliwa z uwagi na skrajnię taboru oraz wykorzystanie ładowności wagonów. Z tych względów każdy słup był podzielony na elementy i np. słup typu P, składający się z 752 kątowników, 83 płaskowników i 288 blach (razem 1 123 części) przewożono w wiązkach, których na



Rys. 5. Sposób zakotwienia wind

każde piętro słupa przypadało 4—5 wagi od 200 do 400, przeciętnie 300 kg. Warsztaty zwykle wysyłały słupy serijnie, tzn. na jednym wagonie było np. I i II piętro dla 6 słupów jednego typu.

Po przybyciu na stację przeznaczenia wagony były rozładcywane za pomocą specjalnych dźwigów z windami motorowymi, tzw. „Derrick'ów” (rys. 1), przy czym z poszczególnych wiązek, rozłożonych kolejką roboczą i posegregowanych na placu stacyjnym, były kompletowane oddzielne słupy, które już można było ładować na pociąg samochodowy „Mostostalu” (rys. 2). Pociąg taki składał się z ciągnika samochodowego kołowego „Federale”, 2 przyczepki skrzynkowe 4-kołowych oraz 2 przyczepki 2-kołowych tzw. „saperki”. Na przyczepki skrzynkowe ładowano krótkie elementy, na „saperki” — długie kątowniki. Potem doładowywano potrzebny komplet śrub (około 2 000 sztuk na 1 słup) i pociąg udawał się w teren.

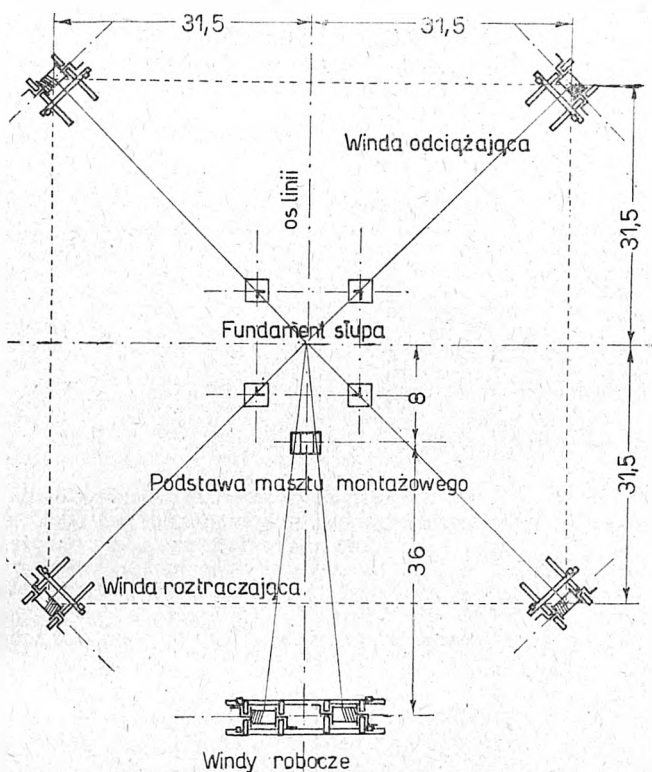
Dla ułatwienia pracy brygadzom składaczy i monterów każdy kątownik, blacha lub płaskownik były numerowane zarówno w naturze, jak i na rysunkach warsztatowych, które były wykonane w podziałce 1:10, oraz na rysunkach schematów montażowych w podziałce 1:50.

Oto dla przykładu tabela liczby wiązanek i ich wagi dla słupa przelotowego:

I piętro 5 wiązek wagi ogólnej	1 412 kg
II „ 5 „ „ „	1 082,4 kg
III „ 3 wiązki „ „	982,6 kg
IV „ 3 „ „ „	957,7 kg
górna część słupa i wieżyczki 4 wiązki wagi ogólnej	1 095 kg
poprzeczka 3 wiązki wagi ogólnej	1 183,5 kg
razem 23 wiązki	6 710 kg
śruby	294,75 „
ogółem słup typu P waży	7 005 kg

Część słupów trzeba było przewieźć z warsztatów na budowę samochodami, szczególnie w początkowym okresie robót, kiedy nie wszystkie jeszcze warsztaty były z dostawami gotowe.

b) Budowa dróg dojazdowych i mostów została wykonana przez specjalne brygady drogowo-mostowe pod kierunkiem fachowego majstra. Brygady te szły



Rys. 6. Urządzenie stanowiska montażowego

na czele, torując dojazdy według otrzymanych instrukcji, poprawiając drogi, mosty i przepusty i znakując drogi. Szczególne trudności były do pokonania z dojazdami na bazie radomskiej w zalewie rzek Warty, Kręcicy i Widawki, na bagnach i torfowiskach, gdzie przejazd w porze słotnej był prawie niemożliwy. Należało tam kopać rowy osuszające, ciąć faszynę i układać groble do przejazdu,

mostki przez dopływy rzeki Warty, a w 20 wypadkach na mniejszych potokach, wodach stojących i suchych łożyskach urządzono przeprawy z drzewa, faszyny, żwiru i piasku. W 7 miejscach urządzono przeprawy przez potoki w bród; polegały one na umocnieniu dna, wyrównaniu brzegów i przygotowaniu dróg dojazdowych.

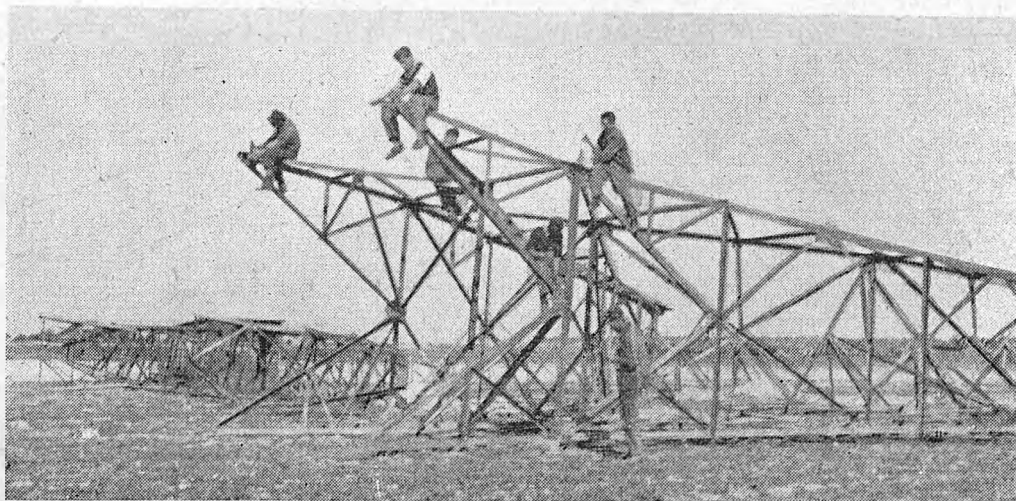
Wzdłuż trasy linii elektrycznej przeprowadzono około 170 km dróg gruntowych przez pola, łąki i lasy, w tym około 10 km przy użyciu faszyny i okrągłaków na błotach i torfowiskach. Brygad drogowo-mostowych było dwie — jedna na północy, druga na południu. Składały się one z fachowców, którzy byli sprowadzeni z innych robót, oraz z robotników miejscowych do pomocy. Do każdej brygady był przydzielony ciągnik gąsienicowy — spychacz tzw. „buldozer“, zaopatrzony z przodu w pług służący do niwelowania terenu (rys. 4). Buldozery oddały na budowie walne usługi, wykonując ciężką pracę w bardzo szybkim czasie.

Ponieważ około 10% stanowisk słupów znajdowało się na lotnych piaskach, bagnach, torfowiskach i mokrych łąkach, transport był nieraz bardzo utrudniony. Tam, gdzie nie można było przeprowadzić całego pociągu samochodowego, uciekano się do innych sposobów. Ustawiano np. traktor na suchym miejscu i za pomocą długiej liny stalowej holowano jedną przyczepkę po drugiej. Nieraz trzeba było przeładowywać ciężary na furmanki i końmi dowozić je na miejsce montażu. W zalewie rzeki Kręcicy i nad brzegiem Warty pod Porajem w gęstych mokrych lasach nie było przejazdu nawet dla furmanki i robotnicy przynosili windy na długich dragach, a konstrukcje na własnych ramionach. Transport materiałów w takich miejscach innym sposobem byłby w ogóle nie do pomyslenia.

c) Urządzenie stanowisk montażowych należało do specjalnych brygad, których było również 2 — jedna na południu, druga na północy.

Na stanowisku montażowym po zniwelowaniu i wycięciu krzewów, drzew lub zboża kopano doły pod fundamenty dla 2 wind roboczych oraz 4 wind roztracających. Do tych dołów wstawiano specjalnie zbudowane kotwy drewniane. Belka poprzeczna wystawała ponad powierzchnię terenu w ten sposób, że można było podsunąć pod nią ramę drewnianą, do której były przymocowane windy (rys. 5).

Fundamenty słupa, wykonane uprzednio przez Państwowe Budownictwo Elektryczne z Krakowa lub przez S. P. B. z Łodzi, składają się z 4 oddzielnych nóg betonowych, uzbrojonych żelazem kątowym. Kątowniki wystające ponad ziemię z betonu są zaopatrzone w swej gór-



Rys. 7. Składanie słupa na ziemi

często całymi kilometrami. Trzeba było budować przepusty, naprawiać mostki. W miejscowości Łęg pod Radomskiem zbudowano most przez Wartę, gdyż objazd był bardzo długi (rys. 3). Jest to most drewniany. Jego rozpiętość teoretyczna wynosi około 40 metrów, nośność 10 ton. Pozostał jako pamiątka po „Mostostalu“ do użytku ludności miejscowej. Oprócz tego mostu wybudowano 2 mniejsze

nej części w odpowiednie otwory na śruby. Do kątowników przymocowuje się narożne kątowniki I piętra słupa i za pomocą nakładek i kątołek wiąże się na śruby.

Szczególnie dokładnie należało splanować teren pod podstawę masztu montażowego, który musi być ustawiony w osi linii. Schemat rozplanowania stanowiska montażowego jest pokazany na rys. 6.

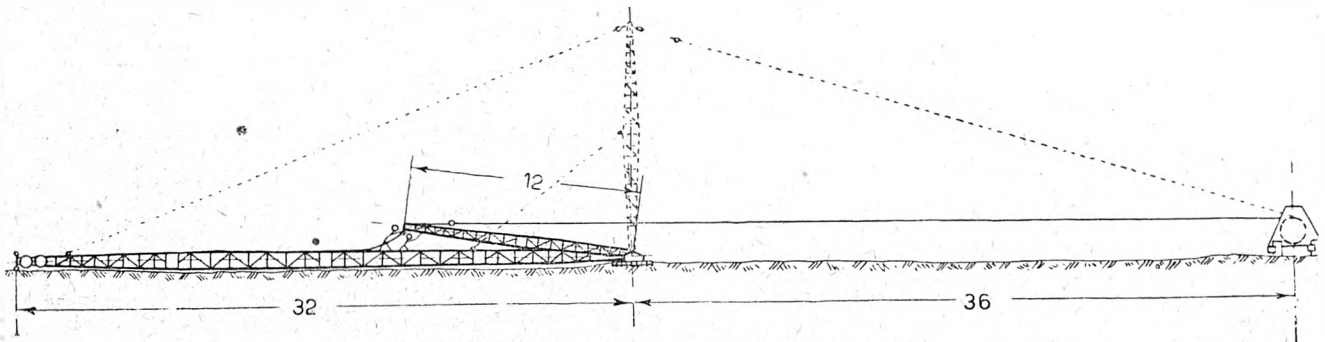
Jak widać z rysunku, do montażu używano dwu wind roboczych wyciągowych do podnoszenia zespołów słupa przy montażu oraz 4 wind do roztrzczenia masztu montażowego. Wind używano ręcznych o udźwigu 1,5–2,0 ton, lin o średnicy 13–22 mm.

W lesie na każdym stanowisku montażowym trzeba było wyciąć przesieki na długość ponad 40 m, aby można było zaciągnąć liny od wind do masztu montażowego.

Nadto wykonano budki przenośne rozbierane z dużych płyt, które służyły jako magazynki podręczne oraz schro-

windowane do góry w całości; wreszcie najcięższa i największa część — poprzeczka z wieżyczkami — również w całości była podnoszona do góry. Razem słupek normalny składał się z 10 zespołów, ułożonych na ziemi w ten sposób, ażeby można je było po kolei wciągać do góry. Brygady składaczy formowały się stopniowo w miarę rozwoju tempa robót i w stadium końcowym pracy było ich 19.

Cała potrzebna do zmontowania słupa ilość śrub wynosiła około 2 000 sztuk wagi około 300 kg o średnicy

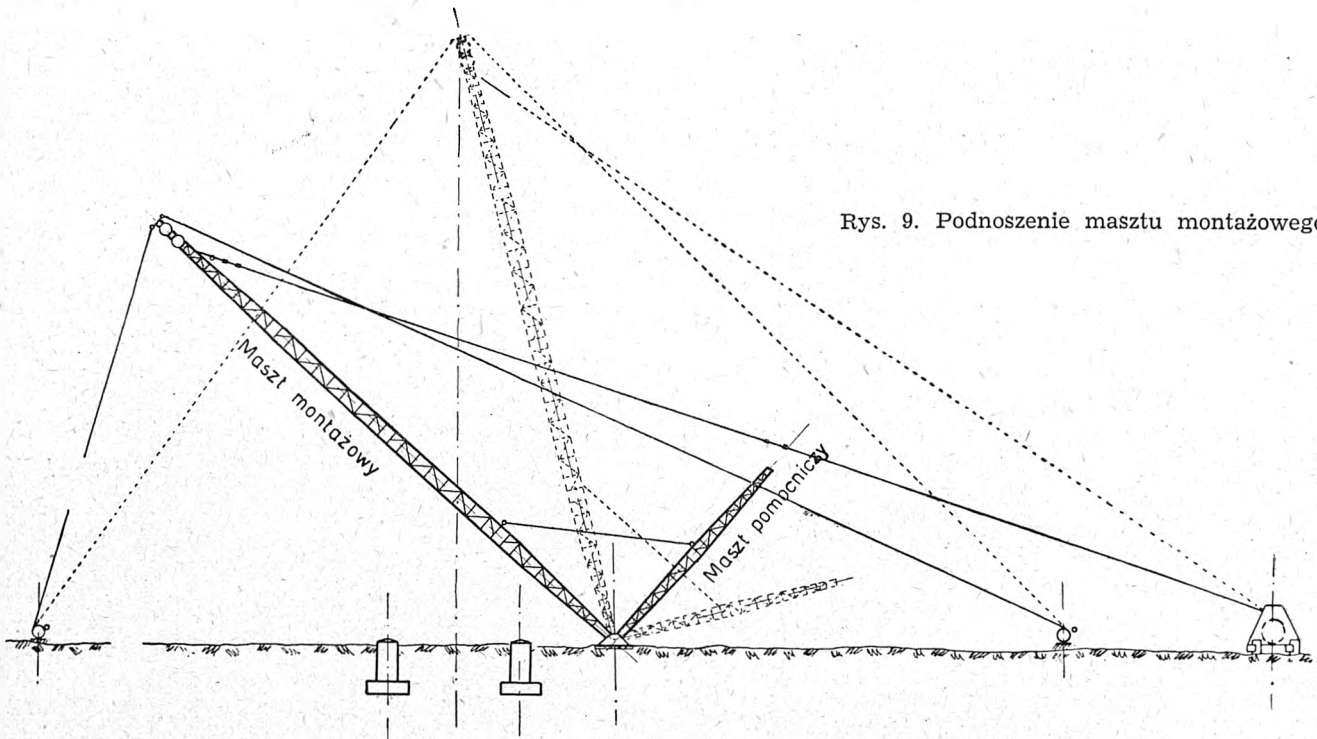


Rys. 8. Podnoszenie masztu pomocniczego

nienie dla brygad w razie słyoty. Dla stróżów były przygotowane specjalne stróżówki.

Na stanowiskach położonych na bagnach, torfowiskach i mokrych łąkach, gdzie wykopanie dołów pod fundamenty kotew dla wind nie było możliwe z uwagi na bliski poziom wód zaskórnych, powstawała konieczność zabicia pali za pomocą odpowiednich kafarów. Takich sta-

12, 16, 20 i 24 mm rozmaitych długości. Na bazie głównej śruby te były segregowane i pakowane do skrzynek w potrzebnej ilości — osobno dla składaczy i dla monterów. Niektóre blachy i kątowniki były już przyspawane lub przynitowane w warsztatach. Śruby, aby się nie odkręcały, były po dokładnym ich dokręceniu zapunktowane w 4 miejscach. Brygady składaczy były zaopatrzone



Rys. 9. Podnoszenie masztu montażowego

nowisk było około 40. W lasach, gdzie normalne zabezpieczenie kotew fundamentowych wind było nie wystarczające, przywiązywano podstawy wind linami do sąsiednich drzew i pniaków. Na bagnach robotnicy pracowali w butach gumowych, a tam, gdzie to było niewystarczające, na specjalnych pomostach lub kładkach.

d) Składanie elementów słupa na ziemi. Sformowane do tego celu brygady składaczy przechodziły na stanowiska, jak tylko dostarczono konstrukcję i śruby. Brygada składała poszczególne zespoły, łącząc na śruby oddzielne elementy. Dla I i II piętra było po 4 takie zespoły (tzw. „rybki“) 6 m wysokości każdy, trzecie piętro — rozgałęźne (nazwane przez robotników „portkami“) — stanowiło część środkową słupa i jako 9-ty zespół było

w potrzebne narzędzia, których wykaz obejmuje 49 pozycji, a więc klucze płaskie i fajkowe, przebijaki, przecinaki, wiertła, piły, pilniki itp.

Po złożeniu kilku słupów (rys. 7) brygady nabywały takiej wprawy, że składały zespoły już z pamięci nie patrząc na rysunki montażowe.

Brygady te usuwały również wszelkie niedokładności w wykonaniu elementów w wytwórniach.

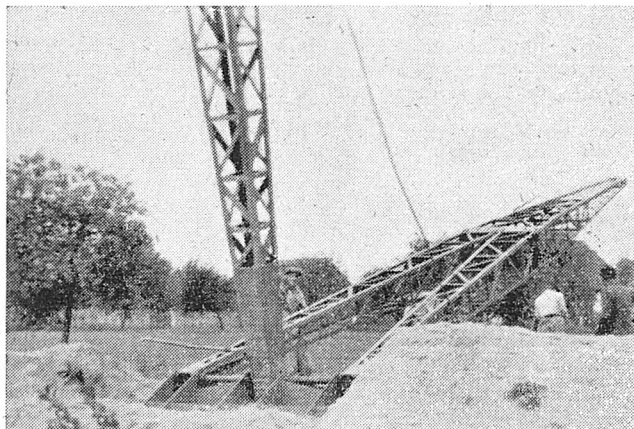
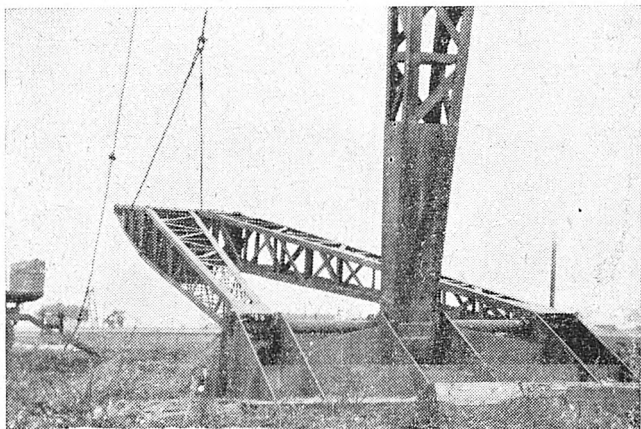
e) Montaż słupa w powietrzu. Gdy poszczególne zespoły słupa zostały złożone, brygada składaczy przechodziła na następne stanowisko, ustępując miejsca brygadzie montażowej. Brygad montażowych było po cztery na północy i południu oraz po jednej rezerwowej,

montującej słupy opuszczone na skutek braku fundamentów lub konstrukcji. W okresie największego nasilenia robót było zatem 10 brygad montażowych, dysponujących 10 masztami montażowymi.

Pierwszą czynnością brygady montażowej jest podniesienie masztu montażowego. Najpierw podnosi się maszt pomocniczy 12-metrowej wysokości, ręcznie lub wysięg-

Najbardziej emocjonującym momentem montażu jest podniesienie i zamocowanie górnej części słupa — poprzeczki z wieżyczkami, która waży około 2 300 kg i ma długość 17,4 metra, a wysokość 6,4 m (rys. 18, 19, 20).

Maszt montażowy w normalnych warunkach pracy jest podnoszony z jednej strony podstawy, wzdłuż osi linii, i po zmontowaniu słupa opuszcza się go na drugą stronę,



Rys. 10 i 11. Podnoszenie masztu montażowego (w pozycji pionowej) przy użyciu masztu pomocniczego (w pozycji prawie poziomej)

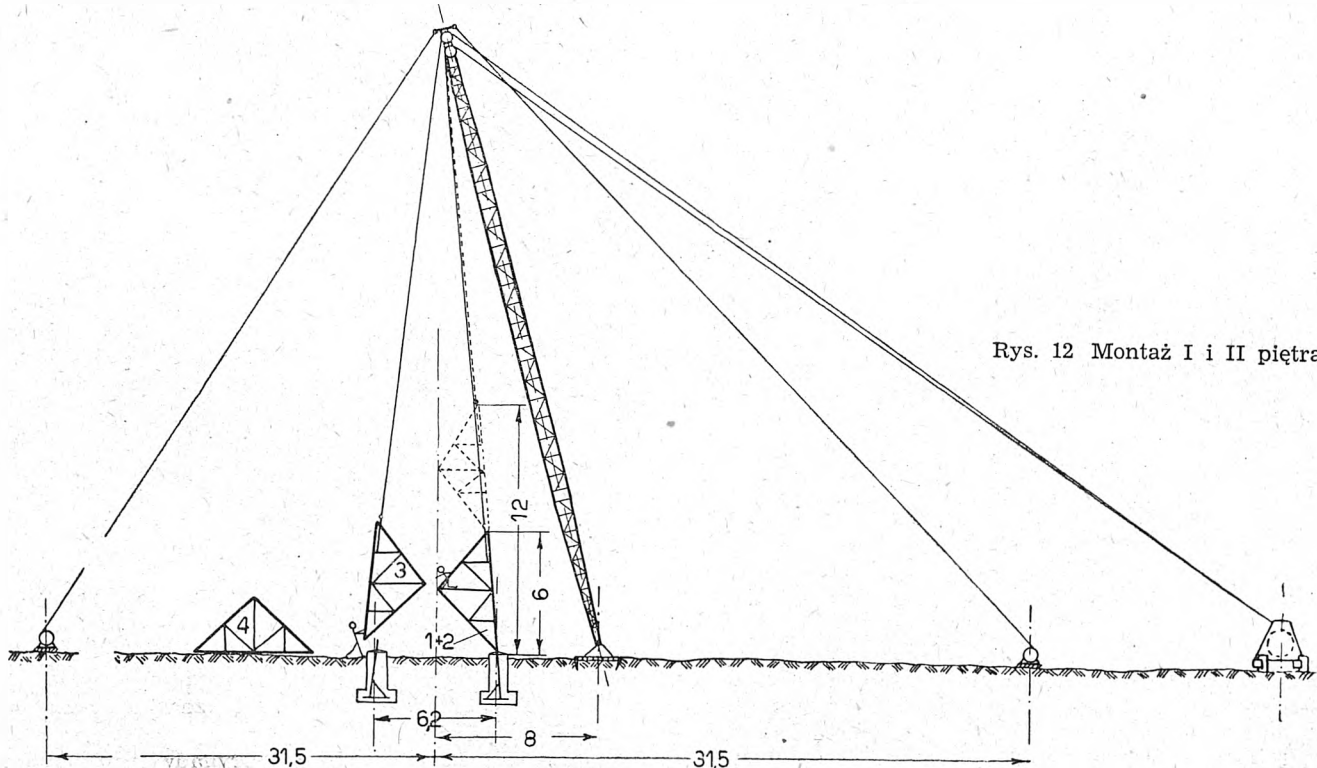
nikiem dźwigu ruchomego (rys. 8). Lina, przerzucona od masztu głównego do pomocniczego, jest nawijana na bęben windy i podnosi maszt główny do takiej pozycji, jaka jest potrzebna do rozpoczęcia montażu. Przebieg tych czynności jest pokazany na rys. 9, 10 i 11.

Maszt montażowy, jak widać z rys. 12, 13, 14, 15, 16 i 17, służy do podniesienia oddzielnych zespołów do odpowiedniej wysokości i postawienia ich jedne na drugich na właściwym miejscu oraz do trzymania zespołów tych do czasu, aż nie zostaną one połączone ze

przyjmując jako punkt zaczepienia już zmontowany słup (rys. 21). W wypadku, gdy jakaś przeszkoda w terenie uniemożliwiała położenie masztu montażowego na drugą stronę, podnoszenie i opuszczanie masztu odbywało się na jedną stronę przy dodaniu 2 wind roboczych.

Waga masztu montażowego razem z podstawą — dużej 4,7 t, normalnego około 4 t. Maszt pomocniczy 12-metrowy waży około 0,7 t.

Wykaz sprzętu i narzędzi dla brygady montażowej obejmuje 94 pozycje, z których najważniejszymi są: spa-



Rys. 12 Montaż I i II piętra

sobą i ześrubowane. Podczas podnoszenia zespołów nikt nie ma prawa podchodzić do słupa i dopiero po osiągnięciu należytej wysokości zespołu wyruszają do góry monterzy po stopniach, znajdujących się na 2 kątownikach narożnych słupa. Zaopatrzeni w pasy bezpieczeństwa i odpowiednie narzędzia monterzy chwytają za występy zespołu i przykręcają śrubami właściwe blachy i nakładki, łącząc poszczególne piętra między sobą.

warka elektryczna, aparat tlenowo-acetylenowy, pasy bezpieczeństwa, komplety kluczy płaskich i fajkowych itp.

Brygady montażowe otrzymywały — prócz normalnych stawek — tzw. dodatek za pracę na wysokości. Miały one przydzielone ubrania robocze, a na wypadek sloty — peleryny lub płaszcze. Wszyscy pracownicy otrzymywali ponadto dodatkiienne na wyżywienie i zakwaterowanie. Zwykle każda brygada miała swojego kwatermi-

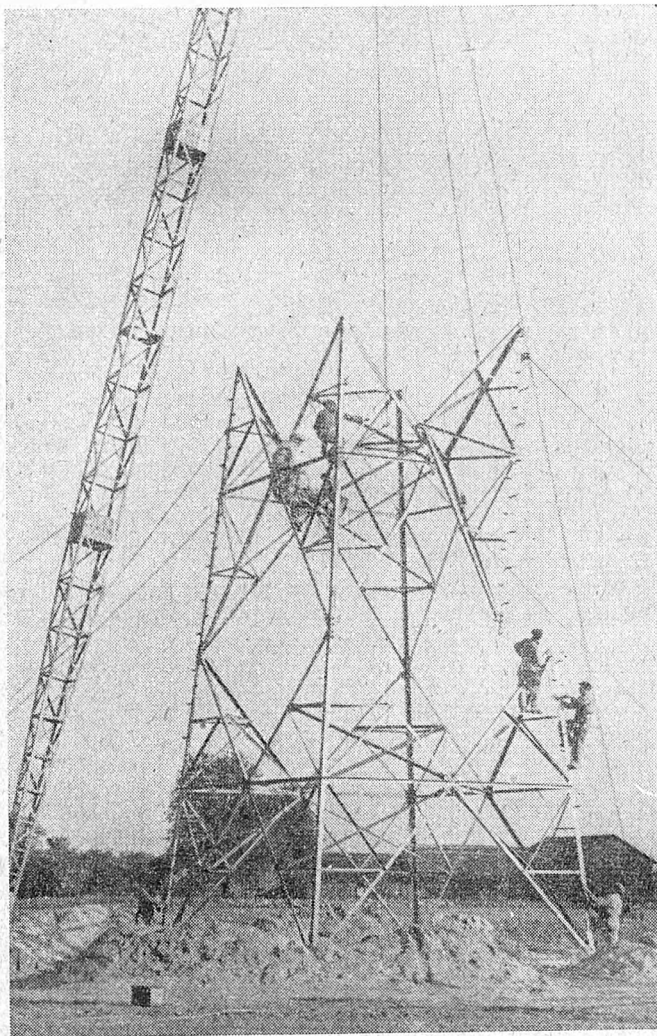
strza, który starał się o mieszkanie i żywność dla wszystkich. Wobec dużej rozległości budowy prowadzenie stołówek lub kuchni przez kierownictwo budowy było zbyt trudne i kłopotliwe. Pozostawienie pracownikom wolnej ręki w tym względzie było rzeczą jedynie możliwą i trzeba stwierdzić, że przeciw kierownictwu nigdy nie były wysuwane żadne pretensje w tej sprawie.

6. Środki transportu.

Posegregowane na placu stacyjnym wiązki były ładowane na przyczepki samochodowe i wywożone w teren ciągnikiem kołowym po drodze o nawierzchni twardej do

wane na bazie głównej pod ręczne warsztaty samochodowe, gdzie wykonywano naprawy uszkodzonych wozów. Biorąc pod uwagę, że tabor pracował w bardzo trudnych warunkach terenowych i był przeciążony pracą, zadanie warsztatów było ważne i odpowiedzialne. Jak wielki był wysiłek transportu, widać choćby z ilości zużytych materiałów pędnych w okresie budowy: benzyny zużyto 111 000 litrów, oleju gazow. 26 000 litrów, oleju silnikow. 4 700 kg.

Każdy z majstrów na północy i południu otrzymał do dyspozycji po parę ciągników gąsienicowych do transportu masztów montażowych, sprzętu, wind, kotew, pakamerów



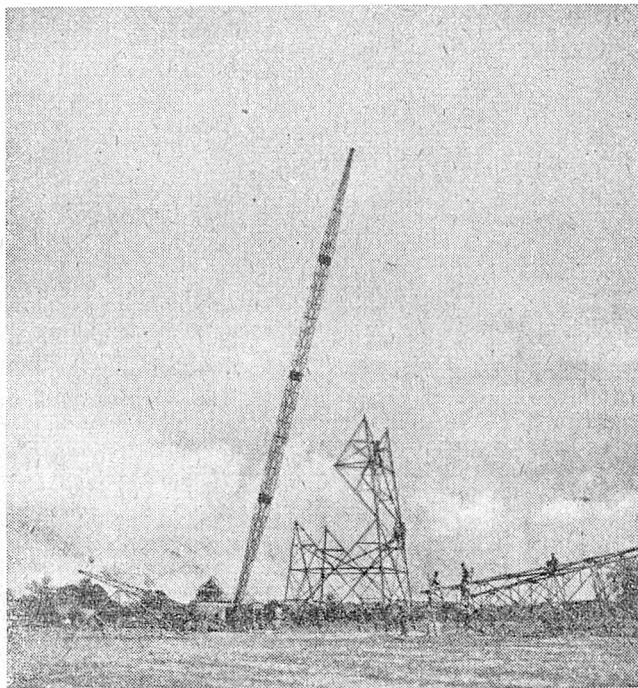
Rys. 13

(Rys. 13, 14 i 15. Montaż II piętra słupa)

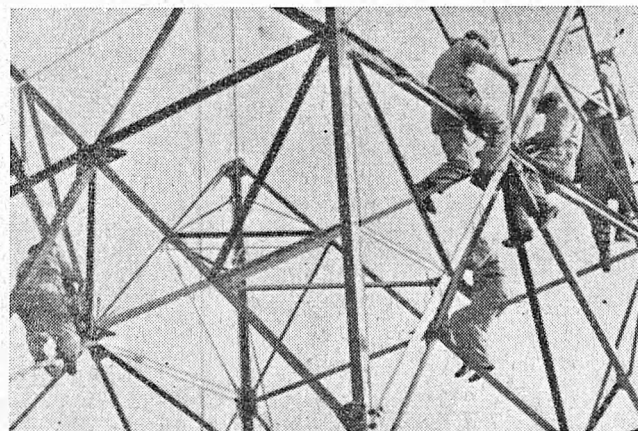
miejsca, gdzie się kończyła droga twarda, a zaczynała gruntowa. Tam już czekał na transport ciągnik gąsienicowy, który odbierał przyczepy z konstrukcją i ruszał dalej na stanowisko montażowe. Ciągnik kołowy natomiast zabierał pusty skład przyczep i wracał na stację po dalszy słupek. Aby transport odbywał się składnie i szybko, należało się zaopatrzyć w liczny tabor samochodów ciężarowych, ciągników, przyczep, porobić zapasy benzyny i ropy oraz zakupić dostateczną liczbę samochodów półciężarowych, traktorów i Willysów. Jakkolwiek „Mostostalowi” udało się zmobilizować 118 jednostek taboru dla tej budowy, to jednak było to zaledwie 60% zapotrzebowania i w okresie końcowym, kiedy montaż osiągał swój punkt kulminacyjny, brygady musiały czekać nieraz na transport sprzętu i narzędzi z uwagi na zbyt mały tabor.

W tym okresie trzeba było donajść kilka ciągników terenowych.

Do dysponowania tak wielkim taborem trzeba było się odpowiednio przygotować; w tym celu zostały zorganizowane



Rys. 14



Rys. 15

itp. Prócz tego miał on do przejazdu i przewozów lżejszych samochodów półciężarowy „Guy”. W wielu wypadkach pomagano sobie przy przewozach furmankami konnymi. Jako ciągniki gąsienicowe w terenie służyły spychacze — buldozery odpowiednio przystosowane do tego celu przez odjęcie pługa i obniżenie uchwyty tylnego (rys. 22, 23, 24). Niektóre z nich służyły także za dźwigi dzięki urządzeniu na nich ad hoc zaimprovizowanych wysięgów — belek drewnianych.

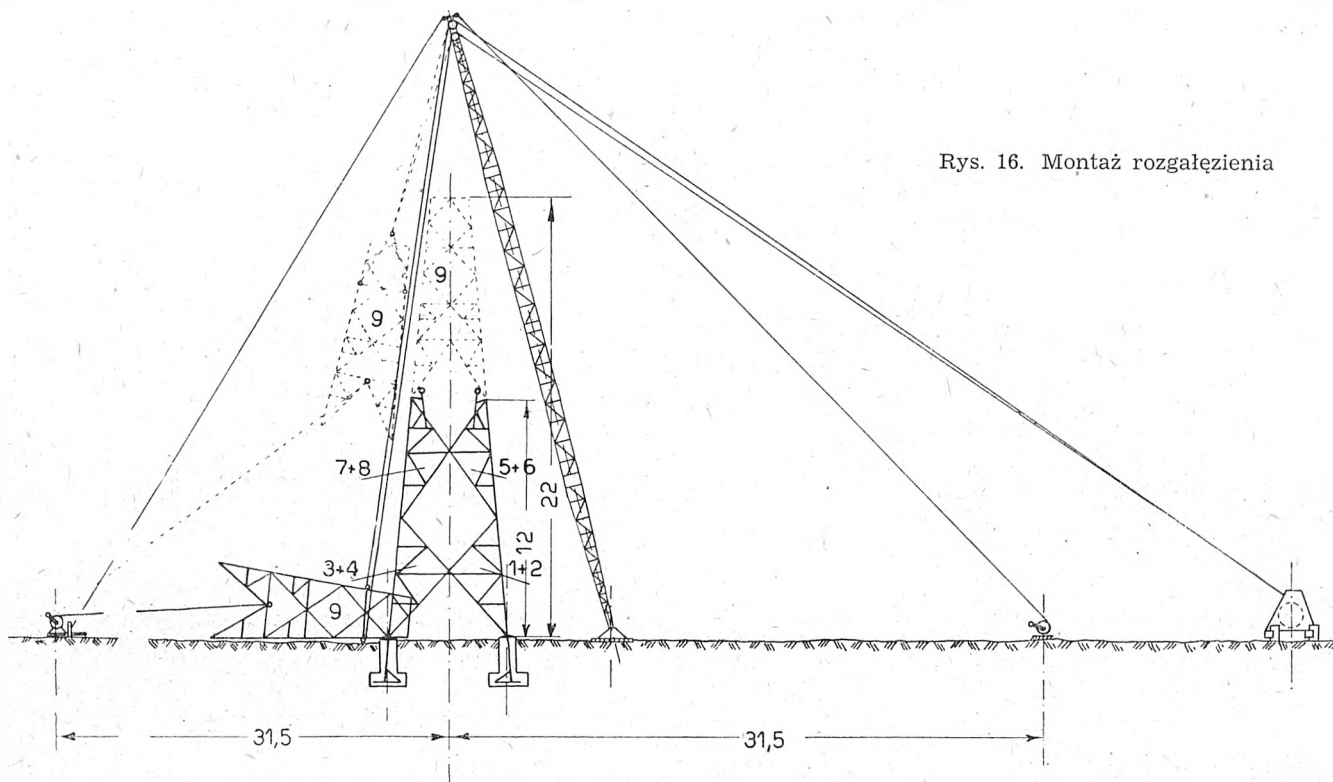
Ciągnik-dźwig wyrwał kotwy od wind z ziemi, łądownął ciężary, przesunął maszt montażowy i wyładował konstrukcję. Prócz tego pracowały na budowie 2 własne ruchome dźwigi „Mostostalu” na gąsienicach.

7. Rozwinięcie robót.

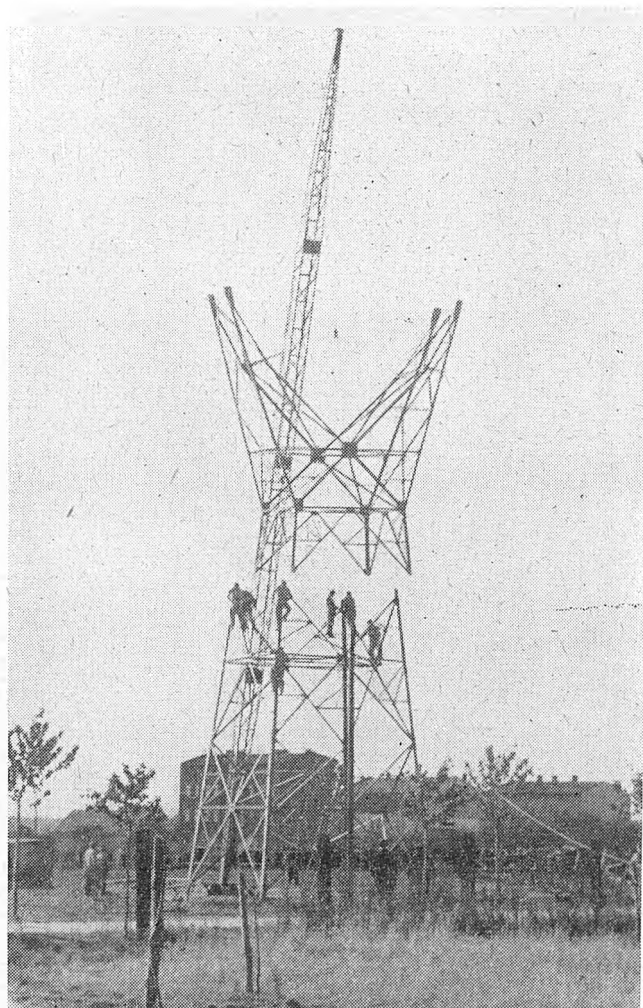
Pierwsze brygady montażowe i do składania słupów zostały sformowane w Radziechowicach pod Radomskiem.

Z tych brygad — w miarę postępu robót przy fundamentach oraz przy dostawie konstrukcji z warsztatów —

tworzono nowe brygady, rekrutujące się z monterów sprowadzanych z innych robót. Uzupełniano brygady



Rys. 16. Montaż rozgałęzienia



Rys. 17. Montaż rozgałęzienia w naturze

ludźmi miejscowymi, którzy w miarę nabycia wprawy awansowali do wyższych kategorii płac. W ten sposób mieliśmy już w czerwcu na budowie 180 ludzi, w lipcu około 300, w sierpniu 500, we wrześniu 580, w październiku 620, w końcowym okresie 670 ludzi. Robotnikogodzin przepracowano około 750 000, przy czym średnia dzienna wyniosła 12 godzin pracy za cały okres budowy.

W czerwcu pracowały tylko 4 brygady montażowe i 5 brygad składaczy, w lipcu mamy już 5 i 8, w sierpniu 7 i 15, we wrześniu 9 i 19, w październiku 10 i 19.

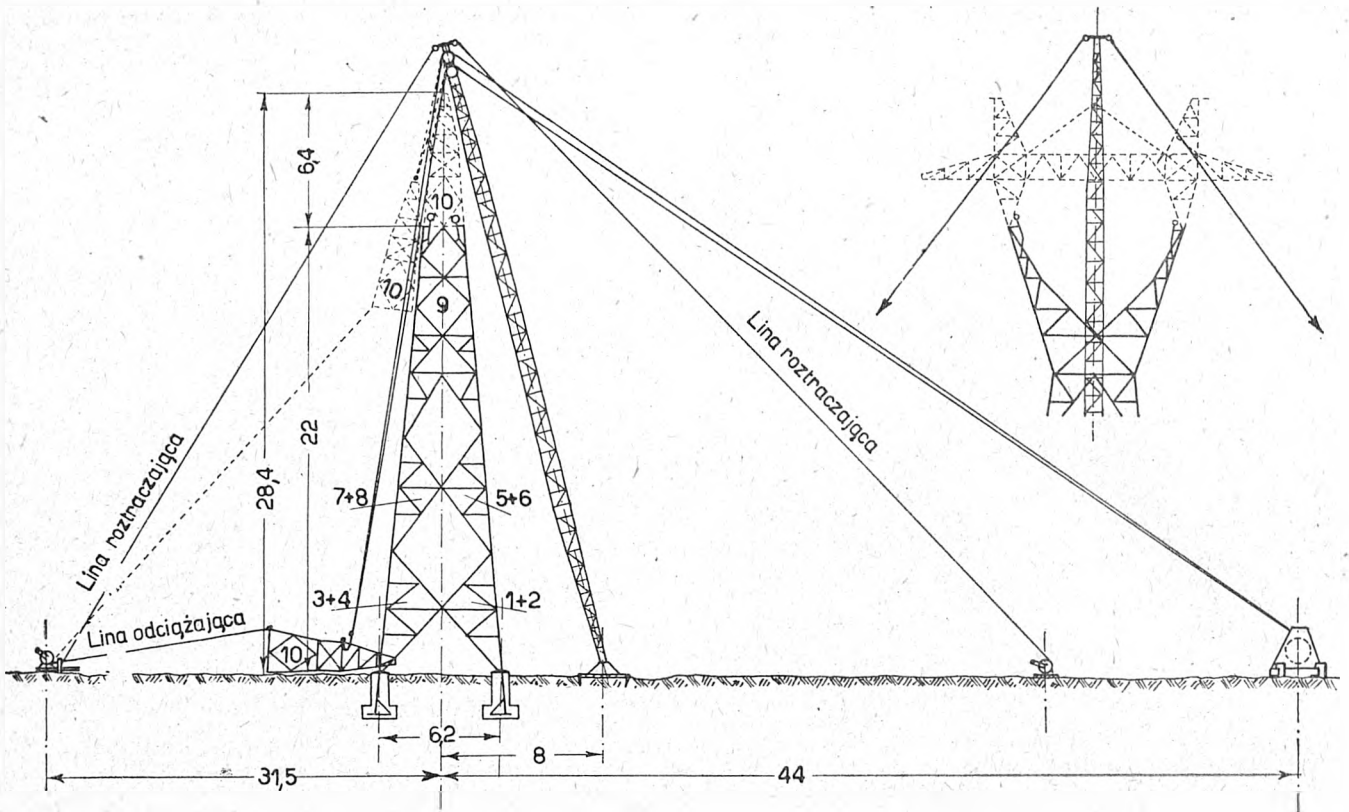
Robotnicy byli płaćeni godzinowo na zasadzie Układu Pracy dla Robotników Budowlanych z dnia 12. 5. 1947 r.; prócz tego otrzymywali dodatki dzienne na wyżywienie i zakwaterowanie, a monterzy dodatki za pracę na wysokości. Robotnik mógł szybko awansować zależnie od sprawności i umiejętności.

Rezultatem takich warunków był stale wzrastający efekt pracy, jak to uwypukla rys. 25.

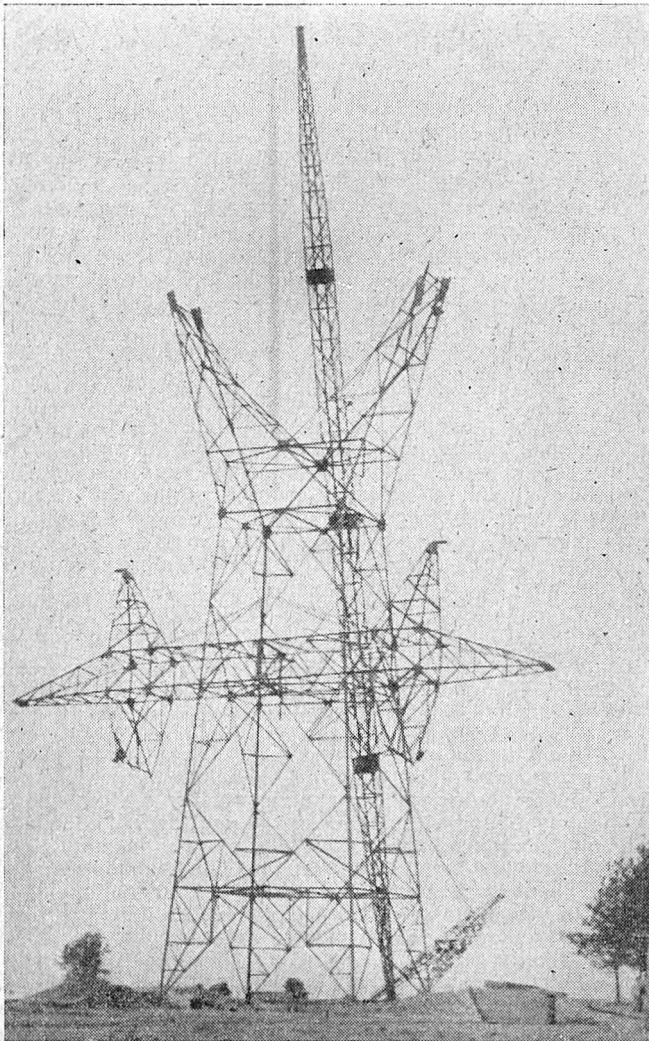
Z wykresu można odczytać, że w czerwcu zmontowano tylko 14 słupów, a właściwy montaż rozpoczyna się dopiero w lipcu i trwa przez sierpień i wrzesień do 20 października 1947 r. W tym okresie tzn. w ciągu 15 tygodni zmontowano 362 słupy, zatem przeciętnie tygodniowo montowano około 24 słupów. W końcowym okresie w październiku, kiedy montaż szedł przy użyciu 10 masztów montażowych, były dni, że montowano w jednym dniu 8, a nawet 9 słupów.

Rozrzucona na długości 160 kilometrów budowa wymagała odpowiednio sprawnego personelu. Zorganizowanie sprawozdawczości z budowy, wypłat, kontroli itp. było bardzo trudne. Każdemu majstrowi przydzielono do pomocy kontrolera robót i sanitariusza. Przed rozpoczęciem montażu opracowano instrukcję o bezpieczeństwie pracy, której znajomość musiał stwierdzić każdy pracownik swoim podpisem. Kierownictwo, nadzór i Koło Bezpieczeństwa Pracy zwracały specjalną uwagę na warunki bezpieczeństwa na budowie, dzięki czemu nie było żadnych poważniejszych wypadków na linii. Każda brygada była zaopatrzona w połowę apteczki.

Jedynie w dziale transportu zaszło kilka wypadków, spowodowanych nieostrożną jazdą obcych szoferów; wypadki te, biorąc pod uwagę dużą ilość przejechanych wozokilometrów i przewiezionych tonokilometrów, stanowią procent znikomy.



Rys. 18. Montaż poprzeczki



Rys. 19. Montaż poprzeczki z wieżyczkami



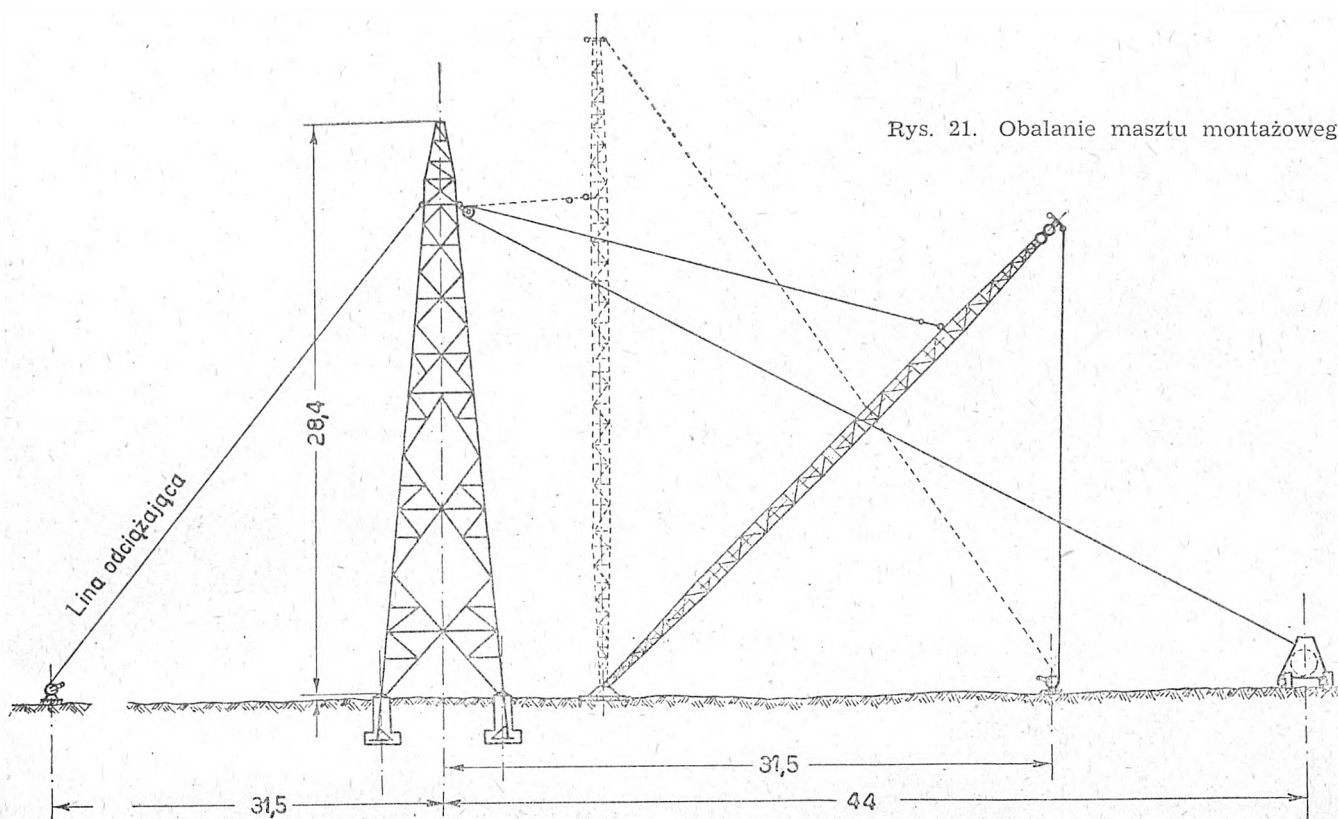
Rys. 20. Łączenie poprzeczki z rozgałęzieniem

8. Trudności w pracy.

Były one, jak widać z poprzednich działów, duże. Trzeba sobie uprzytomnić rozległość budowy i ciężki teren, niedostateczną ilość środków transportu, brak maszyn i sprzętu, ażeby zrozumieć, że trzeba było nielada hartu i wytrzymałości ze strony personelu, by sprostać zadaniu. Koczując przez cały czas budowy, robotnicy co kilka dni

zmuszeni byli zmieniać swoje kwatery, prowadząc cygańskie życie. Nieraz wobec braku pomieszczeń na wsi zmuszeni byli nocować na polu przy ogniskach. Nieraz trudno było o strawę w biednych wioskach. Pomimo tych ciężkich warunków pracowali sumiennie, wykazując dużą ambicję i gorliwość. Między poszczególnymi bryga-

strukcją, aby nie dać na siebie czekać monterom, którym brygada urządzania stanowisk musiała już przygotować teren. I tak jedna brygada popędzała następną, praca nie mogła ustać na chwilę, jak na taśmie fabrycznej. Nie było odpoczynków niedzielnych i świąt, nie było słoły i niepogody. Każde kółko mechanizmu musiało działać



Rys. 21. Obalanie masztu montażowego

dami wytworzyła się rywalizacja w pracy: kto lepiej i prędzej. Kierownictwo robót starało się sprawnie obsługiwać budowę. Wypłaty odbywały się co tydzień na budowie, płatnicy jeździli w różnych dniach tygodnia i różnymi drogami, przy czym byli ubezpieczeni od wypadku. Dzięki specjalnym środkom ostrożności wypadku nie było ani razu.

Co do trudności technicznych podczas montażu należy zwrócić uwagę na szczególne trudności, występujące na skrzyżowaniach budowanej linii z szosami lub kolejami oraz liniami elektrycznymi wysokiego napięcia. W tych wypadkach prace musiały być wykonane w bardzo szybkim tempie przy zachowaniu specjalnych ostrożności, tak aby ruch nie był wstrzymany, a w ostateczności — przerwa w ruchu nie trwała zbyt długo. Niekiedy powstawała konieczność zdjęcia lub skablowania przewodów telefonicznych, telegraficznych itp.

Na skrzyżowaniu z innymi elektrycznymi liniami wysokiego napięcia były wypadki, że prąd doprowadzany przez te linie do kopalń i fabryk nie mógł być przerwany w dniu roboczym. Prace montażowe trzeba było wykonać w ciągu niedzieli. Należało jeszcze w sobotę przygotować się dokładnie do akcji, w niedzielę o świcie włączano prąd i montowano słup do wieczora tak, aby na wieczór można było położyć maszt montażowy i włączyć prąd elektryczny z powrotem.

Ponieważ system akordowy płac w wyżej opisanych warunkach budowy nie był możliwy, zachętą do wydajnej pracy dla robotników były częste awanse. Było wiele wypadków, że pracownik przyjęty jako zwykły robotnik awansował szybko na rzemieślnika III kat., II, I i wreszcie zostawał przodownikiem brygady. Z organizacji samej wynika, że brygady muszą odrobić swoją pracę, ponieważ tak, jak w nowoczesnej fabryce samochodowej, jedna praca szła tutaj szybko po innej. Rywalizacja na budowie wytwarzała się samorzutnie. Przede wszystkim brygady drogowo-mostowe musiały przygotować dojazdy, po których brygady transportowe dostarczały elementy konstrukcji. Brygady składaczy musiały szybko złożyć kon-

struktury i szybko, obracając się bez przerwy aż do 20 października 1947 r., kiedy upływał termin montażu ustalony przez Dyрекcję Budowy Linii. Termin ten został chlubnie dotrzymany i 20. 10. 1947 r. stanął ostatni słup prócz nr 1, zarezerwowanego przez „Mostostal” na dzień 29. 10. na uroczysty obchód zakończenia montażu prac w Łagiszy.

9. Wnioski.

Biorąc pod uwagę liczbę pracujących brygad montażowych i składaczy, ustalono, że przy składzie brygady montażowej — 1 przodownik plus 15—18 monterów, przy średnio 12-godzinnym dniu pracy montowano 1 słup przeciętnie w ciągu 2,5 dnia tzn. w ciągu 30 godzin.

Cyfra ta jest uzasadniona brakiem monterów i koniecznością szkolenia ich na budowie, niedokładnością warsztatów, których braki należało uzupełniać na budowie itp. Jeżeli przeto w pierwszym miesiącu trzeba było poświęcić na montaż słupa kilka dni, to w miarę postępu robót czas ten ku końcowi budowy zmniejszał się znacznie i wynosił w październiku przeciętnie 18 godzin. Należy sądzić, że gdyby budowa trwała dalej, można byłoby czas ten zmniejszyć do 12 godzin przeciętnie. Były wypadki, że słup był zmontowany w ciągu 8 godzin (słupy typu P) przy nikłych brakach fabrycznych.

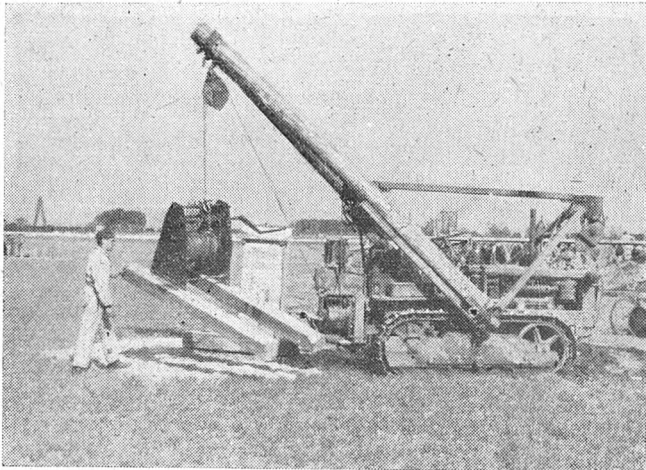
To samo zjawisko występuje przy składaniu słupów: brygada składaczy z 10—13 ludzi wraz z przodownikiem zużyła przeciętnie w okresie całej budowy 4,2 dnia czyli 50 godzin na złożenie 1 słupa.

W fazie początkowej składanie 1 słupa trwało cały tydzień, w październiku już tylko 3,5 dnia (przeciętnie), a rekordowo 30 godzin. Przy małych brakach warsztatowych można by tutaj osiągnąć czas 18 godzin, nawet przy zmniejszeniu składu brygady do 9 ludzi, pod warunkiem zaopatrzenia brygady w odpowiedni sprzęt i narzędzia.

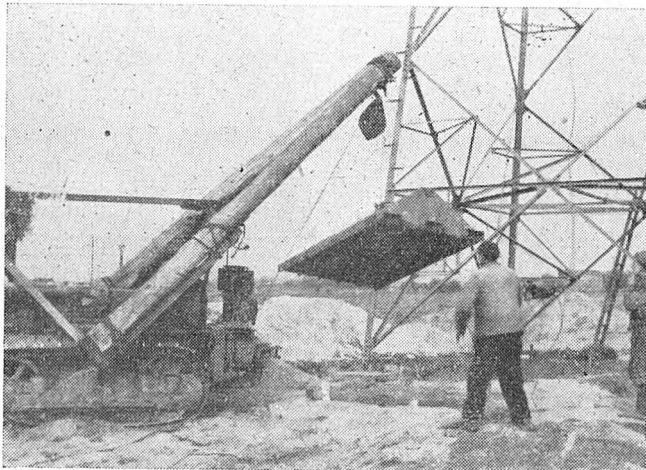
Przy kalkulacji robót należy brać pod uwagę przy montażu: pracę ciągnika - dźwigu przy brygadach, personel pomocniczy — jak kontroler robót, magazynier, sa-

nitariusz, goniec przy majstrze i stróż, koszt materiałów do montażu i taboru oraz prace przy uzupełnianiu i poprawianiu już zmontowanych słupów, przewozy sprzętu i narzędzi, furmanki.

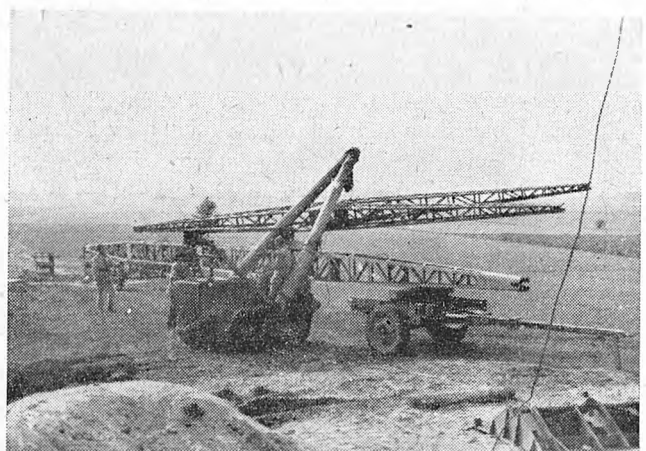
Przy składaniu nie można pominąć w kalkulacji prac brzożdy magazynowej przy sortowaniu i pakowaniu śrub, konieczności przydziału spawarki elektrycznej oraz apa-



Rys. 22. Przenoszenie windy



Rys. 23. Przenoszenie podstawy masztu montażowego



Rys. 24. Przenoszenie masztu pomocniczego

Rys. 22—24. Buldożery-dźwigi przy pracy w terenie

ratów tlenowo-acetylenowych (z uwagi na niedokładności warsztatowe), personelu pomocniczego, furmanki do przewozu sprzętu i narzędzi, stróżowania, kosztów materiałów do składania, ubrań ochronnych, apteczek itp.

W kosztach transportu elementów słupów na stanowisko występuje cały szereg czynności składowych, a więc po-

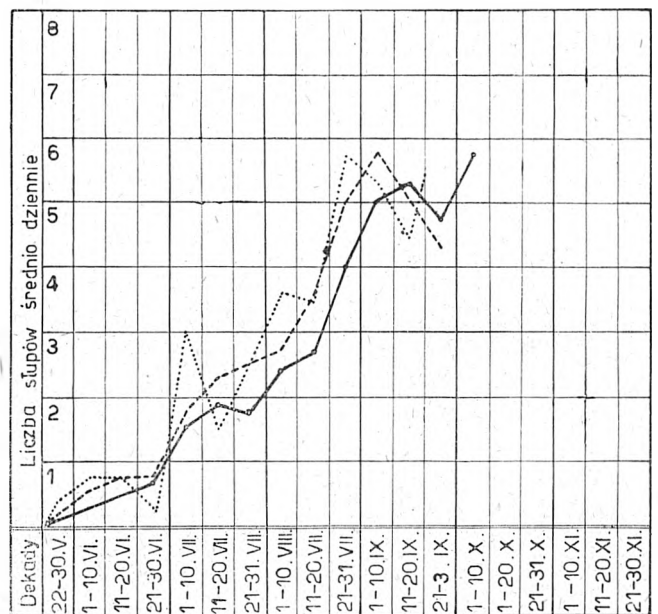
za kosztami właściwego transportu, amortyzacją samochodów itp. występują koszty utrzymania brygad wyładowniczo-załadowniczych, drogowo-mostowych, urządzenia stanowisk montażowych, kosztów warsztatów samochodowych, transportu kolejowego, remontu taboru, materiałów pędnych itp.

Wychodząc z powyższych założeń i dzieląc koszt robót na trzy działy: montaż w powietrzu, składanie na ziemi, transport i roboty przygotowawcze, dochodzi się po zbadaniu kosztów całkowitych do następującego procentowego zestawienia:

a) montaż słupów w powietrzu — około	39%
b) składanie słupów na ziemi — około	30%
c) transport i roboty przygotowawcze, jak wykonanie dojazdów, urządzenie stanowisk montażowych itp. — około	31%
razem 100%	

Roboty główne, do których zaliczyć należy montaż i składanie, wynoszą 69% wobec kosztów transportu i prac pomocniczych ocenionych na 31%.

W sprawie dalszych wniosków na przyszłość można powiedzieć, że, jak wykazało doświadczenie na budowie,



Objaśnienie

----- Złożono słupów

———— Zmontowano słupów

..... Rozwieszono słupów

Rys. 25. Wykres dekadowy postępu robót

zarówno sam sposób montażu, jak i transport elementów słupów w teren były najwłaściwsze¹⁾.

Nurtująca początkowo myśl, ażeby części słupów składać już w warsztatach i przywozić na budowę w stanie gotowym do montażu, została zarzucona, ponieważ:

a) warsztaty nie posiadały tyle miejsca, ażeby można było wykonywać w nich składanie,

b) brak było wymaganej ilości personelu w warsztatach, a personel istniejący przeciążony był innymi pracami,

c) ładowność wagonów w wypadku przewożenia słupów w zespołach, zajmujących dużo miejsca, nie byłaby wykorzystana, co ma specjalnie ważne znaczenie w warunkach powojennych, gdy się daje odczuwać brak taboru kolejowego,

d) tabor samochodowy byłby z tych samych powodów nie wyzyskany i istniałyby trudności przy przewożeniu wiotkich zespołów po złych drogach, ponieważ wskutek wstrząsów mogłyby się konstrukcje powyginać i ulec zniekształceniu,

e) istniało prawdopodobieństwo potrzeby ponownego dokręcania śrub po przywiezieniu konstrukcji na miejsce montażu,

¹⁾ Porównaj opis innego sposobu montowania słupów w artykule inż. J. Millera. (Przyp. red.).

f) mogły powstać trudności przy łączeniu zespołów na miejscu montażu w razie ich niedopasowania w warsztatach.

Co do możliwości montażowych na budowie należy powiedzieć, że liczba montowanych słupów zależy, oczywiście, od liczby uruchomionych brygad transportowych, urzędzenia dróg i mostów, urzędzenia stanowisk i od liczby brygad składaczy. Praca musi być przemyślana i zharmonizowana w czasie i przestrzeni, tak aby czynności wzajemnie się uzupełniały. Musimy brygadam składaczy i monterów dać do dyspozycji potrzebne środki transportowe, ażeby nie czekali na przewóz z jednego stanowiska na drugie. Przy 5 brygadach montażowych należy przydzielić majstrów w teren 3 ciągniki gąsienicowe do tego celu, nie licząc ciągników pracujących przy przewozie konstrukcji.

Wykonana w rekordowym tempie budowa linii Śląsk—Łódź pozwoliła stwierdzić, jak ważne jest na takiej budowie: a) wcześniejsze zaprojektowanie linii, ze szczególnym uwzględnieniem przeszkód terenowych, skrzyżowań z kolejami i drogami, ominięciem bagien, lotnisk itp., b) wcześniejsze ustalenie typów słupów, c) wcześniejsze wykonanie odpowiednich fundamentów, d) wcześniejsze

zamówienie słupów w warsztatach, tak aby warsztaty miały więcej czasu na dokładne wykonanie zamówienia, e) wcześniejsze zlecenie robót przedsiębiorstwu montażowemu, które musi mieć dużo czasu na dobre zorganizowanie i przygotowanie robót.

Przy uwzględnieniu tych warunków można będzie wykonać montaż taniej i jeszcze racjonalniej. Byłoby także bardzo ważne, gdyby się zapewniło ciągłość robót przedsiębiorstwu, aby jedna budowa linii następowała po drugiej. W wypadku bowiem przerwy w pracach przedsiębiorstwo zmuszone jest zwolnić personel, który ucieka na inne roboty, a specjalny sprzęt montażowy nie jest wykorzystany. I gdy po roku lub dwu przychodzi nowa linia do montażu, trzeba zbierać ludzi i sprzęt od początku, fachowcy wyszkoleni na budowie częstokroć są już straceni, gdyż pracują gdzie indziej, a sprzęt i tabor rozproszone na inne budowy, trudno uzyskać z powrotem.

Zmontowanie linii Śląsk—Łódź jest przykładem wielkiego wysiłku organizacyjnego, a uruchomienie jej w tak krótkim czasie jest dużym osiągnięciem polskiego montera, technika i inżyniera. Sukces ten można wytłumaczyć tylko wysoko rozwiniętą ambicją, gorliwością i inteligencją naszego robotnika i fachowca.

INŻ. LECH FYSZKOWSKI
Kier. Bud. Państw. Budown.
Elektr. (PBE)

Montaż przewodów linii w terenie

Treść. Organizacja pracy: liczba grup montażowych, personel grup, wyposażenie ich w narzędzia, środki transportu i łączność. Rozciąganie linki ochronnej. Montaż przewodów roboczych: zawieszanie izolatorów, rozciąganie przewodów wzdłuż trasy przy pomocy wiatru z napędem mechanicznym, naprężanie przewodów, zawieszanie przewodów na zaciskach. Prace pomocnicze: transport, magazyny. Przykład wykonania trudniejszego skrzyżowania. Wnioski.

Монтаж проводов линии передачи. Организация работы: число монтажных партий, их состав; снабжение партии инструментами, транспортными средствами и средствами связи. Растяжка заземленного троса. Монтаж рабочего провода: подвеска изоляторов, растяжка провода вдоль линии при помощи лебедок с механическим приводом, натяжение провода и крепление его при помощи зажимов. Вспомогательные работы: развозка материалов, магазины. Пример монтажа в случае более сложного пересечения дорог. Заключение.

Conductor and Overhead Earth-wire Installation. Work organisation: number of erecting gangs; gang staff; provision of tools, transport means and liaison. Stringing of earth-wire. Installation of working cables: suspension of insulators, stringing of cables along the line by means of mechanically operated winches, suspension of cables on clamps. Auxiliary work: transport, warehousing. Example of carrying out a complicated crossing. Conclusions.

Montage des conducteurs de ligne en campagne. Organisation du travail: nombre des équipes de montage, effectifs des équipes, leur équipement en outils, moyens de transport et de liaison. Déroulement du fil de garde. Montage des conducteurs de travail: suspension des isolateurs, déroulement des conducteurs le long du tracé de la ligne à l'aide de treuils à propulsion mécanique, tension des conducteurs, suspension des conducteurs aux bornes. Travaux auxiliaires: transport, magasins. Exemple d'exécution d'un croisement difficile. Conclusions.

1. Wstęp.

Metody montażu przewodów zastosowane na pierwszej w Polsce linii o napięciu 220 kV różnią się nieco od metod dotychczas u nas stosowanych.

Trasa linii o długości 161 km przebiega od Łagiszy w kierunku na północ, zdaleka od miast (6—15 km), obok Częstochowy, Radomska, Piotrkowa do Janowa pod Łodzią. Ponieważ przy trasowaniu starano się prowadzić linię szlakiem możliwie prostoliniowym, nie zgadza się jej przebieg z przebiegiem dróg komunikacyjnych. Stąd powstały pewne trudności w transporcie materiałów.

Przed rozpoczęciem robót opracowano samą metodę montażu przewodów opierając się na literaturze obcej oraz na własnym doświadczeniu. Metoda ta wymagała zaprojektowania oraz wykonania odpowiednich narzędzi nie wyrabianych u nas w kraju.

Poważną trudność nastęrczał termin wykonania. Na montaż na odcinku długości 100 km wyznaczono nam 3,5 miesiąca czasu. Trudność stanowiło zdobycie odpowiedniej liczby monterów sieciowych o wysokich kwalifikacjach oraz zdobycie odpowiednich środków transportowych. Przy pomocy władz centralnych udało się te trudności pokonać, pozostało tylko wykonanie samej roboty i tutaj natrafiliśmy na przeszkody zdawało się nie do pokonania.

Nasi monterzy nie spotykali się nigdy z tak dużym przekrojem przewodu roboczego (stalowo-alumin. o średn. 28 mm), a więc i z taką wagą (1750 kg/km), nie byli również obznajomieni z nowymi metodami pracy.

Powstała konieczność zorganizowania brygady szkoleniowej. Utworzenie takiej brygady pociągało za sobą stratę drogiego czasu, było jednak konieczne, żeby móc każdą grupę roboczą wyposażyć w odpowiednią liczbę należycie przygotowanych monterów. Przy dużym wysiłku organizacyjnym udało się i tę trudność pokonać, tak że w rezultacie dysponowaliśmy pięcioma wyszkolonymi grupami montażowymi.

2. Organizacja pracy głównej i jej wykonanie.

Ośrodkiem dyspozycyjnym było biuro w Radomsku, z którym grupy utrzymywały stały kontakt. Pięć grup montażowych było rozłożonych na trasie tak, że każda miała do wykonania ok. 20 km linii. Na czele każdej grupy stał jej kierownik — inżynier lub technik. Następnie w skład grupy wchodził: mistrz, sześciu brygadzystów, ok. 12—15 monterów oraz pomocnicy monterscy i pomoc z terenu. Ogółem grupa liczyła ok. 45 ludzi. Stroną administracyjną w grupie zajmował się przydzielony do każdej grupy urzędnik, którego obowiązkiem było dbanie o transport, kuchnię polową, kwatery, sprawy płatnicze i biuro polowe. Każda grupa, dysponując jednym samochodem terenowym ciężkim, jednym samochodem lekkim oraz ciągnikiem gąsienicowym z przyczepką, załatwiała całkowicie transport materiałów z magazynów na stanowiska polowe.

Każda grupa miała poza kompletem narzędzi, o których mowa poniżej, także środki łączności tj. 6 aparatów telefonicznych polowych z przewodami. Grupę łączności stanowiło dwóch pomocników monterskich, którzy mieli za zadanie tworzenie połączeń telefonicznych polowych i dbanie o sprzęt. Początkowo stosowaliśmy przy naprężaniu przewodów sygnalizację optyczną — jednak z ujemnymi rezultatami. Metoda łączności telefonicznej spełniła swoje zadanie.

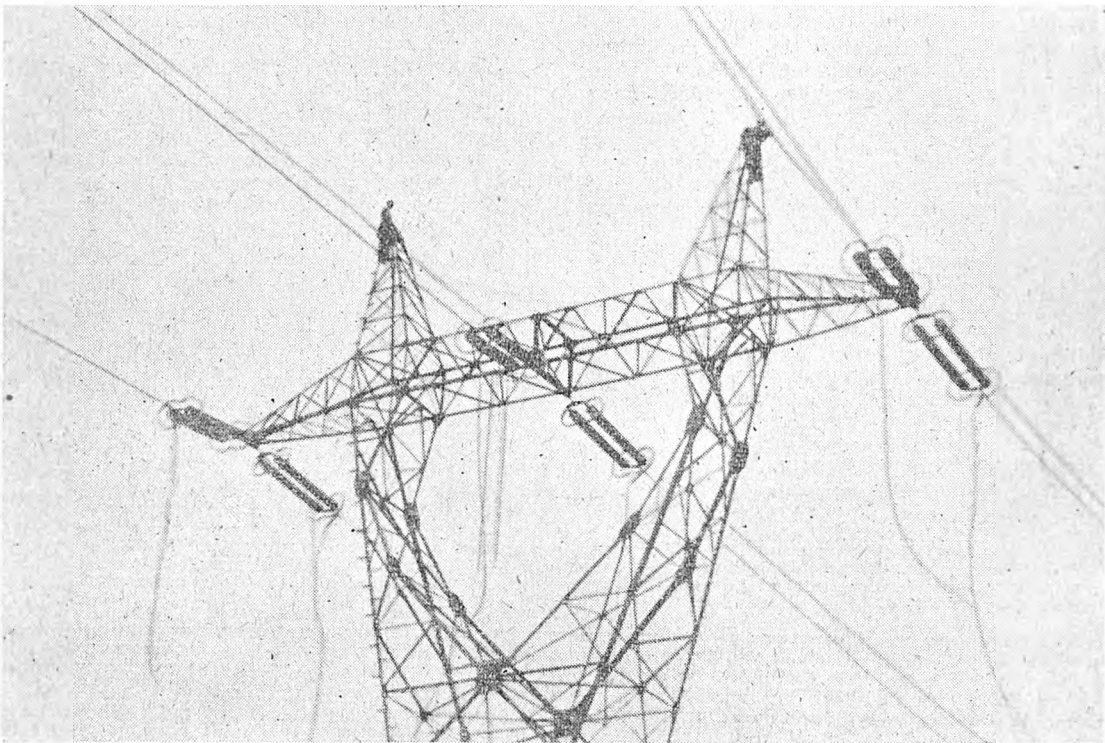
3. Montaż linki ochronnej (stalowej o przekroju 70 mm²).

Rozciąganie linki odbywało się z bębnow za pomocą ciągnika lub samochodu terenowego normalnie po ziemi, w wypadkach zaś podłoża kamienistego z podkładaniem drzewa w miejscach, gdzie powłoka cynkowa była narażona na ścieranie się). Następnie naciągano linkę za pomocą windy regulując zwisy według tabeli montażowej, obliczonej dla naprężenia wyjściowego 31 kg/mm².

*) Por. uwagi w sprawie ciągnięcia linki po ziemi w art. inż. J. Millera, rozdz. 6. (Przyp. red.).

Po naciągnięciu linki i zakończeniu jej na słupie odporowym w zacisku odciągowym podwieszano ją na zaciski dzierzne umocowane do kabłąków na wieżyczkach słupa. Linka była, oczywiście, zawieszana na drewnianych rolkach montażowych zamocowanych podczas montażu na

zmontować 15 takich łańcuchów izolatorowych. Na słupach przelotowych wzmocnionych stosowane było zawieszenie półodciągowe, które składa się z dwóch łańcuchów izolatorowych pojedynczych zawieszonych w ten sposób, że tworzą one między sobą kąt 90° . Zawieszenie na słupie



Rys. 1. Zawieszanie linki ochronnej uziemionej na słupie odporowym

wieżyczkach każdego słupa przelotowego. Przełożenie linki z rolki montażowej do zacisku dzierznego odbywało się przy użyciu wielokrążka, zaczeplonego na wierzchołku wieżyczki (rys. 1).

4. Montaż przewodów roboczych (linka stalowo-aluminiowa o średnicy 28 mm, przekroju 463 mm^2 i wadze 1750 kg/km).

Montaż przewodów roboczych powinien być wykonany w ten sposób, aby powierzchnia aluminiowa przewodu nie uległa podczas montażu żadnym uszkodzeniom. Powierzchnia ta powinna zostać tak gładka, jak wyszła z fabryki.

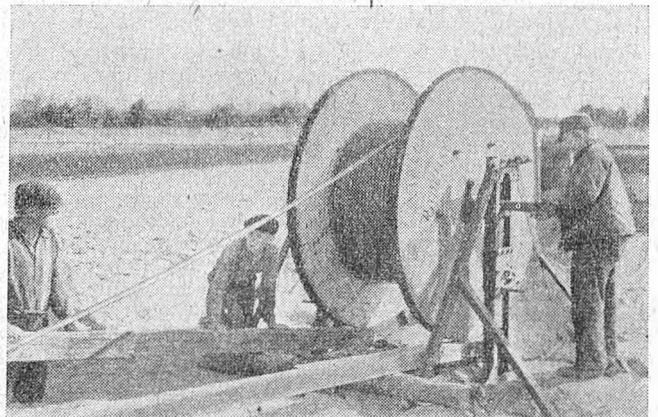
a) Przygotowanie do rozciągania przewodów. Po wyznaczeniu w terenie miejsc na ustawienie bębnow z linką roboczą rozpoczęto transport bębnow, który przy dużej stosunkowo wadze jednego bębna (2,5 t) i złym stanie dróg nastęrczał niemało trudności. Bębny z przewodami były zmagazynowane na poszczególnych stacjach kolejowych. Na każdej stacji były przygotowane specjalne bramy dźwigowe do załadowania tych bębnow na samochody terenowe ciężkie (nośność 10 t). Specjalne grupy transportowe przewoziły bębny na stanowiska polowe. Rozładowanie samochodów w polu odbywało się w ten sposób, że samochód wjeżdżał w wykopaną w ziemi pochylnię tak, że platforma samochodu obniżała się i można było łatwo stoczyć z niej bębny bezpośrednio na teren. Następnie przez otwór w bębnie przekładano oś stalową o średn. 80 mm i za pomocą lewarów podnoszono bęben na uprzednio ustawione dwa kozły żelazne, po czym zdejmowano deski ochronne z obwodu bębna, wyciągając starannie wszystkie gwoździe, które mogłyby przewód przy rozwijaniu uszkodzić (rys. 2).

b) Montaż izolatorów. Normalny łańcuch izolatorów przeznaczony dla słupa przelotowego składa się z 14 izolatorów talerzowych o średn. 280 mm typu K 3 oraz odpowiedniego sprzętu ochronnego i zawieszeniowego.

Montaż takiego łańcucha izolatorów odbywa się na ziemi, po czym wciąga się łańcuch za pomocą wielokrążka poprzez rolkę żelazną zawieszoną na poprzeczce słupa. Normalnie grupa monterów złożona z 8 ludzi mogła dziennie

odporowym i odporowo-naroznym składa się z dwóch równoległych pojedynczych łańcuchów izolatorów połączonych z obydwu stron orczykami. Montaż takiego łańcucha odbywa się na ziemi, po czym wciąga się go na słup za pomocą windy kozłowej lub ciągnika. Wszystkie izolatory muszą być przed wciągnięciem łańcuchów na słupy dobrze oczyszczone szmatami, gdyż wszelkie zanieczyszczenia powodują obniżenie wartości izolacyjnej łańcucha.

Na końcach łańcuchów na słupach przelotowych w miejsce zacisków dzierznych zawieszamy rolki montażowe. Rolki te o średnicy 600 mm, zaopatrzone w łożyska kulkowe, wykonane są z aluminium i posiadają głęboki rowek na przewód. Oprawione są w specjalny uchwyt z



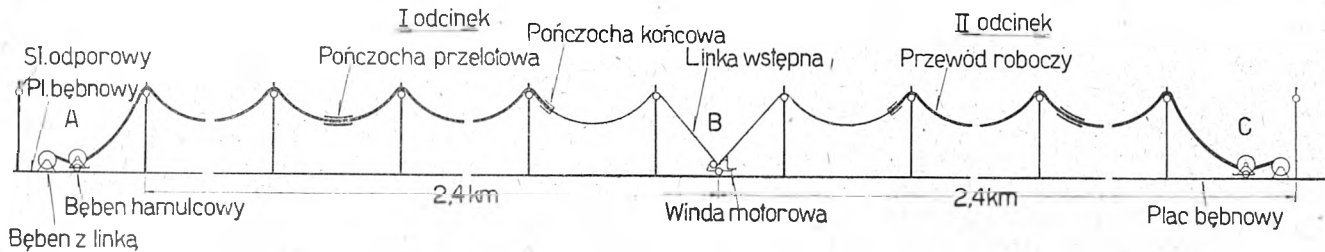
Rys. 2. Stanowisko bębnowe A

Bęben z przewodem roboczym na stojakach kozłowych hamowany przez belki drewniane

odpowiednim hakiem do umocowania na końcu łańcucha. Rolki montażowe wciągamy razem z łańcuchem izolatorowym na słup. Uchwyt rolki jest tak skonstruowany, żeby można było przewód wyciągnąć z rolki bez potrzeby demontowania jej.

c) Rozciąganie przewodów wzdłuż trasy. Przy rozciąganiu przewodów (rys. 3) zastosowaliśmy metodę z linką wstępną, windą motorową i bębniem hamulcowym. Metoda ta pozwala w zasadzie rozciągnąć przewód wzdłuż trasy bez zetknięcia się przewodu z ziemią.

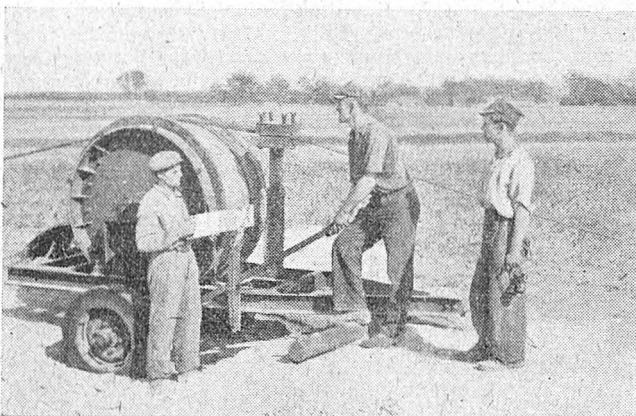
wodu niedostatecznej siły pociągowej użytych wind motorowych (rys. 5). Zastosowaliśmy wobec tego dodatkowo kozły montażowe, podstawiając je pod rozciągany przewód w celu podtrzymania przewodu w powietrzu. Kozły montażowe (rys. 6) są to trójnoży z rur gazowych o średn.



Rys. 3. Rozciąganie przewodów na trasie

Odległości między słupami odporowymi wahają się na linii Śląsk—Łódź między 1 a 13 km i odpowiednio do tego trzeba było ustalać miejsca na windę motorową i plac bębnowy. Długości fabrykacyjne przewodu wynosiły ok. 1200 m. Rozciągaliśmy zwykle dwie długości fabrykacyjne naraz, jak to ilustruje rysunek.

Linkę wstępną, stalową o średn. 8 mm, rozciągano najpierw ciągnikiem wzdłuż trasy, wieszając ją na rolkach montażowych zamocowanych u dołu łańcuchów izolatorowych. Długość tej linki wynosiła 3000 m. Po przeciągnięciu linki wstępnej na odcinku od windy motorowej do placu bębnowego odwijamy początek przewodu z bębna, okręcamy go 4 razy na bębnie hamulcowym i łączymy go z linką wstępną przy pomocy tak zwanej pończochy. Pończocha jest to siatka z drutów stalowych. Posiada ona długość 1,5 m, a średnicę 35 mm w świetle i z jednej strony była zakończona uchem z linki. Taką pończochę stalową nasuwamy na koniec przewodu, okręcając ją potem w kilku miejscach cienkim drutem żelaznym. Pończocha podczas rozciągania się zmniejsza swą średnicę, przez co obciska przewód. Inny sposób łączenia linki wstępnej z przewodem spowodowałby zwiększenie się średnicy przewodu w miejscu łączenia, co z kolei wywołałoby trudności przy przeciąganiu takiego złącza przez rolki montażowe.



Rys. 4. Stanowisko bębnowe A

Bęben hamulcowy nadający rozciągniętemu przewodowi naprężenia rzędu 1—2 kg/mm²

Linka wstępna, nawijając się na bęben windy motorowej, ciągnie za sobą przewód uchwycony w pończosze. Równocześnie hamuje się bieg przewodu za pomocą bębna hamulcowego, przez co utrzymuje się w przewodzie pewien nacisk i zapobiega zetknięciu się przewodu z ziemią.

Bęben hamulcowy jest to urządzenie, składające się z podwozia na kołach, na którym jest zamontowany obracający się luźno na osi bęben o średn. 1800 mm. Bęben składa się z odpowiednio wyciętych segmentów z drzewa twardego, umocowanych na dwóch tarczach żelaznych. Do tarcz są przymocowane urządzenia hamujące bieg bębna tak, że przewód nawinięty na bębnie kilka razy może być podczas rozciągania zupełnie w swym biegu zahamowany (rys. 4).

W praktyce nie udało się utrzymać przewodu w powietrzu przez hamowanie samym bębniem hamulcowym z po-

2", dług. 5 m. Na wierzchołku trójnoża jest umocowana obrotowa rolka z drzewa twardego o półokrągłym wykroju oraz listwy drewniane, zabezpieczające przewód od

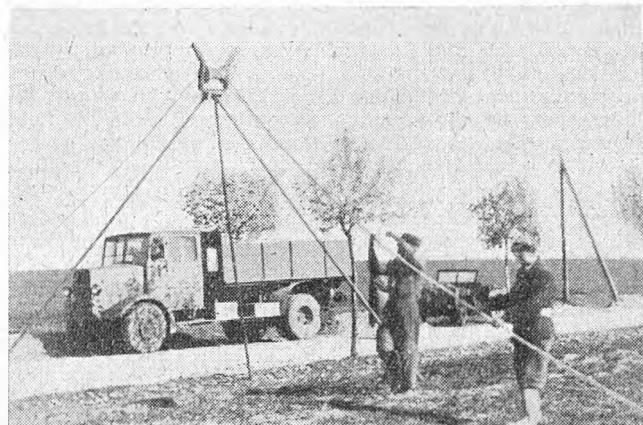


Rys. 5. Stanowisko windy motorowej B

Na pierwszym planie winda motorowa ciągnąca linkę wstępną; z tyłu bęben hamulcowy, na który nawijana jest linka wstępna

wypadnięcia z rolki. Kozły montażowe ustawiano zależnie od konfiguracji terenu po 4—5 szt. w każdym przęśle.

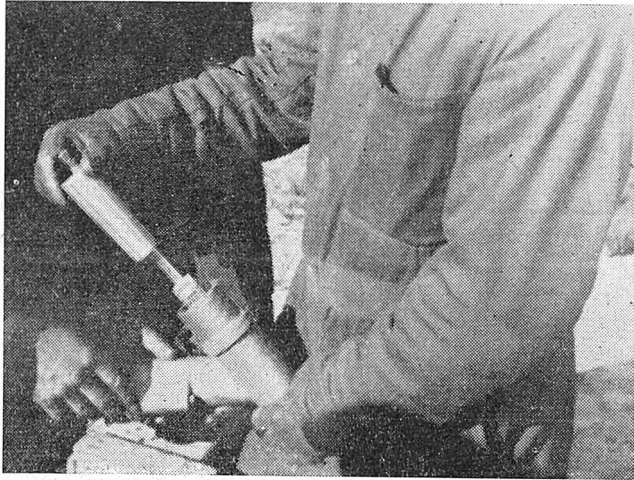
Plac bębnowy i plac windy były ze sobą połączone telefonicznie. Również były zainstalowane aparaty telefoniczne polowe wzdłuż odcinka montażu, co pozwalało



Rys. 6. Trójnóg z rolką, po której ślizga się przewód wstępny i roboczy

na sprawne kierowanie poszczególnymi czynnościami podczas rozciągania przewodu. Niezależnie od obsługi na placu bębnowym i placu windy była jeszcze obsługa wzdłuż odcinka, kontrolująca prawidłowość działania kozłów montażowych oraz rolek na słupach. W wypadku jakiegoś zahaczenia się przewodu plac windy dostawał telefoniczny rozkaz zatrzymania windy aż do czasu usu-

nięcia przeszkody. Po rozciągnięciu w ten sposób jednej długości fabrykacyjnej przewodu (1200 m) zdejmowało się puste bębny z koźlów i zakładało się nowe bębny z przewodem. Koniec przewodu z pierwszego bębna łączyło się z początkiem przewodu z drugiego bębna za pomocą stalowej pończochy przelotowej, podobnej do poprzednio opisanej, lecz o długości dwa razy większej i otwartej z obydwóch końców (rys. 3). Po połączeniu dwóch końców



Rys. 7. Montaż zacisku odciągowego

przewodu ze sobą rozciągnano przewód dalej aż do wyzerpania się następnego bębna. Czas rozciągania przewodu na długości 1,2 km wynosił średnio 45 minut.

Rozciągnawszy w ten sposób dwie długości fabrykacyjne przewodu (rys. 3), zakotwiczyliśmy przewód w ziemi w punkcie A, pomiędzy bębnami a słupem, przy pomocy specjalnej żabki duraluminiowej i odcinka liny stalowej, po czym odwijamy koniec przewodu z obydwu bębnow i zamocowujemy go w punkcie A do zacisku odciągowego, połączonego z odciągowym łańcuchem izolatorowym. Za pomocą windy wciągamy łańcuch razem z przewodem na słup odporowy. Następnie zdejmujemy pończochę przelotową, łącząc końce dwóch odcinków fabrykacyjnych przewodu, oczywista po uprzednim zakotwiczeniu tych końców żabką i liną stalową w ziemi i na miejsce pończochy montujemy złącze.

Złącza oraz zaciski odciągowe *) były stożkowe koncentryczne, dostarczone przez włoską firmę „Volpato“ (rys. 7). Zasadniczą ich częścią składową jest tuleja aluminiowa jako oprawa, stożek zaciskowy stalowy obejmujący rdzeń stalowy przewodu oraz stożek aluminiowy obejmujący płaszcz aluminiowy przewodu. Montaż tych złącz wymagał bardzo dokładnej i czystej roboty, gdyż każde zanieczyszczenie lub niedociągnięcie nakrętek groziło wyszlizgnięciem się przewodu ze złącza pod pełnym naciągiem. Przewód musiał być przed zmontowaniem w złączu dokładnie oczyszczony szczotką drucianą z tlenków i zanieczyszczeń oraz nasmarowany tłuszczem bezkwasowym.

Po wykonaniu tych czynności mocuje się koniec przewodu w punkcie B za pomocą żabki do windy lub ciągnika i ciągnąc przewód podnosi się go na całej długości w górę na 3—4 m od ziemi po to, aby zwolnić koźły montażowe do dalszego użytku.

Następnie zakotwicza się przewód w ziemi. Zakotwiczenie przewodu wygląda w ten sposób, że na głębokości 2 m zakopujemy w ziemi belkę drewnianą o średn. 25 cm, dług. 2—2,5 m, którą owijamy tak zwanym pętem czyli liną stalową dług. 3 m zaplecioną z obydwóch stron w ucha. Koniec tej liny (z uchem) przewlekamy przez drugie ucho, uzyskując w ten sposób pętlę zaciskającą się na belce. Linę przeprowadzamy ukośnie przez warstwę ziemi znajdującą się nad belką, następnie zakopujemy dół i silnie ubijamy ziemię. W ten sposób wykonane zakotwiczenie jest w gruncie normalnym absolutnie pewne. Zacisk aluminiowy o specjalnej konstrukcji, tak zwaną żabką, montujemy na przewodzie też przy rolce montażowej na słupie, następnie łączymy żabkę liną stalową o średn.

*) Por. rys. 1 w artykule inż. T. Stepińskiego „Sprzęt zawieszony” i rys. 17 w art. inż. J. Millera „Uwagi o pracach budowlanych i montażowych”. (Przyp. red.).

18 mm z wystającym z ziemi końcem pęta, uzyskując w ten sposób wolny koniec przewodu, co ma zasadnicze znaczenie dla dalszego montażu. Połączenie liny stalowej z pętem robi się za pomocą złącz kabłąkowych. Odległość zakotwiczenia wynosi minimum 150—200 m od słupa.

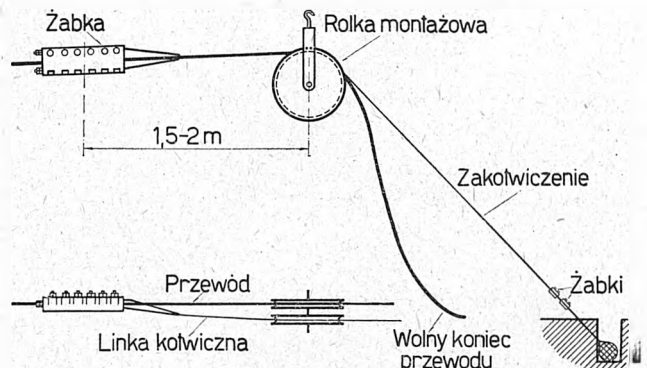
Następnie taka sama operacja z rozciąganiem przewodu powtarza się na odcinku B—C o dług. 2,4 km.

d) Naprężanie przewodów. Po rozciągnięciu przewodu na odcinku B—C (rys. 3) łączymy wolno zwisający koniec przewodu odcinka pierwszego z początkiem przewodu odcinka drugiego. W punkcie C ustawiamy windę koźlową o nośności 2—3 t z wielokrążkiem i liną stalową o średn. 16 mm i rozpoczynamy naprężanie przewodów. Rozpoczynamy od przewodu środkowego. Montujemy na przewodzie żabkę, którą łączymy z jednym hakiem wielokrążka, drugi hak zakotwiczamy w ziemi, a liną wielokrążka łączymy z liną windy. Na omawianym odcinku wybieramy teraz jedno przesło regulacyjne możliwie w środku odcinka oraz dwa przesła kontrolne w pobliżu obu końców odcinka, starając się o to, aby różnica w długościach przesła regulacyjnego i przesła kontrolnych była jak największa. Ustalamy wielkości zwisów dla tych trzech przesła i oznaczamy je łatanami pomiarowymi na słupach.

Naciągamy teraz przewód do pożądanego zwisu. Z powodu oporu mechanicznego rolek naciąg nie jest jednokowy na wszystkich przesłach danego odcinka montażowego. Stąd różnice zwisów rzeczywistych w przesłach kontrolnych wynoszą 1—1,5 m w stosunku do zwisów teoretycznych. Przeciągamy przewód dalej zmniejszając zwisy o ok. 10—15% i pozostawiamy przewód w takim stanie 3—4 godz. Zwisy wówczas na całym odcinku będą mniejsze od zwisów obliczonych dla danej temperatury dziennej i długości przesła. Po upływie tego czasu opuszczamy przewód do pożądanego wartości zwisu. W ten sposób naprężony przewód nie ma już większych tendencji do rozciągania się pod wpływem własnego ciężaru**).

Jeśli tej operacji polegającej na większym naciągnięciu przewodów nie wykonano, to zauważylibyśmy na drugi dzień różnice w zwisach zarówno w stosunku do zwisów z dnia poprzedniego, jak i zwisu jednego przewodu do zwisu sąsiedniego przewodu w tym samym przesle.

Na naciągnięty przewód montujemy teraz żabkę w odległości 1,5—2 m od rolki montażowej na słupie. Żabkę łączymy liną stalową z zakotwiczeniem w ziemi i popuszczamy naciąg na windzie. Cały naciąg przenosi się teraz na zakotwiczenie. Uzyskaliśmy w ten sposób naciągnięty odcinek 4,8 km oraz jeden wolno zwisający koniec przewodu (rys. 8). Odległość między słupami odporowymi lub odporowo-narożnymi wynosiła, jak już wspomniano, 1—13



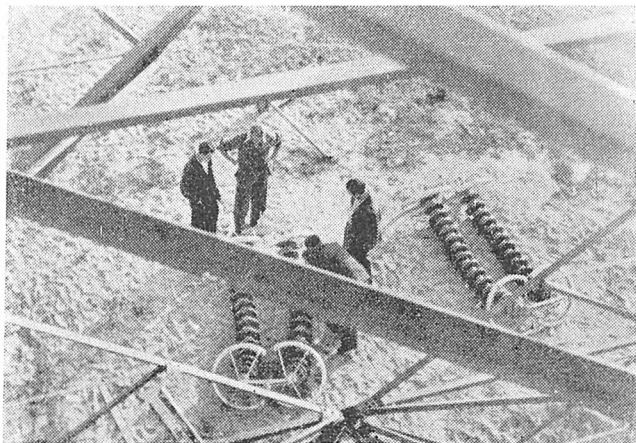
Rys. 8. Zakotwienie przewodu przy stanowisku C (ob. rys. 3)

km. W wypadku sekcji odciągowej o dług. 13 km naciągaliśmy przewody odcinkami tak, jak wyżej opisano.

Stosowaliśmy jeszcze drugą metodę naprężania przewodów. Mianowicie po wyregulowaniu zwisów zostawiało się przewody pod naciągiem przez całą noc i rano dociągało się je do normalnego zwisu. Ta metoda jednak, aczkolwiek może pewniejsza od pierwszej, nie zawsze mogła być stosowana z powodu bardzo szybkiego tempa robót. Poszczególne odcinki łączyliśmy ze sobą, kończąc daną sekcję odciągową na słupie odporowym.

***) Por. uwagi w sprawie regulacji zwisów w artyk. inż. J. Millera, rozdz. 6.

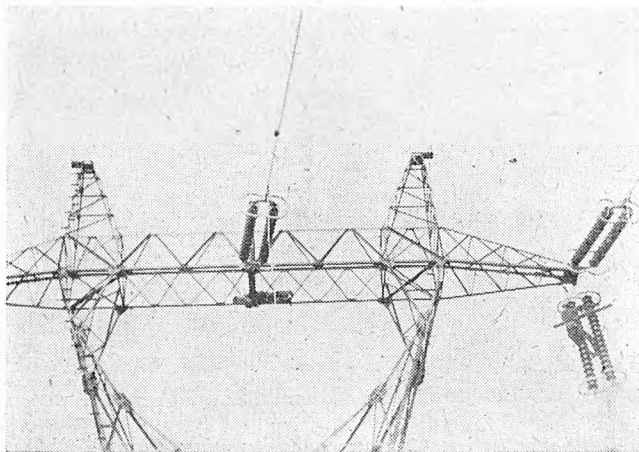
Zakończenie przewodu na słupie odporowym odbywa się w sposób następujący. Przewód przekładamy przez rolkę montażową o specjalnie silnej konstrukcji zawieszoną na słupie odporowym. Naciągamy teraz przewód do normalnego zwisu zaznaczając taśmą izolacyjną miejsce, w którym przewód spoczywa w osi rolki. Następnie zakotwiczamy naciągnięty przewód w ziemi, przed słupem odporowym, co pozwala nam opuścić ostatnie przesło na ziemię. Na ziemi obcinamy przewód od zaznaczonego miejsca taśmą izolacyjną na długość łańcucha odciągowego i montujemy zacisk odciągowy, po czym zakładamy go do przygotowanego, leżącego obok na ziemi odciągowego łańcucha izolatorów (rys. 9). Teraz przewód razem z całym łańcuchem wciągamy na słup odporowy za pomocą ciągnika lub windy. Sam łańcuch odciągowy z po-



Rys. 9. Łańcuchy odciągowy leżące na ziemi przygotowane do podniesienia na słup

wodu jego znacznej długości mocujemy dwoma chomałtami drewnianymi do liny stalowej, przy pomocy której wciągamy go na słup. Lina ta jest przymocowana do dolnego orczyka łańcucha, przechodzi przez oba chomałta drewniane, umocowane na samych izolatorach, następnie przechodzi przez rolkę na słupie do windy. W ten sposób podnosimy cały ciężar łańcucha izolatorów pod pełnym naciąganiem przewodu na słup, mając do dyspozycji drugi wolny nieobciążony koniec łańcucha, co ułatwia w dużym stopniu zahaczenie go do kabłąka na słupie. Nie trzeba dodawać, że wymienione chomałta drewniane utrzymują dystans między obydwoma łańcuchami izolatorów i zapobiegają tym samym obijaniu się izolatorów o siebie (rys. 10 i 11).

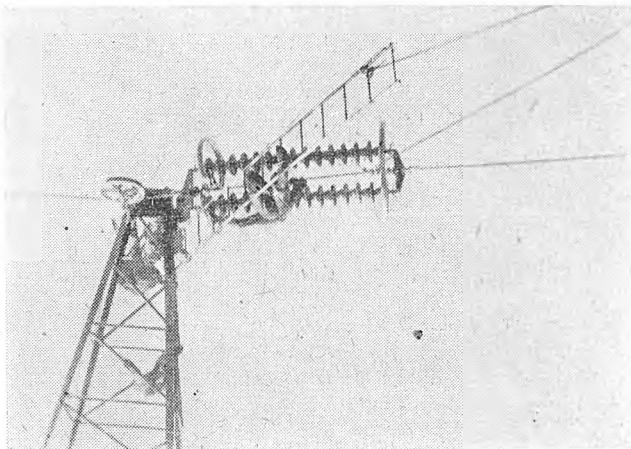
e) Zawieszanie przewodów na słupach przelotowych (również półodciągowy). Po wykonaniu naciągu przewodów rozpoczynamy za-



Rys. 10. Zawieszanie łańcucha odciągowego na słupie

wieszanie przewodów na zaciskach dzierżnych na omawianym odcinku. Jak już poprzednio wspomniano, u końca każdego łańcucha izolatorów wisi rolka montażowa, a w niej spoczywa teraz przewód. Za pomocą wielokrażka zaczepionego na poprzeczce słupa podnosimy przez spe-

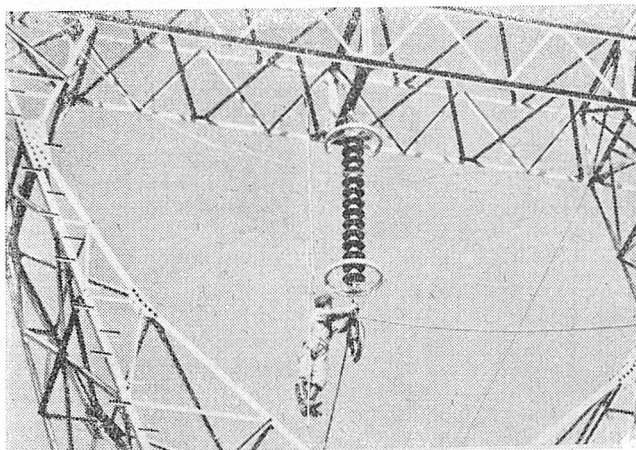
cialny uchwyt przewód lekko w górę, uwalniamy w ten sposób rolkę montażową i zdejmujemy ją z łańcucha. Na miejsce rolki zakładamy zacisk dzierżny dla przewodu, opuszczamy przewód i umocowujemy go w zacisku dzier-



Rys. 11. Ostatni etap pracy przy łańcuchu odciągowym na słupie (widziany z podnóża słupa)

cznym po uprzednim okręceniu go ochronną taśmą aluminiową (10 x 1 mm). Następnie zdejmujemy uchwyt razem z wielokrażkiem z przewodu i przenosimy go na następny przewód. Montaż wykonuje się na drabinkach spawanych z rur gazowych ocynkowanych, zawieszanych na konstrukcji słupa (rys. 12).

Montaż zawieszenia półodciągowego odbywa się w ten sposób, że podnosimy przewód z rolki montażowej przy pomocy dwóch wielokrażków o kilkadziesiąt centymetrów w górę, zaznaczywszy uprzednio taśmą izolacyjną miejsce, w którym przewód spoczywał w osi rolki. Następnie zawieszamy po jednej drabince z każdej strony słupa i odciągamy je linami przymocowanymi do końców drabinek w kierunku linii (rys. 13). Liny zakotwiczamy w ziemi.



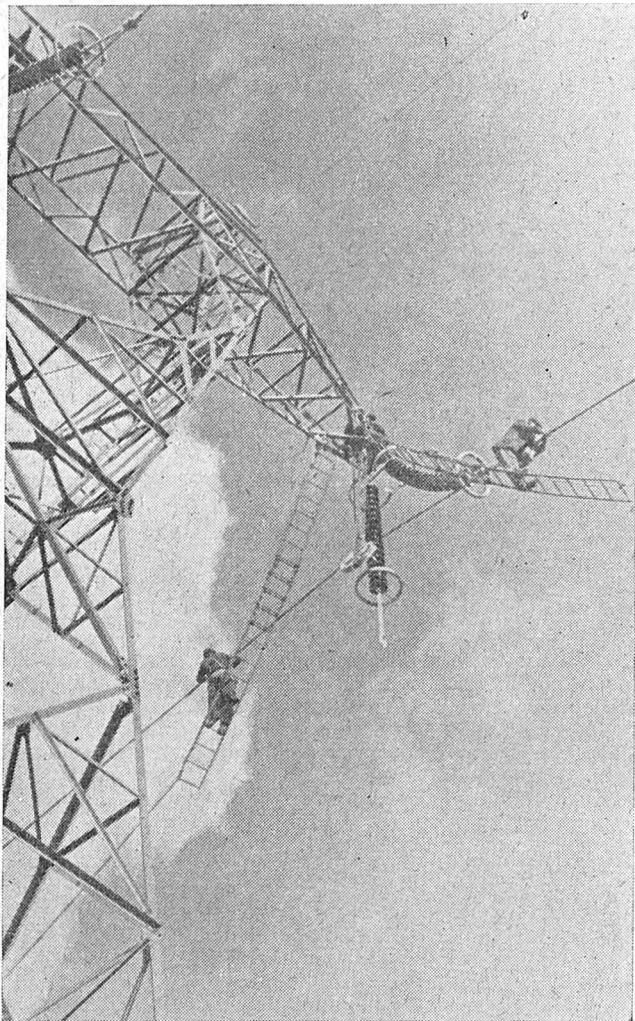
Rys. 12. Początek montażu zawieszenia przelotowego

Monterzy schodzą na drabinki, odmierzają od miejsca zaznaczonego na przewodzie taśmą izolacyjną odpowiednią odległość i montują na przewodzie w odmierzonej odległości zaciski zawieszeniowe. Następnie chwytają liną wolno wiszący koniec łańcucha izolatorowego i dociągają się z ziemi w pobliże zamocowanego na przewodzie zacisku. Monter wpina teraz koniec łańcucha do zacisku. Podobną czynność wykonuje się z drugim łańcuchem. W końcu opuszcza się ostrożnie przewód na wielokrażkach w dół, aby łańcuchy izolatorowe wyprostowały się. Zdejmuje się wielokrażki i obydwie drabinki, przechodząc do montażu następnego przewodu (rys. 14). Montaż takiego zawieszenia półodciągowego wymaga 8 ludzi i ok. 3 godzin czasu.

5. Organizacja i wykonanie prac pomocniczych.

Organizacja transportu podczas budowy przedstawiała niemałe trudności. Jak już poprzednio wspomniano, każda brygada miała do swej dyspozycji jeden samochód te-

renowy ciężki, jeden lekki i ciągnik na gąsienicach. Samochody te w ciężkim terenie często psuły się i trzeba je było stale naprawiać, a na czas uszkodzenia takiego wozu grupa sąsiednia musiała dzielić się swym wozem z grupą poszkodowaną. Niezależnie od tego mieliśmy je-



Rys. 13. Montaż zawieszenia półodciągowego (zakładanie zacisków na przewód)

szcze dwie samodzielne grupy transportowe, zaopatrzone każda w jeden samochód 10-tonowy trzyosiowy z wyposażeniem dźwigowym do transportu bębnow z przewodem roboczym i odgromowym. Grupy te zaopatrywały brygady monterskie w materiał, przewody, izolatory i sprzęt dodatkowy.

Transport narzędzi odbywał się zazwyczaj samochodem własnym grupy; narzędzia ciężkie, jak winda motorowa i bęben hamulcowy, były skonstruowane na podwoziach z pneumatykami i ciągnęły je samochody.

Brygady monterskie były zwykle zakwaterowane po wsiach u gospodarzy. Stąd wyjeżdżały codziennie rano samochodami na robotę. W południe otrzymywali pracownicy obiad z kuchni polowej. Miejsca zakwaterowania wybieraliśmy w ten sposób, aby dojazd do miejsca pracy nie wynosił więcej niż 6—8 km.

Warto jeszcze wspomnieć o wyposażeniu odzieżowym pracowników. Ponieważ nie można było dopuścić, z uwagi na krótki termin wykonania linii, do przestojów, które zwykle powoduje pogoda jesienna (deszcze i silne wiatry), pracownicy byli zaopatrzeni w płaszcze nieprzemakalne, buty gumowe i ubrania robocze. Monterzy pracujący na słupach otrzymali kurtki watowane. Wydatki z tym związane pokryły się liczbą robotniko-godzin, uzyskanych przy pogodzie normalnie uniemożliwiającej montaż.

Magazyny główne były położone przy stacjach kolejowych. Były w nich magazynowane na polu bębny z linką roboczą i ochronną oraz w pomieszczeniach zamkniętych izolatory i sprzęt zawieszeniowy.

Magazyn był obsługiwany przez magazyniera i stróża nocnego. Poza magazynami głównymi istniały jeszcze magazyny polowe przy każdej grupie. Magazynem takim opiekował się magazynier grupy.

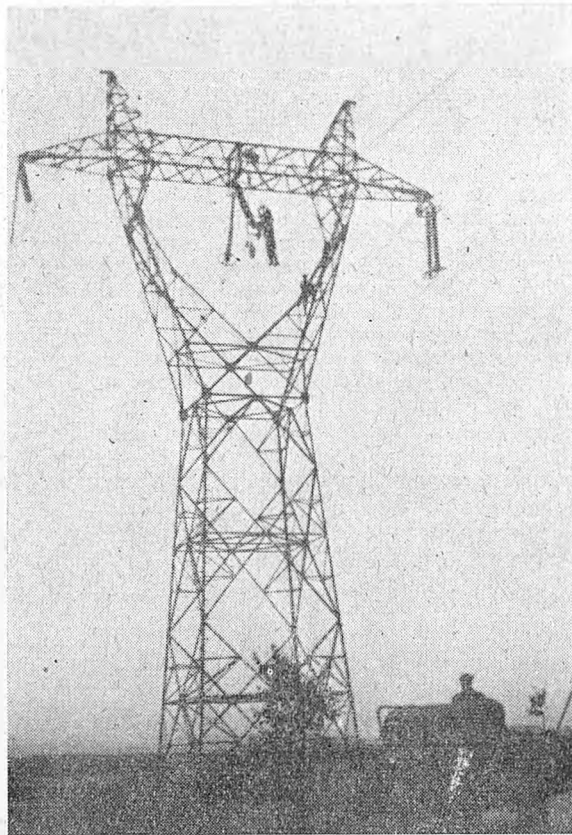
6. Montaż skrzyżowań.

Montaż skrzyżowań z liniami wysokiego napięcia narażał nieraz niemałe trudności organizacyjne. Najczęściej linie te mogły być wyłączane tylko na jeden dzień od rana aż do zmroku. Należało wówczas tak przygotować sobie narzędzia i materiał, aby w ciągu tego czasu wykonać skrzyżowanie.

Podamy opis wykonania jednego z trudniejszych skrzyżowań (rys. 15). Jest to skrzyżowanie z obostrz. III st. drugim sposobem (PNE). Linia 220-kilowoltowa krzyżuje linię 30-kilowoltową, szosę państwową Katowice—Łódź oraz biegnącą wzdłuż niej linię telefoniczną. Odcinek skrzyżowania jest ograniczony dwoma słupami odporowymi. Wewnątrz tego odcinka ustawione są dodatkowo trzy słupy przelotowe wzmocnione, obliczone na skrećanie. Linia 30-kilowoltowa mogła być wyłączona tylko na jeden dzień.

Do wykonania tego skrzyżowania przygotowaliśmy się dwa dni. Ustawiliśmy drewniane rusztowania portalowe zarówno z obu stron szosy w punktach A, B, jak i z obu stron linii kolejowej w punktach C, D (rys. 15 i 16).

Powiesiliśmy wszystkie izolatory na słupach łącznie z rolkami montażowymi. Na szczycie dachu budynku mieszkalnego położyliśmy deski. W punkcie E ustawiliśmy bębny z linką roboczą oraz bęben hamulcowy, w punkcie F windę motorową oraz 3 windy koźlowe do naciągania przewodów. Rozciągnęliśmy linkę wstępną od windy motorowej aż do słupa nr 145 (rys. 15). Monterzy mieli przy-



Rys. 14. Montaż zawieszenia półodciągowego (lewy łańcuch zmontowany, środkowy w montażu, prawy przygotowany do montażu)

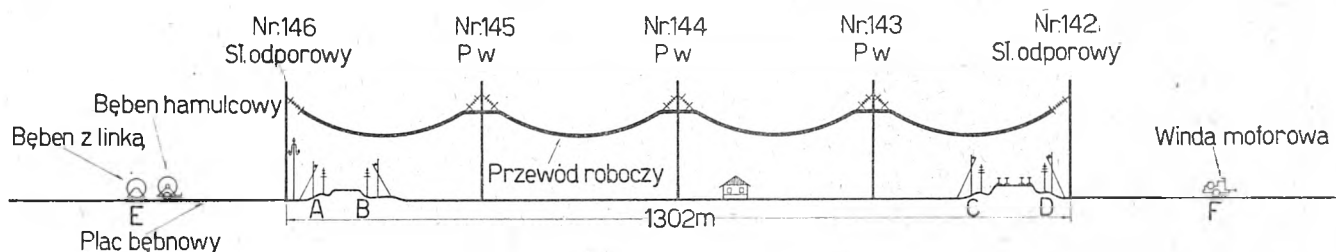
dzielone stanowiska i wyznaczone z góry czynności. Zainstalowano telefon polowy łączący plac windowy z placem bębnowym.

O godz. 5 rano wyłączono linię 30-kilowoltową spod napięcia i przewody tej linii opuściliśmy na trzech pręśłach na ziemię. Przeciagnęliśmy linkę wstępną od słupa nr 145 na plac bębnowy, połączyliśmy ją z przewodem i rozpoczęło się rozciąganie przewodu. Po dociągnięciu

przewodu poza słup nr 142 przymocowaliśmy jego koniec do łańcucha odciągowego i wciągnęliśmy go na słup nr 146. Drugi koniec przewodu połączyliśmy przez żabkę z liną windy koźlowej, przerzucając równocześnie linkę wstępną na rolki montażowe następnego przewodu. Po rozciągnięciu w ten sposób wszystkich 3 przewodów rozpoczęliśmy naprężanie ich win-

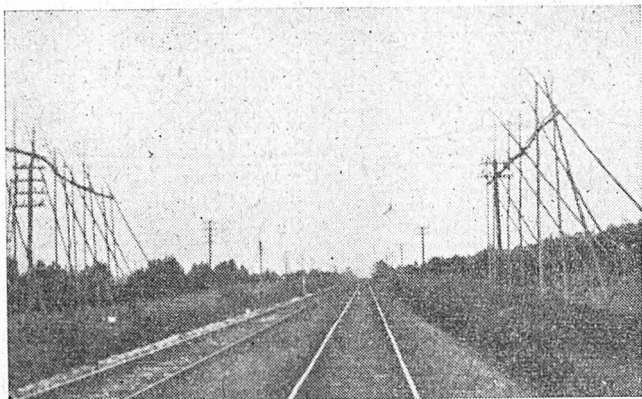
8. Narzędzia.

Każda grupa miała do dyspozycji poza środkami transportowymi: 1 windę motorową, 1 bęben hamulcowy, 2 windy koźlowe, 2 wielokrążki o nośności 5—8 t z linami stalowymi, 6 drabinek rurowych, 8 żabek duraluminiowych, 5 żabek żelaznych do linki ochronnej, 6 wielokrążków na 1—2 t, 2 wielokrążki 1-tonowe z linami konopnymi,



Rys. 15. Przykład zawieszania przewodów na skrzyżowaniu z obstrzeżeniem III stopnia

dami koźlowymi stojącymi w punkcie F. Ponieważ nie było czasu na to, aby przed ostatecznym zamocowaniem pozostawić przewody 3 godziny pod zwiększonym naprężeniem w celu „wyciągnięcia się” przewodów, zawiesziliśmy je ze zwisami o 20 cm mniejszymi od wymaganych. Następnie odpowiednio obcięte końce przewodów wmontowaliśmy w zaciski i łańcuchy odciągowe, po czym wciągnęliśmy je na słup nr 142. W ten sposób przed zapadnięciem zmroku mieliśmy wszystkie 3 przewody wraz z linkami ochronnymi pod naciągiem, lecz nie zdążyliśmy umocować przewodów do zacisków dzierżnych na słupach przelotowych. Linie 30-kilowoltową podnieśliśmy w międzyczasie z powrotem na słupy, po czym włączyliśmy ją pod napięcie. Aby móc następnego dnia pracować nad linią znajdującą się pod napięciem, zabezpieczyliśmy przesła 145—146 w ten sposób, że na każdym przewodzie zamontowaliśmy żabkę, połączoną liną stalową z konstrukcją słupa. Lina z żabką uniemożliwiała opadnięcie przewodu na dół na linie 30-kilowoltową będącą pod napięciem. Kontrola zwisów na drugi dzień po montażu wykazała różnicę 2 cm poniżej wymaganej wartości zwisu.



Rys. 16. Drewniane konstrukcje ochronne przy skrzyżowaniu (C, D na rys. 15)

7. Średniówki montażowe.

Brygada powinna mieć 12—15 monterów kwalifikowanych, 6 brygadzystów, mistrza oraz 25 pomocników (ludzi z terenu). Mistrz przydziela rano każdemu brygadziście pewną robotę do wykonania, którą ten wykonuje z pomocą monterów i robotników terenowych. Rola mistrza podczas roboty ogranicza się do kontrolowania wykonywanych prac i do organizacji samej roboty.

Przy opisanych wyżej metodach pracy można dziennie zmontować przewody na długości 0,6 do 0,8 km linii.

Srednio można liczyć, że brygada 8 ludzi potrafi zawiesić w ciągu jednego dnia izolatory na 5 słupach. Przy zawieszaniu przewodów potrzeba przeciętnie: przy zawieszaniu półodciągowym 8 ludzi i 3 godziny czasu na jeden przewód, przy zawieszaniu przelotowym 3 ludzi i około 2,5 godz. czasu na jeden przewód.

Do prac transportowych potrzeba na jedną grupę transportową oprócz szofera i jego pomocnika 8—10 ludzi.

30 koźłów montażowych, 4 koźły pod bębny, 4 lewary, 45 rolek montażowych aluminiowych, 30 rolek montażowych drewnianych, ponadto rolki specjalne do wciągania łańcuchów odciągowych, rolki specjalne do montażu linek ochronnych, 4 rolki wyrównawcze do współpracy dwóch wind koźlowych, 2 liny stalowe o średn. 16—18 mm i dług. 120 m, 3 000 m linki wstępnej stalowej, 10 pęt z liny stalowej o średn. 18 mm, 8 pęt z liny stalowej o średn. 12 mm, 4 linki konopne dług. 60 m, 30 zacisków kabłąkowych do lin stalowych, 8 kompletów kluczy płaskich, młoty, młotki, cęgi kombinowane, komplet narzędzi do montażu złącz i zacisków odciągowych włoskich, 25 pasów bezpieczeństwa z linkami krótkimi i długimi, 6 telefonów polowych, 3 pończochy stalowe końcowe, 4 pończochy przelotowe, kliny z żelaza CNP12 dług. 2 m, klamry ciesielskie, haki, topory.

9. Wnioski.

Wnioski natury ogólnej. Mieliśmy zbyt krótki termin na należyte przygotowanie się do budowy. Brak było fachowego personelu kierowniczego i wykonawczego. Do sprawnego funkcjonowania aparatu organizacyjnego na takiej budowie potrzeba poza kierownikiem budowy co najmniej 3—4 inżynierów specjalistów. Przy krótkim terminie wykonania potrzebna jest szybka i sprawna łączność z grupami w terenie. Sprawę takiej łączności rozwiązałoby idealnie posiadanie przez każdą grupę radiostacji współpracującej z radiostacją ośrodka dyspozycyjnego. Połączenia telefoniczne międzymiastowe często zawodziły.

Wnioski szczegółowe. Zacisk dzierżny zawieszania półodciągowego powinien posiadać faliste łożo dla przewodu lub powinien być skonstruowany w ten sposób, aby miał dodatkowe zabezpieczenie klinowe od wyslizgnięcia się przewodu z zacisku podczas wypadku. Wydaje się nam, że jest konieczne zastosowanie zacisków kabłąkowych umieszczonych na przewodzie tuż za każdym zaciskiem dzierżnym zawieszania półodciągowego w celu zabezpieczenia przewodu od wyslizgnięcia się z zacisku.

Windy motorowe powinny być zaopatrzone w większe silniki. Uzyskalibyśmy wówczas większą siłę pociagową i jeśli by zastosować wstępną linkę stalową o średn. 14—16 mm, to prawdopodobnie można by uniknąć stosowania koźłów montażowych do podpierania przewodów podczas rozciągania. Takie rozwiązanie przyspieszyłoby niewątpliwie montaż. Można by rozciągać 3 przewody równocześnie, wymagałoby to jednak znacznie większej ilości sprzętu.

W pewnej fazie montażu, kiedy przewody znajdowały się w stanie zauważalnym na wysokości ok. 3 m nad ziemią, dawały się zauważyć wielokrotnie bardzo silne drgania przewodów podczas słabego wiatru. Były to drgania o wyższej częstotliwości, amplituda ich wahała się w granicach dwóch średnic przewodu roboczego.

Przygotowując następną podobną budowę, powinniśmy przeszkolić personel fachowo ze szczególnym naciskiem w kierunku ujednoczenia poszczególnych czynności na budowie. Należałoby przygotować i wypróbować wszystkie maszyny i narzędzia co najmniej na 6 tygodni przed rozpoczęciem montażu; przewieźć te narzędzia z góry.

na miejsce budowy; zaopatrzyć na czas poszczególne grupy w odzież zawodową; z góry wyznaczyć, po zorientowaniu się w terenie, stanowiska dla poszczególnych grup; rozplanować należycie rozkład stanowisk bębnowych na

trasie, uwzględniając drogi dowozowe.

Przez dobre przygotowanie szczegółów budowy i spraw zaopatrzenia materiałowego unikamy niepotrzebnych przestołów i skracamy termin wykonania.

INŻ. JÓZEF HELD
Insp. Koordynacji
Dyr. Bud. Linii

Szczegóły organizacyjne prac projektowych i montażowych oraz dostawy materiałów

Treść. Podstawowy harmonogram budowy. Zaopatrzenie budowy w materiały: konstrukcje żelazne, izolatory, sprzęt liniowy, przewody, aparaturę i materiały dla podstacji. Szybkość transportu. Przebieg budowy w terenie: przedsiębiorstwa, liczba grup, postępek prac w czasie. Zmienność stanu zatrudnienia podczas budowy. Okres budowy. Wnioski.

Организационные вопросы, связанные с проектированием, монтажными работами и доставкой материалов. Основной график постройки линии. Заготовление материалов: железные конструкции, изоляторы, арматура, провода, аппараты и материалы для подстанций. Скорость транспорта. Ход работ на местах: подрядчики, число монтажных партий, использование времени. Изменение с течением времени численного состава работников всех категорий, занятых на постройке. Продолжительность постройки. Заключение.

Organisation of Planning and Erection, and of Supply of Materials. Basic harmonogram of construction. Supply of materials to site: steel constructions, insulators, line accessories, cables, apparatus and material for substations. Speed of transport. Course of work in the field: contractors, number of gangs. Progress of work according to time stipulation. Changeability of state of employment in the course of construction. Period of construction. Conclusions.

Organisation des travaux de projet et de montage et de la fourniture du matériel. Planning général de la construction. Approvisionnement des travaux en matériel: constructions métalliques, isolateurs, armature de ligne, conducteurs, appareillage et matériel des sous-stations. Vitesse de transport. Evolution de la construction en campagne: les entrepreneurs, nombre des équipes, progrès des travaux dans le temps. Modifications des effectifs employés au cours de la construction. Durée de la construction. Conclusions.

1. Wstęp.

Wobec krótkiego czasu, wyznaczonego Dyrekcji Budowy na zbudowanie linii, połączenie jej przez podstacje z sieciami Śląska i Łodzi i uruchomienie, wyłoniła się konieczność bardzo ścisłego zharmonizowania prac poszczególnych komórek, biorących udział w budowie, z możliwościami materiałowymi, a także konieczność zorganizowania stałej kontroli fabrykacji i dostawy materiałów.

Praca w warunkach istniejących w grudniu 1946 r. — wobec trudności piętrzących się na każdym kroku z powodu braku niektórych surowców i dostatecznej liczby fachowców, przy konieczności wyprodukowania wszystkich prawie materiałów w fabrykach krajowych, które w dużej części do fabrykacji tych materiałów nie były przygotowane — zdawała się prawie nie do wykonania.

Możliwości, dane do dyspozycji Dyrekcji Budowy przez Ministerstwo Przemysłu i Handlu, a w szczególności Departament Planowania i Centralny Zarząd Energetyki, pozwoliły jednak przewyżczyć wszystkie trudności.

2. Harmonogram.

Wstępny harmonogram prac, przystosowany do terminów wyznaczonych przez Centralny Zarząd Energetyki, został opracowany przez Państwowe Budownictwo Elektryczne w Krakowie w listopadzie 1946 r. (rys. 1).

Budowa zasadniczo miała być prowadzona na podstawie tego harmonogramu. Warunki dostawy materiałów zmieniły później niektóre daty rozpoczęcia, ale nie wpłynęły na termin zakończenia prac. Ukończenie budowy przewidziano według harmonogramu na koniec października, jednak z góry zarezerwowano jeszcze miesiąc listopad ze względu na możliwą niepogodę i nieprzewidziane przesunięcia dostaw. Praktyka wykazała, że przewidywania te były w naszych warunkach słuszne.

Początek robót w terenie ze względu na przedłużającą się zimę musiał być przełożony na 4 kwietnia 1947 r. Końiec lipca i cały sierpień obfitowały w deszcze, co także ujemnie wpłynęło na tempo prac przy budowie linii.

Zahamowania powstałe z powodu opóźnienia dostaw zmieniły o tyle harmonogram, że prace rozpoczęte później musiały być prowadzone z większą intensywnością, aby ostateczny termin ukończenia nie był przekroczony.

Rzeczywisty przebieg dostaw materiałów i prac na budowie został uwidoczniiony na tym samym harmonogramie (rys. 1).

3. Prace projektowe.

Wobec konieczności niezwłocznego rozpoczęcia budowy prace projektowe zostały rozłożone na etapy, dostosowane do natychmiastowych potrzeb budowy. I dlatego przede wszystkim zajęto się pracami dotyczącymi bezpośrednio linii, jak obliczenia statyczne słupów i fundamentów na podstawie przyjętych zasadniczych rysunków linii

francuskich. W drugiej kolejności zajęto się opracowaniem projektów podstacji.

4. Ogólne zasady rozdziału zamówień.

Warunkiem, od którego zasadniczo zależało dotrzymanie terminu ukończenia budowy, był taki rozdział zamówień w zakresie poszczególnych elementów linii, żeby przemysł krajowy mógł się terminowo wywiązać z dostaw.

Należało dokładnie rozpatrzyć możliwości fabryk dostosowania się do potrzeb budowy linii tak pod względem

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Uwagi
Dostawa cementu													
" żwiru													
" kotew													
" uziomów													
" słupów													
" izolatorów i inn. sprzętu liniow.													
" przewodów roboczych													x
" linek uziemianych													x
Wykonanie fundamentów i uziemień													
Składanie słupów													
Stawianie słupów													
Montaż przewodów roboczych													
" linek uziemianych													
Malowanie słupów, pomiar uziemień													xx
Kontrola i próby odbiorcze													

x Produkcja ukończona 9—IX—47

xx Przerwano prace z powodu złej pogody

----- Projektowany przebieg prac

————— Rzeczywisty przebieg prac

Rys. 1. Harmonogram dostaw i prac budowlanych na linii

terminowego wykonania, jak też szybkiego rozruchu produkcji. Okres prób produkcyjnych z konieczności musiał być ograniczony do minimum.

Sprawę utrudniało to, że projekt techniczny całości nie był jeszcze ukończony w chwili, kiedy nie można było dalej zwlekać z wydaniem zleceń wytwórniom.

Początkowy projekt sprowadzenia z Francji przewodów aluminiowych, jako też całości sprzętu liniowego, okazał się nierealny ze względu zarówno na wysokość cen wymaganych przez dostawców francuskich, jak i na wielką rozbieżność oferowanych terminów dostaw z terminami naszego harmonogramu. Wobec tego musiano skoncentrować wszystkie wysiłki ku temu, aby dostawy były terminowo wykonane przez przemysł krajowy, i ograniczono się do importowania tylko koniecznego surowca — aluminium, nie produkowanego w kraju, oraz sprzętu linio-

wego specjalnego, który wymagałby dłuższego okresu przygotowawczego (złącza stożkowe i zaciski odciągowe do przewodów).

5. Zamówienia i przebieg dostaw. *)

a) Cement. Dostawa cementu zasadniczo nie nastęczała trudności i została planowo wykonana przez Centralny Zarząd Przemysłu Cementowego w Sosnowcu.

b) Konstrukcje żelazne. Dostawa konstrukcji żelaznych została skoncentrowana w całości w firmie „Mostostal“ występującej w tym wypadku w charakterze Centrali Zbytu Konstrukcji Żelaznych, przy czym należało skłonić hutnictwo, aby w planie walcowania na I kwartał 1947 r. uwzględniło całkowite zapotrzebowanie żelaza walcowanego w ilości około 3 200 ton.

Wiadomo, że jeszcze w obecnej chwili przemysł hutniczy ma właśnie w tych dostawach swój „wąski przekrój“. Zamówienie zasadniczo zostało udzielone firmie „Mostostal“ na konferencji w Zabrze dnia 23 grudnia 1946 r., a Centrala Żelaza i Stali w Katowicach już 28 grudnia otrzymała zamówienie na żelazo, przy czym ze względu na nieukończenie projektów musiano sobie zarezerwować prawo wprowadzenia ewentualnych zmian ilościowych w poszczególnych grupach profili. Głównymi dostawcami były huty „Pokój“ w Nowym Bytomiu i „Florian“ w Świętochłowicach. Huty te spełniły nałożone na nie zadania i nie było zasadniczych opóźnień w dostawach.

Wykonanie samych konstrukcji zostało powierzone siedmiu warsztatom i ostateczny rozdział zamówień na wytwórnice był następujący:

- | | |
|--|-----------|
| 1) Wytwórnia Wagonów i Mostów w Chorzowie | |
| słupy typu P | 203 szt., |
| " " NP | 2 szt., |
| " " PW | 44 szt., |
| razem o wadze około 1 837 t. | |
| 2) Huta Zabrze | |
| słupy typu PW | 40 szt., |
| " " DPW | 10 szt., |
| razem o wadze około 483 t. | |
| 3) Mikołowskie Zakłady Budowy Maszyn | |
| słupy typu P | 29 szt., |
| " " DP | 13 szt., |
| razem o wadze około 316 t. | |
| 4) Huta „Pokój“ w Łabędach | |
| słupy typu ON | 17 szt., |
| razem o wadze około 167 t. | |
| 5) Zakłady Przemysłowe „Metalurgia“ w Radomsku | |
| słupy typu O | 15 szt., |
| razem o wadze około 130 t. | |
| 6) Zakłady Mechaniczne „Zamkost“ w Będzinie | |
| słupy typu O | 10 szt., |
| razem o wadze około 85 t. | |
| 7) Fabryka Maszyn i Konstrukcji Żelaznych | |
| Elewator w Katowicach | |
| słupy typu K | 2 szt., |
| razem o wadze około 20½ t. | |

Prawie wszystkie wymienione firmy dostarczyły zamówione słupy bez większych opóźnień. Dostawa słupów rozpoczęła się na początku maja 1947 r., a została zakończona w listopadzie 1947 r.

Kotwy do fundamentów i szablony do ustawiania kotew zostały wykonane przez Wytwórnice Wagonów i Mostów w Chorzowie w ilości 192 t, z tego same kotwy ważyły 95,5 ton. Konieczność rozbięcia prac fundamentowych na siedem grup zmusiła do wykonania wielkiej ilości szablonów — 66 sztuk.

Szczególnie należy podkreślić wysiłek pracowników Wytwórni Wagonów i Mostów w Chorzowie, która wykonała w okresie od marca do końca września ok. 61% wszystkich konstrukcji żelaznych.

c) Izolatory. Izolatory produkcji krajowej miały zagwarantowaną wytrzymałość długotrwałą 3000 kg. Istniała możliwość wyprodukowania pewnej ilości izolatorów o wytrzymałości 4 900 kg, ale należało szukać odpowiednich surowców. Postanowiono więc zastosować na słupach przelotowych i przelotowych wzmocnionych izolatory nor-

malnej produkcji, dla słupów zaś odporowych, narożnych i krańcowych zastosować izolatory wzmocnione o wytrzymałości długotrwałej 4 900 kg, a także ograniczyć największy naciąg przewodów roboczych do 11,4 kg/mm².

Izolatory wzmocnione podjęła się produkować tylko Fabryka Porcelany „Boguchwała“ w Boguchwale. Ustalono więc, że Fabryka Porcelany „Zofiówka“ dostarczy 15 500 szt. izolatorów typu K3 o wytrzymałości 3 000 kg, a Fabryka Porcelany „Boguchwała“ dostarczy 6 500 szt. izolatorów tego samego typu i 9 200 szt. typu wzmocnionego o wytrzymałości długotrwałej 4 900 kg.

Rozpoczęcie dostawy izolatorów było przewidziane na dzień 15 kwietnia 1947 r. Z powodu jednak trudności, które powstały przy otrzymywaniu kołpaków (kujnej leizny) oraz trzonków kutych, dostawy te zostały opóźnione i rozpoczęły się w końcu maja dla izolatorów normalnych oraz w końcu czerwca dla izolatorów wzmocnionych.

Próby mechaniczne były wykonywane według przepisów VDE. Co do elektrycznej próby odbiorczej izolatorów, to, niestety, z powodu braku odpowiedniej aparatury trzeba było ograniczyć się do pomiaru przeskołu na sucho i pod deszczem od 1 do 3 ogniów oraz do próby przebicia jednego izolatora w oleju. Nie można było wykonać prób na przeskok falą uderową.

d) Sprzęt przewodowy. Dostawy krajowe. Trudności w dostawie dalszego sprzętu przewodowego poza izolatorami zostały przezwyciężone przez oddanie zamówienia firmie „Izolator“ w Bielsku, która opracowała rysunki na sprzęt do przewodu stalowo-aluminiowego oraz do linki ochronnej uziemionej i podjęła się dostarczenia tego sprzętu w odpowiednim terminie. Fabrykacja napotykała na bardzo wielkie trudności, gdyż poszczególne części musiały być zamawiane w różnych fabrykach.

Udział w produkcji sprzętu przewodowego wzięły następujące fabryki:

Firma E. Erbe, Zawiercie — części z kujnej leizny, Rybnicka Fabryka Maszyn, Rybnik — cynkowanie i części kute,

Firma Brevillier i Urban, Ustroń Ciesz. — części kute, Bispol, Bielsko — śruby, podkładki i nakrętki, oraz inne mniejsze firmy.

Montażu całości dokonywano w warsztatach firmy „Izolator“ w Bielsku.

Jednym z trudniejszych warunków technicznych była wytrzymałość ocynkowania na sześciokrotne zanurzenie w 20-procentowym zneutralizowanym roztworze siarczanu miedzi. Na wytrzymałość mechaniczną wszystkie części były obliczone z uwzględnieniem 3—5-krotnego współczynnika bezpieczeństwa.

Dostawa sprzętu przewidziana na początek czerwca 1947 r. rozpoczęła się z powodu różnych trudności wynikłych przy fabrykacji dopiero w ostatnich dniach lipca. Trudności wynikały przede wszystkim ze zbyt krótkiego okresu przygotowawczego.

Dostawy zagraniczne. Złącza stożkowe do przewodu stalowo-aluminiowego i linki ochronnej oraz zaciski odciągowe typu stożkowego do przewodu stalowo-aluminiowego, z powodu zbyt krótkiego czasu będącego do dyspozycji na prace przygotowawcze, nie mogły być wyprodukowane w kraju. Początkowo zamówiono je we Francji. Jednakże francuscy producenci tego sprzętu oświadczyli w kwietniu 1947 r., że nie mogą go dostarczyć w terminach żądanych, wobec czego Dyrekcja Budowy zmuszona była szukać innego dostawcy. Firma włoska „Volpato“ w Mediolanie podjęła się dostarczyć omawiany sprzęt w terminie od czerwca do października 1947 r. i terminu tego dotrzymała.

Dostawy obejmowały:
525 szt. złącz stożkowych do przewodu stalowo-aluminiowego,
330 „ zacisków odciągowych do tegoż przewodu,
225 „ złącz stożkowych do linki uziemionej.

e) Przewody. Po nieudanych próbach zamówienia przewodów stalowo-aluminiowych we Francji, gdzie nie było pewności terminowej dostawy, postanowiono na wspólnej konferencji dnia 1. 3. 47 r. przedstawiciele Centralnego Zarządu Przemysłu Elektrotechnicznego, Zjednoczenia Polskich Fabryk Drutu, Gwóździ i Czarnych Narzędzi i Dyrekcji Budowy rozdzielić wykonanie przewo-

*) Por. art. inż. M. Kobylińskiego „Ogólna organizacja budowy“, rozdz. 6. (Przyp. red.).

dów oraz linki ochronnej w następujący sposób: a) dostarczenie walcówki aluminiowej powierzono Fabryce Kabli i Drułu w Będzinie; b) Zakładom Przemysłowym „Metalurgia” w Radomsku oddano do wykonania druty stalowe i aluminiowe oraz skręcenie przewodu; c) Fabryce Deichsel w Sosnowcu powierzono wykonanie w całości linki ochronnej stalowej. Warunki techniczne wykonania i odbioru opierały się na przepisach VDE 210.

Największe trudności były z wytrzymałością na zerwanie aluminium. Trudności te zostały jednak pokonane i dostawa przewodów roboczych i linki ochronnej została ukończona ściśle w terminie wyznaczonym tj. dnia 4 października 1947 r.

f) Dostawa materiałów dla podstacji 110-kilowoltowych w Janowie i Łagiszy oraz dla linii łączących te podstacje z pierścieniem śląskim i Elektrownią Łódzką.

1. Przewody dla pierścienia śląskiego. Wobec konieczności przyłączenia pierścienia śląskiego do podstacji w Łagiszy Dyrekcja Budowy musiała interweniować w sprawie szybkiej dostawy koniecznych materiałów dla wykonawcy — Elektrowni Okręgowej Zagłębia Dąbrowskiego w Będzinie.

2. Aparatura na 110 kV. Wobec niemożliwości otrzymania w żądanym terminie aparatury na 110 kV od wytwórców aparaturę taką zdemontowano w podstacji w Piotrolesiu na Dolnym Śląsku, gdzie w owym okresie stała bezużytecznie.

3. Transformator na 132/33 kV o mocy 30 MVA dla podstacji w Janowie sprowadzono z Anglii w ramach dostaw UNRRA.

4. Aparatura na 30 kV została wykonana po większej części przez Pierwszą Państ. Fabrykę Aparatów Elektrycznych dawniej K. Szpotański w Warszawie.

5. Przekładniki i aparaty pomiarowe. Przekładniki różnicowe oraz odległościowe zostały zdemontowane w niezliczonych podstacjach Ziemi Odzyskanych. Przekładniki nadmiarowe i pomocnicze dostarczyła Swiebozicka Fabryka Przekładników.

6. Kable ziemne na 30 kV zostały wykonane po połowie przez Kabel Polski w Bydgoszczy i Fabrykę Kabli w Krakowie, które dostarczyły także wszelkich kabli sygnalizacyjnych. Muf do kabli 30-kilowoltowych dostarczyła Fabryka Kabli w Krakowie ze współudziałem Firmy Gonsiorowski w Katowicach, która równocześnie dostarczyła muf złącznych i końcowych do wszystkich kabli sygnalizacyjnych.

g) Ogólna charakterystyka i ocena dostaw. Na ogół dostawcy dotrzymywali terminów, mimo że czas przygotowania do fabrykacji był stosunkowo bardzo krótki. Dla przykładu podamy, że od czasu zamówienia przewodów do chwili dostarczenia ich pierwszej partii upłynęło zaledwie 2½ miesiąca. W tym krótkim czasie należało przeprowadzić próbę i ustalić sposób fabrykacji drutu aluminiowego z posiadanych bloków aluminiowych, które zasadniczo przeznaczone były do topienia, a nie do walcowania.

Fabrykację kabli 30-kilowoltowych zorganizowano w ciągu 3 miesięcy, przy czym należało czekać na dostawę papieru metalizowanego z zagranicy. Sprzęt przewodowy opracowano, począwszy od rysunków poprzez wykonanie modeli odlewów próbnych, w okresie 6 miesięcy, przy czym wszystkie części sprzętu były po raz pierwszy wykonane u nas w kraju dla tak dużego przekroju przewodu i równocześnie przy braku odpowiednich surowców.

Dyrekcja Budowy znając trudności materiałowe, z którymi musieli walczyć dostawcy, zapewniała im za pośrednictwem Centralnego Zarządu Energetyki i Ministerstwa Przemysłu i Handlu pierwszeństwo w dostawach surowców. Interwencje Dyrekcji Budowy sięgały czasami nawet do najdrobniejszych poddostawców.

h) Transport. Obok trudności materiałowych wiązały się początkowo przy budowie także trudności transportowe, które zostały jednak szybko przełamane dzięki interwencji Ministerstwa Komunikacji. Polegała ona na wydaniu zarządzenia wszystkim Dyrekcjom Kolejowym przyspieszenia dostaw, opatrzonej napisem: „Dostawy dla Dyrekcji Budowy Linii 220 kV Śląsk—Łódź—Warszawa”. Dlatego też dostawy kolejowe na ogół do-

pisywały i średnio na odległościach 100 km transport trwał 3 dni.

Materiały bardzo pilne, jak sprzęt przewodowy, były dostarczane na miejsce budowy prawie wyłącznie samochodami ciężarowymi przedsiębiorstw państwowych. Transport taki trwał na odległości 100 km zaledwie jeden dzień. Nawet transport sprzętu przewodowego z Mediolanu do Zebrzydowic trwał w najgorszym wypadku 8 dni dzięki uzyskaniu zezwolenia załadowania przesyłek zawierających 1 t do międzynarodowego pociągu pośpiesznego, który zasadniczo przesyłek towarowych nie przyjmuje.

6. Organizacja budowy w terenie.^{*)}

a) Założenia ogólne. Budowa linii rozciągała się na długości 161 km i celem racjonalnego ujęcia prac podzielono trasę na odcinki: północny i południowy. Wszystkie fazy prac rozpoczynały się w punkcie połączenia obu odcinków tj. przy słupie nr 194 we wsi Radziechowice koło Radomska. Kierowano się przy tym takimi względami, jak zcentralizowanie w jednym miejscu ośrodków pierwszych prac ze względów organizacyjnych i maksymalne wykorzystanie doświadczonych kadr w celu szkolenia fachowego kierownictwa dalszych grup zajętych przy poszczególnych fazach budowy.

Dalszą zasadą przy prowadzeniu budowy było takie rozbięcie trasy linii na odcinki, aby opóźnienie jednej fazy pracy na jednym odcinku nie hamowało prac na innych odcinkach.

Niemniej ważną sprawą był wybór miejsc na główne magazyny wzdłuż całej trasy. Chodziło bowiem o łatwe i szybkie rozprowadzenie potrzebnych materiałów przy użyciu najmniejszej ilości jednostek transportowych.

b) Wykonanie fundamentów. Prace te zostały powierzone do wykonania Państwowemu Budownictwu Elektrycznemu w Krakowie od słupa nr 1 do 241 i od nr 308 do 327 oraz Społecznemu Przedsiębiorstwu Budowlanemu w Łodzi od słupa nr 242 do 307 i od nr 328 do 380.

Państwowe Budownictwo Elektryczne rozłożyło prace na cztery grupy normalne i jedną grupę specjalną, Społeczne zaś Przedsiębiorstwo Budowlane na dwie grupy. P. B. E. rozpoczęło prace 4 kwietnia 1947 r., S. P. B. z końcem maja 1947 r. Fundamentowanie ukończono 25-go września 1947 r.

c) Stawianie słupów. Ta faza pracy całkowicie została powierzona firmie „Mostostal” w Zabrzcu. Pierwszy słup stanął 29 maja, ostatni 25 października 1947 r.

d) Montaż przewodów. Z powodu opóźnienia dostawy słupów typu DP i sprzętu przewodowego montaż przewodów mógł się rozpocząć dopiero w końcu lipca 1947 r. Musiano więc w tej fazie prac skoncentrować i zorganizować największą liczbę grup montażowych. Użycie przewodu stalowo-aluminiowego o dużym przekroju 463 mm² było zupełną nowością w pracy montażowej i przyzwyczajenie się do pracy z nim trwało stosunkowo bardzo długo.

Charakterystyczny jest rozrzut wydajności jednostkowej poszczególnych grup montażowych. Ogółem było zatrudnionych osiem grup, które startowały jak tylko odcinek montażowy (między dwoma słupami odporowymi) był gotów.

Państwowe Budownictwo Elektryczne wystawiło 5 grup średnio po 40 pracowników, Społeczne Przedsiębiorstwo Budowlane wystawiło 1 grupę, liczącą około 20 monterów, Grupa Techniczna (Wrocław) wystawiła 1 grupę w której na 40 pracowników było około 20 monterów, Dolnośląskie Przedsiębiorstwo Elektryczne (Wrocław) wystawiło 1 grupę składającą się prawie z 70 pracowników, z czego połowa monterów.

Wydajność grup montażowych: grupy Państw. Budown. Elektr. zmontowały razem 90 km linii, średnio 360 m dziennie; grupa firmy „Grupa Techn.” zmontowała 20 km linii, średnio — 270 m dziennie; Dolnośl. Przeds. Elektr. wykonało 37 km z wydajnością 492 m na dzień. Należy jednak podkreślić, że ostatnia grupa liczyła o 30 pracowników więcej niż inne grupy. W przeliczeniu na grupy po

^{*)} Por. art. inż. M. Kobylińskiego „Ogólna organizacja budowy”, rozdz. 7. (Przyp. red.).

40 ludzi wydajność grupy D. P. E. wyniesie 282 m na dzień roboczy.

Społ. Przeds. Bud. wykonało 14 km, co daje wydajność grupy 254 m na dzień.

Załączony harmonogram (rys. 2) naświetla w odpowiedni sposób okres rozruchu poszczególnych grup montażowych i czas potrzebny do przełamania trudności przy dostosowaniu się do montażu przewodów o takim wielkim przekroju.

Celem jak największego spopularyzowania nowych prac montażowych w ostatnim okresie montażu przewodów

Zagłębia Dąbrowskiego we własnym zakresie, przy czym Dyrekcja Budowy zajmowała się tylko ułatwianiem dostawy lub bezpośrednią dostawą materiałów oraz kontrolą i skoordynowaniem prac z terminarzem ogólnej budowy.

b) Podstacja w Janowie. Montaż podstacji w Janowie wykonała firma „Prądy Silne“ z Warszawy pod bezpośrednią kontrolą Biura Studiów Dyrekcji Budowy. Materiały dostarczyła Dyrekcja Budowy.

c) Połączenie podstacji w Janowie z Elektrownią Łódzką. Połączenie to wykonała Elek-

Odcinek	Ilość km	Liczba przesł.	Sierpień		Wrzesień		Październik		Listopad		Wykonano:
			10	20	10	20	10	20	10	20	
380 - 372	30	8									G.T.
372 - 359	52	13									G.T.
359 - 331	11,3	28									D.P.E.
331 - 306	102	25									S.P.B.
306 - 285	89	21									SPB i DPE.
285 - 269	66	16									P.B.E. III
269 - 241	115	28									G.T.
241 - 222	83	19									P.B.E. II
222 - 210	49	12									P.B.E. II
210 - 195	7,1	15									P.B.E. II
195 - 192	14	3									P.B.E. I
192 - 167	108	25									P.B.E. I
167 - 142	102	25									P.B.E. I
142 - 96	200	46									D.P.E.
96 - 71	9,1	25									P.B.E. IV
71 - 42	124	29									P.B.E. I
42 - 31	42	11									P.B.E. I i P.B.E. V
31 - 13	7,7	18									P.B.E. V
13 - 1	62	12									P.B.E. III

161,1 379

Rys. 2. Harmonogram montażu przewodów linii

PBE I-V Pięć grup Państwowego Budownictwa Elektrycznego w Krakowie
DPE Dolnośląskie Przedsiębiorstwo Elektryczne
GT Grupa Techniczna, Wrocław
SPB Społeczne Przedsiębiorstwo Budowlane, Katowice
Linie kreskowane podają harmonogram według projektu
Linie ciągłe podają harmonogram według wykonania

sformowano jedną grupę montażową (P. B. E. V.), składającą się z uczniów Liceum Energetycznego w Nysie.

e) Magazyny. Magazyny główne zostały rozmieszczone w następujący sposób: podstacja Łagisza — Częstochowa — Radomsko — Piotrków i Łódź (podstacja Janów). W ten sposób zapewniono równomierny rozdział transportów z magazynów głównych na miejsce budowy. Firma „Mostostal“ miała zorganizowane swoje własne magazyny.

f) Transport. Transport z głównych magazynów na miejsce budowy był w przeważającej części samochodowy. Na trasie linii w okresie budowy było w ruchu 120 jednostek transportowych, wliczając w to samochody ciężarowe od 1,5 do 10 ton, ciągniki, buldozery i przycepy.

Jednak z powodu złego stanu dróg doprowadzających do stanowisk budowlanych musiano bardzo często uciekać się do chłopskich furmanek. Koszty transportów konnych wyniosły około 30% ogólnego kosztu transportu z magazynów głównych na trasę linii.

7. Podstacje oraz połączenia z pierścieniem śląskim i Elektrownią Łódzką.*

Po uzgodnieniu ogólnego schematu i terminu wykonania z projektem i terminarzem prac przy linii roboty rozdzielono w następujący sposób:

a) Doprowadzenie pierścienia śląskiego do Łagiszy i budowa podstacji w Łagiszy. Budowę tę wykonała Elektrownia Okręgowa

* Por. art. inż. M. Kobylińskiego „Ogólna organizacja budowy“, rozdz. 8. (Przyp. red.)

Łódzka materiałami dostarczonymi przez Dyrekcję Budowy. Układanie kabli podziemnych na 30 kV zostało powierzono przez Elektrownię Łódzką firmie Społeczne Przedsiębiorstwo Budowlane w Łodzi z wyjątkiem montażu muf, który wykonała Elektrownia Łódzka przy pomocy własnego personelu. Wyczynem specjalnym przy układaniu kabli było zmontowanie w ciągu trzech miesięcy 90 szt. muf złącznych i 6 muf końcowych.

8. Stan zatrudnienia.

Załączony wykres zatrudnienia (rys. 3) wykazuje stopniowy wzrost liczby zatrudnionych pracowników przy budowie, przy czym szczytowe zatrudnienie wypadło na koniec września — początek października. W tym to okresie na całej trasie były uruchomione wszystkie fazy robót i to w najwyższym stopniu natężenia.

Po tym okresie następuje szybki spadek stanu zatrudnienia, który po dniu 30 listopada ogranicza się zasadniczo do pracowników zatrudnionych przy likwidacji placówek i magazynów. Największy stan zatrudnienia wynosił 1370 pracowników. Z tego połowa przypadała na pracowników terenowych. Drugą połowę stanowili: około 50 pracowników wydziałów administracyjnych, 15 inżynierów, reszta — monterzy, majstrowie i inni fachowcy.

Wykres nie obejmuje pracowników zatrudnionych przy budowie podstacji i układaniu kabli.

9. Okres budowy.

Decyzja budowy linii zapadła 11 listopada 1946 r. Budowa w terenie rozpoczęła się dnia 4 kwietnia i została ukończona dnia 29 listopada 1947 r. Okres budowy linii

wraz z podstacjami oraz połączeniem ich z jednej strony z pierścieniem śląskim, z drugiej strony z rozdzielnią 30-kilowoltową Elektrowni Łódzkiej wyniósł siedem miesięcy i 26 dni.

10. Wnioski.

Mimo terminowego ukończenia i oddania linii do użytku uważamy za swój obowiązek wskazać również na pewne „niedociągnięcia“ przy organizacji i wykonywaniu prac. Zbyt krótki okres przygotowawczy pociągnął za sobą konieczność przeprowadzenia kilkakrotnie zmian w harmonogramie w celu przystosowania go do wytworzonej sytuacji. Zmiany takie zawsze wpływają ujemnie na przebieg pracy i mogą czasem poważnie przedłużyć okres budowy.

Krótkość okresu przygotowawczego uzależniła w pewnych momentach całość budowy od nowej krajowej fabrykacji, którą trzeba było improwizować. Na przykład, dla zastąpienia specjalnego sprzętu liniowego sprowadzonego z Włoch wypadło jednak zawczasu i szybko przygotować do produkcji w kraju własne modele na wypadek niedojścia do skutku lub wielkiego opóźnienia dostaw zagranicznych.

Z tej samej przyczyny powstały trudności w zakresie zaopatrzenia surowcowego. Brak atestów hutniczych i dokładnej charakterystyki otrzymanych surowców zmuszał dostawców naszych do długiego szukania sposobów produkcji i tym samym doprowadzał do opóźnienia dostaw. Przykładem w tej dziedzinie jest dostawa bloków aluminiowych, które po wynikach pierwszej obróbki musiano zmienić na inne, odpowiedniejsze, które nadeszły w tym czasie do kraju.

Szkolenie nowych kadr również było zbyt szybkie. Dopuszczanie do pracy niedość zaprawionych robotników zwłaszcza w toku najintensywniejszych robót prowadziło do opóźnienia prac na niektórych odcinkach. Z tego samego powodu kierownictwo budowy było niejednokrotnie zmuszone do odkomenderowania pewnej części fachowców do ścisłego nadzoru nad jakością wykonywanych prac, a przecież ci sami fachowcy mogliby przyspieszyć wykonanie prac, gdyby byli zatrudnieni bezpośrednio przy produkcji lub budowie.

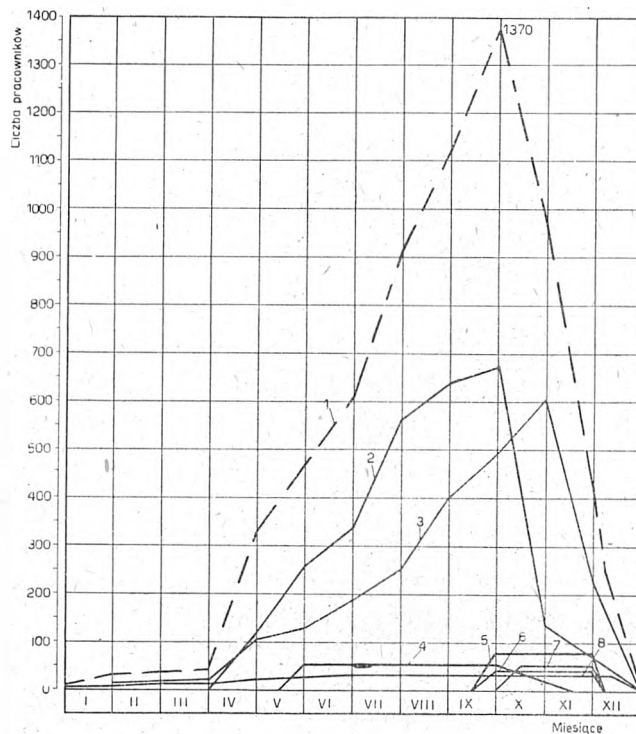
Należy jednak podkreślić, że terminowe wykonanie linii było możliwe, poza poparciem ze strony władz, również dzięki następującym okolicznościom:

- ścisłej współpracy wszystkich przemysłów biorących udział w dostawach,
- zrozumieniu celu i nakładowi pracy ze strony personelu na wszystkich szczeblach od robotnika do inżyniera,

c) ograniczeniu do minimum dostaw zagranicznych, których termin wykonania jest trudny do skontrolowania w toku produkcji,

d) nie poddaniu się ślepeму wpływowi orzeczeń zagranicznych specjalistów, lecz przyjęciu od nich najlepszych metod pracy,

e) zaufaniu do naszych własnych możliwości produkcyjnych i zaufaniu do naszych robotników i sił technicznych.



Rys. 3. Ogólny stan zatrudnienia podczas budowy linii
1 Ogólna liczba pracowników — 2 Mostostal — 3 PBE — 4 SPB, Łódź — 5 DPE — 6 GT — 7 SPB, Katowice — 8 Dyrekcja Budowy Linii

Wymienione warunki umożliwiły nie tylko terminowe wykonanie linii, ale w naszych warunkach wykonanie technicznie najlepsze i oszczędne.

INŻ. KAROL PRZANOWSKI
Szef Biura Studiów Dyr. Bud. Linii

Opis tymczasowych podstacji na 110 kV w Łagiszy i Janowie

Treść. Opis zasadniczego schematu połączeń podstacji: aparatura, transformator, zabezpieczenia, łączność, izolacja. Opisy budowy podstacji w Łagiszy i Janowie: wybór miejsca, fundamenty i konstrukcje, uzziemienia, budynki, tablice nastawcze, urządzenia pomocnicze.

Описание временных подстанций на напряжение 110 кВ в Ләгисше и Янове. Основная схема соединений: аппаратура, трансформатор, защитные устройства, связь, изоляция. Постройка подстанций: выбор места, фундаменты, железная конструкция, заземления, здания, распределительные щиты, вспомогательные устройства.

Description of the Provisional 110 kV Substations at Łagisza and Janów. Description of the general layout of substations, viz. switchgear, transformer, protective equipment, liaison, insulation. Description of the construction of the substations at Łagisza and Janów: site, foundations and constructions, earthing, buildings, switchboards, auxiliary equipment.

Description des sous-stations provisoires à 110 kV de Łagisza et de Janów. Description du schéma fondamental des connexions de la sous-station: appareillage, transformateur, protection, liaisons téléphoniques, isolement. Description de la construction des sous-stations de Łagisza et Janów: emplacement, fondations et constructions, mises à la terre, bâtiments, tableaux de répartition et de contrôle, appareillage auxiliaire.

1. Wstęp.

Linia Śląsk—Łódź została wybudowana od razu z pełną izolacją na 220 kV. Jednakże na tym napięciu linia będzie pracowała dopiero w kilka lat po ukończeniu jej budowy, co zależy jest od terminu dostaw transformatorów i aparatury na 220 kV. Ażeby mogła być przesyłana moc ze Śląska do Łodzi natychmiast po uruchomieniu linii, postanowiono, że linia ta będzie pracowała w okresie początkowym na napięciu 110 kV.

W celu umożliwienia takiej pracy należało równocześnie z budową linii zbudować dwie podstacje na 110 kV

w Łagiszy i w Janowie oraz połączyć te podstacje — w Łagiszy z zasilającą siecią o napięciu 110 kV, w Janowie z odbiorczą siecią o napięciu 30 kV. Podstacje te o charakterze tymczasowym zostały we właściwym terminie wybudowane. Jakkolwiek nie przedstawiają one pod względem technicznym żadnej osłobności, powinny dla całości obrazu być tu pokrótce opisane.

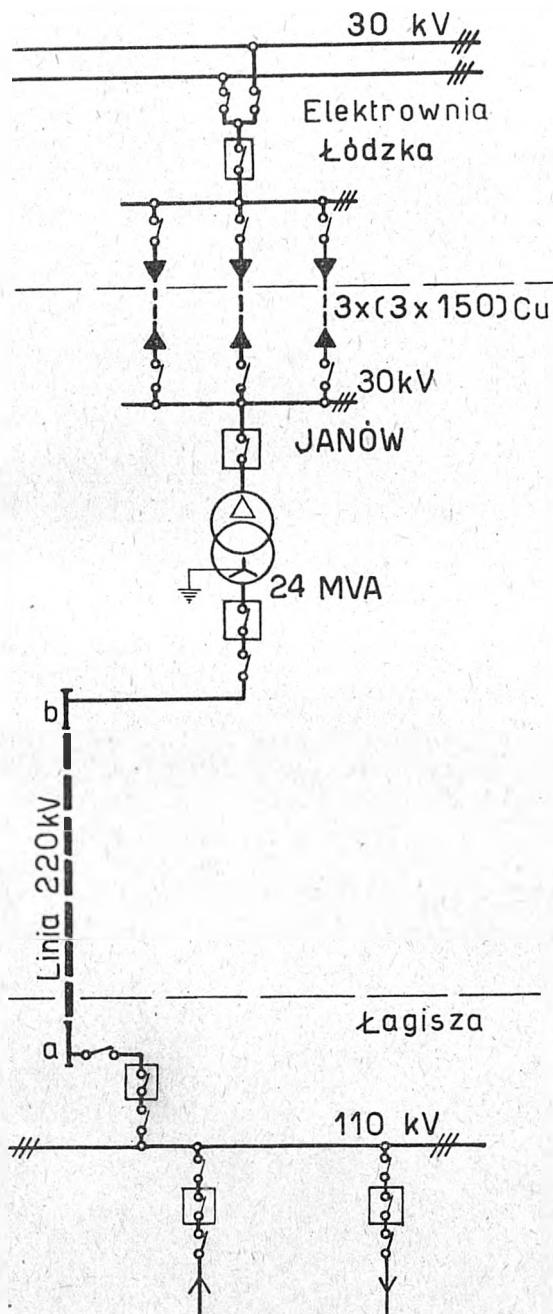
2. Zasadnicze założenia i schemat przesyłania.

Linia Śląsk—Łódź została połączona w Łagiszy z „pierścieniem śląskim“, pracującym na napięciu 110 kV. W Janowie napięcie jest transformowane ze 110 na 30 kV i

moc jest przesyłana na tym napięciu do elektrowni łódzkiej za pomocą kabli podziemnych.

Ustalono, że szczyt mocy rezerwowej pobieranej przez elektrownię łódzką na szynach 30-kilowoltowych wyniesie 24 MVA przy $\cos \varphi = 0,75$.

Schemat. Jak widać z rys. 1 „pierścień śląski“ został przecięty i wprowadzony na podstację w Łagiszy. Wprowadzenie jest wykonane przy użyciu przewodów stalowo-aluminiowych o przekroju 210 mm². Wejście i



Rys. 1. Ogólny schemat połączenia sieci śląskiej 110-kilowoltowej z siecią łódzką 30-kilowoltową

wyjście wyposażone są w wyłączniki małoolejowe firmy „Siemens“ o mocy wyłączalnej 2500 MVA. Taki sam wyłącznik ustawiony jest na odejściu 110 kV do Łodzi. Szyny zbiorcze w Łagiszy są pojedyncze. Transformatory miernicze na 110 kV oraz zabezpieczenia znajdują się tylko na odejściu do Łodzi.

Napęd wyłączników i odłączników na 110 kV jest powietrzny (4,5 at wzgl.), sterowanie zaworów zdalne, elektryczne. Własne potrzeby podstacji zasilane są z miejskiej sieci na 6 kV. Dla potrzeb sterowania i sygnalizacji ustawione jest bateria akumulatorowa na 24 V ładowana prostownikiem stykowym.

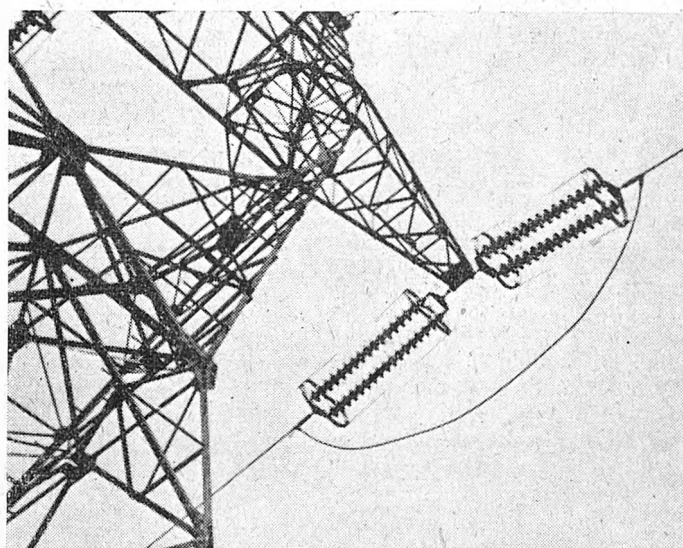
Szyny zbiorcze 110-kilowoltowe połączone są z linią na 220 kV Śląsk—Łódź za pośrednictwem odcinka tymczasowej linii 110-kilowoltowej na słupach drewnianych.

W Janowie w podobny sposób tymczasowa linia 110-kilowoltowa łączy linię na 220 kV z transformatorem o mocy 24 MVA, 105/32 kV. Przed transformatorem znajduje się wyłącznik na 110 kV taki sam jak w Łagiszy oraz odłączniki i transformatory miernicze prądowe i napięciowe.

Transformator otrzymano w ramach dostaw UNRRA. Posiadał on przekładnię przy biegu jałowym $132 \pm 2,86 \pm 7,15\%/33$ kV i moc znamionową 30 MVA. Zaczepy transformatora są przestawiane w stanie beznapięciowym. Z warunków elektrycznej współpracy Śląska i Łodzi wynika konieczność przełączenia tego transformatora w celu otrzymania przekładni $105 \pm 3,16 \pm 8,04\%/32$ kV. W związku z tym moc transformatora zmniejszyła się do 24 MVA.

Po stronie 30 kV transformator połączony jest poprzez wyłącznik małoolejowy (30 kV, 500 MVA firmy K. Szpoński) z pojedynczymi szynami zbiorczymi na 30 kV. Od szyn tych odchodzą do elektrowni łódzkiej trzy kable podziemne na 30 kV ekranowane, każdy o przekroju 150 mm² Cu, obliczone na moc przenoszoną $3 \times 12,5$ MVA.

W Janowie i w elektrowni kable połączone są z pomocniczymi szynami zbiorczymi za pośrednictwem odłączni-



Rys. 2. Iskierniki koordynacyjne na izolatorach odciągowych na jednym z sześciu końcowych słupów przed podstacją w Janowie

ków. W elektrowni pomiędzy szyną pomocniczą i głównymi szynami wstawiony jest wyłącznik małoolejowy 30-kilowoltowy identyczny z wyłącznikiem umieszczonym w Janowie.

Napęd wyłącznika i odłącznika na 110 kV jest powietrzny o ciśnieniu wzgl. 4,5 at., zawory sterowane są zdalnie prądem pomocniczym o nap. 24 V. Napęd wyłączników na 30 kV jest elektryczny silnikowy. Napęd odłączników na to napięcie jest ręczny. Własne potrzeby podstacji zasilane są jak w Łagiszy z miejskiej sieci rozdzielczej na 6 kV. Stacyjna bateria akumulatorowa posiada napięcie 24 V.

Zabezpieczenia. Punkt zerowy uzwojenia po stronie 110-kilowoltów transformatora w Janowie uzziemiony jest bezpośrednio. Linia na 220 kV zabezpieczona jest w Łagiszy i Janowie przy pomocy przekaźników prądowych nadmiarowych, niezależnych. Transformator w Janowie posiada zabezpieczenie różnicowe procentowe oraz dwupływakowy przekaźnik Bucholtza. Kable między podstacją Janów a elektrownią mają wspólne zabezpieczenie różnicowe podłużne. Jako przewody pomocnicze użyte są żyły kabla sygnalizacyjnego (14 żył) ułożonego pomiędzy Janowem i elektrownią wspólnie z kablami roboczymi. Dodatkowo kable i transformator są zabezpieczone od strony elektrowni przy pomocy przekaźnika odległościowego firmy Siemens typu RZ 4.

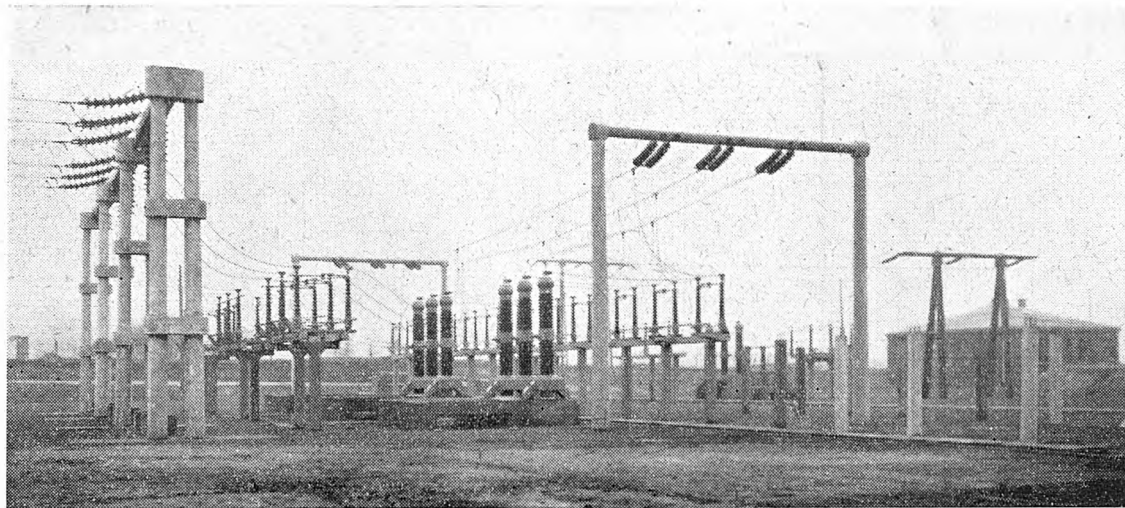
Telefonia. Pomiędzy Łagiszą i Janowem istnieje łączność telefoniczna zapewniona przez urządzenie wielkiej częstotliwości sprzężone pojemnościowo z linią 220-kilowoltową. Poza tym „Łagisza“ jest połączona z energetyczną siecią telefoniczną Zagłębia Węglowego, a „Janów“ z taką siecią telefoniczną okręgu energetycznego łódzkiego.

Izolacja. W celu zabezpieczenia urządzeń 110-kilowoltowych od przepięć nadchodzących z linii 220-kilowoltowej osłabiono izolację tej linii na sześciu słupach każ-

nami zbiorczymi elektrowni. Od tych szyn będą odchodziły kable 110-kilowoltowe do odległej o około 400 m rozdzielni na 220 kV, na której będą ustawione transformatory na 110/220 kV.

Na podstawie powyższych założeń wybudowano rozdzielnię na 110 kV w Łagiszy na jej właściwym miejscu, korzystając z częściowo istniejących już fundamentów i elementów konstrukcyjnych rozdzielni elektrownianej.

Słup krańcowy linii na 220 kV ustawiono w odpowiednim miejscu rozdzielni tegoż napięcia, a samą linię 220-



Rys. 3. Podstacja na 110 kV w Łagiszy. Widok od strony wprowadzenia „pierścienia śląskiego“

Po prawej stronie widać drewniany słup linii 110-kilowoltowej łączącej podstację z linią na 220 kV; w głębi budynek nastawni

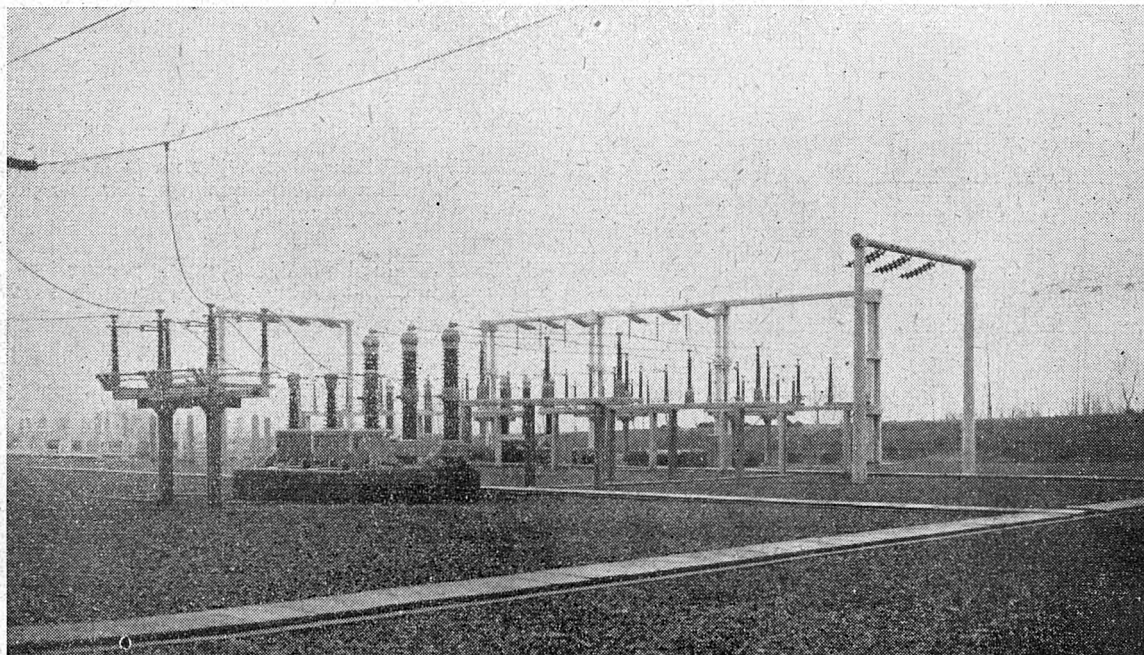
dego z końcowych odcinków przez założenie iskierników szabowych na pierścieniach łańcuchów izolatorowych (rys. 2).

3. Podstacja na 110 kV w Łagiszy.

Pod rozdzielnię 220-kilowoltową został przewidziany plac przylegający do terenu elektrowni w Łagiszy, której bu-

kilowoltową połączono za pośrednictwem linii na 110 kV i długości 3 km każdy. W chwili obecnej czynny jest tył-pach drewnianych z rozdzielnią 110-kilowoltową (rys. 3 i 4).

W celu połączenia podstacji z „pierścieniem śląskim“ wybudowano dwa odcinki linii dwutorowej 110-kilowoltowej na słupach żelaznych o przekroju 210 mm² (st.-al.)



Rys. 4. Podstacja 110 kV w Łagiszy. Widok od strony odejścia 110 kV do Łodzi

dowa była rozpoczęta przez Niemców. Zakładając, że elektrownia ta będzie kiedyś wybudowana, zdecydowano, że rozdzielnia na 110 kV będzie tylko jedna, wspólna dla elektrowni i podstacji na 110/220 kV. Generatory elektrowni będą połączone przez transformatory blokowe z szynami 110 kV, które w ten sposób będą głównymi szynami

i długości 3 km każdy. W chwili obecnej czynny jest tylko jeden tor każdego odcinka zgodnie z rys. 1.

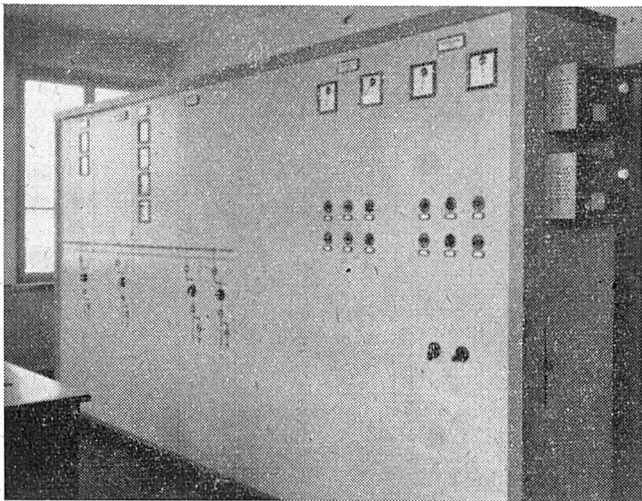
Fundamenty i konstrukcje wsporcze są w Łagiszy betonowe i żelazobetonowe. Na terenie rozdzielni został wybudowany budynek murowany, w którym umieszczono żelazną tablicę nastawczą (rys. 5), sprężarkę do wytwa-

rzania powietrza napędowego, akumulatornię oraz pokój dla dyżurnych.

4. Podstacja na 110 kV w Janowie.

Podstacja tymczasowa na 110/30 kV w Janowie została wybudowana na terenie podstacji 220-kilowoltowej, jednakże na uboczu w stosunku do właściwych projektowanych rozdzielni na 110 i 220 kV.

Plac wybrany pod podstację na 220/110/30 kV leży przy szosie Łódź—Tomaszów w odległości ok. 7,5 km od Łodzi. Wymiary placu wynoszą 250 m × 300 m. Już obecnie



Rys. 5. Tablica nastawcza na podstacji w Łagiszy

wykonano szereg prac związanych z budową rozdzielni 220-kilowoltowej: plac został ogrodzony od strony frontowej siatką w ramach z kątowników żelaznych, umoc-

artezyjską z pompą napędzaną elektrycznie. Nie daleko bramy wjazdowej i portierni ustawiono barak na magazyn, warsztat i biuro budowy. Na teren podstacji wprowadzono miejską linię 6-kilowoltową oraz wybudowano podstację na 6/0,4 kV, 30 kVA.

Do obsługi prowizorycznej podstacji 110/30 kV oraz dla potrzeb budowy właściwych rozdzielni zaopatrzone teren w bocznicy kolejową.

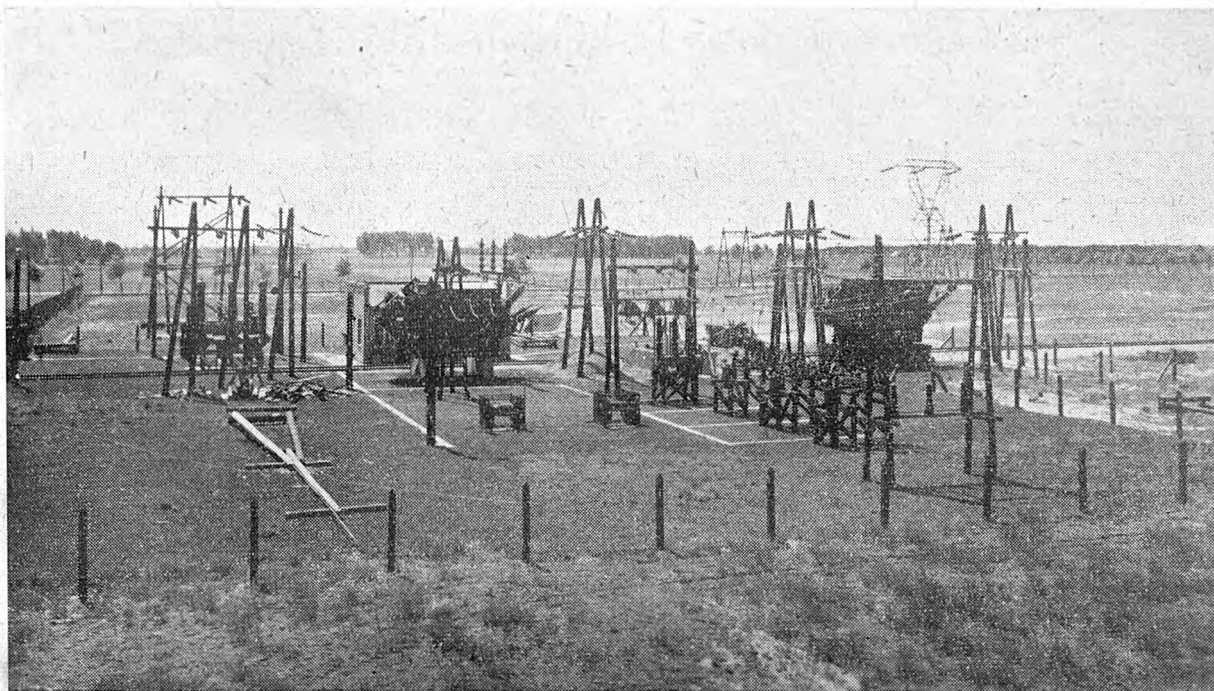
W ogólnym planie podstacji przewidziano miejsce pod budowę domu mieszkalnego dla personelu obsługującego podstację oraz ogródki przy tym domu i przy portierni. W ogródku portiera zostały już posadzone drzewka owocowe.

Prowizoryczna napowietrzna podstacja na 110/30 kV została wybudowana przy bocznicy w części placu przewidzianego na ewentualną dalszą rozbudowę rozdzielni 220 kV poza ramy dające się dzisiaj przewidzieć.

Słup krańcowy linii na 220 kV ustawiony jest na swoim właściwym miejscu. Prowizoryczna podstacja 110/30 kV połączona jest z linią 220-kilowoltową za pośrednictwem linii 110-kilowoltowej, 120 mm² (st.-al.) o długości ok. 300 m na słupach drewnianych (rys. 6).

Konstrukcje wsporcze pod szyny zbiorcze i aparaturę 110 i 30 kV są drewniane z wyjątkiem żelazobetonowego fundamentu pod transformator i żelaznych konstrukcji pod wyłącznik 110-kilowoltowy oraz pod transformatory prądowe i napięciowe na 110 kV. Uziemienie ochronne zostało wykonane w formie sieci o okach kwadratowych z płaskownika żelaznego 4 × 40 mm² zakopanego na głębokości ok. 50 cm pod powierzchnią terenu. W pewnych punktach węzłowych sieci wbito rury żelazne o średnicy 2" i długości 2—2,5 m i przyspawano je do płaskowników. Oporność uziemienia ochronnego wynosi 0,3—0,8 oma zależnie od warunków klimatycznych.

Punkt zerowy uzwojenia 110-kilowoltowego transformatora połączony jest jedнопrzewodową linią napowietrzną aluminiową o przekroju 50 mm², izolowaną na 30 kV, z odległym o ok. 100 m uziemieniem roboczym, wykonanym z szeregu rur żelaznych połączonych wzajemnie



Rys. 6. Ogólny widok tymczasowej podstacji na 110/30 kV w Janowie

Po lewej stronie widoczna rozdzielnia na 110 kV. Z tyłu w środku — przy torze kolejowym — transformator na 105/32 kV, dzielnia widoczny zapasowy transformator, ustawiony

linia 110-kilowoltowa, łącząca rozdzielnię z linią na 220 kV. 24 MVA. Po prawej stronie rozdzielnia na 30 kV. Za tą rozdzielnią widoczny zapasowy transformator, ustawiony

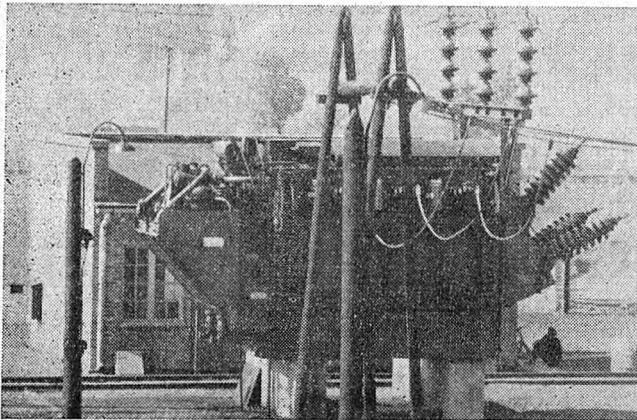
wanych na cokole betonowym, z boków zaś i od strony tylnej — siatką rozpiętą pomiędzy słupkami z rur żelaznych. Przy ogrodzeniu zasadzono dokoła placu żywopłot i krzewy. Przy bramie wjazdowej wzniesiono parterowy budynek na portiernię oraz trzyizbowe całkowicie wyposażone mieszkanie dla portiera. W pobliżu miejsca przewidzianego na budynek nastawni wywiercono studnię

pośrednictwem przyspawanego płaskownika. Oporność tego uziemienia wynosi 10—20 omów (rys. 7).

Ponieważ nie można było otrzymać ochronników zwarowych na 110 kV, postanowiono zabezpieczyć rozdzielnię 110-kilowoltową przed bezpośrednimi uderzeniami piorunów za pomocą linek ochronnych uziemionych, zawieszonych na specjalnie ustawionych słupach.

Na terenie prowizorycznej podstacji został wzniesiony budynek murowany, w którym umieszczono żelazną tablicę nastawczą (rys. 8), urządzenie sprężarkowe oraz akumulatornię.

Budynek posiada ogrzewanie elektryczne. Oprócz normalnego oświetlenia elektrycznego przewidziano w nim oświetlenie bezpieczeństwa z baterii akumulatorowej na 24 V, zapalające się automatycznie przy zaniku prądu zmiennego.



Rys. 7. Podstacja na 110/30 kV w Janowie. Transformator na 105/32 kV, 24 MVA

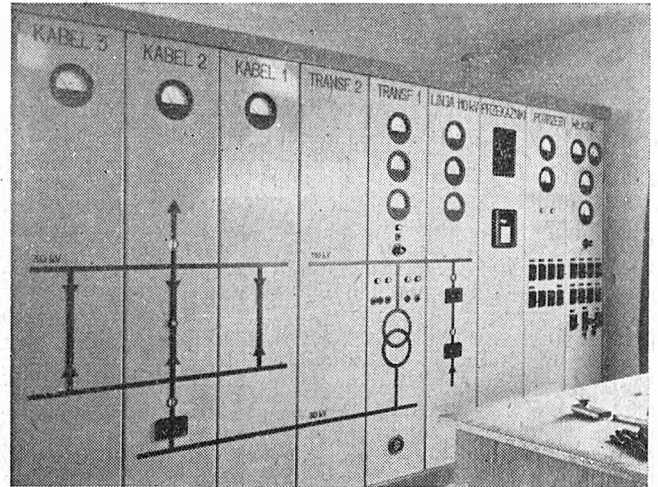
Za transformatorem widać budynek nastawni.

Teren rozdzielni wysypano żużlem, ułożono chodniki z płyt betonowych i oświetlono. Na całym terenie podstacji zainstalowano gaśnice pożarowe.

5. Połączenie podstacji w Janowie z elektrownią łódzką.

Jak już wspomniano wyżej, szyny prowizorycznej rozdzielni na 30 kV w Janowie połączone są z szynami roz-

dzielni o tymże napięciu w elektrowni łódzkiej za pośrednictwem 3-ch kabli trójżyłowych ekranowanych na 30 kV o przekroju $3 \times 150 \text{ mm}^2$ (Cu) każdy. Kable te ułożone są



Rys. 8. Tablica nastawcza na podstacji w Janowie

we wspólnym rowie biegnącym obok szosy Łódź—Tomaszów. Długość kabli wynosi $3 \times 7,4 \text{ km}$. Ze względu na długość fabrykacyjną kabli 200—250 m należało zmontować 90 muf przelotowych.

Razem z kablami roboczymi ułożono 14-żyłowy kabel sygnalizacyjny.

W celu przyłączenia kabli do szyn elektrowni łódzkiej należało wykonać w istniejącym budynku, przewidzianym na rozbudowę rozdzielni 30 kV, odpowiednie celki na 30 kV.

INŻ. KAROL PRZANOWSKI
Szef Biura Studiów w Dyr. Bud. Linii

Uwagi o projekcie technicznym linii

Treść. Czas potrzebny na wykonanie projektu linii o napięciu 220 kV. Studia wstępne przed trasowaniem i sposób wykonania prac traserskich w terenie. Uwagi o obliczeniach statycznych słupów. Zagadnienie zabezpieczenia słupów stalowych od rdzy. Uwagi o fundamentach. Możliwość zmiany przekroju przewodów na dalszym odcinku linii. Pożądane zmiany w wyposażeniu łańcuchów izolatorowych.

Несколько замечаний в связи с техническим проектом линии передачи. Время необходимое на изготовление проекта линии передачи на 220 кВ. Подготовка к трассировке и способ производства трассировочных работ на местах. Замечания по вопросу статического расчета опор. Способы защиты железных опор от ржавчины. Замечания по поводу фундаментов. Возможность применения другого сечения проводов на дальнейшем участке линии передачи. Желательные изменения в оборудовании гирлянд изоляторов.

Notes on the Technical Planning of the Line. Time required for the erection of a 220 kV line. Initial preparation for plotting the line and method of carrying out plotting work in the field. Notes on the static computations for towers. The problem of protecting steel towers against corrosion. Notes on foundations. Provision for possible modification of the section of conductors for the next sector of the line. Desirable modifications in the equipment of insulator chains.

Remarques au sujet du projet technique de la ligne. Temps nécessaire pour exécuter le projet de ligne à 220 kV. Préparation théorique de l'exécution du tracé, moyens d'accomplir les travaux de traçage en campagne. Remarques au sujet des calculs statiques des pylônes. Problème de la protection des pylônes en acier contre la rouille. Remarques au sujet des fondations. Possibilités de changer la section des conducteurs. Modifications désirables dans l'équipement des chaînes d'isolateurs.

1. Okres projektowania.

Jak już w kilku miejscach wyżej zaznaczano, projekt wykonawczy linii Śląsk—Łódź był zasadniczo opracowywany w trakcie budowy. Kilkakrotnie zdarzało się, że pewne założenia projektu, szczególnie dotyczące przebiegu trasy, musiały ulegać zmianom. Projektowanie było dodatkowo utrudnione przez to, że w tym samym czasie była opracowywana przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich nowelizacja przepisów technicznych na linie napowietrzne. Projektujący linię Śląsk—Łódź musiał się liczyć z tendencjami nowych przepisów, jakkolwiek nie miały one jeszcze mocy obowiązującej.

Wszelkie zmiany projektu odbijały się bardzo poważnie na harmonogramie dostaw i montażu i powiększały koszty budowy. Szczególnie wrażliwą na zmiany okazała się produkcja słupów w wytwórniach, gdyż nowe żądania co do ogólnej liczby słupów, połączone zazwyczaj z innym liczbowym udziałem poszczególnych typów słupów w całości dostawy, nie tylko wprowadzają zamieszanie w programie produkcyjnym zakładów wykonujących słupy, ale i wymagają przewożenia materiałów konstrukcyjnych pomiędzy wytwórniami, a często gorączkowych starań o dodatkowy materiał. Jeśli otrzymanie dodatkowego materiału jest niemożliwe, następuje nieekonomiczne i nie-

racjonalne zastępowanie brakujących właściwych profili przez znajdujące się ewentualnie w nadmiarze profile większe.

Należałoby przyjąć za zasadę, że wiążące zamówienie na słupy bywa udzielane dopiero wówczas, gdy liczba i rodzaj słupów są ostatecznie i ściśle ustalone.

Orientacyjnie można podać, że w obecnych warunkach potrzebny jest na racjonalne zaprojektowanie linii takiej jak Śląsk—Łódź okres ok. 1 roku, jeśli mają być wykonane na nowo obliczenia statyczne słupów i ich rysunki warsztatowe. Okres ten może być skrócony do ok. 6 miesięcy, jeżeli słupy w nowym projekcie nie będą na nowo opracowywane, lecz przyjęte takie, jak dla linii Śląsk—Łódź.

2. Trasowanie i wyznaczanie miejsc na słupy.

Koszty budowy linii zależą w dużym stopniu od właściwego zaprojektowania trasy i wyznaczenia miejsc na słupy. A ponieważ ani trasowanie, ani wyznaczenie miejsc na słupy nie może być wykonane w biurze na drodze teoretycznych rozważań i obliczeń, lecz musi być zdecydowane w terenie, konieczne jest, ażeby osoba wydająca decyzje posiadała szerokie ogólne doświadczenie i była zdolna do właściwego rozstrzygnięcia i wyboru pomiędzy

sprzecznymi wymaganiami niskich kosztów budowy i odškodowań oraz wygody eksploatacji. Traserem nie może być ani ścisły specjalista budowniczy linii, ani ścisły specjalista mierniczy. Pierwszy będzie miał skłonność do wytyczania trasy łamanej, odpowiednio do przebiegu dróg, drugi będzie wytyczał prostą. Traser musi jednocześnie w sobie doświadczenie budowniczego i ogólną znajomość technicznych i gospodarczych założeń projektu.

Przed trasowaniem nie należy szczenić wysiłków na zdobycie możliwie najlepszych map z jak największej liczby źródeł, a więc map sztabowych, map z instytutów geograficznych, geologicznych, rolniczych i meteorologicznych, z urzędów lotniczych, pocztowych, drogowych, wodnych itp.

Na podstawie ogólnego wywiadu w terenie przy użyciu samochodu i samolotu, na który to wywiad poświęca się od 6 do 12 dni na 100 km linii, oraz na podstawie zebranych map i informacji ustala się punkty kontrolne dla przebiegu trasy i oznacza okolice, które muszą być dokładniej zbadane i których właściwości będą rozstrzygające dla ostatecznego wyboru trasy.

Po wyznaczeniu orientacyjnego przebiegu linii i zatwierdzeniu tego przebiegu przez miarodajne władze można przystąpić do dokładnego trasowania. W tym momencie powinny być już znane zasadnicze wytyczne projektu: 1) szkice wymiarowe wszystkich typów słupów, 2) krzywe zwisów (szablony), 3) największe rozpiętości i kąty załomu dopuszczalne dla każdego typu słupa, 4) wymagane odległości przewodów od ziemi, dróg, linii i innych obiektów. Pożądane są zestawienia szacunkowych kosztów budowy, szczególnie koszty porównawcze rozmaitych typów słupów. Przy pomocy tych informacji może inżynier-traser na trudnych odcinkach wybrać szlak najkorzystniejszy.

Inżynier-traser powinien od razu wyznaczyć w terenie usytuowanie słupów według jego zdania najkorzystniejsze, podając przewidywany typ słupa. Dla miejsc wyznaczonych na słupy oraz miejsc sąsiednich należy podawać rodzaj gruntu oraz zmierzoną oporność właściwą ziemi. Informacje te będą bardzo przydatne przy szczegółowym projektowaniu w biurze.

Podczas zdejmowania profilu podłużnego trasy nie należy ograniczać się jedynie do profilu wzdłuż osi linii, lecz w miejscach, gdzie teren jest nachylony w kierunku poprzecznym do kierunku linii, trzeba podawać profil pod przewodami skrajnymi linii. Wszystkie trzy profile wykreśla się na jednym rysunku: profil po osi — linią ciągłą, profile pod przewodami skrajnymi — dwoma rodzajami linii przerywanych. Tam, gdzie nachylenie w kierunku poprzecznym jest znaczne, należy dodatkowo podawać profil poprzeczny. Pierwsze orientacyjne miejsca na słupy zaprojektowane przez inżyniera-trasera w terenie podlegają szczegółowemu sprawdzeniu w biurze w celu wyznaczenia najkorzystniejszego rozstawienia słupów pod względem technicznym i ekonomicznym. Nowe rozstawienie słupów, wykonane na profilu w biurze, należy przenieść w teren.

Wymienione prace nie wymagają specjalnych umiejętności ani kwalifikacji pracowników, lecz dla uniknięcia błędów należy wielokrotnie sprawdzać trafność rozstawienia słupów. Zwłaszcza przy niedoświadczonych wykonawcach błędy są możliwe i należy dołożyć wszelkich starań, żeby je wykryć jeszcze przed rozpoczęciem budowy.

Zatrzymujemy się tu na sprawach trasowania linii i wyznaczenia miejsc na słupy, choć sprawy te należą do artykułu inż. J. Millera, albowiem podczas budowy popełniono nie jeden błąd wynikający z pośpiechu. Inż. J. Miller podaje porównanie dwóch wariantów trasy linii Śląsk—Łódź, z którego wynika, że przyjęcie trasy prostej dało ok. 70 mln. zł oszczędności w stosunku do rozwiązania o trasie bardziej łamanej. Pewne obniżenie kosztów budowy osiągnięto także przez skorygowanie rozstawienia słupów, zaprojektowanego przez jedno z przedsiębiorstw budowlanych. Skorygowanie to dało zmniejszenie ogólnej liczby słupów o 3 szt. i taką zmianę udziału poszczególnych typów słupów w ogólnej liczbie, że w rezultacie zaoszczędzono 85 ton stali konstrukcyjnej i 120 m³ betonu, zmniejszając w ten sposób koszty budowy o ok. 9,5 mln. złotych.

3. Słupy.

Skręcanie słupów. Słupy przelotowe linii Śląsk—Łódź są obliczone na wypadek skręcania przy zerwaniu

jednego przewodu. Jako siłę skręcającą przyjmowano połowę naciągu zastosowanego. Dopuszczalne naprężenie w konstrukcji stalowej słupa wynosi dla tego obliczenia 2000 kg/cm², tzn. stopień bezpieczeństwa konstrukcji słupowej równy jest w tym przypadku 1,85, gdy w warunkach normalnej pracy wynosi on 2,3. Jakkolwiek nasze znowelizowane przepisy techniczne na linie napowietrzne nie wymagają obliczania słupów przelotowych na wypadek zerwania jednego przewodu, to jednak wydaje się rzeczą słuszną zachowanie tego obliczenia dla linii tak ważnych, jak linie na 220 kV. Należałoby może zrewidować założenia przyjmowane do tego obliczenia: 1) przyjmować jako siłę skręcającą nie umyśloną wartość połowy naciągu zastosowanego w przewodzie, lecz taką siłę, jaka rzeczywiście wystąpi w przewodzie po jego zerwaniu i odchyleniu łańcucha izolatorów; 2) uwzględnić siły dynamiczne, które powstają w momencie zerwania przewodu, 3) dopuścić w konstrukcji słupa możliwie najwyższe naprężenia.

Parcie wiatru. Słupy linii Śląsk—Łódź są obliczone przy założeniu parcia wiatru 125 kg/m². Znowelizowane przepisy pozwalają na przyjmowanie przy wysokościach do 20 m nad powierzchnią ziemi parcia 100 kg/m². Stosując powyższe złagodzenie do dolnej części słupów oraz do przewodów, które w większej części każdego przęsła bieżą poniżej poziomu 20 m, można obniżyć wagę i koszt słupów.

Długość poprzeczki. Jeśliby się okazało, że nie jest konieczne stosowanie pierścieni dolnych na wiszących łańcuchach izolatorów, lub też gdyby dało się pierścienie te zastąpić przez rozki umieszczone tylko w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś przewodu, wówczas można byłoby zawiesić przewody na słupie w mniejszej wzajemnej odległości nie obawiając się zbytniego zbliżenia do konstrukcji podczas odchylenia łańcuchów przy wietrze. Otrzymalibyśmy wtedy krótsze poprzeczki i pewne obniżenie wagi słupów.

Zabezpieczenie od rdzy. Właściwemu zabezpieczeniu konstrukcji słupa stalowego od rdzy warto poświęcić więcej uwagi. Szczególnie ważne jest to zagadnienie w przypadku linii jednotorowych przy jednostronnym zasilaniu, kiedy praca linii nie może być zastąpiona przez pracę innych linii. Często się zdarza, że linia wysokiego napięcia, budowana aż do ostatnich dni sezonu budowlanego, musi być zaraz po uruchomieniu oddana do użytku. Z powodu nieodpowiedniej pogody w okresie jesiennym słupy linii nie mogły być pomalowane. W następnym sezonie budowlanym okazuje się, że moc przesyłana linią jest tak potrzebna, iż przerwanie ruchu w celu pomalowania górnej części słupów jest ogromnie trudne. Nie można uzgodnić terminu możliwej przerwy z czasem, którym rozporządza przedsiębiorstwo malarskie, a jeśli się to powiedzie, malowanie musi się odbywać w szybkim tempie i często nie tak jakby należało. Jeszcze gorzej wygląda sytuacja, gdy po 5—6 latach trzeba przystąpić do ponownego malowania słupów.

Zagadnienie konserwacji słupów stalowych w liniach bardzo wysokich napięć jest poważną sprawą i należałoby rozważyć, czy nie będzie rzeczą celową używanie dla górnej części słupów, której nie można malować pod napięciem, materiału od razu w wytwórni odpowiednio zabezpieczonego od rdzewienia i nie wymagającego później ani malowania, ani żadnych zabiegów konserwacyjnych.

Kotwy fundamentowe. W następnych projektach kotew należy odrzucić wszystkie pręty dolne, poziome i ukośne, tworzące rodzaj piramidy. Pręty te okazały się całkowicie zbędne. Kotwy należy zaprojektować w ten sposób, żeby siły nie były przenoszone na beton wyłącznie dzięki przyczepności żelaza do betonu.

Zgodnie z uwagami zawartymi w jednym z poprzednich artykułów należałoby rozważyć, czy nie byłoby rzeczą korzystną dawać dla wszystkich rodzajów słupów jednokotwe.

4. Fundamenty.

W myśl dopiero co wypowiedzianej propozycji należy zaprojektować inny sposób współpracy żelaznej kotwy z betonem fundamentu. Wydaje się, że bez trudu można znacznie zmniejszyć wymiary cokołu (trzonu) przez zastosowanie na pewnej jego części zbrojenia. Także zastosowanie zbrojenia w płycie dolnej poprawiłoby warunki

pracy fundamentu i wpłynęło na zmniejszenie mas dowożonego na budowę materiału. Stopień bezpieczeństwa, przyjęty jako 4,1 dla betonu niezbrojonego, mógłby ulec zmniejszeniu, co wpłynęłoby na lepsze wyzyskanie materiału.

5. Przewody i zastosowane naprężenia.

Przewody robocze 220-kilowoltowe na odcinku Łódź—Warszawa będą w normalnych warunkach przesyłały moc dwukrotnie mniejszą niż na odcinku Śląsk—Łódź. Stąd nasuwa się wniosek zastosowania dla tego odcinka mniejszego przekroju przewodów. Pozwoliłoby to na zaoszczędzeniu aluminium, a także odbiłoby się korzystnie na wadze słupów.

Należałoby rozważyć, czy na następnych odcinkach linii o napięciu 220 kV nie zastosować przewodów o budowie przeciwdrganiowej. Prawdopodobnie przewody takie można by wytwarzać w kraju.

Naprężenie „zastosowane“ w przewodach roboczych należałoby poddać rewizji, zależnie od wyników obserwacji pracy linii Śląsk—Łódź. Naprężenie „zastosowane“ w linkach uziemionych należy nieco zwiększyć (jeśli pozwoli na to względnie na drgania) tak, abyże zwis linki był mniejszy od zwisu przewodu roboczego i w ten sposób odległość wzajemna linki i przewodu była większa na środku przęsła niż na słupie.

Stosując znowelizowane przepisy na linie napowietrzne można będzie obniżyć przyjęte ciężary sadzi na przewodach. Łączy się to ściśle z wyborem naprężenia „zastosowanego“.

6. Izolatory i zawieszania.

Należy zbadać, czy nie można by odrzucić pierścieni ochronnych z łańcuchów izolatorowych. Względy, które

za tym przemawiają, zostały wyłączone na innym miejscu*).

Jeśli sterowanie pola elektrycznego będzie wymagało dodatkowych urządzeń w dolnym końcu łańcucha, to korzystniej byłoby, ze względu na odległość od konstrukcji słupa przy odchyleniu łańcucha, stosować nie pierścienie, lecz rozki umieszczone w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez przewód.

Pożądane byłoby przeprojektowanie szczegółów zawieszania łańcuchów na słupach: przy zawieszeniu półodciążowym należałoby odrzucić orczyk i zmienić konstrukcję zacisków, przy zawieszeniu na słupach odporowo-naróżnych zastosować wieszaki dające się obracać dokoła osi pionowej.

Ze względów na drgania przewodów trzeba dążyć do obniżenia wagi zacisków przelotowych.

7. Rozpiętość przeseł i drgania przewodów.

Z obserwacji pracy linii Śląsk—Łódź wynikną wskazówki co do rozpiętości przeseł, naprężeń w przewodach roboczych i linkach uziemionych oraz konieczności stosowania urządzeń przeciwdrganiowych. Należy śledzić także doświadczenie francuskie osiągnięte przy stosowaniu rozpiętości 500 m i dużych naprężeń w przewodach.

Korzystne byłoby takie opracowanie zacisków przelotowych, aby można było w razie potrzeby zastosować dodatkowe uzbrojenia przewodu jako ochronę przeciwdrganiową.

8. Obserwacja linii Śląsk—Łódź.

Wybudowaną już linię na 220 kV powinno się bardzo starannie badać w celu zebrania doświadczenia i wskazówek dla dalszego projektowania i budowy.

* Ob. w niniejszym zeszycie (str. 211) artykule autora pod tyt. „Założenia techniczne projektu linii Śląsk—Łódź“.

INŻ. JAN MILLER
Szef Moniażu w Dyr.
Budowy Linii

Uwagi o pracach budowlanych i montażowych w terenie

Treść. Obiór trasy i uwagi co do rozstawienia słupów na profilu podłużnym oraz wyznaczania w terenie miejsc na słupy. Fundamentowanie: wyznaczanie dołów i uwagi o ich kopaniu, fundamenty na palach, ustawianie kotew i uwagi o betonowaniu fundamentów. Uziemienie: rodzaj uziomów użytych do budowy i wyniki pomiarów oporności uziemien. Montaż słupów: opis kilku sposobów montażu słupów typu amerykańskiego. Montaż przewodów: uwagi co do zawieszania izolatorów i naciągania przewodów. Uwagi o malowaniu słupów. Kontrola robót montażowych.

О строительных и монтажных работах на местах. Выбор трассы, расстановка опор вдоль линии и зафиксирование опорных пунктов. Основания опор: рытье котлованов, фундаменты на сваях, установка анкеров и бетонировка фундамента. Заземление: типы заземлителей, примененных на постройке, и результаты измерения сопротивления заземлений. Описание нескольких способов монтажа опор американского типа. Монтаж проводов: замечания относительно подвески изоляторов и натяжки провода. Замечания по поводу покраски опор. Контроль монтажных работ.

Notes on the Building and Assembly Work in the Field. Selection of route and notes on the spacing of towers along the line, as well as on fixing of points for the erection of towers in the field. Foundations: fixing positions for pits and notes on excavation of same; foundations on piles; fixing of anchors; notes on the concreting of foundations. Earthing: type of earthing used for the supports and results of resistance tests of same. Erection of towers: details of several methods of erecting American type towers. Installation of cables: notes on suspension of insulators and on the stringing of cables. Notes on the painting of towers. Inspection of erection.

Remarques au sujet des travaux de construction et de montage en campagne. Choix du tracé et remarques concernant l'écartement des pylônes le long de la ligne, repérage des emplacements des pylônes en campagne. Constructions des fondations: repérage des trous et remarques au sujet de leur creusement, fondations sur poteaux, plantation des ancrés et remarques au sujet du bétonnage des fondations. Mises à la terre: types des prises de terre employées et résultats des mesures de leurs résistances. Montage des pylônes: description de quelques procédés de montage de pylônes du type américain. Montage des conducteurs: remarques au sujet de la suspension des isolateurs et de la tension des conducteurs. Remarques au sujet de la peinture des pylônes. Contrôle des travaux de montage.

1. Wstęp.

Montaż linii elektrycznych wysokiego napięcia jest pracą bardzo odpowiedzialną, gdyż nieumiejętne lub niesumienne wykonanie prac montażowych linii może pociągnąć za sobą zniszczenie pewnych jej odcinków i wywołać przerwę w dostawie prądu. Szczególną uwagę należy zwracać na dokładny i sumienny montaż linii bardzo wysokiego napięcia, którymi przesyłamy wielkie moce.

2. Trasowanie.

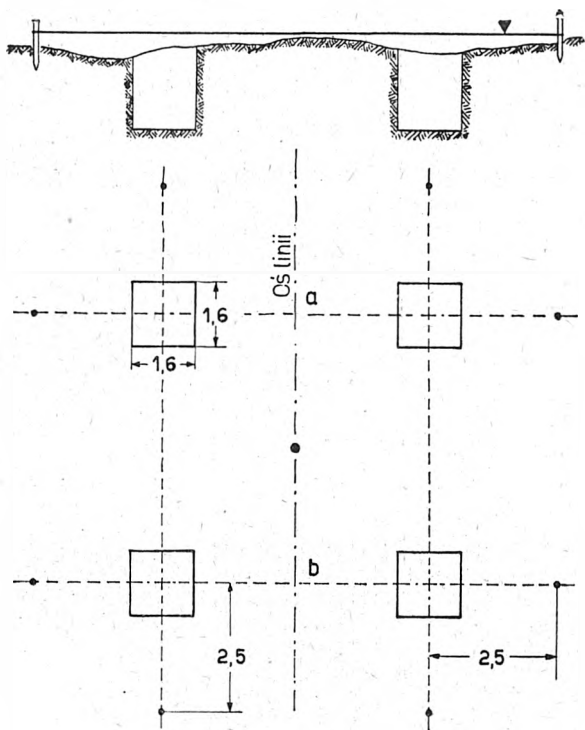
a) Wyszukanie trasy. Wyszukanie trasy linii elektrycznej i sporządzenie jej profilu podłużnego wraz z rozstawieniem słupów na tym profilu nie należy wprawdzie do robót montażowych linii, gdyż prace te stanowią podstawową część projektu, jednakże poświęćmy jej nieco uwagi ze względu na to, że trasowanie jest pierwszą czynnością w terenie związaną z budową projektowanej linii.

Mając za zadanie połączenie linią najwyższego napięcia dwóch miejscowości należy dążyć do tego, aby połączenie to było możliwie najkrótsze, gdyż przez to uzyskujemy krótszy odcinek do konserwacji linii, a z drugiej strony obniżamy jej koszty budowy. W idealnym wypadku trasa musiałaby być prostą łączącą obie miejscowości. Tego osiągnąć nie możemy, gdyż przy tym założeniu zawsze trafimy jeżeli nie na miasto, które będziemy musieli ominąć, to na większe osiedle lub rezerwaty leśne, błota, a nawet lotniska. Poza tym wyznaczony kierunek może się okazać równoległym do linii telefonicznych i przebiegać w małej od nich odległości. Wszystkie takie przeszkody należy ominąć przy zachowaniu możliwie najkrótszej drogi. Przy obiorze trasy należy zwrócić również uwagę na drogi dojazdowe, łączące trasę z głównymi szlakami komunikacyjnymi. Brak dróg dojazdowych do poszczególnych odcinków trasy utrudnia budowę linii, a następnie i jej eksploatację. Nie należy jednak przesadzać w poszu-

kiwaniu licznych i dobrych dróg dojazdowych do trasy, gdyż może to znacznie powiększyć długość trasy.

Jedną z alternatyw trasy linii 220-kilowoltowej Śląsk-Łódź posiadała drogi dojazdowe stosunkowo lepsze od dróg obecnie istniejących na trasie, natomiast długość trasy w tej alternatywie wynosiła 172 km zamiast obecnej długości 161 km. Zmniejszenie długości trasy o 11 km przy koszcie 6 400 000 zł dało oszczędność ok. 70 000 000 zł. Koszt ten znacznie przewyższa oszczędności, które można by uzyskać na kosztach budowy dzięki łatwiejszym dojazdom.

Jeżeli na przestrzeni dłuższej, niż rozpiętość normalna przęsła, przebiega trasa przez błota lub inne tereny budzące podejrzenie co do wytrzymałości gruntu dla ufundowania słupów, należy wykonać w tym wypadku wier-



Rys. 1. Wyznaczanie osi i głębokości dołu fundamentu

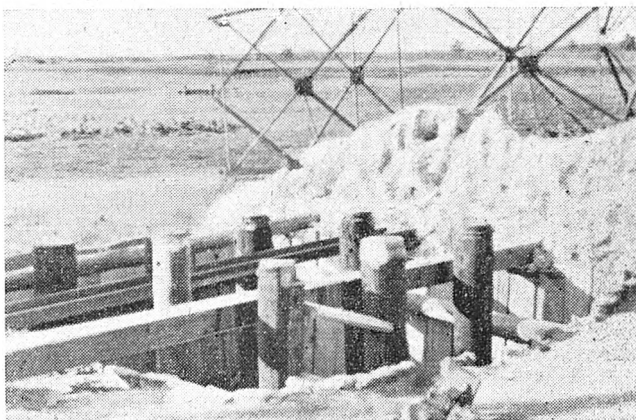
enia próbne lub wykopać parę dołów o takiej głębokości, aby można było zorientować się co do grubości warstwy torfu zalegającego pod powierzchnią ziemi lub też stwierdzić, czy nie występuje tam kurzawka. W wypadku stwierdzenia gruntu wymagającego specjalnych fundamentów, których wykonanie byłoby uciążliwe i kosztowne, należałoby ominąć taki teren.

Trasa linii 220-kilowoltowej Śląsk — Łódź przebiega przez tereny bardzo różne pod względem ich ukształtowania i uprawy rolnej. Spotykamy tu pola uprawne, piaszki lotne, lasy, błota, góry i doliny. Omijając rezerwy leśne, duże stawy, miasta i większe błota, trasa zachowuje kierunek zbliżony do linii prostej. Długość trasy wynosi 161 km, gdy długość prostej łączącej krańcowe słupy linii wynosi 158 km, czyli przyrost rzeczywistej długości trasy w stosunku do długości idealnej wynosi zaledwie około 2%.

b) Rozstawianie słupów na profilu podłużnym. Mając ustaloną trasę i sporządzony jej profil podłużny, przystępujemy do rozstawiania słupów na profilu. Przy tej czynności należy zwracać uwagę na to, aby odległość przewodu od ziemi przy największym zwisie była nieco większa od wymaganej przez przepisy, by w ten sposób zarezerwować kilkadziesiąt centymetrów na wypadek zmontowania poszczególnych fundamentów poniżej przepisanej poziomu lub też na wypadek powiększenia się zwisów wskutek późniejszego wydłużenia się przewodów. Poza tym należy miejsca pod słupy odporowe obierać możliwie w pobliżu dróg, mających dobre połączenie z głównymi szlakami komunikacyjnymi, celem ułatwienia budowy, gdyż normalnie do słupów odpor-

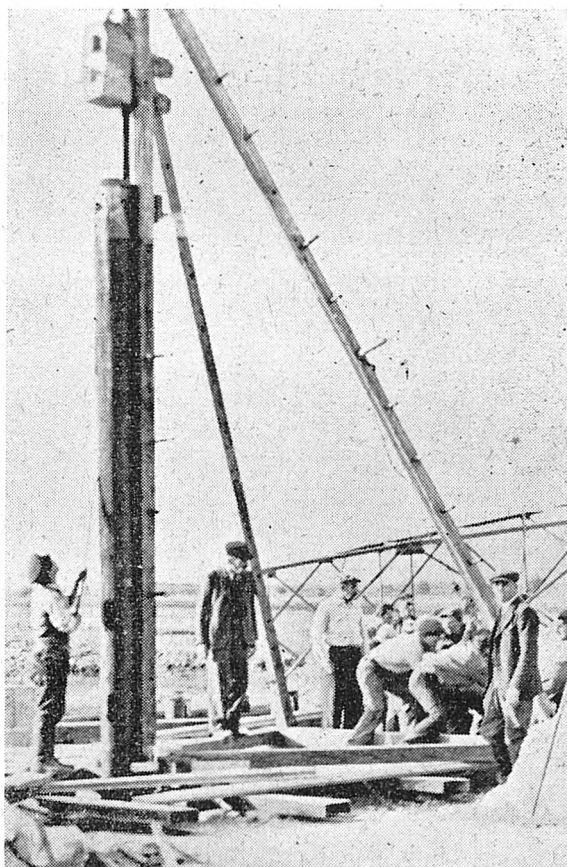
wych trzeba dowozić materiały i narzędzia w znacznie większej ilości niż do słupów przelotowych.

c) Wyznaczanie w terenie miejsc na słupy. Dalszym ciągiem prac w terenie jest wyznaczanie miejsc pod słupy zgodnie z rozstawieniem podanym na profilu podłużnym trasy. Praca ta powinna być wykonana bardzo sumiennie, gdyż popełniony tu błąd może po-



Rys. 2. Pale wbite w dole pod fundament słupa

ciągnąć za sobą zmianę typów i liczby ustalonych w projekcie słupów lub burzenie wykonanych już fundamentów. Celem uniknięcia strat, wywołanych błędem przy wymierzaniu poszczególnych przęseł, nie należy rozpoczynać robót betonowych przed wyznaczeniem miejsc na słupy dla pewnego określonego odcinka, np. między słupami narożnymi lub odporowymi, których położenie w terenie łatwe jest do określenia (słupy w po-



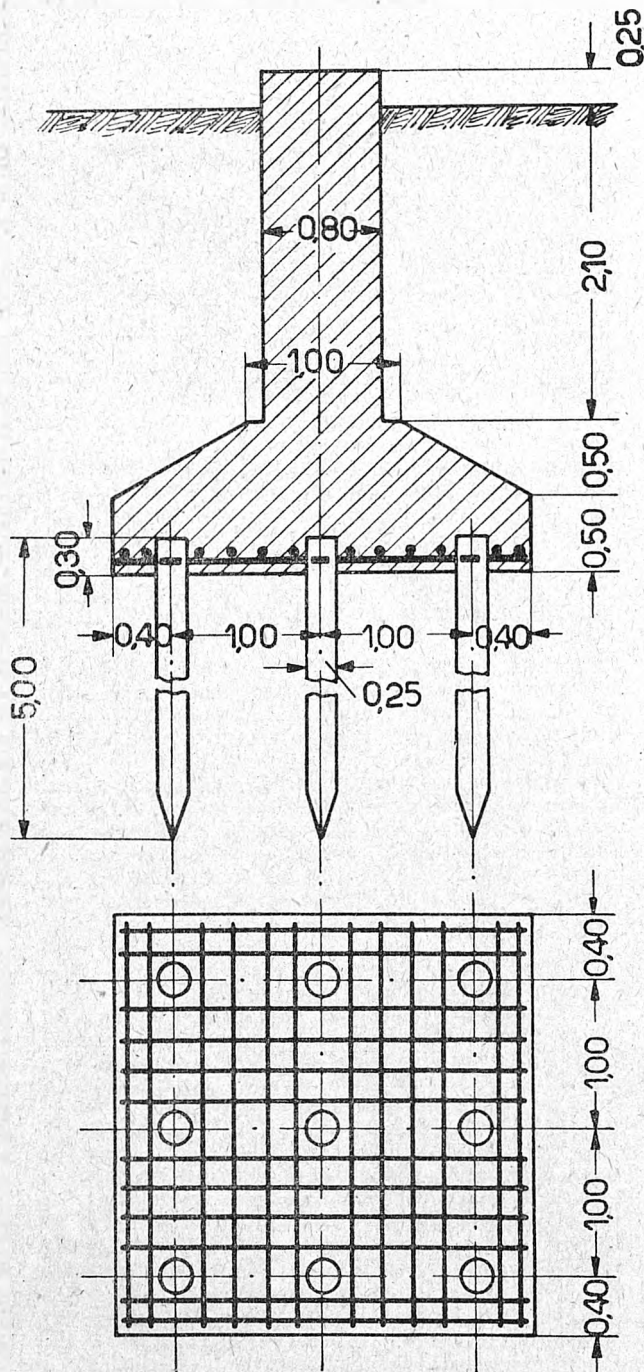
Rys. 3. Wbijanie pala kafarem

blizu kolei, rzeki, szosy itp.), przy czym wyznaczone miejsca na słupy muszą być sprawdzone z usytuowaniem ich na profilu przez porównanie odległości od najbliższej drogi, ścieżki, strumienia, rzeki itp. Dokonawszy w ten sposób pomiaru na obranym odcinku linii sprawdzamy, czy rozpiętość ostatniego przęsła na tym odcinku

jest zgodna z rozpiętością podaną na profilu. Jeżeli nie stwierdzimy tu żadnej różnicy, możemy przyjąć, że błędu przy rozstawieniu słupów nie popełniono.

3. Fundamentowanie.

a) Wyznaczanie dołów. Mając wyznaczone miejsca na ustawienie słupów rozpoczynamy dowożenie materiałów potrzebnych do wykonania fundamentów, przy czym przodownikowi sprawującemu nadzór nad dowożonymi materiałami należy podać dokładne miejsce składania tych materiałów w odniesieniu do palika wyznaczającego miejsce ustawienia słupa, aby materiały te

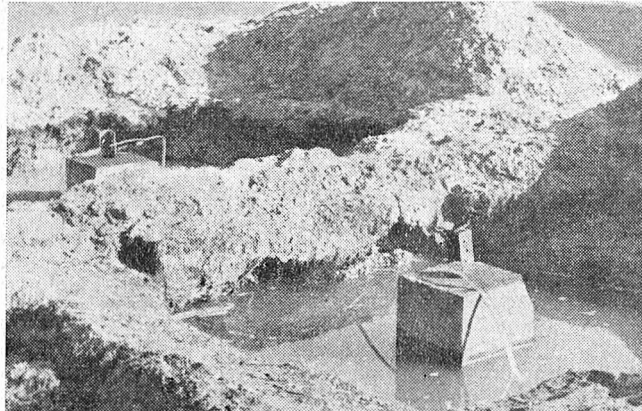


Rys. 4. Fundament na palach

nie zawadzały przy kopaniu dołów lub betonowaniu, a z drugiej strony nie wymagały dużej pracy przy dowożeniu czy donoszeniu ich do miejsca betonowania.

Przed kopaniem dołów należy wyznaczyć dokładnie ich osie oraz poziom, od którego należy mierzyć głębokość dołów (rys. 1). Po ustaleniu kierunku osi linii odmierzamy wzdłuż osi po obu stronach palika odległości odpowiadające połowie rozstawienia nóg słupa w kierunku

linii i następnie po wystawieniu prostopadłych do osi linii w punktach *a* i *b* odmierzamy na nich po obu stronach osi linii długości równe połowie rozstawienia nóg słupa w kierunku prostopadłym do linii. Paliki zabijamy



Rys. 5. Fragment fundamentu słupa przelotowego

w takiej odległości od osi linii, aby nie zostały naruszone przy kopaniu dołów. W czubek każdego palika wbijamy po jednym gwoździu ustawionym dokładnie na osi dołów, a następnie na palikach przy użyciu niwelatora lub teodolitu znaczymy poziom, od którego mają być liczone głębokości dołów.

b) Kopanie dołów. Przed rozpoczęciem kopania dołów przodownik kopaczów napręży pomiędzy palikami drut żelazny o średnicy około 0,5 mm na poziomie zaznaczonym na palikach i wyznacza zarysy dołów dla fundamentów o ciśnieniu na grunt 2 kg/cm². Jeżeli przy kopaniu dołów okaże się, że grunt posiada mniejszą wytrzymałość niż 2 kg/cm², wówczas odpowiednio do gruntu doły powiększa się. Wymiary dołów u góry dla danego typu fundamentu są różne, gdyż zależą one od syfkości gruntu, natomiast wymiary wykopu u dołu są równe i ściśle zależą od wymiaru dolnej płyty. Dolne wymiary wykopu powinny być od 20 do 25 cm większe od wymiarów płyty fundamentowej dla umożliwienia zabcia rury uziemiającej w tym dole i umieszczenia szalowania dla wykonywanej płyty. Głębokość dołu sprawdzamy za pomocą łaty przyjmując za poziom górny poziom drutu naciągniętego pomiędzy opisanymi wyżej palikami wbitymi przed kopaniem dołów. Doły kopane w zwartych i suchych ilach oraz glinach nie wymagają szalowania, natomiast w piaskach i żwirach muszą być szalowane, gdyż piasek obsypujący się do dołów podczas betonowania tworzy z jednolitej płyty kilka warstw pojedynczych nie powiązanych ze sobą, a podzielonych warstwą czy warstwami piasku zsypanych się do dołów. Liczba tych warstw zależna jest od łatwości obsypywania się piasku.

Na gruntach piaszczystych z dużym przypiływem wody należy stosować szalowanie szczelne. Różni się ono od zwykłego tym, że deski o grubości 1 1/2" użyte do szalowania dołów posiadają fugi trójkątne dla zabezpieczenia dołu od płynnego piasku, który mógłby się do niego dostawać szczelinami. Fugi stosujemy kształtu trójkątnego ze względów praktycznych, gdyż przy użyciu fug prostokątnych bardzo wiele desek uległoby zniszczeniu przy wyciąganiu ich z dołów wskutek rozpeczęnienia fug. Przy silnym przypiływie wody używamy do jej usuwania pomp membranowych lub pompy motorowej.

c) Fundamenty na palach. W wypadku, gdy trafimy na kurzawkę lub na torfowisko o grubości pokładu torfu ponad 2,5 m, musimy ustawiać fundament na palach. Wtedy całe obciążenie fundamentu słupa przejmują pale, które mogą być żelbetowe, betonowe wykonane rozmaitymi sposobami i wreszcie drewniane, jeżeli poziom wody gruntowej w danym miejscu w żadnym razie nie obniży się poniżej górnej części pala. Jeżeli poziom wody gruntowej jest niższy od poziomu górnej części pala, to drewnianych pali stosować nie możemy ze względu na szybkie ich gnicie. Na trasie linii Śląsk — Łódź mamy 2 słupy odporowe ufundowane na palach drewnianych o średnicy 25 cm i dług. 5 m. Fundament każdej nogi słupa zawiera 9 pali wbitych przy pomocy

kafara. Rys. 2 pokazuje pale białe przed ich urznięciem w dół, rys. 3 przedstawia kafar ręczny użyty do wbijania pali. Posiadał on ciężar (tzw. babę) o wadze 300 kg, który do wbijania pali był podnoszony na wysokość około 1,5 m przy pomocy lin ciągniętych przez 12—16 robotników i następnie zwolniony opadał na pale. Nośność jednego białego pala obliczona na podstawie wzoru Brixa przy 4-krotnym współczynniku bezpieczeństwa wynosiła około 20 t. Fundament jednej nogi słupa podporowego ustawiony na palach drewnianych podany jest na rys. 4. Stopa tego fundamentu jest zbrojona okrągłym żelazem o średnicy 16 mm.

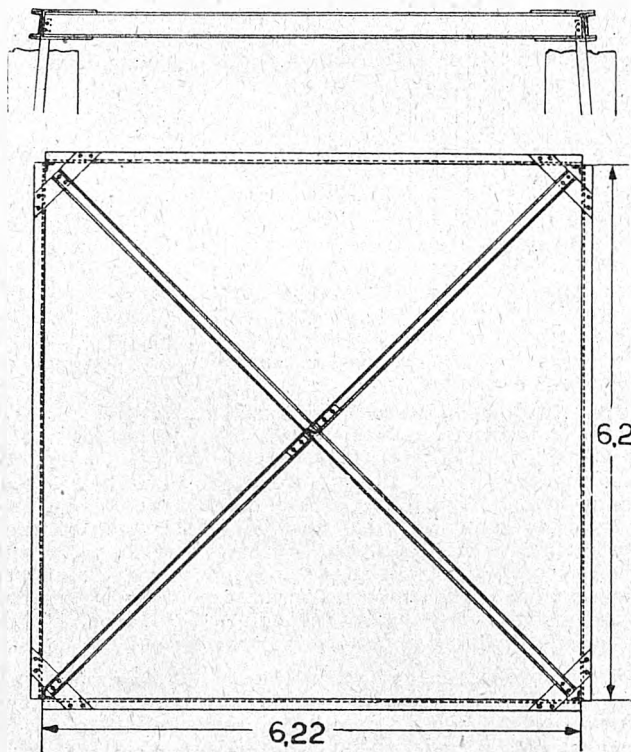
d) Ustawianie kotew. Po wykopaniu dołów przystępujemy do ustawiania kotew przy użyciu szablonów. Fundamenty dla różnych typów słupów i dla różnych wytrzymałości gruntu są podobne do siebie i różnią się jedynie wymiarami*). Fundament każdej nogi słupa zawiera kotwę do połączenia fundamentu ze słupem, jak pokazano na rys. 5.

Kotwy ustawia się w wykopanych dołach przy pomocy szablonu odpowiedniego dla danego typu słupa. Rys. 6 i 7 podają szablony z przymocowanymi do niego kotwami. Widzimy tu, że każda kotwa jest połączona z szablonem czterema śrubami. Przekątne widoczne na rysunku służą do usztywnienia szablonu.

Po zamocowaniu kotew w szablonie ustawiamy go w ten sposób, aby oś trasy linii przechodziła przez środki odpowiednich boków przeciwległych szablonu, przy pomocy zaś niwelatora sprawdzamy poziom czterech kotew.

e) Betonowanie. Po ustawieniu, oczyszczeniu i obmyciu kotew przystępujemy do betonowania fundamentu, używając masy betonu sporządzonej sposobem ręcznym lub mechanicznym przy użyciu betoniarki.

Na 1 m³ betonu używamy od 200 do 250 kg cementu zależnie od składu pospółki. Dawka cementu w ilości 200 kg/m³ betonu winna być stosowana przy użyciu pospółki o zawartości piasku najwyżej 40%. Przy zawartości piasku powyżej 40%, lecz poniżej 50% dawka cementu winna wynosić minimum 230 kg/m³ betonu i wreszcie 250



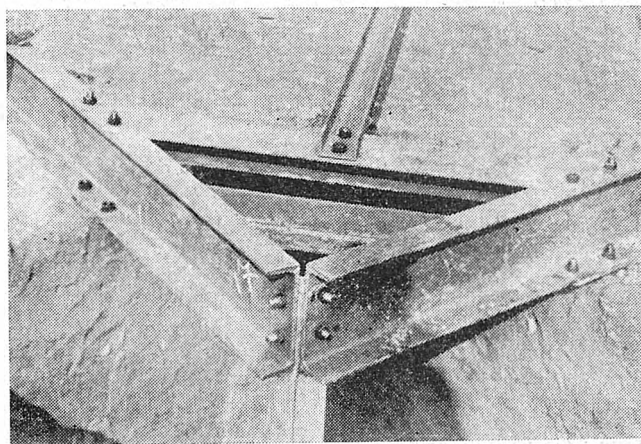
Rys. 6. Szablon do ustawiania kotew

kg cementu dajemy na 1 m³ betonu przy użyciu pospółki o zawartości piasku w ilości 50%. Jeżeli pospółka zawiera więcej niż 50% piasku, należy dodać do niej żwiru.

Należy tu podkreślić, że dla otrzymania betonu o dobrej wytrzymałości na ściskanie np. rzędu 90—100 kg/cm²,

*) Por. rys. 2 i tabl. 1 w art. inż. Z. Kaczmarskiego „Wykonanie fundamentów i uzemień słupów”. (Przyp. red.).

szczególnie przy użyciu pospółki kopalnianej lub z rzek spokojnie płynących, musimy stale kontrolować tę pospółkę pod względem zanieczyszczeń i uziarnienia. Mówiąc o zanieczyszczeniu kruszywa mamy na myśli przede wszystkim zanieczyszczenia piasku, gdyż żwir i tłuczeń posiadając grube ziarna oczyszczają się automatycznie podczas transportu przez wzajemne obijanie ziaren. Kruszywo użyte do betonu nie może zawierać żadnych zanieczyszczeń organicznych oraz nie więcej jak 3%, a w ostateczności 5% zanieczyszczeń pylastych (ił, glina). Za-



Rys. 7. Połączenie szablonu z kotwą

wartość zanieczyszczeń pylastych w piasku może być łatwo sprawdzona na budowie przy użyciu menzurki.

Masa betonu winna być należycie wymieszana i następnie ubita. Ilość wody winna być ściśle normowana. Opad stożka Abramsa nie może być większy niż 3 cm. Poza tym należy używać wody czystej tj. takiej, która jest dobra do picia. Nie nadaje się zatem woda ze stawów i błot, gdy zawiera części organiczne.

Po zabetonowaniu płyty o wymiarach odpowiednich dla danego typu słupa ustawiamy na niej szalowanie do wykonania cokołów i betonujemy cokół. W ten sposób wykonany fundament pozostawiamy w oszalowaniu wraz z szablonem na okres co najmniej 3 dni. Po tym czasie zdejmujemy szalowanie i szablony, celem użycia przy betonowaniu następnych fundamentów. Fundamenty po wykonaniu muszą być polewane wodą w okresie 7 dni. Podczas betonowania fundamentów pobieramy próbki betonu w postaci kostek o wymiarach 10 cm × 10 cm × 10 cm celem laboratoryjnego sprawdzenia wytrzymałości betonu na ściskanie.

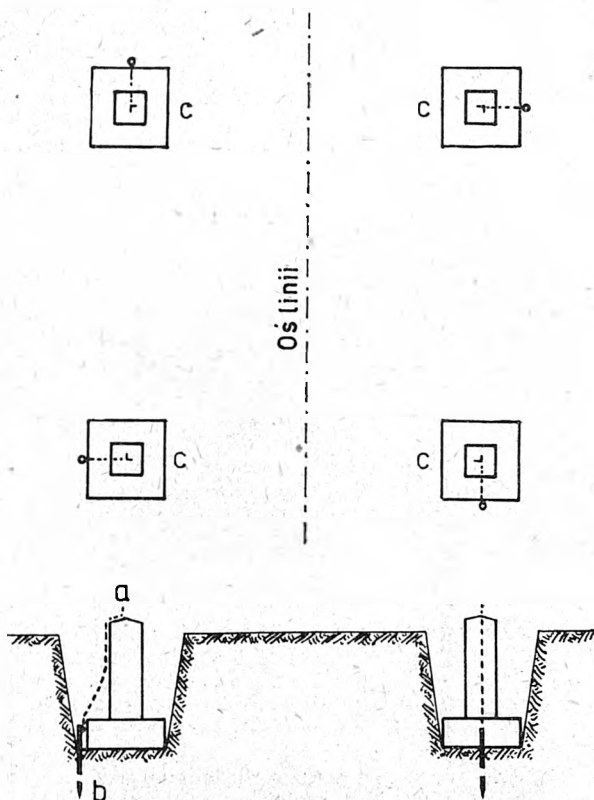
4. Uziemienie.

Uziemienie konstrukcji słupowych ma na celu nie tylko ochronę życia ludzkiego, lecz także ochronę linii elektrycznej od niebezpieczeństw wyładowań atmosferycznych. Należyte wykonanie uziołów jest warunkiem niezgodnym. Do uzimienia słupów linii 220-kilowoltowej Śląsk — Łódź zastosowano rury żelazne ocynkowane o średnicy 2" i długości około 2 m, z wyjątkiem 60 słupów, przy których wskutek podłoża skalistego lub kamiennego zastosowano uzimienie promieniowe z płaskownika żelaznego ocynkowanego o przekroju (40 × 4) mm² i długości promieni ok. 15 m. Wykonanie obu rodzajów uzimień pokazano na rys. 8 i 9. Oporność uzimień stosownie do założeń nie powinna przekraczać 20Ω.

Poniższa tabela podaje wyniki pomiarów oporności uzimień, wykonanych z 4-ch wbitych rur, względnie 4-ch zakopanych promieni.

Oporność w omach	Liczba słupów w % całości
od 0,1 do 5	45
od 5 do 10	24
od 10 do 15	8
od 15 do 20	7
od 20 do 25	4
od 25 do 30	1,5
od 30 do 35	1,5
od 35 do 40	1
od 40 do 100	5
od 100 do 300	3

Z powyższej tabeli widać, że 16% słupów posiadało oporność uziemienia powyżej 20 omów. Celem obniżenia tej oporności dodano do istniejących uziomów uziomy promieniowe wykonane z odpadków linki ochronnej tj. z linki żelaznej ocynkowanej o przekroju 70 mm², zako-



Rys. 8. Uziemienie rurowe słupa

- a) płaskownik, 40 mm × 4 mm, Fe
b) rura o średnicy 2" i długości 2 m
c) fundamenty nóg słupa

panej na głębokości około 0,5 m w liczbie 1 do 4 promieni przy każdej nodze słupa, zależnie od pierwotnie stwierdzonych oporności. Oporność uziemienia słupów zawarta w granicach od 20 do 40 Ω obniżyła się do 20 Ω po przyłączeniu do każdej nogi słupa dwu linek o długości około 15 m każda, dla słupów zaś o oporności od 40 do 80 Ω należało wykonać od 3 do 4 promieni dla każdej nogi słupa, aby uzyskać oporność rzędu 20 Ω.

Dla linii o oporności uziemień rzędu 20 Ω i wytrzymałości łańcucha izolatorów na napięcie udarowe 1200 kV tj. takiej wytrzymałości, jaką posiadają łańcuchy linii elektrycznej Śląsk — Łódź, istnieje prawdopodobieństwo, że linia będzie chroniona przy przepływie przez słup prądu o wartości poniżej 60 kA. Badania niemieckie z lat 1937 — 1940 oparte na 1275 pomiarach wykazały, że w 79% przypadków wyładowania atmosferycznego występował w słupie prąd poniżej 20 kA, w 5% powyżej 40 kA i tylko w 1% powyżej 60 kA.

Można przypuszczać, że pozostawienie na linii kilku procentów słupów z opornością uziemienia rzędu 30 omów nie wiele wpłynie na pogorszenie bezpieczeństwa pracy linii. Ponieważ słupy z opornością od 80 do 120 omów po dodaniu 4-ch dodatkowych promieni do każdej nogi wykazały oporność rzędu 30 omów, dalsze zaś powiększenie liczby tych promieni w bardzo małym stopniu obniżyłoby oporność słupów, pozostawiono je z opornością 30 omów. Dla słupów posiadających obecnie oporność od 120 do 300 omów przewidziane jest zmniejszenie oporności uziemienia przez wbicie dodatkowych rur.

Pomiary oporności uziemień były dokonywane po zmontowaniu na słupach linek ochronnych, a zatem nie można było mierzyć oporności słupa po przyłączeniu do niego uziomu, lecz tylko oporność samego uziomu, otrzymane więc wyniki są nieco większe od rzeczywistych, gdyż nie uwzględniają przewodności fundamentu.

Należy zaznaczyć, że oporność słupów mierzona w terenie za pomocą mostka nie odpowiada tej oporności,

kłora występuje przy wyładowaniach atmosferycznych; ta ostatnia jest w pierwszej chwili wyładowania znacznie wyższa niż zmierzona mostkiem. Jeżeli uziomy są wykonane z rur wbitych w grunt w pobliżu stopy fundamentowej albo z kilku odcinków przewodu lub taśmy o długości około 15 m promieniowo odchodzących od słupa, to oporność takich uziomów zmierzona mostkiem jest bliska oporności przy przepływie prądu podczas wyładowań atmosferycznych.

5. Montaż słupów.

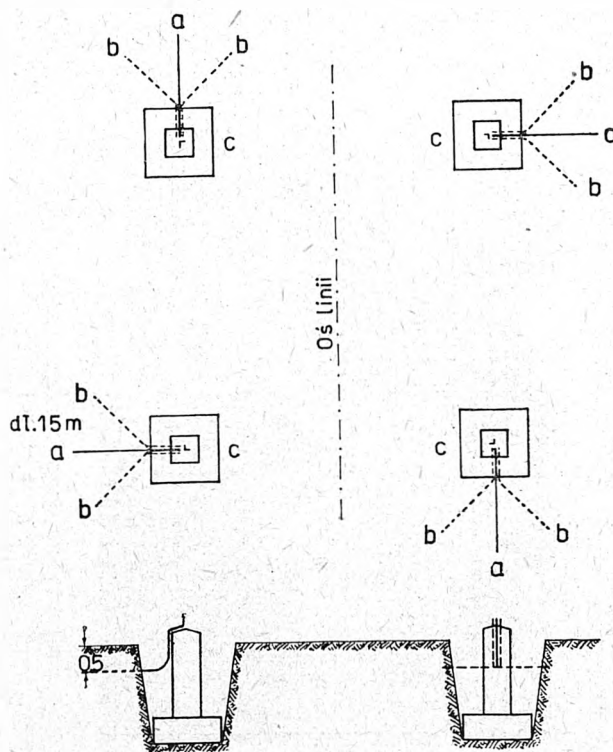
Słupy typu amerykańskiego, tj. słupy użyte do budowy linii na napięcie 220 kV Śląsk — Łódź, można ustawiać kilku metodami:

1. za pomocą dwóch lub więcej drągów ustawionych w pobliżu fundamentu: a) przez podnoszenie całego ciężaru słupa lub b) przez obrót słupa dokoła prostej przechodzącej przez stopy dwóch nóg tego słupa;

2. przez nadbudowę poszczególnych części słupa: a) za pomocą żorawia, b) za pomocą dwu drągów podnoszonych kolejno z jednego piętra słupa na następne.

Obranie odpowiedniego sposobu ustawiania zależne jest od wagi, wysokości, wielkości przekrojów głównych prętów słupa i od terenu bezpośrednio przyległego do miejsca ustawienia słupa z uwzględnieniem najbliższych zabudowań.

Sposób 1a polega na tym, że za pomocą dwóch drągów ustawionych na prostej, przechodzącej przez środek fundamentu i prostopadłej do kierunku linii, podnosimy słup do góry, przy czym położenie słupa na ziemi musi być takie, aby oś jego pokrywała się z osią linii i środek ciężkości słupa leżał w przybliżeniu nad środkiem fundamentu. Linki podnoszące mocujemy do słupa nieco nad jego środkiem ciężkości, tak że słup w miarę podnoszenia równocześnie się obraca. Powyższy sposób montażu nadaje się do słupów posiadających nisko położony środek ciężkości. Do innych zaś słupów sposób ten może

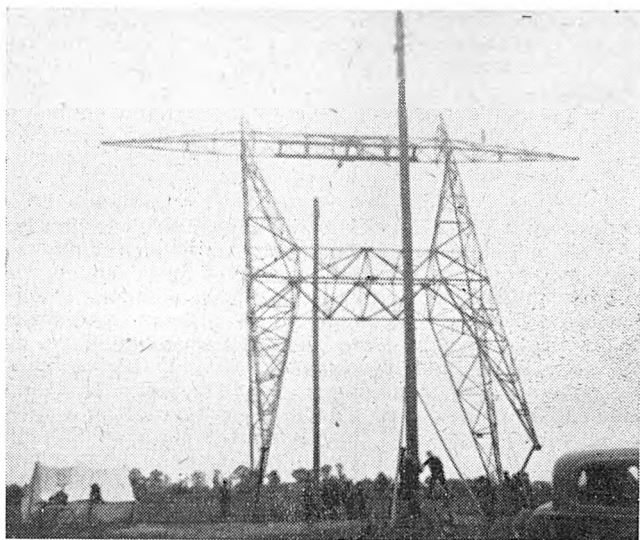


Rys. 9. Uziemienie promieniowe słupa

- a) promienie zasadnicze, płaskownik, 40 mm × 4 mm, Fe
b) promienie dodatkowe, linka, 70 mm², Fe
c) fundamenty nóg słupa

nie mieć zastosowania, gdyż odległość poprzeczki słupa od ziemi może się okazać mniejsza od wysokości drągów i słup podnoszony nie będzie mógł zająć położenia pionowego. Wysokość drągów użytych do podnoszenia słupa normalnie jest o 4—5 metrów większa od odległości środka ciężkości słupa od ziemi.

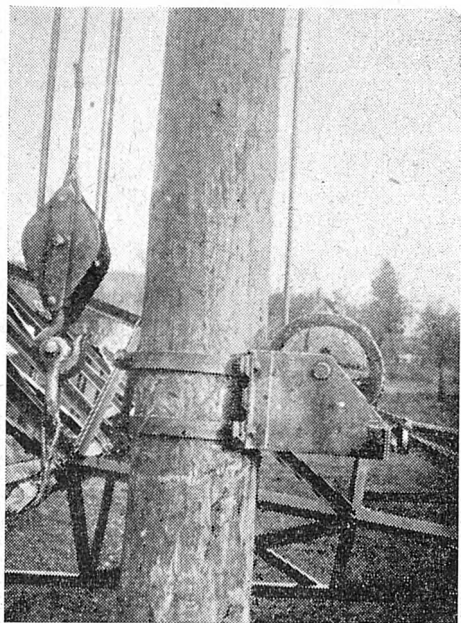
Bardziej uniwersalny i dogodny jest sposób 1b, jednakże ten nie może być zastosowany (bez uprzedniego wzmocnienia konstrukcji), do tych słupów, których główne pręty nie posiadają dostatecznej wytrzymałości na odkształcenia przy obracaniu słupa dokoła prostej przechodzącej przez stopy dwóch nóg. Stosując dodatkowe



Rys. 10. Ustawianie na fundamencie słupa linii o napięciu 150 kV Mościce—Starachowice

wzmocnienie konstrukcji słupowej na czas podnoszenia, można powyższym sposobem montować słupy o różnych wysokościach i wadze dobierając odpowiedni układ drągów. Na przykład słup przelotowy o wysokości 20 m i wadze 5 t był stawiany za pomocą dwóch drągów, jak pokazano na rys. 10.

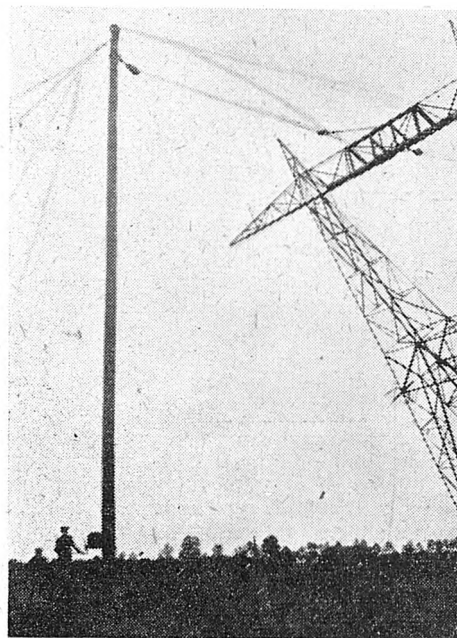
Przebieg montażu był następujący. Z poszczególnych części słupa dostarczonych z warsztatu na trasę składano słup na ziemi tak, aby dwie nogi słupa przylegały



Rys. 11. Umocowanie dźwigarki na drągu

bezpośrednio do dwóch stóp fundamentu, ós zaś słupa pokrywała się z osią linii, przy czym zależnie od rodzaju stóp łączono nogi słupa ze stopami fundamentu za pomocą zawias, łańcucha, sworznia itp. Następnie ustawiano dwa drągi drewniane o wysokości około 20 m i średnicy około 24 cm w czubie w ten sposób, że jeden z nich był ustawiony na osi linii w pobliżu pozostałych dwóch nóg fundamentu, drugi zaś drąg również na osi linii, lecz tuż przy górnej poprzeczce słupa. Każdy z ustawionych drągów

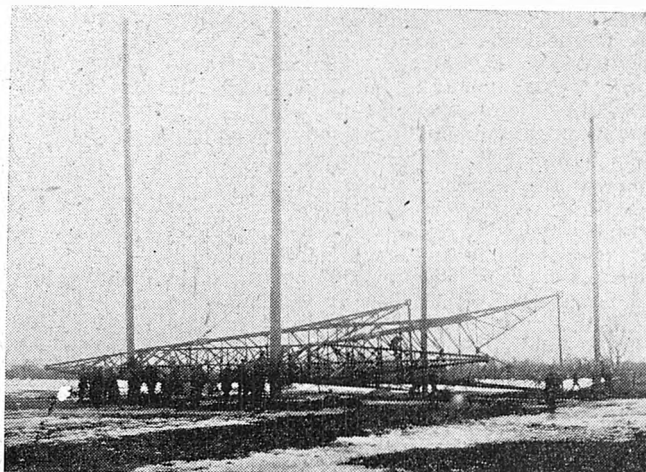
posiadał na czubie zmontowany blok i poniżej bloku okucie dostosowane do umocowania odciągów. U dołu na wysokości około 120 cm od ziemi każdy z drągów posiadał ślimakową dźwigarkę przyścienną zmontowaną tak jak na rys. 11. Poza tym każdy drąg posiadał 3 lub 4 odciągi zależnie od wagi podnoszonych słupów. Do zakotwienia odciągów używano drążków stalowych o średnicy około 40 mm, długości 1,5—2,0 m. Przy gruntach małoźwartych wbijano w szereg po 2 lub 3 drążki żelazne łączone ze sobą linką stalową i tylko w wyjątkowych wypadkach stosowano zakopywanie belek jako zakotwienie zamiast wbijanych drągów. Ponieważ dźwigarka umocowana na drągu, której nośność wynosiła 2 t, musiała dźwigać ciężary większe od 2 t, przeto lina stalowa,



Rys. 12. Umocowanie wielokrażka pomiędzy słupem i drągiem

wychodząca z dźwigarki poprzez blok umieszczony na czubku słupa, nie była łączona bezpośrednio ze słupem, lecz poprzez wielokrażek jak na rys. 12.

W pierwszej fazie podnoszenia słupa pracowała tylko dźwigarka ustawiona przy poprzeczce, w drugiej zaś tylko dźwigarka ustawiona przy fundamencie, przez co na fundament słupa działały bardzo małe siły poziome. W końcowej fazie ustawiania słupa przejmowała pracę dźwigarka ustawiona przy poprzeczce, hamując opadanie

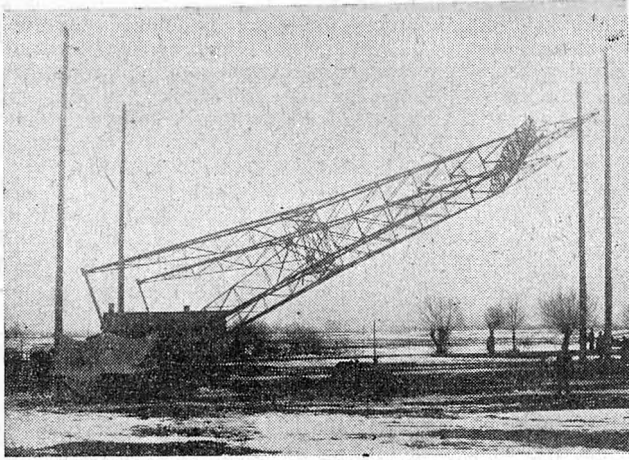


Rys. 13. Początkowa faza ustawiania słupa

słupa wywołane jego własnym ciężarem. Zamiast drągów drewnianych do podnoszenia można użyć rur stalowych o odpowiedniej średnicy i grubości ścianek lub też konstrukcji kratowej do tego celu dostosowanej.

Słup przelotowy wzmocniony o wysokości 30 m i ciężarze 9,5 t był podnoszony podobnie, lecz czterema drągami, jak na rysunkach 13 i 14, słup zaś na skrzyżowaniu z rzeką Wisłą o wysokości 45 m i ciężarze 20 t był podnoszony w całości za pomocą drągów jak na rys. 15.

Powyższy sposób montażu przy odpowiednim wzmocnieniu konstrukcji słupa belkami drewnianymi, jest zupełnie pewny i ma tę zaletę, że nie potrzebuje specjalnych dodatkowych narzędzi i specjalnie wyszkolonych

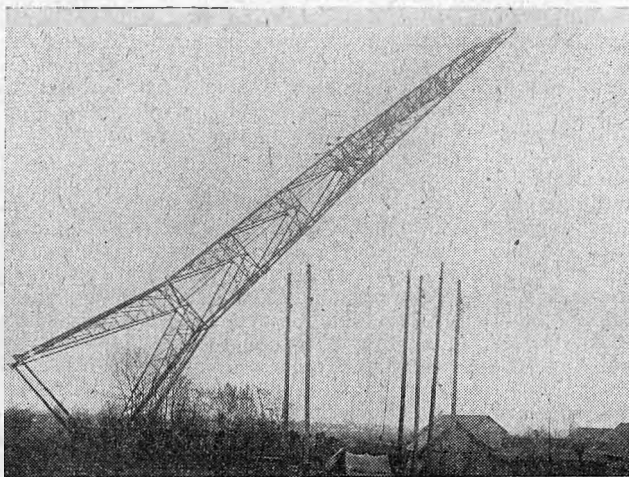


Rys. 14. Przejściowa faza ustawiania słupa

ludzi, a poza tym jest stosunkowo tani. Grupa stawiaczy licząca 20 ludzi, w tym 1 majster i 3 monterów, stawiała przeciętnie 4 słupy w ciągu 6 dni roboczych przy 10-godzinnym dniu pracy. Ustawianie drągów i ich demontaż należało do prac tej samej grupy stawiaczy.

Ustawianie słupów sposobem 2a) jest opisane w artykule inż. Mejera pt. „Ustawianie słupów w terenie“. Sposób ten posiada wszelkie zalety dobrego montażu, lecz ma jedną wadę: duży koszt.

Ostatni wreszcie sposób 2b) polega na tym, że przy użyciu dwóch drągów o długości większej o 1 m od wysokości montowanych pięter, nadbudowujemy kolejno jedno piętro słupa nad drugim. Do słupów linii 220-kilowoltowej Śląsk — Łódź, które posiadają piętra o wysokości 6 m, należałoby użyć dwóch drągów drewnianych o długości około 7 m i średnicy w czubie około 15 cm odpowiednio okutych u dołu i u góry. Pierwsze piętro tj. cztery nogi słupa ustawiamy kolejno sposobem tzw.



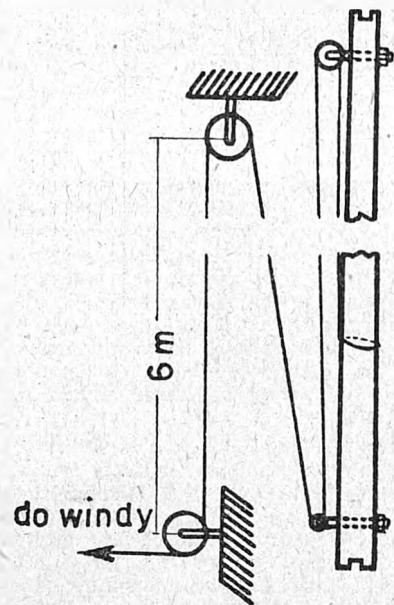
Rys. 15. Ustawianie słupa do skrzyżowania z Wisłą na linii o napięciu 150 kV Mościce—Starachowice

strzały ruchomej przy użyciu posiadanych drągów, które do tego celu mają specjalne wycięcia u góry *).

*) Por. opis stawiania masztu montażowego w art. inż. T. Mejera „Ustawianie słupów w terenie“.

Po ustawieniu pierwszego piętra mocujemy w jego górnej części na dwóch sąsiednich rogach po jednym bloku, u góry zaś każdego z drągów mocujemy po 4 linki odciągowe o średnicy 12 mm i długości około 100 m każda. Następnie podnosimy drągi do góry ponad piętro i jednocześnie rozciągamy linki odciągowe ku zakotwiczeniom wykonanym z drążków żelaznych w sposób opisany w metodzie 1b. Osie drągów zachowują położenie pionowe przy podnoszeniu ich do góry i opuszczaniu na ziemię. Do podnoszenia drągów wykorzystane są windy, które służą do podnoszenia poszczególnych części słupa. Windy posiadają nośność 2—3 ton i są zmontowane na ramach zaopatrzonych w dwa koła pneumatyczne do przewożenia wind po gruncie. Do montażu słupa potrzebne są 2 windy. Ustawiamy je w odległości kilkunastu metrów od słupa. Układ linki do podnoszenia drąga do góry pokazuje rys. 16. Widzimy tam, że koniec linki, nawiniętej na bęben windy, zostaje umocowany do drąga w odległości około 1,5 m od jego podstawy, po przejściu przez bloki umocowane u dołu i u góry zmontowanego piętra słupa oraz poprzez bloki umocowane na drągu. Obracając korbą windy, podnosimy drąg do góry. Gdy dolny bloczek drąga dojdzie do bloku umocowanego u góry konstrukcji słupowej, przywiązujemy pętem dół drąga do konstrukcji i jednocześnie naprzężamy linki odciągowe. Po umocowaniu drągów zwalniamy linki wind i przystępujemy do podnoszenia poszczególnych części względnie oddzielnych prętów słupa, przy pomocy tych samych wind. Po zmontowaniu ściany, przy której stoją drągi montażowe i części ścian prostopadłych do niej, opuszczamy drągi na ziemię i następnie podnosimy je do góry przy rogach przeciwnych. W ten sposób zostaje zmontowany cały słup.

Brygada montażowa składająca się z 15 robotników, 5 monterów i 1 majstra, po nabyciu odpowiedniej wpra-



Rys. 16. Podnoszenie drąga montażowego do góry

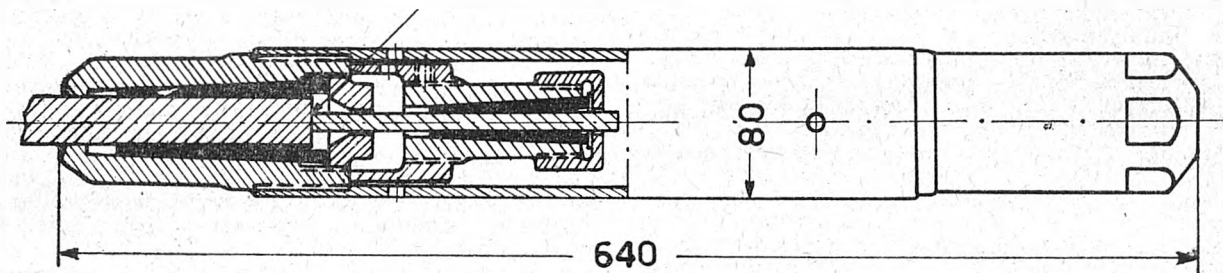
wy, składa i montuje cały słup typu podobnego do typu użytego na linii 220-kilowoltowej Śląsk — Łódź w przeciągu 20 godzin roboczych. Składanie poszczególnych części słupa na ziemi dokonywane jest przez część robotników tej samej grupy montażowej w tym czasie, gdy inni robotnicy są zatrudnieni przy podnoszeniu już zmontowanych części.

Na podstawie podanych wyżej opisów metod stawiania słupów nie możemy wyciągnąć wniosku, że zastosowany sposób do montażu słupów linii 220-kilowoltowej Śląsk — Łódź jest najwłaściwszy. Pod względem technicznym posiada on wszelkie zalety, natomiast pod względem gospodarczym posiada wady, gdyż wymaga dużej ilości sprzętu i dużej ilości robotniko-godzin. Przed rozpoczęciem montażu następnego odcinka linii należałoby rozważyć i opracować montaż innymi metodami celem porównania kosztów montażu.

6. Montaż przewodów.

a) Zawieszanie izolatorów. Przy podnoszeniu łańcuchów o dużej liczbie ogniwa należy zwracać uwagę na miejsce umocowania linki podnoszącej. Mocujemy ją normalnie między 2 a 3 ogniwem, aby nie wywoływać zginania części okucia, łączącego poszczególne ogniwa łańcucha, a z drugiej strony mieć możliwość poruszania pierwszym ogniwem przy łączeniu łańcucha z konstrukcją słupową. Przed wciąganiem łańcucha do góry należy ustawić go pionowo na ziemi, gdyż przez podnoszenie długiego łańcucha z pozycji leżącej narażamy na zginanie okucia łączące poszczególne ogniwa w pierwszym etapie podnoszenia tj. nim łańcuch zajmie położenie pionowe. Poza tym zaleca się obrócić poszczególne ogniwa w łańcuchach izolatorów przed ich podniesieniem do góry tak, aby sprężynki „M” wzgl. zawlecзки tworzyły linię pionową, dla łatwiejszego skontrolowania istnienia wszystkich zawleczek w łańcuchu.

Wszelkie śruby sprzętu przewodowego, mające pionowe położenie osi podczas normalnej pracy, a szczególnie te, których nakrętki nie posiadają zawleczek, należy



Rys. 17. Złącze przelotowe do linki stalowo-aluminiowej o przekroju 463 mm²

montować tak, aby główki śrub były u góry. Ten sposób montażu wyklucza wypadnięcie śruby w wypadku odkręcenia się nakrętki wskutek drgań przewodów, a brak nakrętki zostanie stwierdzony podczas okresowych kontroli linii i w odpowiednim czasie uzupełniony.

Rolki montażowe do zaciągania przewodów linii bardzo wysokiego napięcia, tj. linii o długich łańcuchach izolatorów, zawieszamy normalnie na trzonkach ostatniego ogniwa łańcuchów. Uzyskujemy w ten sposób zawieszenie przewodu na poziomie zacisku wieszakowego bez użycia dodatkowych konstrukcji do rolek montażowych, a poza tym unikamy niebezpieczeństwa wyginania się poszczególnych prętów konstrukcji słupowej przy zawieszaniu rolek na tych prętach. Rolki montażowe do zaciągania przewodów, jeżeli posiadamy ich dostateczną liczbę, mocujemy do łańcuchów na ziemi przed zawieszeniem łańcuchów na słupie.

b) Naciąganie przewodów. Montaż przewodów na liniach wysokiego napięcia wymaga od personelu zatrudnionego przy tych pracach świadomości, że wszelkie uszkodzenia, niezależnie od ich wielkości i rodzaju, są groźne dla przyszłej pracy linii. Takie uszkodzenia, jak podcięcie duszy stalowej przy montażu zacisków odciążowych i złącza linki stalowo-aluminiowej (strzałka na rys. 17), uszkodzenie płaszcza aluminiowego przez porysowanie lub zgniecenie itp., nie powinny być ukrywane przez robotników, a tym bardziej przez kierowników grup montażowych, lecz usunięte jako niebezpieczne dla przyszłej eksploatacji linii.

Powyższe uwagi dotyczą nie tylko przewodów roboczych, lecz i linek ochronnych. Linkę ochronną uziemioną traktuje się u nas po macoszemu wskutek mylnego mniemania, że stal może znieść wszelkie uszkodzenia. W istocie jest inaczej. Linka uziemiona posiadająca uszkodzoną warstwę cynku podlega rdzewieniu, a po pewnym czasie zerwaniu, wywołując wypadki na linii. Nie należy zatem rozciągać przewodu stalowego ocynkowanego po ziemi, aby nie niszczyć cynku, gdyż parokilometrowe wleczenie linki nawet po piasku drobnoziarnistym wystarczy na starcie cynku, nie mówiąc już o tym, że na głębokości kilku lub kilkunastu centymetrów pod powierzchnią ziemi, tj. na głębokości, na którą zwykle się wrzyna linka przy ciągnięciu, mogą być kamienie i kawałki żelaza, o które wówczas linka się ociera. Dla przewodów stalowo-aluminiowych, które, niestety, pomimo surowego

zakazu również bardzo często są ciągnięte po ziemi, groźne są nie tylko kamienie znajdujące się tuż pod powierzchnią ziemi i tarcie przewodu o piasek, lecz również groźne jest gnienie piasku przez przewody w rolkach montażowych, do których piasek dostaje się razem z przewodami, przyklejając się do ich natłuszczonej powierzchni.

Przewody o grubych przekrojach przy dużych rozpiętościach rozciągamy normalnie za pomocą wind motorowych przy użyciu linki wstępnej lub też za pomocą ciągnika gąsienicowego. Rozciąganie końmi lub ludźmi nie może być brane pod uwagę wskutek dużej wagi jednostkowej przewodu. Rozciąganie przewodu przy użyciu windy motorowej wymaga mniejszej liczby robotników i punktów wsparcia przewodu pomiędzy słupami linii, a poza tym przy jej użyciu łatwiej jest utrzymać przewód ponad ziemią niż w wypadku rozciągania go przy użyciu ciągnika. Korzyści wynikające z zastosowania wind motorowych mogą być jednak osiągnięte w pełni tylko przy użyciu wind odpowiednio silnych zarówno pod względem konstrukcji jak i napędu. Ponieważ windy

tego rodzaju nie są wyrabiane w kraju, a poza tym nabycie ich związane jest z dużymi kosztami, przeto przed obraniem sposobu rozciągania przewodów należy w każdym poszczególnym wypadku rozważyć, czy zastosowanie wind motorowych będzie możliwe ze względu na dewizy i terminy dostaw tych wind.

Przy naciąganiu przewodów należy zwracać uwagę na złącza przelotowe, aby móc w odpowiednim czasie ułatwić przejście złącza przez rolkę montażową, względnie wstrzymać naciąganie przewodu przed jego uszkodzeniem w wypadku zawadzenia złącza o konstrukcję rolki.

Przy ustalaniu zwisów za pomocą lat zaleca się używanie dynamometru jako czynnika kontrolującego prawidłowość wyznaczonych zwisów. W braku dynamometru należy kontrolować zwis za pomocą teodolitu lub specjalnie do tego celu przeznaczonego aparatu optycznego (np. Askanii). Przy regulacji zwisów należy zwracać uwagę na zjawisko rozregulowania przewodów, które występuje już od pierwszych dni po ich zaciągnięciu. Szczególnie jaskrawo występuje ono przy przewodach aluminiowych i stalowo-aluminiowych. Zjawisko to bywa wywoływane wydłużaniem się przewodów wskutek naciągu, który zastosowano przy zawieszaniu, a w późniejszym okresie wskutek obciążeń, które występują przy sady normalnej albo katastrofalnej, przy czym stwierdzono, że proces wydłużania się przewodów stalowo-aluminiowych pod wpływem otrzymanego obciążenia trwa kilkanaście względnie kilkadziesiąt godzin. Celem zapobieżenia takim wydłużeniom, a przynajmniej zmniejszenia ich wielkości zaleca się stopniowe naciąganie przewodów do wielkości naprężenia zastosowanego. W tym celu początkowo naciągamy przewód łagodnie (bez szarpań) dając mu $\frac{2}{3}$ naprężenia zastosowanego. Następnego dnia powiększamy to naprężenie do wielkości naprężenia zastosowanego, które po kilkunastu godzinach sprowadzamy do wartości nominalnej, tj. do wartości odpowiadającej temperaturze istniejącej w chwili regulacji. Jeżeli montaż odbywa się w takich porach roku, że na przewodach może w ciągu nocy wystąpić sady lub może nastąpić duże obniżenie się temperatury w stosunku do temperatury, przy której odbywał się naciąg, to nie należy wtedy pozostawiać na noc przewodów pod naciąganiem odpowiadającym naprężeniu zastosowanemu, aby nie wywoływać w przewodach naprężeń większych od zastosowanego.

7. Malowanie słupów.

Konstrukcje stalowe zamówione w warsztatach są wysyłane na trasę po zaminiowaniu. Ponieważ jakość zaminiowania decyduje o należytej konserwacji konstrukcji stalowych, przeto przy odbiorze tych konstrukcji w warsztatach, a nawet podczas ich produkcji należy zwracać baczną uwagę na miniowanie.

Przede wszystkim konstrukcje powinny być dokładnie oczyszczone z rdzy i zendry i na tę czynność należy zwrócić największą uwagę. Od wytwórcy musimy żądać oczyszczenia żelaza aż do powierzchni srebrzystej przy użyciu piaskownic. W braku piaskownic można do czyszczenia używać szczotek drucianych o różnych kształtach i o niezbyt twardym drucie, z napędem elektrycznym.

Konstrukcje oczyszczone z rdzy muszą być wytarte miękką szmatą zwilżoną w terpentynie lub lekkiej benzynie i bezpośrednio po tym pominiowane. Oczyszczone i przetarte terpentyną konstrukcje nie mogą pozostawać nieminiowane dłużej niż pół godziny, a pominiowane nie mogą posiadać zacieków i sopli, gdyż te zagrażają trwałości malowania. Konstrukcje żelazne muszą być miniowane cienką warstwą tak, aby żelazo było pokryte całkowicie i nie przeświecało. Metoda natryskowa nie nadaje się; miniować należy wyłącznie pędzlem. Dobre oczyszczenie konstrukcji w warsztacie i dobre zaminiowanie zaoszczędzi dużo pracy i wydatków związanych z oczyszczaniem konstrukcji w terenie. Do zagruntowania nie można używać farby miniowej sporządzonej na pokoście szybko schnącym. Do tego celu służyć może jedynie pokost zwykły, gdyż między innymi odznacza się on największym przyleganiem do żelaza oraz znacznie mniejszą liczbą kwasową, niż wszelkiego rodzaju pokosty robione na zagęszczonym oleju. Poza tym do miniowania słupów nie może być użyta minia żelazna, ani minia ołowiana tzw. nieosadzająca się, lecz wyłącznie zwykła minia ołowiana o zawartości PbO_2 nie mniej jak 27%. Użycie hiewłaściwej farby suchej do miniowania słupów, pomimo oczyszczenia i starannego zagruntowania tj. równego bez zacieków i sopli, było przyczyną zjawienia się rdzy na słupach pewnej linii elektrycznej w 6 miesięcy po zmontowaniu słupów.

Jako zasadę należy przyjąć, że farba pokostowa użyta do miniowania ma być świeżo sporządzona tzn. jeden dzień lub najdalej dwa dni przed jej użyciem. Gotowa farba pokostowa miniowo-ołowiana powinna odpowiadać następującemu składowi wagowemu: pokostu 9—12%, terpentyny najwyżej 5%, minii ołowianej 86—88%. Ciężar właściwy od 3,8 do 4,3. Po wyschnięciu powłoka powinna posiadać połysk odpowiadający mniej więcej połyskowi skorupy jaja.

Ze względu na to, że konstrukcja słupa zagruntowana minią ołowianą w warsztacie może być pokrywana następną powłoką dopiero po ustawieniu słupa w terenie i ukończeniu na nim robót montażowych, należy mieć na uwadze następujące zastrzeżenia: jeżeli się przewiduje, że ostatnie krycie farbą nastąpi dopiero po upływie 5—6 miesięcy, wówczas należy bezpośrednio po wyschnięciu pierwszej warstwy miniowania pokryć konstrukcję drugi raz farbą miniową. Farba miniowa użyta do drugiego krycia powinna zawierać około 5% więcej pokostu niż farba użyta do zagruntowania oraz 0,1% sadzy w celu zaznaczenia, że konstrukcja została pokryta drugą warstwą minii. Pokrywanie konstrukcji drugą warstwą farby miniowej ma na celu utrudnienie przenikania wilgoci do powierzchni żelaza, gdy jest ono wystawione na jej działanie przez dłuższy okres czasu.

Konstrukcje odebrane w warsztacie i wysyłane w teren muszą posiadać powłokę miniową suchą, gdyż w przeciwnym razie ulega ona znacznemu uszkodzeniu podczas transportu, a szczególnie przy magazynowaniu konstrukcji na trasie bezpośrednio na ziemi. Konstrukcje stalowe dokładnie oczyszczone i dobrze zagruntowane w warsztacie nie wymagają powtórnego miniowania po zmontowaniu ich na trasie. W tym wypadku należy tylko uzupełnić minię w miejscach uszkodzonych podczas transportu i montażu. Miejsca z uszkodzoną minią oczyszczamy* szczotkami stalowymi o niezbyt twardym drucie oraz skrobaczkami i po wytarciu szmatami zwilżonymi w terpentynie lub lekkiej benzynie pokrywamy farbą miniową.

Po zupełnym wyschnięciu minii przystępujemy do malowania słupów farbą szarą, używając do tego pędzli z krótkim włosiem (45—50 mm). Przy malowaniu farbą szarą należy uważać, żeby warstwa jej była równa, możliwie cienka i nie posiadała zacieków. Gruba warstwa farby powoduje marszczenie się powłoki, która traci przez to na trwałości. Ze względu na trwałość powłoki nie jest obojętny czas, w którym odbywa się zagruntowanie i następne pokrywanie konstrukcji farbą. Musimy unikać malowania w letnie dni upalne, jak również i przy temperaturze poniżej +5°. Poza tym powierzchnia malowana musi być zupełnie sucha. Nie można np. malować słupów rankiem, kiedy jeszcze na słupach mamy rosę, jak również nie można malować konstrukcji po deszczu, kiedy jest ona jeszcze mokra, gdyż wówczas farba nie przylega do żelaza. Szczególną uwagę należy zwrócić na węzły, w których wilgoć utrzymuje się najdłużej.

Ze względu na ważność obiektu i ze względu na trudności związane z odnowieniem powłoki konstrukcje stalowe linii 220-kilowoltowej winny być malowane dwukrotnie oprócz zagruntowania. Farba użyta do ostatniego krycia słupów stalowych musi być koniecznie sporządzona z zagęszczonego oleju lnianego, gdyż zwykły pokost jest przesiąkliwy i przepuszcza wodę do dalszych warstw. Dlatego właśnie należy przy jednokrotnym malowaniu słupów używać farby szarej sporządzonej na zagęszczonym, a nie zwykłym pokoście. Skład farby do wykonania ostatniej powłoki jest następujący: 1. olej lniany zagęszczony o lepkości najmniej 75° E/50 i w ilości najmniej 37%, 2. terpentyny najwyżej 12%, 3. reszta — biel cynkowa z dodaniem sadzy w ilości niezbędnej do osiągnięcia żądanego koloru. Ciężar właściwy od 1,3 do 1,5. Przy dwukrotnym malowaniu konstrukcji należy użyć do pierwszego malowania farby szarej sporządzonej na zwykłym pokoście. Malowanie słupów zmontowanych w terenie rozpoczynamy zwykle po ukończeniu wszelkich robót montażowych, a więc po założeniu przewodów, należy zatem przed malowaniem konstrukcji osłonić wszystkie izolatory na całej długości łańcucha.

8. Kontrola robót montażowych.

Prace wykonywane przy budowie linii wysokiego napięcia można podzielić na dwie grupy. Jedną grupę tworzą prace możliwe do sprawdzenia w dowolnym czasie po wykonaniu bez żadnych ku temu przeszkód (np. zmontowanie słupa, zawieszenie łańcucha izolatorów itp.); drugą grupę stanowią prace, których sprawdzenie po całkowitym ich ukończeniu jest niemożliwe bez wykonania dodatkowych prac, a nawet i bez wyłączenia linii spod napięcia (np. sprawdzenie jakości betonu i wymiarów fundamentu po zasypaniu dołów, sprawdzenie wykonania uziomu lub zmontowanego złącza w przewodzie).

Jeżeli roboty pierwszego rodzaju mogą nie być kontrolowane w toku wykonywania, a dopiero po ich wykonaniu, to roboty drugiego rodzaju muszą być kontrolowane stale, szczególnie w tym wypadku, gdy firmy zatrudnione przy montażu nie dbają o jakość, lecz tylko o ilość prac wykonanych.

Zaleca się bardzo nie zaniedbywać jednak kontroli robót pierwszej grupy podczas ich wykonywania, gdyż przez to unikamy później strat materiałów i czasu, wywoływanej poprawkami względnie przeróbkami. Warunkiem koniecznym dobrego montażu jest uczciwe podejście kierownictwa przedsiębiorstwa do przyjętych zobowiązań, a więc dobranie personelu poczuwającego się do obowiązku sumiennego wykonywania powierzonych mu prac i nietolerowanie żadnych uchybień podczas montażu, zleceniodawca bowiem nie może stawiać kontrolerów przy każdej najdrobniejszej czynności. Odpowiedzialność przedsiębiorstwa za powierzone mu roboty powinna ciążyć na nim również po uruchomieniu linii, aby nie dopuścić do takich np. wypadków, jak pozostawienie w zmontowanym złączu przelotowym nadciętych drutów stalowych lub też zawieszenie przewodów z uszkodzonym płaszczem aluminiowym. Utrzymywanie olbrzymiego aparatu kontrolnego ze strony zleceniodawcy uważamy za niecelowe. Należy się raczej ograniczyć do kontroli okresowej, lecz w wypadku stwierdzenia złego wykonywania robót przedsiębiorstwo musi płacić kary umowne, a nawet może mu być odebrane dalsze wykonywanie robót.

INŻ. MARIAN KOBYLŃSKI
Dyrektor Budowy Linii

Ogólne wnioski z budowy linii Śląsk-Łódź na 220 kV

Treść. Uwagi o organizacji dyrekcji budowy: personel fachowy, prowadzenie magazynów, szkolenie pracowników, wczesne przygotowanie instrukcji montażowych. Uwagi o organizacji budowy: zagadnienie liczebności przedsiębiorstw, określanie terminów dostaw, kontrola jakości produkcji we wszystkich jej fazach, transport kolejowy i samochodowy. Liczba przedsiębiorstw biorących udział w dostawach i budowie, liczba robotniko-godzin zużytych na produkcję i montaż. Ilość zasadniczych materiałów użytych do budowy. Koszt budowy linii i podstacji z podziałem na materiały i montaż oraz na trasowanie, fundamenty, stopy, izolatory, przewody. Średniówki materiałowe i koszty na 1 km linii. Wnioski ogólne.

Подведение итогов в связи с окончанием постройки линии. Замечания относительно организации дирекции по постройке линии: набор квалифицированных работников, организация магазинов, обучение рабочих, заблаговременная подготовка монтажных инструкций. Организация работ: численность предприятий, привлекаемых к постройке, установление сроков доставки, текущий контроль производства во всех его фазах, железнодорожный и автомобильный транспорт. Отчет о числе поставщиков и предприятиях, число рабочих часов, затраченных на производство и монтаж. Расход основных материалов для постройки. Стоимость линии передачи и подстанций с подразделением на материалы и монтаж, а также на трассировку, фундаменты, опоры, изоляторы, провода. Средний расход материалов и средняя стоимость отдельных частей постройки на 1 км линии. Общие заключения.

General Conclusions in Regard to Construction. Notes on the organisation of the Building Management: skilled personnel, warehousing; training of employees; advance preparation of erecting instructions. Notes on the building organisation: problem of number of contractors, fixing of delivery dates, supervision of quality of manufacture throughout all stages; rail and road transport. Number of contractors engaged on supplies and building; number of workmen-hours used in manufacture and erection. Quantity of basic materials used for construction. Cost of the construction of the line and of substations, separately for materials and erection, and for plotting, foundations, towers, insulators, cables. Averages for materials and cost per 1 km of line. Conclusions.

Remarques générales relatives à la construction. Remarques au sujet de l'organisation de la Direction de la Construction: personnel technique, gestion des magasins, formation des employés, préparation préalable des instructions de montage. Remarques au sujet de l'organisation de la construction: problème du nombre des entreprises, fixation des délais de livraison, contrôle de la qualité de la production dans toutes ses phases, transport par rail et par route. Nombre des entreprises participant aux fournitures et à la construction, nombre d'heures de travail employées à la construction et au montage. Quantité de matériaux de base employée à la construction. Frais de construction de la ligne et des sous-stations, avec partage en prix des matériaux et frais de montage, ainsi qu'en frais d'établissement du tracé, prix des fondations, des pylônes, des isolateurs et des conducteurs. Moyennes des matériaux employés à la construction et prix d'un kilomètre de ligne. Conclusions générales.

1. Uwagi wstępne.

Poważnym czynnikiem utrudniającym właściwą organizację budowy był brak wykończonego projektu linii. Ewentualna konieczność zmian, szczególnie zmian trasy linii, po dokonaniu zamówień powoduje kolosalne trudności. Podstawowym warunkiem, od którego nie powinno się odstępować, musi być całkowicie gotowy projekt linii. Uzgodniony również musi być przebieg trasy linii ze wszystkimi zainteresowanymi czynnikami (Biuro Planowania Przestrzennego, Min. Obr. Narod., Lotnictwo Cywilne itd.).

2. Uwagi o organizacji Dyrekcji Budowy.

W zasadzie przyjęty sposób organizacji kierownictwa budowy okazał się właściwy, należy jednak zwrócić tu uwagę na kilka spraw.

Personel. Pełny skład personelu czyli obsadzenie wszystkich etatów potrzebne jest podczas budowy linii. W okresie projektowania i później w okresie likwidacji budowy czynna jest tylko część personelu.

Podaż na rynku pracy odpowiednio kwalifikowanego personelu jest niewystarczająca. Stałym personelem Dyrekcji Budowy powinny być zatem kadry podstawowe, na okres zaś samej budowy powinni być z innych zjednoczeń przydzielani odpowiednio kwalifikowani specjaliści. Aby praca przy budowie była atrakcyjna także i finansowo, pracownicy ci w okresie delegacji muszą otrzymywać poza dietami i pensją wynagrodzenie dodatkowe.

Magazyny. Wzdłuż trasy linii rozmieszczone były magazyny przedsiębiorstw montujących, gdzie Dyrekcja Budowy magazynowała materiały przeznaczone do budowy linii jak cement, przewody, izolatory, sprzęt zawieszonowy, farbę itp.

To, że magazyny należą do przedsiębiorców, powoduje cały szereg trudności.

1) Za materiały oddane do przechowania przedsiębiorcy należy pobrać odpowiednie zabezpieczenie bankowe czy wekslowe.

2) Niedokładności i opóźnienia księgowości przedsiębiorcy uniemożliwiają orientację w dysponowaniu materiałami.

3) Zlecenia Dyrekcji Budowy na wydanie materiałów honorowane są nie w całej rozciągłości (przy kilku przedsiębiorstwach montujących). Istnieje prawdopodobieństwo pobierania materiałów przez właściciela magazynów z dużą nadwyżką i w końcowym okresie budowy brak jest materiałów (sprzęt liniowy, izolatory) na trasie.

Z osiągniętego doświadczenia wynika, iż organizacja magazynów musi znajdować się całkowicie w rękach Dyrekcji Budowy z centralnie prowadzoną księgowością. W okresie budowy magazyny te powinny być połączone bezpośrednio linią telefoniczną z Dyrekcją. Wydawanie materiałów powinno się odbywać tylko na zlecenie pisemne Dyrekcji Budowy.

Szkolenie pracowników. Brygady montażowe przedsiębiorstw muszą przejść przed okresem montażu dokładne przeszkolenie, najlepiej w sezonie zimowym poprzedzającym montaż. Szkolenie sił pomocniczych brygad dopiero podczas montażu bardzo niekorzystnie odbija się na jakości montażu.

Instrukcje. Inspektorat montażowy Dyrekcji Budowy powinien przed rozpoczęciem budowy linii wydać dokładne instrukcje, dotyczące budowy poszczególnych elementów linii, a więc: fundamentów (jakość żwiru, piasku, ilość wody, ubijanie), montażu izolatorów, armatury i przewodów. Bardzo starannie musi być omówiony w instrukcji montaż przewodów i montaż armatury specjalnej (jak złącz liniowych i zacisków odciągowych). Instrukcje takie muszą być w dużej ilości doręczone przedsiębiorstwom dla rozdania personelowi.

3. Uwagi o organizacji budowy.

Liczba zaangażowanych przedsiębiorstw. W przyszłości należałoby przyjąć zasadę, iż nie należy zlecać całości robót pewnego działu wyłącznie jednemu przedsiębiorstwu, lecz rozdzielić roboty na kilka przedsiębiorstw. Ma to tę dodatnią stronę, iż w wypadku, gdy któreś z przedsiębiorstw nie dotrzymuje tempa prac i opóźnia się w stosunku do obowiązującego harmonogramu, mogą mu pomóc firmy współpracujące.

Przy jednej firmie nadrobienie opóźnienia jest bardzo trudne, gdyż dodatkowe wciągnięcie do prac zupełnie nowego przedsiębiorstwa może ze względu na stosunkowo długi okres organizacyjny i przygotowawczy sprawy nie uratować.

Terminy dostaw. Harmonogram dostaw należy tak ułożyć, by pozostawały jeszcze pewne rezerwy czasu pomiędzy terminem dostawy (częściowej) a terminem użycia materiału. Możliwe to jest oczywiście wtedy, kiedy pozwala na to czas przeznaczony na całkowitą budowę. Nadmierny pośpiech nie pozwala na należyłą selekcję materiałów przy odbiorze. Oto przykład: do izolatorów wisiorowych poddostawca dostarcza kołpaki, których ocynkowanie nie odpowiada przepisom i budzi szereg zastrzeżeń; część kołpaków właściwie należałoby odrzucić, lecz termin wykonania linii może na to nie pozwolić.

(Przykład ten nie jest wzięty z omawianej tu budowy, lecz przytacza się go jako całkiem możliwy).

Właściwie określony termin budowy odbija się dodatnio na dostawie wszelkich materiałów, jak również i na montażu linii.

Kontrola jakości produkcji. Personel Dyrekcji Budowy powinien być jakościowo i ilościowo wystarczający do wykonania kontroli wszystkich dostarczanych materiałów od początku do końca ich produkcji i to nie tylko u samego dostawcy, lecz i u wszystkich poddostawców.

Atestaty stali muszą być sprawdzane, a części wytrzymałościowo odpowiedzialne muszą być co pewien czas w produkcji kontrolowane. Próby odbiorcze nie są wystarczające, gdyż badany jest niewielki odsetek odbieranego materiału.

Transport. Organizacja budowy powinna być tak pomyślana, by można było wykorzystać najtańsze środki transportu. Materiał musi być w takim terminie wyprodukowany, aby transport do miejsca jego zastosowania odbywał się koleją. Wyjątki tutaj mogą być stosowane tylko dla niewielkich odległości i dla materiałów kosztownych i lekkich.

Transport samochodowy jest znacznie droższy od kolejowego, ale trwa znacznie krócej. Oczywiście, od najbliższej stacji kolejowej do miejsca użycia materiału w terenie transport musi być samochodowy.

Umowy z przedsiębiorstwami montującymi linię muszą określać wyraźnie od którego punktu obowiązuje firma transport materiałów. Również do którego punktu przedsiębiorca musi po montażu linii zwrócić opakowania.

Dyrekcja Budowy przy zawieraniu umowy obowiązana jest sprawdzić, czy przedsiębiorstwo posiada odpowiednie środki transportowe i czy ich stan techniczny nie budzi zastrzeżeń.

Dyrekcja Budowy musi posiadać do swej dyspozycji rezerwowo samochody cięższego typu, by rzucić je w momentach decydujących do przedsiębiorstw, w których nastąpił niespodziewany ubytek samochodów.

Kontrolerom montażowym należy przydzielić motocykle dla łatwiejszego poruszania się w terenie; oddają one dobre usługi i eksploatacja ich nie jest kosztowna.

4. Dostawcy i wykonawcy.

Ogólna liczba przedsiębiorstw współpracujących przy dostawach materiałów wyniosła 58, w tym dostawców 31 i poddostawców 27.

Liczba przedsiębiorstw pracujących przy montażu linii i podstacji wyniosła 19.

Koordinacja dostaw i regulowanie współpracy tej armii wykonawców nie należały do zadań prostych. Jedynie dzięki wielkiemu wysiłkowi i entuzjazmowi pracy wykonawców można było linię właściwie i w terminie zbudować.

Liczba pracowników fizycznych i umysłowych jednocześnie zatrudnionych przy dostawach i montażu linii i podstacji wynosiła w momencie największego nasilenia prac 2 568, w tym pracowników zajętych przy dostawach 1 548 i pracowników zajętych przy montażach w terenie 1 020.

Ogólna liczba robotniko-godzin zużyta na wyprodukowanie materiałów na linię wyniosła 1 300 000, ogólna zaś liczba robotniko-godzin zużytych na budowę linii i podstacji — 1 600 000.

Przy montażu linii przejechano ogółem 970 000 wozokilometrów. Przewieziono kolejami 640 000 tonokilometrów.

5. Ilość zasadniczych materiałów użytych do budowy linii.

Ogrom pracy wykonanej przez nasz przemysł w ciągu niespełna 8 miesięcy najlepiej zilustruje zestawienie wagowe materiałów dostarczonych do budowy linii.

Słupy kratowe. Do wyprodukowania 380 słupów ustawionych na trasie i 5 słupów rezerwy eksploatacyjnej należało przewalcować 4 300 ton stali profilowej. Ogólna waga słupów wyniosła 3 100 t, kotew fundamentowych 100 t.

Przewody robocze i linka ochronna. Waga przewodów roboczych stalowo-aluminiowych o prze-

kroju 463 mm² wyniosła 945 t (w tym 564 ton aluminium). Waga stalowych linek ochronnych (przekrój 70 mm²) wyniosła 193 t.

Izolatory i sprzęt zawieszeniowy i ochronny. Liczba izolatorów użyta do budowy linii wyniosła 28 000 szt. o wadze 210 ton. Waga sprzętu zmontowanego wyniosła 86 t.

Cement. Cement zużyty do budowy fundamentów betonowych ważył 1 050 t.

6. Koszt budowy linii i podstacji.

Ogólny koszt budowy linii i podstacji wyniósł 1 230 000 000 zł; z tego koszt linii na 220 kV wyniósł 1 017 000 000 zł czyli 6 400 000 zł za 1 km linii.

Linia na 220 kV. Ciekawe jest rozbitcie kosztów linii na poszczególne elementy.

Zestawienie I

Materiały	zł 702 000 000	czyli 69,0%
Montaż	„ 267 000 000	„ 26,2%
Odszkodowania	„ 20 000 000	„ 2,6%
Koszty ogólne	„ 28 000 000	„ 2,8%
Razem zł	1 017 000 000	czyli 100,0%

Zestawienie II

Trasowanie	zł 5 000 000	czyli 0,5%
Fundamenty	„ 97 000 000	„ 9,6%
Słupy	„ 414 000 000	„ 40,7%
Izolatory	„ 57 000 000	„ 5,6%
Przewody ze sprzętem	„ 444 000 000	„ 43,6%
Razem zł	1 017 000 000	„ 100,0%

Średniówki

Zestawienie średniówek wag i kosztów linii przypadających na 1 km:

Trasowanie	31 000 zł/km
Fundamenty	602 000 „ „
Słupy	19,2 t/km 2 629 000 „ „
Izolatory	1,3 „ 354 000 „ „
Przew. ze sprzętem	7,6 „ 2 784 000 „ „

Ogólny koszt budowy podstacji na 110 kV w Łagiszy i linii na 110 kV wybudowanych dla wprowadzenia pierścienia śląskiego na podstację wyniósł zł 42 266 000.

Ogólny koszt podstacji w Janowie łączony z kosztem kabli 30-kilowoltowych Janów - Elektrownia oraz kosztem celek 30-kilowoltowych w Łodzi wyniósł zł 169 968 000.

7. Wnioski ogólne.

Wobec tego, iż w kraju dotychczas nie były budowane linie na napięcie 220 kV, nie posiadamy typowych średnich wartości, według których można by skontrolować wyniki niniejszej budowy.

Przy analizowaniu podanych wyżej liczb rzuca się w oczy znaczna liczba robotniko-godzin zużytych na budowę linii (1 600 000). Tłumaczy się to stosunkowo małym zmechanizowaniem montażu przewodów i znacznym zapotrzebowaniem robotniko-godzin przy zastosowanym sposobie montażu słupów.

Kilka przedsiębiorstw biorących udział w budowie linii nie mogło wywiązać się w terminie z przyjętych na siebie zobowiązań. Jedynie dzięki wyjątkowo sprężystemu zmechanizowaniu przez Centralny Zarząd Energetyki pomocy tak w dziedzinie personelu fachowego, jak i w dziedzinie transportu, omal że nie ze wszystkich zjednoczeń energetycznych i rzucenie jej do dyspozycji jednego z przedsiębiorstw umożliwiło terminowe ukończenie budowy linii.

Wykonanie projektu i zorganizowanie budowy linii o napięciu 220 kV przedstawia dla zjednoczenia (w warunkach normalnych) cały szereg trudności. Wydaje się, iż projektowanie i budowę tego rodzaju urządzeń należało by powierzać specjalnie do tego celu stworzonym organom przy Centralnym Zarządzie Energetyki.

INŻ. E. ZADRZYŃSKI
Dyr. Nacz. Zjedn. Energ.
Okr. Łódzkiego

Wyniki pierwszych miesięcy eksploatacji linii Śląsk-Łódź

Treść. Opis „łódzkiego węzła energetycznego”; liczba i moc elektrowni, bilans mocy. Wpływ linii 110-kilowoltowej na energetykę węzła łódzkiego. Warunki współpracy sieci śląskiej i łódzkiej; regulacja napięć, prądy zwarcia. Ocena doświadczenia eksploatacyjnego.

Результаты первых месяцев эксплуатации линии передачи Силезия—Лодзь. Описание „лодзинского энергетического узла”; число и мощность электрических станций, баланс мощности. Влияние линии в 110 кВ на энергетику лодзинского узла. Условия параллельной работы силезской и лодзинской сетей: регулировка напряжения, токи короткого замыкания. Оценка эксплуатационного опыта.

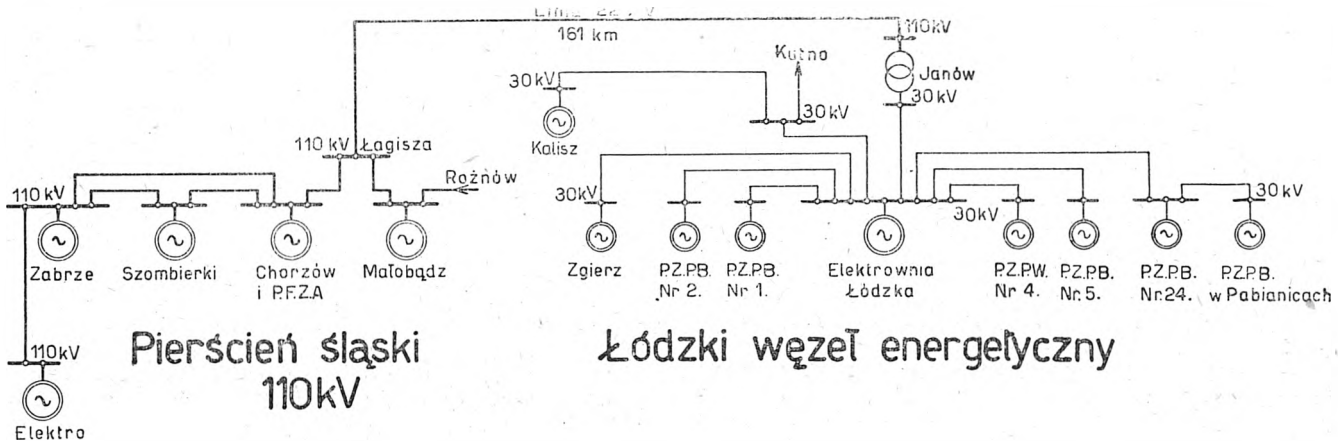
Results of the First Months of Operation of the Silesia — Łódź Line. Description of the Łódź power centre: number and capacity of electric power plants; power balance. Influence of the 110 kV line on the power system of the Łódź centre. Terms of cooperation between the Silesian and Łódź systems: voltage regulation and control; short-circuit currents. Résumé of the operating results.

Résultats des premiers mois d'exploitation de la ligne Silésie-Łódź. Description du centre énergétique de Łódź, nombre et puissance des centrales électriques, bilan des puissances. Influence de la ligne à 110 kV sur l'exploitation du centre énergétique de Łódź. Conditions de la coopération des réseaux de Silésie et de Łódź interconnectés: réglage de la tension, courants de court-circuit. Appréciation des expériences retirées de l'exploitation.

1. Łódzki węzeł energetyczny.

Linia Śląsk-Łódź pracuje równolegle z łódzkim węzłem energetycznym, to znaczy z siecią elektryczną na obszarze Łodzi i jej okolic. Na sieć tę pracują: Elektrownia Łódzka, elektrownie w Zgierzu i Kaliszu oraz kilka elektrowni przemysłowych (rys. 1). Mimo współpracy tych elektrowni stopień pewności zaopatrzenia w energię jest

nymi tych małych elektrowni są w danym wypadku bądź miasto jak np. Zgierz, bądź też własny zakład fabryczny, jak to widzimy na terenie przemysłowej Łodzi. Natomiast główny wytwórca energii elektrycznej węzła — Elektrownia Łódzka — nie może liczyć na to, że w razie unieruchomienia jednej z jego jednostek energetycznych znajdzie rezerwę w którejkolwiek z elektrowni współ-



Rys. 1. Ogólny schemat współpracy sieci śląskiej z łódzkim węzłem energetycznym

stosunkowo nieznaczny, jeśli brać pod uwagę całość węzła. Wynika to z dysproporcji w wielkości poszczególnych elektrowni.

Na sieć węzła pracuje jedna duża elektrownia o mocy ok. 40 MW i szereg małych elektrowni o mocach 3—10 MW. W tych warunkach z współpracy równoległej mają

Tablica 1. Elektrownie okręgu łódzkiego pracujące równolegle

Nazwa elektrowni	Sumaryczna moc zainstalowana (MW)	Liczba turbozespołów	Moc w kotłach (MW)
Elektr. Łódzka	91,2	6	55,0
„ Zgierska	6,9	3	4,2
„ Kaliska	5,1	2	4,2
„ PZPB Nr 5	11,0	3	5,5
„ PZPB Nr 1	6,2	2	5,0
„ PZPB Nr 24	3,75	2	2,2
„ PZPB w Pabianicach	6,75	2	3,0
„ PZPW Nr 4	4,4	2	1,7
„ PZPB Nr 2	5,85	2	4,0
Razem	141,1	24	84,8

PZPB, PZPW oznacza Państwowe Zakłady Przemysłu Bawełnianego względnie Wełnianego

pełną korzyść elektrownie małe, które w razie uszkodzenia jednej ze swoich stosunkowo niewielkich jednostek, a nawet w razie poważniejszego wypadku, powodującego zatrzymanie całej elektrowni, mogą otrzymać energię potrzebną dla swych odbiorców z sieci. Odbiorcami włas-

pracujących. Tabl. 1 podaje elektrownie węzła energetycznego łódzkiego pracujące równolegle.

Zestawienie obejmuje trzy elektrownie zawodowe oraz sześć elektrowni przemysłowych, które w zasadzie pokrywają obciążenie własnego zakładu, a jedynie nadwyżki mocy w szczytach kierują na sieć. Sumaryczna moc zainstalowana węzła daje pokazaną cyfrę 141,1 MW, jednak rzeczywista moc rozporządzalna wynosi zaledwie 84,8 MW ze względu na brak kotłów. Węzeł łódzki jest więc deficytowy pod względem energetycznym.

W zimie 1947/48 szczytowe obciążenia węzła, nie licząc obciążenia zakładów przemysłowych posiadających własne elektrownie, wyniosło ok. 71 MW, natomiast moc rozporządzalna była zaledwie ok. 62 MW. Wynika stąd, że deficyt mocy wynosił średnio ok. 9 MW, a jeżeli uwzględnić 2 MW, które węzeł oddaje do sieci sąsiedniego Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Mazowieckiego, nawet 11 MW.

Obraz ten odpowiada idealnemu stanowi, kiedy wszystkie jednostki energetyczne węzła, szczególnie jednostki Elektrowni Łódzkiej, pracują bez zakłóceń ruchu. Na takim założeniu nie można się jednak opierać. W okresie wojennym zakłady energetyczne eksploatowano do ostatnich granic. Remonty generalne odkładano do chwili, kiedy urządzenie stawało się zupełnie niezdatnym do pracy. Energia była potrzebna i należało ją zdobywać wszelkimi możliwymi sposobami. W wyniku takiego postępowania dobrze znanego w całym naszym kraju urządzenia energetyczne węzła łódzkiego, a szczególnie Elektrowni Łódzkiej zostały doprowadzone do stanu katastrofalnego. Właściwie wszystkie one wymagały generalnych remontów, lecz remontów tych nie można było dokonywać wobec stałej konieczności dostawy energii. Należy dodatkowo wziąć pod uwagę, że ok. 80% energii i tyleż mocy szczytowej spożywa się w węźle łódzkim na potrzeby

przemysłu oraz instytucji użyteczności publicznej, a wchodzi tu w grę przemysł przeważnie włókienniczy, niezmiernie ważny dla kraju w okresie odbudowy powojennej zarówno ze względu na potrzeby ludności, jak i ze względu na eksport.

Wobec stosunkowo małego udziału odbiorców pozaprzemysłowych w zapotrzebowaniu energii niewiele można było wygospodarować drogą ograniczeń w dostawie energii tym odbiorcom, a tymczasem odbudowujący się i rozbudowujący się przemysł potrzebował coraz więcej mocy.

W takiej sytuacji stawało się koniecznością stosowanie w coraz szerszym zakresie ograniczeń w dostawie energii przemysłowi. A każda niedostarczona przemysłowi kilowatogodzina oznaczała przestój jakiegoś warsztatu, a więc zniszczenie materiałów, zahamowanie produkcji, niedotrzymanie planu — straty dla gospodarki narodowej wielokrotnie większe od wartości samej kilowatogodziny.

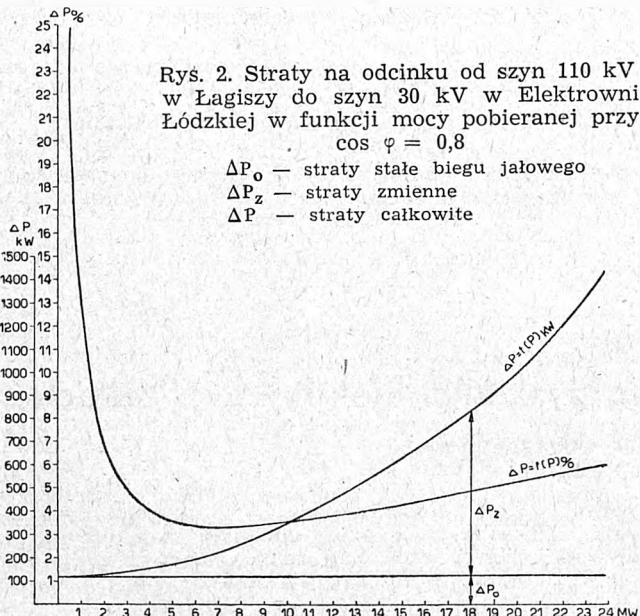
2. Wpływ linii 110-kilowoltowej Śląsk—Łódź na energetykę węzła łódzkiego.

Linie Śląsk—Łódź uruchomiono dzięki wielkiemu wysiłkowi we właściwym czasie — na jesieni 1947 r. Od chwili próbnego jej uruchomienia w dniu 30 listopada 1947 r. do końca kwietnia 1948 r. linia dostarczyła okręgowi łódzkiemu 12 697 000 kWh, co stanowi ok. 9% energii wyprodukowanej przez wszystkie elektrownie zawodowe węzła. W poszczególnych miesiącach pobrano ze Śląska następujące ilości energii:

grudzień 1947	1 403 MWh
styczeń 1948	4 598 „
luty „	3 619 „
marzec „	688 „
kwiecień „	2 389 „
razem	12 697 MWh.

W styczniu 1948 r. udział procentowy dostawy ze Śląska wynosił 15%. Największa moc pobrana była równa 18 MW wobec całkowitego szczytu zimowego węzła łódzkiego 71 MW. Średnie straty w linii wyniosły za cały okres 4,5%. Procentowe straty w zależności od obciążenia linii przy współczynniku mocy równym 0,8 podane są na rys. 2.

Dobrodziejstwo linii Śląsk—Łódź dało się szczególnie odczuć podczas zakłóceń ruchu w Elektrowni Łódzkiej, np. w styczniu 1948 r. przy uszkodzeniu turbiny o mocy



Rys. 2. Straty na odcinku od szyn 110 kV w Łagiszy do szyn 30 kV w Elektrowni Łódzkiej w funkcji mocy pobieranej przy $\cos \varphi = 0,8$

ΔP_0 — straty stałe biegu jałowego
 ΔP_z — straty zmienne
 ΔP — straty całkowite

20 MW, dwukrotnie w ciągu miesiąca kwietnia, w tym raz z powodu trudności przy uruchomieniu zespołu o mocy 30 MW. Podczas tych wypadków deficyt mocy wynosił do 18 MW i był pokrywany przez Śląsk. W okresie czyszczenia kotła o wydajności 65 t/h pary w Elektrowni Łódzkiej, a także podczas napraw turbiny na 30 MW powstawały duże deficyty mocy, do 16 MW, i były również pokrywane przez Śląsk.

W styczniu, lutym i kwietniu 1948 r., kiedy na skutek łagodnej i deszczowej zimy elektrownia wodna w Rożno-

wie miała nadmiar wody, okręg łódzki przyczynił się za pośrednictwem linii Śląsk—Łódź do wykorzystania sytuacji, pobierając w godzinach dziennych i nocnych energię z Rożnowa.

Poza bezpośrednimi korzyściami wynikającymi z poboru energii ze Śląska osiągnięto również korzyści pośrednie.

Dopływ energii z zewnątrz w ilości 12 697 000 kWh oznaczał dla okręgu łódzkiego zaoszczędzenie transportu ok. 11 000 ton (550 wagonów po 20 t) węgla. W stosunku do części energii pochodzącej z Rożnowa jest to także bezwzględna oszczędność na węglu, w stosunku do części energii dostarczanej ze Śląska jest to odciążenie transportu kolejowego nie bez znaczenia w obecnej dobie.

Jak wspomniano, sieć okręgu łódzkiego pracuje za pośrednictwem linii 110-kilowoltowej Śląsk—Łódź równoległe z siecią śląską. Rozdziałem energii w sieciach okręgu łódzkiego dysponuje okręgowy rozrządca mający siedzibę w Łodzi. Program przepływu energii przez linię Śląsk—Łódź jest uzgadniany z głównym rozrządcą układu śląskiego, obejmującego sieci ZEZW, ZEORK, ZEOK, ZEOW i ZEOŁ. Główny rozrządca ma prawo dysponowania mocą w zakresie wymiany międzyokręgowej i może narzucić program pracy, który mając na względzie korzyści państwowe może być nawet niedogodny dla pewnego okręgu.

Współpraca małych elektrowni zawodowych z dużymi, elektrowni zawodowych z przemysłowymi posiadającymi turbiny przeciwprężne i zaczepowo-kondensacyjne, wreszcie — co ma podstawowe znaczenie — współpraca energetyki łódzkiej ze Śląskiem nastęrcza duże możliwości najekonomiczniejszej pracy całego układu. Jednostkowe zużycie węgla przedstawia się jak następujące:

Elektrownia Łódzka	0,8 kg/kWh
energetyka śląska	0,9 „
małe elektr. zawod.	1,1—1,4 „
elektr. przeciwprężne	0,3—0,4 „

Duże rozpiętości w jednostkowym zużyciu węgla, jak wynika z podanego zestawienia, stawiają przed wydziałem eksploatacyjnym zjednoczenia zadanie przeprowadzenia studiów nad najkorzystniejszym rozdziałem obciążenia między linię śląską a elektrownie węzła łódzkiego.

Zasadniczymi elementami tej kalkulacji są:

- ceny węgla loco elektrownia (uwzględnienie asortymentu spalane go węgla i kosztów transportu),
- straty na przesył energii elektrycznej,
- względy ruchowe — trudności związane z częstym zatrzymywaniem turbin i kotłów.

Przedmiotem analogicznych analiz musi być również podział obciążenia między zespoły kotłowe i turbinowe wewnątrz każdego zakładu, zwłaszcza tam, gdzie sprawność tych urządzeń wykazuje dużą rozpiętość.

Największe pozytywne znaczenie linii Śląsk—Łódź sprowadza się do tego, że przez zmniejszenie kłopotów związanych z pokryciem zapotrzebowania energii elektrycznej w Zjednoczeniu Energetycznym Okręgu Łódzkiego linia ta umożliwiła przystąpienie do najwłaściwszej, gospodarczo uzasadnionej pracy wytwórni elektrycznych.

3. Techniczne cechy współpracy sieci śląskiej i łódzkiej.

Współpraca energetyki łódzkiej ze śląską przy pomocy linii Śląsk—Łódź ma dotychczas piętno rozwiązania prowizorycznego.

- Współpraca odbywa się na napięciu 110 kV.
- Ze względu na brak aparatury do regulacji napięcia współpraca nie obejmuje rozrządu mocy biernej.

Warunki ruchowe, narzucające konieczność utrzymania stałego napięcia w „pierścieniu śląskim“ oraz na szynach 30 kV w Łodzi, powodują konieczność kompensacji znacznych mocy biernych przy pomocy generatorów w Łodzi.

Transformator sprzęgający na 110/30 kV zainstalowany dla Łodzi w Janowie posiada zaczepy po stronie 110 kV przełączane w stanie beznapięciowym. Zaczepy te są ustawione tak, aby przy określonym poborze energii współczynnik mocy na linii był bliski 0,8. Jasną jest rzeczą, że przy mocach mniejszych przesyłanych przez linię współczynnik mocy jest niekorzystny (mniejszy od 0,8) dla Śląska, przy mocach zaś większych zbliża się do jednostki lub staje się pojemnościowym, co oznacza, że Śląsk przesyłając do Łodzi duże moce czynne jednocześnie pobiera z Łodzi moc bierną. Stawia to znów w niekorzystnych warunkach Elektrownię Łódzką w czasie dużych obciążeń. Łączenie na pracę równoległą w takich

warunkach musi się odbywać z pogwałceniem wymagania równości napięć przed synchronizacją, co powoduje uderzenie prądów wyrównawczych biernych w chwili włączenia. Zainstalowanie aparatury do regulacji napięcia usunie te wszystkie niedogodności i da możliwość układania programów poboru również mocy biernych.

c) Połączenie równoległe wielkich mocy wirujących na Śląsku spowodowało wzrost mocy zwarcia na szynach 30 kV Elektrowni Łódzkiej oraz w całym łódzkim węźle energetycznym. Powoduje to konieczność wymiany niektórych wyłączników lub zmniejszenia mocy zwarcia przez zainstalowanie na odciskach dławików indukcyjnych.

4. Wnioski.

Oceniając dotychczasowe doświadczenie eksploatacyjne linii Śląsk—Łódź należy stwierdzić:

1) linia ta ułatwiła w węźle energetycznym łódzkim pokrycie pełnego zapotrzebowania energii elektrycznej ze strony przemysłu łódzkiego, a zwłaszcza przemysłu włókienniczego, który wskutek zapewnienia ciągłości ruchu mógł w pierwszym kwartale 1948 r. przekroczyć plany produkcyjne, zwiększające dochód narodowy Polski;

2) linia umożliwiła energetyce łódzkiej przy wyznaczaniu programów obciążeń dobowych kierowanie się względami ekonomicznymi, a nie, jak było do chwili jej włączenia, koniecznością pokrycia obciążenia za wszelką cenę, stworzyła zatem możliwość obniżenia średnich kosztów produkcji całej energetyki polskiej.

W świetle tych doświadczeń szybką budowę linii, możliwą dzięki wysiłkowi, sprężystości organizacyjnej i wiedzy fachowej polskiego inżyniera i robotnika, należy uznać za sprawę, która była nie tylko gospodarczo uzasadniona, ale i konieczna.

OD REDAKCJI. Zamieszczony wyżej cykl artykułów, poświęconych linii przesyłowej Śląsk — Łódź na napięcie 220 kV, obejmuje cztery grupy tematów:

I. Założenia gospodarcze, techniczne i organizacyjne.

1. Linia Śląsk — Łódź jako ważny etap w rozwoju energetyki polskiej. Inż. J. Latour
2. Założenia techniczne projektu linii Śląsk — Łódź na tle projektu linii Śląsk — Łódź — Warszawa. Inż. K. Przanowski
3. Ogólna organizacja budowy linii. Inż. M. Kobylński

II. Wytwarzanie części składowych linii w fabrykach.

4. Wykonanie słupów w wytwórniach. Inż. T. Porzeziński
5. Wyrób przewodu roboczego stalowo-aluminiowego. Inż. M. Grabowski
6. Wyrób linki ochronnej (uziemionej). Inż. S. Zalewski
7. Wyrób izolatorów liniowych. Dyr. J. Gardziejewski i inż. S. Bogusławski
8. Sprzęt zawieszonowy i ochronny do przewodu roboczego i linki uziemionej. Inż. T. Stępniewski

III. Budowa linii w terenie oraz podstacji krańcowych.

9. Wykonanie fundamentów i uziemień słupów. Inż. Z. Kaczmarski
10. Ustawianie słupów w terenie. Inż. T. Mejer
11. Montaż przewodów linii w terenie. Inż. L. Pyszkowski
12. Szczegóły organizacyjne prac projektowych i montażowych oraz dostawy materiałów. Inż. J. Held
13. Opis tymczasowych podstacji na 110 kV w Łagiszy i Janowie. Inż. K. Przanowski

IV. Uwagi, wnioski, wyniki.

14. Uwagi o projekcie technicznym linii. Inż. K. Przanowski
15. Uwagi o pracach budowlanych i montażowych w terenie. Inż. J. Miller
16. Ogólne wnioski z budowy linii. Inż. M. Kobylński
17. Wyniki pierwszych miesięcy eksploatacji linii. Inż. E. Zadrzyński

Wraz z powinszowaniami z powodu osiągniętego sukcesu o wielkiej doniosłości dla naszej gospodarki krajowej składamy podziękowanie Dyrekcjom Centralnego Zarządu Energetyki i Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Łódzkiego, Dyrekcji Budowy Linii, autorom wymienionych wyżej prac, jak i reprezentowanym przez wielu z nich przedsiębiorstwom za gotowość udostępnienia ogółowi elektryków polskich materiałów dotyczących budowy linii, a posiadających dużą i trwałą wartość. Osobne wyrazy wdzięczności należą się na tym miejscu inż. Karolowi Przanowskiemu, szefowi biura studiów w Dyrekcji Budowy Linii, za jego wyjątkowo cenną pomoc w opracowaniu niniejszego zeszycu.

Uchwały

XIV Walnego Zgromadzenia Stowarzyszenia Elektryków Polskich

powzięte w Szczecinie 12 czerwca 1948 r.

1. W sprawie listu papieskiego.

„XIV Walne Zgromadzenie SEP, prowadząc obrady w prastarym grodzie piastowskim Szczecinie — dziedzictwie Bolesława Chrobrego — nad zagadnieniem odbudowy i rozbudowy gospodarki Narodu Polskiego w nowoprzywróconych granicach nad Odrą, Nysą i Bałtykiem, stwierdza, iż list papieża Piusa XII z dnia 1 marca 1948 r. do biskupów niemieckich był wypowiedzią polityczną, nie zaś wystąpieniem w sprawach wiary.

Ta wypowiedź polityczna, która już została wykorzystana przez Niemców w ich propagandzie odwetowej, w swym założeniu neguje prawa Narodu Polskiego do ziem odwiecznie polskich i zmierza do wykorzystania wysokiego autorytetu kościelnego do celów nic wspólnego nie mających ze sprawami wiary.

XIV Walne Zgromadzenie SEP protestuje przeciwko tej próbie podważania praw Narodu Polskiego do ziem oku-

pionych ofiarą krwi przelanej w ciągu ośmiu wieków walki z niemieczyzną, okupionych ofiarą sześciu milionów obywateli zabitych i zamęczonych przez faszyzm niemiecki, okupionych ofiarą walką Żołnierza Polskiego.“

2. W sprawie ogólnych dyskusji nad planem technicznym.

„XIV Walne Zgromadzenie SEP zwraca się do Zarządu Głównego z wnioskiem:

a) uzgodnienia z właściwymi czynnikami, by plany techniczne opracowane przez kompetentne władze były dyskutowane na zebraniach Oddziałów SEP;

b) zorganizowania we wszystkich Oddziałach SEP zebrań dyskusyjnych na temat planu technicznego;

c) zwrócenia się do NOT o rozszerzenie tej akcji na inne branżowe stowarzyszenia.“

3. W sprawie ważności zagadnień telekomunikacyjnych.

„Biorąc pod uwagę, że telekomunikacja ma wielkie znaczenie dla sprawnego działania wszystkich dziedzin życia gospodarczego i społecznego całego kraju, że przez rozbudowę telekomunikacji można spotęgować tempo rozwoju tych dziedzin, a zatem osiągnąć znaczne oszczędności, że sprawnie działająca telekomunikacja wywrze decydujący wpływ na przyspieszenie wykonania planu gospodarczego i technicznego, — XIV Walne Zgromadzenie SEP, po zapoznaniu się z przedstawionymi planami rozbudowy i modernizacji sieci telekomunikacyjnej na okres lat dziesięciu, wyraża pogląd: a) że plany te powinny być zrealizowane w całości, aby zmniejszyć rażąco opóźnienia w rozwoju polskiej telekomunikacji w stosunku do innych krajów; b) że dla zrealizowania powyższych planów należy postawić zagadnienia telekomunikacyjne na jednym z czołowych miejsc w hierarchii zamierzeń inwestycyjnych, wchodzących w ramy państwowych planów gospodarczych.“

4. W sprawie szkolnictwa.

A. „XIV Walne Zgromadzenie SEP, stwierdzając konieczność planowego szkolenia młodzieży akademickiej odpowiednio do potrzeb gospodarczych kraju oraz opierając się na uzyskanym doświadczeniu Politechniki Gdańskiej, solidaryzuje się całkowicie z akcją Ministerstwa Oświaty, mającą na celu ścisłe ustalenie kontyngentów dla każdej specjalności polskich politechnik oraz nakładającą obowiązki na słuchaczy przestrzegania w trakcie studiów obranego kierunku fachowego. W związku z tym należy podkreślić konieczność właściwie zorganizowanego poradnictwa zawodowego“.

B. „Biorąc pod uwagę:

a) że od czasu odzyskania niepodległości odczuwa się katastrofalny brak fachowców telekomunikacji na wszystkich czterech szczeblach: magisterskim, inżynierskim, technicznym i monterskim, a zwłaszcza brak fachowców telekomunikacji przewodowej;

b) że zapotrzebowanie na fachowców telekomunikacji jest duże i będzie wciąż wzrastało w związku z zamierzeniami rozbudowy i modernizacji urządzeń telekomunikacyjnych;

c) że dla realizacji planu 6-letniego w dziedzinie telekomunikacji jest niezbędne bardzo znaczne powiększenie ilości fachowców telekomunikacji, —

XIV Walne Zgromadzenie SEP uważa, iż zagadnienie kadr fachowców telekomunikacji jest zagadnieniem pierwszorzędnej wagi, którego pilne i należyte rozwiązanie jest niezbędne dla całości życia gospodarczego kraju.“

C. „XIV Walne Zgromadzenie SEP podkreśla wagę takiego załatwienia sprawy stypendiów, które zapewniłoby odpowiedni dopływ nowych sił technicznych do przemysłu elektrotechnicznego i energetycznego, w szczególności ustalenie właściwego rozdziału i ilości stypendiów dla poszczególnych branż.“

5. W sprawie współzawodnictwa.

„XIV Walne Zgromadzenie SEP, doceniając znaczenie współzawodnictwa pracy jako jednej z podstawowych dźwigni realizacji planu produkcji i planu technicznego, wzywa ogół inżynierów i techników do wzmocnienia swego udziału w ruchu współzawodnictwa pracy.“

6. W sprawach energetyki.

A. „XIV Walne Zgromadzenie SEP, stwierdzając wielki udział przemysłu w zużyciu energii elektrycznej, podkreśla konieczność studiów na tym odcinku zmierzających, między innymi, do racjonalizacji i stałego zwalczania marnotrawstwa energii elektrycznej.“

B. „XIV Walne Zgromadzenie SEP uważa za konieczne, w ramach prac nad projektem elektryfikacji Polski, pogłębienie badań i studiów nad wyzyskaniem zasobów węgla brunatnego i torfu dla celów produkcji energii elektrycznej.“

C. „Doceniając konieczność skoordynowania planowania energetyki przemysłowej i zawodowej, XIV Walne Zgromadzenie SEP uważa za celowe ustalenie zarówno

dla energetyki zawodowej jak i przemysłowej wskaźników planu technicznego ujętych w sposób analogiczny.“

7. W sprawach przemysłu elektrotechnicznego.

A. „XIV Walne Zgromadzenie SEP wyraża przekonanie, że przemysł elektrotechniczny winien posiadać właściwe miejsce w hierarchii potrzeb i celów planowej gospodarki państwowej.“

B. „XIV Walne Zgromadzenie SEP stwierdza, że z uwagi na ogromne zapotrzebowanie silników specjalnych dla przemysłu węglowego i hutniczego:

a) istniejące fabryki małych i średnich maszyn elektrycznych powinny być otoczone szczególną opieką ze strony czynników miarodajnych;

b) prace związane z budową nowej fabryki małych maszyn elektrycznych powinny być jak najszybciej rozpoczęte;

c) import obrabiarek dla wyposażenia istniejących i nowoprojektowanych fabryk znajduje większe uzasadnienie niż import maszyn elektrycznych, które mogłyby być w tych fabrykach produkowane w kraju.“

C. „XIV Walne Zgromadzenie SEP apeluje do właściwych czynników naukowo-badawczych i przemysłowych o przyspieszenie prac nad rozwojem produkcji tworzyw sztucznych, lakierów i innych materiałów izolacyjnych dla elektrotechniki.“

8. W sprawie popierania ruchu racjonalizacji.

„XIV Walne Zgromadzenie SEP zwraca się do Zarządu Głównego SEP z przedstawieniem konieczności:

a) zorganizowania wymiany doświadczeń z zakresu racjonalizacji technicznej przez wprowadzenie systematycznych publikacji z tej dziedziny oraz przez poświęcenie tym zagadnieniom stałej kolumny w „Przeglądzie Elektrotechnicznym“;

b) urządzania konkursów z dziedziny racjonalizacji dostępnym również dla robotników i mistrzów;

c) zwoływania branżowych konferencji z dziedziny racjonalizacji.“

9. W sprawie budowy urządzeń telekomunikacyjnych.

A. „Właściwe wykonanie ogólnego planu technicznego wymaga zwrócenia uwagi na możliwości, które daje nowoczesna sieć telegraficzna jako środek łączności publicznej i abonentowej.

W związku z tym XIV Walne Zgromadzenie SEP:

a) wypowiada się za rozbudową w szerokiej skali sieci telegraficznej w kierunku telegraficznego ruchu abonentowego;

b) stwierdza potrzebę rozpatrzenia przez czynniki miarodajne sprawy podjęcia produkcji dalekopisów w kraju.“

B. „W związku ze słabym tempem rozbudowy przemysłu telegraficznej w kierunku telegraficznego ruchu abonentów sprzętu radiofonicznego, automatycznych central telefonicznych i wzmacniaków — XIV Walne Zgromadzenie SEP apeluje do czynników miarodajnych o zapewnienie odpowiedniego tempa rozwoju wymienionym gałęziom przemysłu przez przyznanie im odpowiednich kredytów inwestycyjnych na rok przyszły i w ramach planu 6-letniego, tak aby zapewnić zaspokojenie pilnych potrzeb w tych dziedzinach i uniknąć zbędnego importu sprzętu telekomunikacyjnego z zagranicy.“

C. „Zważywszy:

1. że obecnie rozmieszczenie aparatów telefonicznych w kraju jest wybitnie nierównomierne na niekorzyść wsi;

2. że przeszło 50% ludności kraju jest w ogóle pozbawione usług telekomunikacyjnych, jeśli przyjąć założenie, że minimalne usługi telekomunikacyjne są świadczone wtedy, gdy każda gromada posiada 1 telefon;

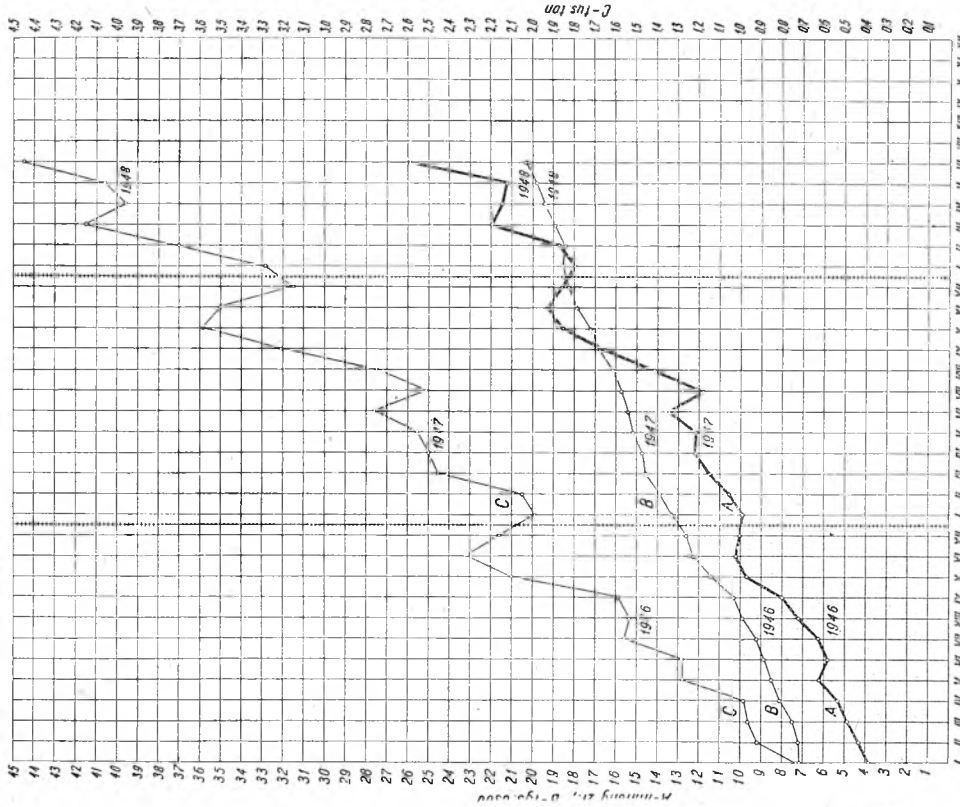
3. że doprowadzenie linii telefonicznych do gromad wiejskich zbliżyłoby wieś do miasta i przyspieszyłoby procesy gospodarcze i rozwój wsi, — XIV Walne Zgromadzenie SEP uważa za konieczne włączenie w okresie najbliższych kilku lat większości gromad wiejskich do publicznej sieci telekomunikacyjnej“.

CENTRALNY ZARZĄD PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO
STATYSTYKA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO

Maj i czerwiec 1948 r. oraz pierwsze półrocze 1948 r.

Zjednoczenie Przemysłu	Liczba zakładów prod.	Liczba zatrudnionych				Produkcja				
		przy produkcji		uczniów	ogółem	waga w t	wartość produkcji w tys. zł wg cen 1937 r.			
		fi-zyczn.	umysł. razem							
M a j										
Maszyn Elektrycznych	14	3 624	803	4 427	1 450	744	6 621	472,4	3 505	218 792
Aparatów Elektrycznych	15	4 474	1 247	5 721	678	385	6 784	837,9	3 183	196 675
Kabli i Przewodów	6	3 632	663	4 295	420	136	4 851	2 301,2	7 768	370 452
Ogniwi i Akumulatorów	8	1 190	235	1 425	159	29	1 613	806,2	1 982	105 416
Lamp Elektrycznych	3	1 046	222	1 268	180	—	1 448	41,0	2 294	69 304
Teletechnicznego	6	974	313	1 287	122	86	1 495	77,9	1 725	81 644
Radiotechnicznego	6	996	349	1 345	233	22	1 600	28,0	775	42 963
Razem	58	15 936	3 832	19 768	3 242	1 402	24 412	4 064,6	21 232	1 085 246
C z e r w i e c										
Maszyn Elektrycznych	14	3 759	858	4 617	1 315	740	6 672	482,0	3 832	237 920
Aparatów Elektrycznych	15	4 581	1 261	5 842	553	372	6 767	397,2	3 772	233 919
Kabli i Przewodów	6	3 656	675	4 331	302	141	4 774	2 395,4	8 765	396 024
Ogniwi i Akumulatorów	8	1 251	238	1 489	92	29	1 610	776,4	2 093	112 972
Lamp Elektrycznych	3	1 058	219	1 277	111	—	1 388	52,6	2 967	89 401
Teletechnicznego	6	1 007	323	1 330	74	102	1 506	296,0	3 190	154 956
Radiotechnicznego	6	1 014	350	1 364	178	22	1 564	55,1	1 321	81 771
Razem	58	16 326	3 924	20 250	2 625	1 406	24 281	4 454,7	25 940	1 306 963
Okres styczeń-czerwiec 1948 r.										
średnia miesięczna liczba										
Maszyn Elektrycznych	14	3 491	816	4 307	1 178	751	6 236	2 719,5	20 101	1 253 767
Aparatów Elektrycznych	15	4 263	1 210	5 473	607	383	6 463	2 090,6	18 933	1 172 491
Kabli i Przewodów	6	3 553	670	4 223	381	136	4 740	13 100,8	44 771	2 175 015
Ogniwi i Akumulatorów	8	1 225	244	1 469	132	30	1 631	4 689,7	12 498	594 257
Lamp Elektrycznych	3	996	201	1 197	135	—	1 332	252,5	15 148	446 883
Teletechnicznego	6	937	317	1 254	112	79	1 445	471,1	8 085	381 449
Radiotechnicznego	6	989	351	1 340	203	22	1 565	292,6	7 531	495 345
Razem	58	15 454	3 809	19 263	2 748	1 401	23 412	23 616,8	127 107	6 519 207

Uwaga 1. Wykresy powyższe oznaczają łącznie dla wszystkich przemysłów: A — wartość produkcji w min. zł według cen z 1937 r.; B — liczbę zatrudnionych tylko przy produkcji; C wagę produkcji w tys. ton. — Uwaga 2. Podane w tabelicy wagi warunków obejmują następujące ilości: maj 1263 tys. sztuk, czerwiec 1583 tys. szt.; okres styczeń — czerwiec 8 031 tys. szt. — Uwaga 3. Produkcja pierwszego półrocza 1948 r. wyniosła dla wszystkich przemysłów łącznie w stosunku do zamierzeń CZPE na cały 1948 r. (PE, 1948, z. 3, str. 49) pod względem wagi 53,7%, pod względem wartości według cen 1937 r. 51,3%.



Elektrolityczne utlenianie aluminium w praktyce polskiego przemysłu elektrotechnicznego

W związku z podjęciem produkcji spawarek wirujących prądu stałego*) w fabryce M-23 („Union“ w Katowicach) wyłonił się problem elektrolitycznego utleniania aluminium cewek szeregowych celem uzyskania międzyzwojowej warstwy izolacyjnej, odpornej zarówno na wysoką temperaturę, jak i na wpływy atmosferyczne, pył itp.**).

Użycie innej międzyzwojowej warstwy izolacyjnej, jak lakieru bakielitowego, taśmy jedwabnej nasycanej itp., okazało się wręcz niemożliwe zarówno ze względów termicznych (dopuszczalne przyrosty temperatur dla tej klasy izolacji), jak i konstrukcyjnych (brak miejsca z powodu zbyt dużego przyrostu grubości nawet przy najcieńszej z wymienionych warstw izolacyjnych).

Wobec tego w połowie stycznia r. b. postanowiono przystąpić do prób utleniania cewek własnymi siłami. Przeprowadzone w paratygodniowym okresie próby zostały uwieńczone całkowitym powodzeniem i obecnie fabryka M-23 posiada samodzielnie opracowany sposób elektrolitycznego utleniania („eloksydacji“) części aluminium maszyn elektrycznych.

Zalety i własności tlenku aluminium są następujące:

- 1) Pewne i trwałe połączenie tlenku z czystym metalem.
- 2) Warstwa tlenku jest względnie cienka ok. 0,02—0,04 mm i praktycznie nie zwiększa wymiarów zewnętrznych przedmiotów utlenionych.
- 3) Warstwa tlenku jest bardzo twarda i stąd pochodzi jej odporność na ścieranie się.

*) Por. PE, 1948, z. 5, str. 198.

**) Por. PE, 1946, z. 3, str. 97.

4) Warstwa tlenku zwiększa chemiczną odporność aluminium i służy jako jego ochrona. W szczególności jest odporna na wpływy atmosferyczne, wodę morską, wodę słoną, pot, brud, pył fabryczny, produkty spalania (dym itp.), a ponadto na cały szereg chemikaliów i ich roztworów, jak np. chlorek amonowy, azotan amonowy, sole chromowe, formalinę, roztwory jodu, chlorek wapna, mleko kauczukowe, wywoływacz i utrwalacz fotograficzny, siarkę, tlenek siarki, tlenek węgla itp.

5) Warstwa tlenku posiada estetyczny wygląd.

6) Warstwa tlenku posiada wspaniałe własności izolacyjne dla specjalnych celów w elektrotechnice, jest niepalna i posiada praktycznie nieograniczoną odporność na wysokie temperatury.

7) Warstwa tlenku jest mikroskopijnie porowata i daje się łatwo nasycać np. lakierami izolacyjnymi dla podniesienia jej wartości izolacyjnej, lecz wówczas odporność jej jest ograniczona odpornością cieplną użytych do nasycania lakierów.

8) Warstwa tlenku posiada zdolność pochłaniania i promieniowania ciepła, wynoszącą ok. 90% w stosunku do ciała czarnego.

9) Warstwa tlenku jest dobrym podłożem do barwienia przedmiotów aluminiowych.

10) Warstwa tlenku tworzy praktycznie nierozpuszczalne i trwałe połączenie z metalem, rozpuszcza się jedynie w kwasach lub alkaliach.

Opisany sposób elektrolitycznego powlekania aluminium tlenkiem, opracowany szczegółowo przez fabrykę M-23, może być udostępniony całemu przemysłowi elektrotechnicznemu przez ZPME.

W. Jaroszyński

Międzyzjednoczeniowe współzawodnictwo pracy w przemyśle elektrotechnicznym

Regulamin współzawodnictwa pracy pomiędzy Zjednoczeniem „Przemysłu Kabli i Przewodów” a Zjednoczeniem Przemysłu Maszyn Elektrycznych

Warunkiem postępu ludzkości jest wzrost wydajności pracy, czyli zdolność wykonywania przez człowieka w takim samym czasie coraz to większej ilości dóbr materialnych.

Współzawodnictwo pracy, które zrodziło się wśród głębokich przemian polityczno-społecznych i ekonomicznych z inicjatywy najbardziej uświadomionych robotników jest najlepszym wyrazem twórczego udziału klasy pracującej w odbudowie Polski. Współzawodnictwo jako ruch masowy prowadzi do poprawy bytu i jedności klasy pracującej.

Współzawodnictwo pracy jest zdrową i szlachetną rywalizacją w pracy między pracownikami na równych zasadach, której głównym celem jest podniesienie wydajności pracy zespołowej i indywidualnej przy równoczesnym wzroście realnych płac. Jest to ruch o przełomowym znaczeniu socjologicznym, od którego w poważnym stopniu zależy losy naszej gospodarki narodowej.

Współzawodnictwo pracy nie może w żadnym wypadku obniżyć, lecz musi podnieść jakość produkcji i stan bezpieczeństwa pracy.

Społeczne podejście i zrozumienie prawdziwych celów ruchu współzawodnictwa będzie jednym z czynników wpływających na systematyczny wzrost zarobków, gdyż takie jest założenie wszystkich naszych umów zbiorowych i ku temu zmierza cała struktura naszego systemu płac.

Współzawodnictwo pracy między Zjednoczeniem Przemysłu Kabli i Przewodów a Zjednoczeniem Przemysłu Maszyn Elektrycznych trwa w okresie od 1 lipca 1948 r. do 31 grudnia 1948 r.

Wyniki współzawodnictwa opierać się muszą na określeniu warunków techniczno-ekonomicznych, czyli na ustaleniu odpowiednich wskaźników wyjściowych opartych na osiągnięciach ostatniego półrocza przed współzawodnictwem.

Wyniki współzawodnictwa winno się obliczać w punktach, wychodząc z założenia, że wszystkie ustalone wskaźniki mają jednakową wagę. Sposób obliczenia punktów uzgodniony przez strony zainteresowane i wyniki współzawodnictwa będą kontrolowane wzajemnie przez wyłonioną Komisję na podstawie przyjętego regulaminu współzawodnictwa.

Ostateczny wynik ustalony zostanie przez Komisję Arbitrażową, w której skład wejdą przedstawiciele Centralnego Zarządu Przemysłu Elektrotechnicznego w Warszawie, Związków Zawodowych, partii politycznych i zainteresowanych Zjednoczeń.

Orzeczenie Komisji Arbitrażowej jest ostateczne. Jako zasadnicze punkty rywalizacji Zjednoczenia ustalają następujące punkty rywalizacji i punktacje.

1. Wykonanie planów produkcyjnych.

Jako podstawę do obliczania wskaźników przekroczenia planów produkcyjnych zatwierdzonych przez Centralny Zarząd Przemysłu Elektrotechnicznego przyjmuje się operatywne plany na kwartał III i IV 1948 r., przy zachowaniu wykonania całości według ustalonych asortymentów. Procent przekroczenia ustala się według przekroczenia w złotych przedwojennych.

Za każdy procent przekroczenia planu produkcyjnego w złotych przedwojennych wyznacza się 10 punktów.

Za każdy procent niewykonania planu dla poszczególnej grupy i asortymentu ustala się punktację ujemną — za każdy procent niewykonania 0,08 punktu.

2. Eksport.

Za eksport wyrobów gotowych wyznacza się punktację następującą: za każdy procent wyeksportowanych wyrobów w stosunku do produkcji kwartalnej wyznacza się dwa punkty.

3. Wydajność.

Przy obliczaniu wydajności pracy za podstawę przyjmujemy wydajność w złotych 1937 r. na rob. — godz. Wydajność w kilogramach na rob. — godz. ma służyć tylko jako porównanie. Wydajność nie może wpłynąć na obniżenie jakości fabrykatów.

Jakość produkcji musi być zgodna całkowicie z normami PNE z wyjątkiem tych wyrobów, które nie mogą być zgodne z normami ze względu na brak odpowiednich surowców, np. nieodpowiedni numer bawełny, konieczność wykonywania drutów nawojowych z miedzi odlewanej itd.

Jako kryterium służą normy PNE lub inne, przyjęte za obowiązujące przez dostawcę i odbiorcę.

Za każdy procent wydajności osiągniętej ponad 100 wyznacza się 10 punktów. Za każdy procent poniżej 100 odlicza się tę samą ilość punktów. Za podstawę do obliczenia służyć będzie wskaźnik wydajności ustalony przez CZPE w planach operatywnych na III i IV kwartał 1948 r.

Wydajność zatwierdzi Komisja Arbitrażowa na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego, względnie na podstawie rzeczywistych danych fabrycznych.

4. Rentowność.

Obniżenie sumy wszystkich kosztów własnych o 1% w porównaniu z ubiegłym okresem sprawozdawczym na podstawie arkuszy rozliczeniowych oblicza się w wysokości 10 punktów.

Ze względu na to, że arkusze rozliczeniowe zwykle gotowe są najwcześniej w terminie 6-tygodniowym po zakończeniu kwartału, ustalono, że porównanie wyników odbywać się będzie na podstawie arkuszy rozliczeniowych za kwartał poprzedni.

Zwiększenie kosztów własnych powoduje analogiczną punktację ujemną.

5. Terminowość.

Za terminowe opracowanie planów wyznacza się następującą punktację:

a) plany produkcyjne	4 punkty dodatnie
b) plany finansowo-gospodarcze	4 " "
c) wykonanie ark. rozliczeniowych	4 " "
d) wykonanie bilansów	2 " "
e) sprawozdania GUS	2 " "
f) sprawozdania finansowe	2 " "
g) " inwestycyjne	1 " "
h) " oszczędności	1 " "
i) " bezp. pracy	1 " "
j) " akcji socjalnej	1 " "

Za opóźnienie wykonania poszczególnych sprawozdań skreśla się odpowiednią punktację.

6. Bezpieczeństwo pracy.

Ilość robotniko-godzin straconych na skutek wypadków przy pracy oblicza się punktacją ujemną. Za jeden promille 20 punktów ujemnych obliczonych w stosunku do całkowitej ilości przepracowanych rob.-godz.

7. Ciągłość pracy.

Ilość rob.-godz. straconych na skutek nieusprawiedliwionej nieobecności oblicza się punktacją ujemną, za 1% liczy się 20 punktów ujemnych.

8. Zmianowość.

O racjonalnym wykorzystaniu maszyn i urządzeń fabrycznych świadczy współczynnik zmienowości.

Za każdą $\frac{1}{10}$ powyżej jedności wyznacza się: dla ZPME — 1 punkt, dla ZPKiP — 0,2 punktu.

Przykład:

I	zmiana —	przepracowano	225 000	godzin
II	" —	"	100 000	"
III	" —	"	35 000	"
		razem przepracowano	360 000	godzin.

Współczynnik zmienowości wynosi $360\,000 : 225\,000 = 1,6$.
Obliczenie punktów:

$$(1,6 - 1,0) \times 10 \times a$$

gdzie dla ZPM $a = 1,0$, a dla ZPKiP $a = 0,2$.

Przemysł elektrotechniczny na Wystawie Ziem Odzyskanych we Wrocławiu

Wystawa Ziem Odzyskanych jest ilustracją i potwierdzeniem olbrzymiego wkładu pracy naszej w zagospodarowanie prastarych ziem piastowskich.

Przemysł elektrotechniczny reprezentowany jest na wystawie w pawilonie ogólnoprzemysłowym. W wydzielonym i nieco zaciemnionym stoisku wystawione są artykuły elektrotechniczne produkcji fabryk podległych CZPE położonych na Ziemiach Odzyskanych, a mianowicie: Fabryki Liczników i Zegarów Elektrycznych w Świdnicy, Świebodzińskiej Fabryki Przekazników, Fabryki Odbiorników Radiowych w Dzierżoniowie, Fabryki Lamp Radiowych, Fabryki Sprzętu Telefonicznego w Ząbkowicach Dolno-Śląskich i Fabryki „Blask” we Wrocławiu. Przemysł maszyn elektrycznych reprezentuje Fabryka Wielkich Maszyn Elektrycznych we Wrocławiu oraz fabryki w Piechowicach i Świdnicy.

Głównym akcentem stoiska jest okrągła scena oświetlona reflektorami Fabryki Świebodzińskiej. Na scenie znajdują się makiety symbolizujące przemysł elektrotechniczny. Makiety wykonane są z białego papieru tak jak i scena, co nie pozwala niestety, na pełne wyzyskanie efektów świetlnych, które dają się osiągnąć przy pomocy tych reflektorów. Bardzo ładnie przedstawia się ściana liczników z niklowym licznikiem 100-tysięcznym Fabryki Liczników i Zegarów w Świdnicy. Z należyтым rozmachem, odpowiadającym ogólnemu charakterowi całej Wystawy Ziem Odzyskanych, pomyślany jest wielki zegar o średnicy ponad 4,5 m umieszczony na wewnętrznej ścianie hali przemysłowej, którego poszczególne godziny oznaczone są dużymi okrągłymi zegarami. W środku zmontowany zegar typu wieżowego ze specjalnie przedłużonymi wskazówkami dopełnia obrazu tej kompozycji zegarowej. Oczywiście wszystkie wskazówki poruszają się synchronicznie, otrzymując impuls od zegarmatki umieszczonego na dole.

Duże zainteresowanie wzbudza na wystawie aparat radiowy, tzw. „Simphonic” z patefonem nagrywającym stale rozmaite płyty. Jak zwykle, przyciąga uwagę publiczności oscylograf włączony w obwód odbiornika radiowego.

Niezależnie od własnego stoiska przemysł elektrotechniczny reprezentowany jest w formie bezpośredniego udziału w urządzeniu i dekoracjach samej wystawy. Niezmiernie efektowny wodotrysk sformowany w kształcie symbolu Wystawy Ziem Odzyskanych (trzy łuki z iglicą pośrodku) napędzany jest naszym silnikiem głębinowym i efektywnie oświetlony kolorowymi reflektorami Fabryki w Świebodziicach. Całość znajduje się pośrodku wielkiej sadzawki w dzielnicy tzw. pergolowej, przed tarasami reprezentacyjnej restauracji wystawowej i daje wieczorem przepiękny efekt na ciemnym tle sadzawki. Bardzo dobrze wykonane zostało oświetlenie ściany olbrzymiej hali ludowej za pomocą reflektorów teatralnych dostarczonych przez Fabrykę Świebodzicką. Wszystkie ważniejsze efekty świetlne na terenie wystawy, czy to oświetlenie iglicy — 105 m, czy ściany wodnej, czy wreszcie szeregu innych drobniejszych oświetleń, wykonane są również przy pomocy urządzeń tej fabryki.

Centrala Handlowa Przemysłu Elektrotechnicznego wybudowała na tzw. terenach B bardzo estetyczny o nowoczesnych liniach pawilon, który przyciąga do siebie liczne rzesze zwiedzających. Atrakcyjność tego pawilonu zwiększa sprzedaż żarówek dla wszystkich zwiedzających wystawę.

Każdy Polak zwiedzający wystawę może być dumny widząc rezultaty trzech lat pracy na naszych Ziemiach Odzyskanych. Wystawa jako całość przemawia do nas realizmem i siłą.

Ostr.

Kursy dla techników i laborantów rentgenowskich

Oddawna daje się odczuwać u nas dotkliwy brak fachowego personelu, obsługującego i konserwującego aparaty rentgenowskie, zarówno na odcinku lekarskim (lekarze radiolodzy), jak i na odcinku inżynierskim (przemysł aparatów rentgenowskich).

Dość powiedzieć, że na ok. 2 000 aparatów rentgenowskich istniejących obecnie w Polsce mamy tylko ok. 160 lekarzy radiologów. Wielka różnorodność typów aparatów rentgenowskich, w większości wypadków pochodzenia zagranicznego, stwarza dodatkowe trudności związane z ich instalacją, obsługą i konserwacją.

Niedostateczna ilość aparatów rentgenowskich, trudności dostawy części zapasowych i wymiennych nakładają na obsługę aparatów rentgenowskich obowiązek starannego i fachowego obchodzenia się z tak cennymi aparatami. W większości wypadków obsługa ta nie jest fachowa, gdyż dotychczas nie istniały szkoły dla techników rentgenowskich. Obecnie istnieją dwie dwuletnie szkoły: w Gdańsku i Wrocławiu. Projektowane jest założenie dwu dalszych szkół tego rodzaju.

Celem jak najszybszego wypełnienia luki w wykształceniu technicznym osób obsługujących aparaty rentgenowskie Ministerstwo Zdrowia postanowiło powierzyć PPF AE zorganizowanie czterech serii dwutygodniowych kursów dla techników i laborantów rentgenowskich. W organizacji tych kursów okazała czynną pomoc również Światowa Organizacja Zdrowia przy O. N. Z. Stroną organizacyjną kursów zajęło się Ministerstwo Zdrowia, techniczną zaś objęła PPF AE, w której lokalu odbywały się wykłady i pokazy.

Kierownikiem kursów z ramienia PPF AE był inż. J. Domanus z Wydziału Rentgenów PPF AE. Ministerstwo Zdrowia powierzyło stronę organizacyjną drowi E. Pankiewiczowi, Światowa zaś Organizacja Zdrowia przysłała do Polski swego specjalistę rentgenowskiego p. C. Aschwi.

Kursy trwały od 10 maja do 10 lipca r. b. Wykłady i pokazy odbywały się przez 8 godzin dziennie w lokalu Wydziału Rentgenów PPF AE. Pokazy obejmowały również zwiedzanie urządzeń rentgenowskich w Instytucie Radiowym i w Szpitalu Dzieciątka Jezus w Warszawie.

Pierwszy kurs przeznaczony był dla techników i laborantów z terenu Warszawy, trzy następne dla osób z poza Warszawy, którym Ministerstwo Zdrowia zapewniło wyżywienie i zakwaterowanie.

Wykłady i pokazy objęli pracownicy Wydziału Rentgenów PPF AE inżynierowie J. Domanus, Dobrski, J. Poppe

i J. Rudziński. Poza tym wykładowcami byli prof. Zawadowski, dr E. Matuszek, dr Zabokrzycki z Uniwersytetu Warszawskiego oraz inż. St. Nowosielski z Ministerstwa Zdrowia. Pokazy przeprowadzał brygadzysta Wydziału Rentgenów PPF AE M. Biernacik. Przy przygotowaniu ekspozycji na kurs dostarczonych przez Ministerstwo Zdrowia brał udział cały personel Wydziału Rentgenów PPF AE.

Główny nacisk przy organizowaniu kursów i układaniu ich programu położono na stronę praktyczną zagadnienia. Na wykładach podawano jedynie zasadnicze wiadomości niezbędne do zrozumienia zasady działania aparatów. Najwięcej czasu poświęcono na praktyczne pokazy aparatów rentgenowskich i ich części.

Poza aparatami, wypożyczonymi przez Ministerstwo Zdrowia, PPF AE demonstrowała również aparaty rentgenowskie własnej produkcji. W czasie pokazów poza fabryką (w Instytucie Radiowym i w Szpitalu Dz. Jezus) zaznajamiano słuchaczy z wieloma typami aparatów diagnostycznych i terapeutycznych najnowszych konstrukcji.

Specjalne rysunki i wykresy służyły słuchaczom jako pomoce techniczne w czasie wykładów. Poza tym uczestnicy kursu otrzymali komplety przepisów obsługi aparatów oraz przepisy bezpieczeństwa.

Liczne pokazy filmowe (zasady elektrotechniki, badanie małoobrazkowe w szpitalach, badanie małoobrazkowe w fabryce, rozwój rentgenografii małoobrazkowej i inne) miały na celu zapoznanie słuchaczy z teorią i praktyką techniki rentgenowskiej, jak również z organizacją badań masowych.

Cyfrowo udział słuchaczy na kursach był następujący:

I	kurs	14	kobiet	8	meżczyzn
II	"	16	"	12	"
III	"	21	"	4	"
IV	"	15	"	7	"
Razem		66	kobiet	31	meżczyzn

Poza słuchaczami zgłoszonymi przez Ministerstwo Zdrowia przeszkolenie na kursach otrzymał cały personel Wydziału Rentgenów PPF AE, jak również przedstawiciele Wydziału Zakupów i Sprzedaży PPF AE.

Warunkiem przyjęcia na kurs było: wykształcenie średnie i uprzednia znajomość obsługi aparatów rentgenowskich. Liczba zgłoszeń znacznie przekraczała liczbę miejsc.

J. Dom.

Polsko-Czechosłowacka współpraca w dziedzinie normalizacji

DRUGA SESJA KOMITETU W PRADZE

W dniach 19–24 maja 1948 r. odbyła się w Pradze druga sesja Polsko-Czechosłowackiej Komisji Naukowo-Technicznej, w której ramach odbyła się również druga sesja Komitetu współpracy gospodarczej w dziedzinie normalizacji.

W sprawach normalizacji elektrotechnicznej brała udział delegacja SEP-u w składzie: T. Czaplicki, J. Płaskowski, J. Switkowski i L. Taniewski. W ciągu trzech kolejnych posiedzeń Komisji Elektrotechniki dokonano przeglądu dotychczasowych wyników współpracy w normalizacji elektrotechnicznej oraz ustalono sposoby dalszego jej usprawnienia. W wyniku obrad przedstawiono Komitetowi Współpracy Gospodarczej w Dziedzinie Normalizacji 6 wniosków, które Komitet zatwierdził na posiedzeniu w dniu 21 maja 1948 r.

Wniosek 1. Normy gotowe do zatwierdzenia jako częściowo uzgodnione: 1) „Elektroenergetyczne przewody gołe aluminiowe i stalo-aluminiowe“ PNE/103, „Ocelové dráty a lana pro elektrická vedení“; ČSN ESC 48, „Hliníkové dráty a lana elektrická vedení“ ČSN ESC 178, 2) „Elektroenergetyczne kable obołowione miedziane i aluminiowe“ PNE/6, „Silové kabely“ ČSN ESC 82.

Wniosek 2. Normy, które mają być wspólnie opracowane do końca lipca r. b.: 1) Taśma telegraficzna, 2) Napięcia normalne, 3) Normalne natężenia prądu.

Wniosek 3. Normy, które mają być wspólnie opracowane do końca października r. b.: 1) Znakownictwo elektryczne, 2) Transformatory miernicze, 3) Próby napięciem udarowym, 4) Oleje transformatorowe, 5) Zalewy kablowe, 6) Druty nawojowe emaliowane, 7) Przewody jezdne ślizgowe, 8) Gaszenie pożaru w urządzeniach elektroenergetycznych, 9) Uziemienia i zerowania, 10) Przyłączanie urządzeń odbiorczych do sieci elektroenergetycznych, 11) Elektroenergetyczne linie kablowe podziemne, 12) Przewodzenie linii radiofonii przewodowej na wspólnych słupach z liniami elektroenergetycznymi, 13) Druty teletechniczne brązowe, 14) Druty teletechniczne stalowe, 15) Numeracja par w kablach dalekosiężnych, 16) Urządzenia zasilające, 17) Izolatory teletechniczne, 18) Papier dalekopisowy, 19) Złączki kablowe miedziane, 20) Złączki miedziane do drutów brązowych, 21) Linki konopne do wielokrążków.

Wniosek 4. Rozszerzenie programu opracowania wspólnych norm: 1) Przepusty kondensatorowe, 2) Materiał instalacyjny, 3) Odbiorniki do domowego użytku, 4) Miska i mikanity, 5) Przyrządy pomiarowe wskazówkowe, 6) Oznaczenia literowe wymiarów i symbole form budowy maszyn elektrycznych, 7) Szczotki i szczotkotrzymacze.

Dalszy program wspólnych przepisów i norm SEP i ESC ustalą na podstawie wymiany swoich programów na rok 1948. ESC proponuje poza tym wspólne opracowa-

nie normy na rzędy wielkości urządzeń energetycznych w elektrowniach.

Wniosek 5. Wspólne konferencje Komisji przepisowych: 1) W dniach 10—13 czerwca rb. w Szczecinie mają odbyć się konferencje rzeczoznawców w sprawie rozważenia wspólnego opracowania norm i przepisów, ustalonych przez polsko-czechosłowacki Komitet przemysłu elektrotechnicznego, jako najbardziej pilnych, a mianowicie: a) Normalizacja napięć i prądów, b) Przepusty kondensatorowe, c) Materiał instalacyjny. — 2) W początku września r. b. w Warszawie lub Katowicach mają odbyć się konferencje rzeczoznawców w sprawie: a) maszyn elektrycznych, b) przewodów i kabli. — 3) Po opracowaniu projektów na odbiorniki domowego użytku przez ESC ma odbyć się konferencja rzeczoznawców, której termin i miejsce ustala SEP i ESĆ.

Wniosek 6. W celu przyspieszenia opracowania wspólnych przepisów i norm proponuje się ustalić następujące zasady współpracy: 1) Poszczególne sekcje Komitetu z zasady nie powinny opracowywać jednocześnie tych samych tematów, które mają być opracowywane wspólnie. 2) Każda komisja przepisowa w sekcji przy opracowywaniu wspólnej normy lub przepisu ma traktować drugą sekcję jako swego członka, tzn. ma posyłać jej wszystkie kolejne teksty projektu. 3) Komisje przepisowe poszczególnych sekcji mogą w razie potrzeby zbierać się na wspólne konferencje poza normalnie odbywającymi się sesjami Komitetu. 4) Komitet powinien zgodnie z p. 3, 2 statutu upoważnić

prezydium Komitetu do zatwierdzania wspólnych norm i przepisów, które w czasie między kolejnymi sesjami Komitetu będą opracowane i uzgodnione przez komisje przepisowe. 5) Poszczególne sekcje mają dotrzymywać terminów opracowania projektów oraz terminów nadsyłania uwag do projektów. W przypadku ważnych powodów niemożności dotrzymania tych terminów należy we właściwym czasie o tym zawiadomić tę stronę, która termin wyznaczyła.

KONFERENCJA RZECZOZNAWCÓW W SZCZECINIE

W drugim dniu XIV Walnego Zgromadzenia SEP w Szczecinie (11 czerwca 1948 r.) odbyła się konferencja fachowców SEP i ESĆ w sprawie normalizacji napięć i sprzętu instalacyjnego. W konferencji wzięli udział ze strony ESĆ: pp. Hančl, Kohout, Kořínek, Novotný, Nvota, Pařez, Reiss i Sajda (przewodniczący) oraz ze strony SEP: Czarnecki, Fischer, Gogolewski, Jabłoński, Komenda, Korzeniowski, Kwal, Lesiowski, Mosiewicz, Moszczyński, Moskałewski, Niereński, Peda, Płaskowski, Smoluchowski (przewodniczący), Sokolski, Stępniewski, Steuermark, Szeinduchert, Switkowski i Weikert.

W wyniku obrad uzgodniono wspólne rzędy napięć normalnych (pozostawiono jedynie różnice w zalecanych napięciach sieci w.n. (Polska — 15 i 30 kV, Czechosłowacja 22 kV i 35 kV) oraz postanowiono przystąpić do wspólnego opracowania norm na materiały instalacyjne w oparciu o odpowiednie normy międzynarodowe (CEE).

Centralna Komisja Normalizacji Elektrotechnicznej SEP

PRZEPISY PRZYJĘTE PRZEZ PREZYDIUM CKNE

Prezydium CKNE w składzie: St. Konczykowski, St. Kuhn, J. Płaskowski, W. Smoluchowski (przewodniczący), Wł. Strzeszewski, J. Switkowski i B. Witwiński na posiedzeniu w dniu 21 czerwca br. uchwalilo przyjąć i przedstawić do zatwierdzenia Zarządowi Głównemu SEP następujące projekty: 1) PNE/5 „Elektroenergetyczne przewody miedziane, 2) PNE/6 „Elektroenergetyczne kable obojętne miedziane i aluminiowe“, 3) PNE/102 „Elektroenergetyczne linie kablowe podziemne“, 4) PNE/103 „Elektroenergetyczne przewody gołe aluminiowe i stal-aluminiowe“.

MIANOWANIE PRZEWODNICZĄCEGO KOMISJI VII

W związku ze śmiercią dotychczasowego przewodniczącego VII Komisji Materiałów Instalacyjnych SEP śp. kol. P. Modraka, Prezydium CKNE powołało na to stanowisko dyrektora produkcji CZPEL kol. A. Niereńskiego.

UTWORZENIE NOWYCH KOMISJI PRZEPISOWYCH

VIII Komisja Napięć i Prądów

XXX Komisja Izolatorów

Prezydium CKNE na wniosek dotychczasowej VIII Komisji Izolatorów, Napięć i Prądów rozdzieliło ją na dwie odrębne komisje, a mianowicie:

VIII Komisję Napięć i Prądów oraz XXX Komisję Izolatorów.

VIII Komisja Napięć i Prądów jest jeszcze w stadium organizacji.

XXX Komisja Izolatorów: T. Stępniewski (przewodniczący), W. Lidmanowski (sekretarz), S. Bogusławski, W. Czarnecki, K. Drewnowski, J. Skowroński i S. Szpor.

XXXI Komisja Sygnalizacji

Prezydium CKNE na wniosek Ministerstwa Komunikacji i Centralnego Biura Sygnalizacji przy Zjednoczeniu Przemysłu Teletechnicznego utworzyło XXXI Komisję Sygnalizacji, powołując na jej przewodniczącego kol. T. Mickiewicza.

Program prac Komisji obejmuje opracowanie przepisów i norm z dziedziny sygnalizacji kolejowej, drogowej, alarmowej, pożarowej i kopalnianej.

PRACE KOMISJI REDAKCYJNEJ

Komisja Redakcyjna CKNE w składzie: St. Konczykowski (przewodniczący), T. Monkiewicz, J. Obrąpalski, J. Szczekowski, J. Switkowski i H. Tarnawski na posiedzeniach w dniach 8 i 29 maja, 19 czerwca i 3 lipca br. rozpatrzyła i przyjęła następujące projekty: 1) PNT/232 „Gniazdko łączeniowe pojedyncze 5,5 i 6,5 mm“ (projekt I), 2) PNT/310 „Taśma telegraficzna“ (projekt I), 3) PNE/102 „Elektroenergetyczne linie kablowe podziemne“ (projekt II), 4) PNE/105 „Przewody jezdne ślizgowe“ (projekt I), 5) PNE/107 „Prowadzenie linii radiofonii przewodowej na wspólnych słupach z liniami elektroenergetycznymi niskiego napięcia“ (projekt I), 6) PNE/54 „Normalne natężenia prądu“ (projekt II), 7) PNE/311 „Papier dalekopisowy“ (projekt I).

Nadesłane wydawnictwa

Domanus Józef, mgr inż. Grzejnictwo elektryczne. Część I. Podstawy teoretyczne, elementy grzejne, sprzęt instalacyjny. 1948. Trzaska, Evert i Michalski, Warszawa. Format A 5, 194 str., 115 rys. Spis rzeczy: 1. Wiadomości ogólne o elektrycznym wywiązywaniu ciepła. 2. Pojęcia ogólne stosowane w grzejnictwie elektrycznym. 3. Budowa i obliczanie elementów grzejnych. 4. Regulacja temperatury. 5. Przyłączanie grzejników elektrycznych do sieci. 6. Sprzęt instalacyjny dla grzejników elektrycznych. Literatura. — Z przedmowy: Książka jest przeznaczona dla monterów i techników zajmujących się zarówno budową, jak i obsługą grzejników elektrycznych.

MECHANIK, Poradnik Techniczny. Tom I, wydanie III całkowicie przerobione. Warszawa, 1947—1948. Nakładem Instytutu Wydawniczego SIMP. Format 13 × 19. Wy-

chodzi zeszytami po 96 stron. Cena zeszytu 300 zł. Pierwsze trzy zeszyty, które się ukazały, zawierają nieukończoną jeszcze część I „Matematyka“. Spis rzeczy: I. Tablice matematyczne. II. Określenie i podział matematyki. III. Arytmetyka. IV. Algebra. V. Planimetria. VI. Stereometria. VII. Trygonometria. VIII. Analiza matematyczna. IX. Geometria analityczna (niezakończ.).

Priest C. W. Power Station Efficiency. London, Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd. 1947. Contents: I. Introduction. — II. Definitions and Simple Heat Flow. — III. Practical Heat Cycles. — IV Heat Flow in Heaters, etc. — V. Condensers and Ejectors. — VI. Turbines and Alternators. — VII. Fuel and Boiler Losses. — VIII. Miscellaneous Plant. — IX. Station Heat Balance. — X. Efficiency Checks and Comparison. (25 rys., VIII + 120 str., form. 13,5 cm × 21,5 cm. Cena w oprawie 10 s. 6 d.).

S. E. P. KOMUNIKATY

Kandydatury na członków SEP-u. W myśl § 10 statutu SEP-u ogłasza się następującą listę kandydatów na członków zwyczajnych oraz — gdzie zaznaczono wyraźnie — na członków współdziałających:

ODDZIAŁ GDAŃSKI

Grudziecki Stefan, Gdańsk 6, Limanowskiego 7 m. 3
 Jaczewski Jerzy, Gdańsk 5, Polanki 35 m. 2
 Jagodziński Zenon, Gdańsk 6, Batorego 20
 Jankowski Aleksander, Gdańsk 6, Pniewskiego 8 m. 2
 Kierst Juliusz, Gdańsk 6, Piękna 11a
 Kleybor Alfons, Gdynia, Syrokomli 2 m. 8
 Maculewicz Olgierd, Gdańsk 6, Politechniczna 9 m. 7
 Mieszkowski Henryk, Gdańsk, ul. Płowce 32
 Nowakowski Alfred, Gdynia, Sztumska 4 m. 2
 Strzelczyk Władysław, Wejherowo, Bolduana 10
 Suwałski Stanisław, Gdynia, Chrzanowskiego 11 m. 4
 Szenderowicz Tadeusz, Gdańsk 5, Liczmańskiego 21
 Ziółkowski Feliks, Gdynia, Kasztelańska 21 m. 1.

ODDZIAŁ JELENIOGÓRSKI

Błaszczak Edward, Wałbrzych-Sobiecin, Daszyńskiego 7 m. 1
 Fryboes Emil, Legnica, Warzywna 21
 Grabowski January, Wałbrzych, Kasprowicza 5a m. 1
 Gromadzki Mieczysław, Wałbrzych-Sobiecin, Kraszewskiego 11
 Habluch Julian, Wotów, Wojska Polskiego 33
 Kijewski Leonard, Legnica, Warzywna 21
 Koczyl Romuald, Wałbrzych-Nowe Miasto, Namysłowskiego 4
 Kozłowski Jerzy, Wałbrzych, Lubelska 4 m. 3
 Malinowski Rafał, Wschowa, Daszyńskiego 19
 Milka Antoni, Złotoria, Stroma 1
 Mitschke Zdzisław, Wałbrzych, Siemiradzkiego 26
 Narkiewicz Waclaw, Bystrzyca Kłodzka, 1-go Maja 19 m. 1
 Nowak Zdzisław, Wałbrzych, Batorego 1
 Otrębski Stanisław, Legnica, Żwirki i Wigury 34
 Pajda Tadeusz, Legnica, Powstańców 7
 Rabczyński Edward, Wschowa, Łakawa 1
 Senator Jakub, Wałbrzych, Konopnickiej 10 m. 6
 Sieradzan Jerzy, Głogów, Królewska 13
 Sokołowski Tadeusz, Wałbrzych, Kraszewskiego 3 m. 3
 Sołtan Zygmunt, Wałbrzych, Uzdrawiskowa 14
 Szac Maurycy, Jelenia Góra, Stalina 60
 Szpak Józef, Legnica, Strzelecka 45
 Tyndziuk Stanisław, Świebodzice, Nowa 4
 Władysław Franciszek, Wałbrzych-Sobiecin, Kraszewskiego 7 m. 1
 Zarzycki Antoni, Wałbrzych, Rynek 6

ODDZIAŁ KRAKOWSKI

Gosztyła Władysław, Rożnów, Elektrownia
 Jakus Leon, Jaworzno, Nowa 4
 Jasiński Jan, Kraków, Karmelicka 46
 Joachimsman Zygmunt, Kraków, Dietla 62
 Kociłowski Eugeniusz, Kraków, Poselska 19 m. 5
 Łosiak Zdzisław, Kraków, Wąsowicza 9, Elektrownia Miejska
 Maksym Jan, Kraków-Prokocim, Kościuszki 5 m. 2
 Oswald Henryk, ZEOK, Kraków, Krakowska 6 m. 2
 Pelc Józef, Kraków, Loretańska 5
 Reczyński Tadeusz, Kraków-Prokocim, gen. Hallera 19
 Reichert Józef, Kraków, Pl. Wolnica 4 m. 15
 Rużkiewicz Władysław, Kraków, Straszewskiego 5 m. 13
 Śliwiński Józef, Kraków, Długa 61 m. 3a
 Tarnawa Józef, Kraków, Felicjanek 4
 Wajntraub Dawid, Kraków, Loretańska 5
 Dunin-Wąsowicz Tomasz, Kraków, Boczna Szymanowskiego 86 m. 7
 Wieczorkiewicz Mieczysław, Kraków, gen. Prądzyńskiego 8 m. 8
 Zakrzewski Jerzy, Kraków, Pańska 5 m. 2
 Zboś Włodzimierz, ZEOK, Kraków, Świerczewskiego 6 m. 10

ODDZIAŁ ŁÓDZKI

Bińkowski Zygmunt, Łódź, Piotrkowska 145 m. 41
 Ciepliński Eugeniusz, Łódź, Narutowicza 45
 Filipowicz Feliks, Łódź, Narutowicza 109
 Garliński Zygmunt, Łódź, Kołłątaja 6 m. 5
 Grzybowski Stefan, Łódź, Jaracza 42 m. 46
 Jabłoński Michał, Łódź, Moniuszki 5 m. 28
 Jeżyński Mieczysław, Łódź, Malczewskiego 4a
 Koter Tadeusz, Łódź, Moniuszki 5 m. 29
 Sroczyński Zygmunt, Łódź, Ruda Fabianicka, Wojenna 517 m. 2
 Sztaba Wiesław, Łódź, Piotrkowska 61
 Walentowicz Bohdan, Łódź, Gdańska 106
 Wolski Władysław, Łódź, Zeromskiego 115 (na członka współdz.)
 Zimowski Jan, Łódź, Piotrkowska 228

ODDZIAŁ MAZOWIECKI

Salaciński Kazimierz, Płock, Dobrzyńska 27

ODDZIAŁ POMORSKI

Czubiczenko Leon, Bydgoszcz, Al. 1 Maja 220
 Fangowski Bronisław, Bydgoszcz, Nowy Rynek 8 m. 10
 Szupejko Ryszard, Bydgoszcz, Zduny 15 m. 6

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

Borowiak Edward, Poznań, Umińskiego 23 m. 3
 Czyż Zenon, Poznań, Chociszewskiego 35 m. 13

Dukiewicz Konrad, Poznań, Focha 70 m. 6
 Fundament Kazimierz, Poznań, Zacisze 1 m. 5
 Hagedorn Stefan, Poznań, Sielska 34 m. 1
 Lechowski Zbigniew, Poznań, Rynek Łazarski 16
 Leśniczak Roman, Grodzisk Wlkp., Garbary 16
 Mielcarek Antoni, Poznań, Jodłowa 36 m. 4
 Mroczek Zygfryd, Poznań, Bydgoska 2 m. 12
 Mularczyk Edmund, Gorzów Wlkp., Drzymały 40
 Niedospał Antoni, Poznań, Szamarzewskiego 56 m. 55
 Nowacki Kazimierz, Poznań, Nad Wierzbakiem 14c
 Rydlewicz Janusz, Poznań, Półwiejska 16
 Skrukwa Józef, Poznań, Łukaszczyca 5 m. 10
 Staszewski Marian, Poznań, Polna 25 m. 16
 Sztarn Władysław, Poznań, Długosza 30 m. 6
 Szubert Władysław, Poznań, ul. 23 Lutego 5 m. 11
 Szulc Lech, Poznań, Fabryczna 35b m. 33
 Witkowski Franciszek, Kościan, Gostyńska 16
 Wołoszyk Jan, Poznań, Jarochowskiego 57 m. 4
 Zaprzalski Witold, Poznań, Kolejowa 7 m. 11

ODDZIAŁ RADOMSKO-KIELECKI

Głowacki Tadeusz, Skarżysko-Kamienna, Górnicza 5
 Jaracz Józef, Skarżysko-Kamienna, Grabowa 11
 Jasiński Wiktor, Nowie Miasto nad Pilicą
 Kuczyński Edward, Starachowice, Kanałowa 5
 Lachowski Zdzisław, Starachowice, Wanacja 31
 Mańkowski Janusz, Skarżysko-Kamienna, Górnicza 10
 Mańkowski Marian, Skarżysko-Kamienna, Mickiewicza 7
 Markiewicz Stefan, Włoszczowa, ZEOK
 Nowak Kazimierz, Skarżysko-Kamienna, Zeromskiego 7
 Partum Henryk, Radom, Planty 6 m. 3
 Prześlak Władysław, Skarżysko-Kamienna, Spółdzielcza 15
 Sarzyński Józef, Skarżysko-Kamienna, Kościelna 13
 Soukup Franciszek, Busko-Zdrój, Batorego
 Stepien Stefan, Ostrowiec, Al. 3 Maja 39
 Szumielewicz Leon, Skarżysko-Kamienna, Rejowska 33
 Woźniak Edward, Skarżysko-Kamienna, Kościelna 18

ODDZIAŁ SZCZECIŃSKI

Szornstein Rudolf, Swinoujście, Piastowska 57
 Szpinak Grzegorz, Szczecin-Glinki, nad Odrą 18
 Zawisza Aleksander, Szczecin, Ujejskiego 20a

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

Borkowski Wiktor, Warszawa, Saska-Kępa, Dąbrowiecka 30 m. 5
 Bernadzikiewicz Zofia, Warszawa, Focha 5/7 m. 63
 Chmielarz Józef, Warszawa, Mianowskiego 24 m. 18a
 Chomicz Adalbert, Podkowa Leśna, Zachodnia
 Dobrowolski Jerzy, Warszawa, Grajewska 17 m. 7
 Ferański Waclaw, Warszawa, Środkowa 3 m. 21
 Głowacki Andrzej, Warszawa, Bolecha 26 m. 1
 Hugon Piotr, Warszawa, Al. Sikorskiego 56
 Hulanicka Julita, Warszawa, Mickiewicza 18
 Konewka Witold, Warszawa, Al. Niepodległości 227/233 m. 24
 Kopaczek Tadeusz, Warszawa, Stalowa 3 m. 22
 Koźbiał Ludwik Bohdan, Warszawa, Chmielna 126 m. 13
 Krobicki Stanisław, Warszawa, Rakowiecka 5 m. 8
 Kruk Władysław, Warszawa, Kępa 2 m. 8
 Michałak Witold, Pruszków, Klonowa 8 m. 5
 Michałowski Wawrzyniec, Zychlin, Narutowicza 67
 Pawlat Roman, Warszawa, Radzyńska 1a
 Puszek Mikołaj, Warszawa, Al. Jerozolimskie 57 m. 34
 Radwański Czesław, Warszawa, Krasieńskiego 16/20
 Rózko Józef, Warszawa, Czerwonego Krzyża 15 m. 12
 Różycki Janusz, Chylce pod Warszawą, Wesoła 35
 Rudziński Henryk, Pruszków, Parkowa 12 m. 4
 Safarzyński Dionizy, Warszawa, Konopacka 12 m. 30
 Skoczylski Zygmunt, Warszawa, Złota 7 m. 30
 Staniszewski Zygmunt, Warszawa-Bielany, B. Zuga 34
 Strmiska Józef, Warszawa, Stalowa 18 m. 1
 Strużkiewicz Henryk, Włochy k. Warszawy, Stawy 8 m. 4
 Swirczewski Jan, Warszawa, Waszyngtona 14a m. 2
 Szczurek Marian Ryszard, Warszawa, Królewska 2
 Sztek Tadeusz, Warszawa, Piusa XI 11 m. 8
 Śliwiński Tadeusz, Józefów k. Otwocka, Reymonta 14
 Trzaskowski Józef, Warszawa, Targowa 36 m. 6
 Walentowski Jan, Warszawa-Bielany, Al. Zjednoczenia 98 m. 11
 Werner Witold, Warszawa, Al. Niepodległości 154 m. 10
 Załęski Stanisław, Józefów k. Otwocka, Lipowa 2
 Zatoński Daniel, Warszawa, Filtrowa 70 m. 62

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Bartnikowski Stefan, Będzin, Kołłątaja 37
 Bartoszek Bolesław, Chorzów III, Elektrownia
 Chrobok Jan, Katowice, Plebiscytowa 32
 Czaja Paweł, Chorzów III, Poznańska 5
 Hawel Stanisław, Zawiercie, Limanowskiego 49
 Janik Tadeusz, Częstochowa, Bór 38
 Jastrzębski Waclaw, Będzin, Krakowska 90
 Kamiński Andrzej, Wisła 863
 Korczowski Tadeusz, Gliwice, Daszyńskiego 38 m. 6
 Kóska Adolf „Czechowice” w Czechowicach
 Maciejewski Teofil, Czechowice, Bestrińska 625
 Mazur Miron, Będzin, Okrzei 50
 Perlin Jakub, Biała, Andrzeja Pysza 4
 Przybyła Jan, Będzin, Okrzei 41
 Sibulak Włodzimierz, Łagisza, Dąbrowska 85
 Skołuński Zygmunt, Gliwice Dąbrowskie
 Stęplowski Henryk, Sosnowiec, Rybna 7
 Tolpa Bronisław, Katowice, Kr. Jadwigi 2
 Urbanowski Jerzy, Gliwice, Starokłodnicka 7a m. 6
 Wrzesiński Władysław, Chorzów, Konopnickiej 6
 Zakrzewski Ryszard, Piotrowice, Dworcowa 39
 Zieliński Tadeusz, Grodziec k. Będzina, Konopnickiej 5/8

NORMALIZACJA ELEKTROTECHNICZNA

Metoda opracowywania polskich norm

(Do wiadomości wszystkich członków Centralnej Komisji Normalizacji Elektrotechnicznej)

Departament Techniczny Ministerstwa Przemysłu i Handlu wystosował do Polskiego Komitetu Normalizacyjnego pismo następującej treści:

Departament Techniczny Ministerstwa Przemysłu i Handlu podziela opinię Sekretariatu Generalnego PKN, że warunki techniczne wyrobów należy układać, wychodząc z poziomu jakości, odpowiadającego najwyższemu poziomowi, osiągalnemu w produkcji przy użyciu normalnych środków produkcyjnych. W szczególności należy przepro-

wadzać porównanie z jakością analogicznych wymagań zagranicznych. Jakość przewidziana w PN nie powinna być niższa.

Ze względów gospodarczych mogą być w normach przewidziane klauzule ulgowe, ważne na określony przeciąg czasu.

Wicedyrektor Departamentu
(—) Inż. L. Taniewski

Prowadzenie linii radiofonii przewodowej na wspólnych słupach z liniami elektroenergetycznymi niskiego napięcia

(projekt I przepisów PNE/107)

W ramach XI Komisji Linii Napowietrznych SEP specjalna podkomisja w składzie: M. Flisak, J. Gniewiewski (referent), Z. Jung (przewodniczący), A. Krysztopik, W. Wilkowicz i J. Wójcikiewicz opracowała projekt przepisów na prowadzenie linii radiofonii przewodowej na wspólnych słupach z liniami elektroenergetycznymi niskiego napięcia.

Projekt przepisów nie będzie ogłoszony w P. E. W celu

umożliwienia zainteresowanym zapoznania się z projektem rozesłano go z prośbą o uwagi do wszystkich oddziałów SEP, do Centralnego Zarządu Energetyki, do wszystkich zjednoczeń energetycznych oraz do Polskiego Radia.

Termin nadsyłania uwag pod adresem Stowarzyszenia Elektryków Polskich (Warszawa, Al. Stalina 27) upływa 1 października br.

Papier dalekopisowy

(projekt I PNT/311)

Podkomisja 3 Łącznic i Aparatów Telegraficznych przy XV Komisji Teletechnicznej SEP w składzie: W. Fijałkowski, B. Jakubowski (przewodniczący i referent) i W. Kochański opracowała projekt normy na papier dalekopisowy, przeznaczony do stosowania w dalekopisach arkuszowych.

Projekt normy nie będzie ogłoszony w Przegl. Telekom. W celu umożliwienia zainteresowanym zapoznania się z

projektem rozesłano go z prośbą o uwagi do wszystkich Oddziałów i Sekcji Telekomunikacyjnej SEP-u, do Ministerstw: Komunikacji, Obrony Narodowej oraz Poczty i Telegrafów, do wszystkich dyrekcji kolejowych i pocztowych, do Centralnego Zarządu Przemysłu Papierniczego.

Termin nadsyłania uwag pod adresem Stowarzyszenia Elektryków Polskich (Warszawa, Al. Stalina 27) upływa 1 października 1948 r.

Uwagi do pomniejszego projektu należy nadsyłać pod adresem Stowarzyszenia Elektryków Polskich (Warszawa, Al. Stalina 27) w terminie do dnia 1 października 1948 r.

Projekt został opracowany przed wojną przez VIII Komisję Izolatorów, Napięć i Prądów SEP i był ogłoszony w PE, 1939, z. 9, str. 266. Nadesłane wówczas uwagi do projektu zaginęły w czasie działań wojennych. Obecnie po wprowadzeniu mało istotnych zmian projekt ogłasza się ponownie.

Projekt I

POLSKIE NORMY ELEKTROTECHNICZNE

PNE
54-1948

NORMALNE NATEŻENIA PRĄDU*)

1. PRZEDMIOT NORMY

Norma niniejsza dotyczy znamionowych nateżeń prądu wszelkich przyrządów elektrycznych prądu stałego i zmiennego.

2. OKREŚLENIA

Znamionowe nateżenie prądu (skrót prąd znamionowy) jest to nateżenie prądu, na które dany przyrząd jest obliczony, zbudowany i oznaczony.

3. NORMALNE ZNAMIONOWE NATEŻENIA PRĄDU

Normalne znamionowe nateżenia prądu w amperach są następujące:

1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7,5
10	12,5	15	20	25	30	40	50	60	75
100	125	150	200	250	300	400	500	600	750
1000	1250	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	7500
10000									

*) Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

Uwagi do poniższego projektu należy nadsyłać pod adresem Stowarzyszenia Elektryków Polskich (Warszawa, Al. Stalina 27) w terminie do dnia 1 października 1948 r.

Pierwszą redakcję projektu opracowała IX Komisja Trakcji Elektrycznej SEP w czasie okupacji; ostateczną redakcję opracowała IV Komisja Przewodów i Kabli SEP.

Projekt I

POLSKIE NORMY ELEKTROTECHNICZNE

PNE
105-1948

PRZEWODY JEZDNE ŚLIZGOWE*)

1. POSTANOWIENIA OGÓLNE

1.1. Przedmiot normy. Norma niniejsza dotyczy przewodów jezdnych ślizgowych wykonanych z miedzi oraz jej stopów i stosowanych w urządzeniach trakcji elektrycznej, suwnic i dźwigów.

1.2. Oznaczenia typów:

Djo — przewód jezdny ślizgowy okrągły,
Djp — przewód jezdny ślizgowy profilowy.

Przekrój i materiał oznacza się przez dodanie po powyższych skrótach liczby, wskazującej przekrój w milimetrach kwadratowych, oraz cechy materiału: miedź — Cu, miedź kadmowa — Cd, brąz — Br.

Przykłady oznaczenia:

Djo 50 Cu — przewód jezdny ślizgowy okrągły o przekroju 50 mm² wykonany z miedzi,

Djp 80 Cd — przewód jezdny ślizgowy profilowy o przekroju 80 mm² wykonany z miedzi kadmowej.

1.3. Normy związane: PNE/5 „Elektroenergetyczne przewody miedziane“.

2. WYMAGANIA TECHNICZNE

2.1. WYMAGANIA OGÓLNE

2.1.1. Wymiary i kształt przewodów. Wymiary przewodów jezdnych ślizgowych okrągłych podane są w tabelicy 2—1.

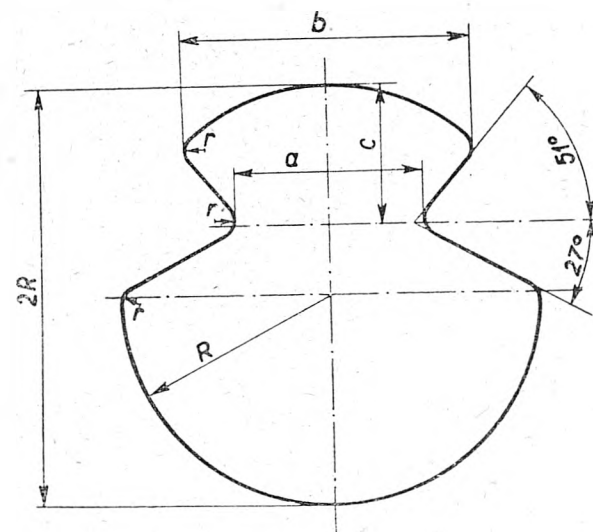
Wymiary i kształt przekroju przewodów jezdnych ślizgowych profilowych podane są na rysunku i w tabelicy 2—2. Tolerancja kątów składowych rozwarcia rowka nie może przekraczać ± 2%.

*) Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

TABLICA 2—1
Wymiary przewodów okrągłych

Przewód okrągły	Przekrój znamionowy mm ²	Średnica mm	Tolerancja średnicy mm	Ciężar ¹⁾ w przybliżeniu kg/1000 m
Djo 35	35	6,7	± 0,07	315
Djo 50	50	8,0	± 0,08	445
Djo 65	65	9,1	± 0,09	580
Djo 80	80	10,1	± 0,10	715
Djo 100	100	11,3	± 0,11	890

¹⁾ Przyjęto ciężar właściwy miedzi i jej stopów 8,89 kg/dm³.



TABLICA 2—2
Wymiary przewodów profilowych

Przewód profilowy	Przekrój znamionowy mm ²	Wymiary w mm					Tolerancje wymiarów liniowych %	Ciężar ¹⁾ około kg/1000 m
		a	b	c	2R	około		
Djp 50	50	5,6	7,2	3,3	8,2	0,4	± 2,0	445
Djp 65	65	5,6	7,6	3,5	9,4	0,4	± 2,0	580
Djp 80	80	5,6	8,0	3,8	10,6	0,4	± 2,0	710
Djp 100	100	5,6	8,6	4,0	12,0	0,4	± 2,0	890
Djp 120	120	5,6	8,8	4,0	13,2	0,4	± 2,0	1070

¹⁾ Przyjęto ciężar właściwy miedzi i jej stopów 8,89 kg/dm³.

2.1.2. Materiał. Przewody mają być wykonane z miedzi przewodowej trwałej odpowiadającej przepisom PNE/5, z twardej miedzi kadmowej lub z brązu.

2.1.3. Wykonanie. Powierzchnia przewodu ma być gładka i bez pęknięć.

Łączenia odcinków przewodów okrągłych mają być wykonane przy pomocy spawania lub lutowania srebrem, przewodów zaś profilowych

TABLICA 2—3

Największe dopuszczalne oporności przewodów jezdnych ślizgowych

Przekrój znamionowy mm ²	Największa dopuszczalna oporność $\Omega/1000$ m		
	miedź	miedź kadmowa	brąz
35	0,513	0,557	1,139
50	0,359	0,390	0,795
65	0,276	0,301	0,613
80	0,224	0,243	0,497
100	0,179	0,194	0,397
120	0,149	0,162	0,331

Przyjęto największą dopuszczalną oporność właściwą

miedzi	17,959 Ω mm ² /km
miedzi kadmowej	19,521 Ω mm ² /km
brązu	39,870 Ω mm ² /km

— wyłącznie przy pomocy lutowania srebrem. Połączenia muszą być wykonywane przed przeciągnięciem przewodu na ostateczny wymiar. Długość spojenia lutowanego w gotowym przewodzie powinna wynosić

TABLICA 2—4

Wytrzymałość na zerwanie oraz wydłużenie przy zerwaniu przewodów z miedzi

Przekrój znamionowy mm ²	Wytrzymałość na zerwanie kg/cm ²		Wydłużenie przy zerwaniu %
	okrągły	profilowy	
35	40	—	1,5
50	39	37	2,0
65	38	36	2,5
80	37	36	3,0
100	36	35	3,5
120	—	34	3,5

co najmniej 150 mm. Odległość pomiędzy poszczególnymi miejscami spojenia nie powinna być mniejsza od długości odcinka przewodu o ciężarze 80 kg.

2.2. Wymagania elektryczne. Oporność elektryczna przewodów nie powinna przekraczać wartości podanych w tablicy 2—3.

2.3 WYMAGANIA MECHANICZNE

2.3.1. Twardość przewodu ma wynosić co najmniej 80° według skali Brinnella.

2.3.2. Wytrzymałość na zerwanie oraz wydłużenie przy zerwaniu podane są w tablicach 2—4, 2—5 i 2—6.

TABLICA 2—5

Wytrzymałość na zerwanie oraz wydłużenie przy zerwaniu przewodów z miedzi kadmowej

Przekrój znamionowy mm ²	Wytrzymałość na zerwanie kg/mm ²		Wydłużenie przy zerwaniu %
	okrągły	profilowy	
35	46	—	1,2
50	45,5	—	1,5
65	44,8	43	2,0
80	44,0	42	2,5
100	42,5	41	3,0
120	—	39	3,0

Wytrzymałość przewodu w miejscu spojenia (2.1.3) powinna wynosić co najmniej 96% wytrzymałości przewodu w miejscach nielączonych.

2.3.3. Wytrzymałość na przegięcie i skręcanie. Najmniejsza liczba przegięć oraz najmniejsza liczba skręceń wzdłuż osi podłużnej, które

TABLICA 2—6

Wytrzymałość na zerwanie oraz wydłużenie przy zerwaniu przewodów z brązu

Przekrój znamionowy mm ²	Wytrzymałość na zerwanie kg/cm ²		Wydłużenie przy zerwaniu %
	okrągły	profilowy	
35	50	—	1,0
50	49	—	1,5
65	48	45	1,5
80	47	44	2,0
100	45	42	2,5
120	—	40	2,5

TABLICA 2—7

Najmniejsza liczba przegięć i najmniejsza liczba skręceń przewodów

Przekrój znamionowy mm ²	Liczba przegięć			Liczba skręceń		
	miedź	miedź kadmowa	brąz	miedź	miedź kadmowa	brąz
35	—	—	—	5	28	20
50	5	—	—	5	26	18
65	5	7	6	5	20	16
80	5	6	5	5	18	14
100	5	5	4	5	15	12
120	5	4	4	5	12	10

przewód ma wytrzymać nie łamiąc się i nie wykazując pęknięć, podane są w tablicy 2—7.

Drobne rysy występujące na powierzchni przewodu przy przeginaniu nie są brane pod uwagę.

Matowienie i łuszczenie się powierzchni przewodu przy skręcaniu jest dopuszczalne.

2.3.4. Wytrzymałość na zwijanie. Przewód, nawinięty spiralnie ściśle do siebie przylegającymi co najmniej 3 zwojami na walec o średnicy równej średnicy przewodu, nie może wykazać na swojej powierzchni żadnych pęknięć.

3. BADANIA I PRÓBY

3.1. Pobieranie próbek. Próbkę pobiera się z końca zewnętrznej warstwy przewodu po jednej z każdego bębna przy dostawie z jednej wytwórni nie więcej niż 3 bębnow. Przy większej liczbie dostarczonych bębnow pobiera się ponadto po jednej próbce na każde następne 3 bębny. W przypadku ujemnego wyniku któreś z prób powtarza się ją na następnych próbkach pobranych z tego samego bębna.

Długość próbki ma wynosić około 2 metrów. Uszkodzony koniec przewodu należy przed pobraniem próbki odrzucić.

3.2. Rodzaje badań i prób. Przewód poddaje się następującym badaniom i próbom:

- a) sprawdzenie wymiarów (3.3.),
- b) pomiar przekroju rzeczywistego (3.4.),
- c) próba twardości (3.5.),
- d) próba wytrzymałości na zerwanie oraz wydłużenie przy zerwaniu (3.6.),
- e) próba na przegięcie (3.7.),
- f) próba na skręcanie (3.8.),
- g) próba na zwijanie (2.3.4.),
- h) pomiar oporności elektrycznej (3.9.).

Wymienione badania i próby wykonuje się w wytwórni przewodów, która ma obowiązek dać do dyspozycji odbiorcy urządzenia i przyrządy potrzebne do wykonania prób.

3.3. SPRAWDZENIE WYMIARÓW

3.3.1. Przewody okrągłe. Średnicę przewodu mierzy się mikromierzem o powierzchniach stykowych płaskich w kształcie koła o średnicy co najmniej 5 mm. Należy wykonać co najmniej 4 pomiary w różnych miejscach wzdłuż przewodu i w kierunkach prostopadłych kolejno względem siebie. Każdy z otrzymanych wyników musi odpowiadać wymaganiom 2.1.1.

3.3.2. Przewody profilowe. Wymiary przewodów profilowych sprawdza się przy pomocy mikromierza i sprawdzianów.

Dokładny pomiar kształtu profilu można wykonać przy pomocy mikroskopu, zaopatrzonego w podziałkę mikrometryczną, na próbce z dokładnie oszlifowanym przekrojem prostopadłym do osi przewodu.

3.4. Pomiaru przekroju rzeczywistego dokonuje się przez zmierzenie długości i ciężaru co najmniej metrowego odcinka wyprostowanego przewodu, przy czym pomiar długości należy wykonać z dokładnością do ± 1 mm, a pomiar ciężaru — z dokładnością do $\pm 0,2$ g. Ciężar właściwy miedzi i jej stopów przyjmuje się równy $8,89 \text{ g/cm}^3$. W razie wątpliwości co do jakości miedzi lub stopów należy ciężar właściwy zmierzyć przy pomocy piknometru.

3.5. Próbę twardości wykonuje się metodą Brinnella przy pomocy kulki stalowej o średnicy 10 mm stosując nacisk 1000 kg w ciągu 30 sekund.

3.6. Próbę wytrzymałości na zerwanie oraz wydłużenia przy zerwaniu wykonuje się na próbce przy odstępnie między uchwytami maszyny probierczej wynoszącym 60 mm. Odcinek przewodu profilowego musi być do próby obtoczony na przekrój kołowy. Wytrzymałość na zerwanie oblicza się przez podzielenie siły zrywającej przez początkowy przekrój próbki. Wydłużenie przy zerwaniu wyraża się w procentach początkowej długości próbki.

3.7. Próba na przegięcie. Przewód, zaciśnięty między 2-ma szczękami o krawędziach zaokrąglonych promieniem 20 mm, poddaje się kolejnym przegięciom z położenia pionowego do położenia poziomego w prawo i z powrotem do pierwotnego położenia pionowego (pierwsze przegięcie), następnie z tego położenia do poziomego w lewo i z powrotem do pierwotnego położenia pionowego (drugie przegięcie) itd.

Przewód profilowy należy zaciśnąć między szczękami w taki sposób, aby był zginany w płaszczyźnie jego symetrii, przy czym pierwsze zgięcie należy wykonać w taką stronę, aby powierzchnia ślizgowa przewodu była ścisłkana.

Zgięcia wykonuje się w jednej płaszczyźnie i w tempie około 1 zgięcia na 4—5 sekund.

3.8. Próba na skręcanie. Próbkę przewodu o długości 250 mm między uchwytami maszyny probierczej skręca się dokoła jego osi podłużnej przepisana liczbą razy w jednym kierunku.

3.9. Pomiar oporności elektrycznej dokonuje się na odcinku przewodu o długości około 1 m przy pomocy mostku Thomsona.

4. OCENA BADAŃ I PRÓB

Całą dostawę przewodu uważa się za odpowiadającą wymaganiom normy, jeżeli wszystkie badania i próby na próbkach pobranych według 3.1. dały wynik dodatni. Jeżeli choć jedno z badań i prób da wynik ujemny, bęben badany należy odrzucić, a wszystkie pozostałe bębny poddać próbom. Jeżeli 30% dostarczonego przewodu według ciężaru nie odpowiada wymaganiom normy, całą dostawę należy odrzucić bez dalszego badania.

5. OPAKOWANIE

Przewód powinien być nawinięty na bębny drewniane o średnicy tarcz co najmniej 1500 mm i średnicy walca bębna co najmniej 1000 mm. Ciężar przewodu nawiniętego na jednym bębnie nie powinien przekraczać 1600 kg.

Przewód powinien być nawinięty na bęben ściśle zwój przy zwoju warstwami w ten sposób, aby jego powierzchnia ślizgowa znajdowała się na zewnątrz warstwy. Zarówno początek jak i koniec przewodu powinny być przymocowane do tarcz bębna tak, aby nie mogły się wyslizgnąć w czasie transportu lub rozwijania bębna.

Przewód powinien być nawinięty w jednym odcinku o długości odpowiadającej specyfikacji zamówienia.

Każdy bęben powinien być zaopatrzony w tabliczkę z oznaczeniem wytwórni, typu i przekroju przewodu (1.2.), długości przewodu oraz jego ciężaru brutto i netto.

Na zewnętrznych stronach tarcz bębna należy namalować strzałki wskazujące kierunek nawinięcia przewodu na bęben.

KONIEC.

Prosimy abonentów PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO o uregulowanie zaległych należności i przedpłaty za III kwartał wzgl. II półrocze 1948 r. — Konto PKO 1-4242 Przegląd Elektrotechniczny

Opłata kwartalna zł 300

Opłata półroczna zł 600

Administracja czasopisma
PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Trzecie uzupełnienie listy członków Stowarzyszenia Elektryków Polskich

ogłoszonej w PE, 1947, z. 9/10, str. IV-X

(Dwa poprzednie uzupełnienia ob. w PE, 1947, z. 11/12, str. IV i w PE, 1948, z. 3, str. V)

ODDZIAŁ GDANSKI

Binder Piotr (T), Gdańsk — Dyrekcja Okr. P. i T.
Boratyński Eugeniusz, Gdańsk 6, Na Wzgórzu 10
Gaszyński Leszek, Gdańsk 6, Jaśkowa Dolina 20
Kosałka Władysław, Gdańsk 5, Polanki 101
Mejer Stanisław, Gdańsk 5, Al. Sprzymierzonych 2a
Pieślak Wacław, Gdańsk 5, Grunwaldzka 496 m. 3
Sajko Jarosław, Gdańsk Orunia, Przyjemna 1 m. 5
Swierzyński Józef, Sopot, Wejherowska 27/29

ODDZIAŁ KRAKOWSKI

Chojnacki Bolesław, Kraków, Szpitalna 30
Derda Stanisław, Kraków, Senatorska 3 m. 4
Longawa Leopold, P-ta Jedlicze, Elektrownia Mencinka
Majewski Jerzy, Kraków, 18 Stycznia 35
Patyk Jerzy, Jaworzno, Szkolnica 10
Rzewuski Jerzy, Kraków, Józefitów 9 m. 1
Kobyliński Witold, Gorlice, Korczaka 11 (czł. współdz.)

ODDZIAŁ LUBELSKI

Kirchner Tadeusz, Lublin, Rybna 4 m. 21
Kowalewski Tomasz, Biała Podlaska, Świerczewskiego 11 m. 2
Krzepisz Kazimierz, Lublin, Sierakowszczyzna 12 m. 6
Szałański Zygmunt, Lublin, Staszica 14-a
Szybalski Tadeusz, Chełm Lubelski, Dreszera 6

ODDZIAŁ MAZOWIECKI

Bajer Jan, ZEOM, Płock, Dobrzyńska 27
Ciechanowski Leon, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Daniłowicz Leon, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Garbarczyk Jan, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Jarosiński Władysław, Bodzanów powiat Płock, Płońska 3
Kalinowski Bolesław, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Konczewicz Kazimierz, ZEOM, Płock, Dobrzyńska 27
Kozłowski Mieczysław, Włocławek, Kilińskiego 14
Lewicki Zygmunt, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Łowicki Konstanty, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Misiałkowski Jan, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Olaszkiewicz Stanisław, Gostynin, 1-go Maja 14
Paszkiewicz Jerzy, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Piorun Władysław, Krośnice, Świerczewska 2
Raciborski Mieczysław, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Rogoziński Tadeusz, Gąbin pow. Gostynin, Płocka 33
Ronaldowski Jan, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Sochacki Stanisław, ZEOM, Płock, Dobrzyńska 27
Switalski Ryszard, Wyszogród pow. Płock, Rębowska 62
Szczęsny Czesław, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Szewczyk Antoni, Drobin, pow. Płocki, Raciąska 34
Weltman Bolesław, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Wujkowski Sylwester, KEO, Włocławek, Kilińskiego 14
Zalewski Seweryn, ZEOM, Płock, Dobrzyńska 27

ODDZIAŁ MAZURSKI

Jaskłowski Eugeniusz, Olsztyn, Mazurska 13 m. 6
Jedliński Czesław, Olsztyn, Al. Przyjaciół 32 m. 3
Prygoży Leon, Olsztyn, Lipowa 39
Regulski Józef, Olsztyn, Nowowiejskiego 7 m. 6

Reisler Janusz, Olsztyn, Mazurska 2 m. 5
Trelewski Stanisław, Olsztyn, Zeromskiego 5
Wasilewski Edmund, Olsztyn, Konopnickiej 4a m. 5
Wasilewski Romuald, Olsztyn, Konopnickiej 4a m. 6
Wiśniewski Stefan, Ostróda, Sikorskiego 27 m. 5

ODDZIAŁ POMORSKI

Brzozowski Ludwik, Bydgoszcz, Śląska 11 m. 2
Kasperski Maciej, Bydgoszcz, Jodłowa 2
Łaszkiwicz Kazimierz, Bydgoszcz, Św. Trójcy 37

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

Badurski Roman, Poznań, Zaułek Katarzyński 4
Dachtera Władysław, Gorzów Wlkp., Łokietka 19 m. 8
Gdeczyk Stefan, Poznań, Wawrzyniaka 16 m. 20
Piechota Czesław, Gorzów Wlkp., Słoneczna
Szymański Kazimierz, Poznań, Grottera 2 m. 3

ODDZIAŁ SZCZECIŃSKI

Biczysko Edmund, Szczecin, Malczewskiego 5/7
Grymas Dominik, Szczecin, Brzozowskiego 16
Gomułka Wojciech, Szczecin, Wyspiańskiego 23
Jaśkowski Artur, Szczecin, Jana Styki 27
Józwiak Leon, Szczecin, Przybyszewskiego 1d
Kopaczyk Jerzy (T), Szczecin, Wyspiańskiego 54
Krawczyński Marian, Szczecin, Karpińskiego 1 m. 2
Kretkowski Franciszek, Szczecin, Paderewskiego 2/2
Manuszewski Hilary, Szczecin, Przybyszewskiego 32 m. 5
Mikoszka Henryk (T), Szczecin, Rodziewiczówny 10
Nocuń Henryk, Maszewo pow. Nowogard, Zymierskiego
Piórkowski Józef, Szczecin, Jagiellońska 26
Rudnicki Stefan, Szczecin, Poczтова 5 m. 10
Sawala Zygmunt, Szczecin, Czajkowskiego 34a
Szacoń Henryk (T), Szczecin, Jana Styki 30 m. 3
Szafinagel Jan, Stangard Szczeciński, Mickiewicza 27
Zygmański Marcin, Szczecin, M. Buczka 20 m. 3

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

Borkowski Hieronim Kazimierz, Warszawa, Kwatery Głównej 26
Dobrowolski Zygmunt, Otwock, Leśna 8 [m. 1
Gołda Franciszek, Ursus k. Warszawy, Bogusławskiego 6
Grabowski Michał, Warszawa, Białostocka 20 m. 17
Jakubowski Wacław (T), Warszawa, Barbary 4 m. 6
Kopystjański Anatol, Warszawa, Radomska 22 m. 6
Kruszyński Michał, Warszawa, Asfaltowa 11 m. 12
Kustin Stanisław, Warszawa, Bagno 3
Monikowski Kazimierz, Warszawa, Grochowska 289
Okrasa Edward, Warszawa, Sołec 30a m. 21
Paschalski Kazimierz, Warszawa, Berezyńska 37 m. 1
Porczyński Kazimierz, Warszawa, Bełska 19 (Mokotów)
Pruszyński Kazimierz, Warszawa, Wilcza 14 m. 14
Sapiński Tadeusz Alojzy, Warszawa, Stalowa 12 m. 21
Sokolowski Marek, Warszawa-Okęcie, Krakowska 14

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

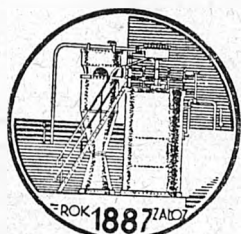
Rayzer Ignacy, Bytom, Piastowska 13

Zmiany i poprawki w liście członków SEP ogłoszonej w PE, 1947, zesz. 9/10, str. IV-X

(por. poprzednie wykazy zmian i poprawek w PE, 1947, z. 11/12, str. V—VI oraz PE, 1948, z. 3, str. VI)

Nazwisko i imię	Zamiast	Powinno być*
ODDZIAŁ GDAŃSKI		
Galczewski Tadeusz	Galczewski Tadeusz, Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Matejki 7 m. 2	Galczewski Tadeusz, Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Matejki 7 m. 2
ODDZIAŁ JELENIOGÓRSKI		
Śląkin Teodozjusz	Jelenia Góra, Okrzei 16	Szczecin, Poniatowskiego 28 (Szcz.)
ODDZIAŁ KRAKOWSKI		
Balicki Adam	Kraków, 18 Stycznia 35 m. 2	Warszawa, CZE, Al. Niepodległ. 188 (Warsz.)
Dmowski Ignacy	Kraków, Romanowicza 9	Warszawa, CZE, Al. Niepodległ. 188 (Warsz.)
Kwiecień Zygmunt	Kraków, Urzędnicza 27 m. 8	Kraków, Tyniecka 12-b
Moskalewski Tadeusz	Kraków-Płaszów, F-ka Kabli	Katowice, Sobieskiego 8-a m. 10
Pawica Jan	Pawica Jan	Pawica Tadeusz
Skrbencki Kazimierz	Sucha k. Żywca, Stacja kol.	Kraków, Lubicz 14-a
Spiechowicz Stefan	Kraków, św. Filipa 6 m. 4	Kraków, Bosacka 14 m. 5
Szczerbula Jerzy	Kraków, Dajwór 27, Elektr. Miejska	Kraków, Al. Słowackiego 16 m. 12
Weisberg Jerzy	Weisberg Jerzy, Kraków, ul. Kolberga 12	Piastowski Jerzy, Kraków, ul. Kolberga 12 m. 12-a
ODDZIAŁ LUBELSKI		
Jopkiewicz Julian	Krasnystaw „Lubzel”	Radom, Poniatowskiego 6 m. 61 (Rad.-Kiel.)
ODDZIAŁ ŁÓDZKI		
Spira Stefan	Łódź, Wólczańska 145	Łódź, Piotrkowska 56 m. 54
Woyde Stanisław	Katowice, Zacisze, Z. P. M. El.	Wrocław, Grobisyńska 101 (Wrocław)
ODDZIAŁ MAZURSKI		
Roszko Teodor	Olsztyn, Mazurska 10	Kraków, Zamkowa 12 m. 1 (Krak.)
ODDZIAŁ POMORSKI		
Ćwik Heronim	Rydgoszcz, Bocianowo 42 m. 3	Bydgoszcz, Bocianowo 41 m. 3
Koralewicz Czesław	Bydgoszcz, Mazowiecka 18 m. 3	Bydgoszcz, Łokietka 12 m. 5
ODDZIAŁ RADOMSKO-KIELECKI		
Hamann Bernard	Hamann	Haman
ODDZIAŁ SZCZECIŃSKI		
Jeziński Antoni	Gdańsk-Wrzeszcz, Limanowskiego 7	Szczecin, Przybyszewskiego 17
Nowicki Józef	Szczecin, Chodkiewicza 2 m. 5	Szczecin, Libelta 43 m. 3
ODDZIAŁ WARSZAWSKI		
Chwałuk Antoni	Warszawa, Żąbkowska 30 m. 2	Warszawa, Filtrowa 61 m. 22
Lebson Stefan	Włochy k. Warszawy, Inżynierska 8	Włochy k. Warszawy, Żymierskiego 13
Pac Eugeniusz	Zyrardów, Jaktorowska 6	Szcześliwice, Podstacja Elektr. Okr. Warszaw- skiego
Podoski Jan	Zielonka k. Warszawy, Poniatowskiego 9	Warszawa, Finlandzka 5-a m. 2
Roguski Stanisław	Warszawa, Polna 46 m. 2	Warszawa, Raszyńska 56 m. 37
Skudro Antoni	Warszawa, Nowogrodzka 6 m. 15	Warszawa, Raszyńska 56 m. 34
Stępniewski Tadeusz	p-ta Boguchwała k. Rzeszowa	Bielsko, Kluski 10 (Zagł. Węgl.)
Trociuk Jakub	Warszawa, Lwowska 3 m. 8	Warszawa, Radomska 22
Wasilewski Mieczysław	Warszawa, Opoczyńska 2-b m. 11	Warszawa, Siemiradzkiego 7 m. 11
ODDZIAŁ WROCŁAWSKI		
Jerin Czesław	Wrocław 14, Beniowskiego 90	Wrocław 14, Beniowskiego 20
ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO		
Dzierzbicki Janusz	Kielce, Husarska 18	Kielce, Ziota 24 m. 1
Frank Tadeusz	Będzin, Reja 14	Łaziska Górne, Kolonia „Elektro”
Gumiński Henryk	Ruda Śląska, Szyb „Walenty” 24	Mysłowice, Zwirki 1
Kempa Wincenty	Katowice, Sobieskiego 6/10	Katowice-Ząbże, Wojciechowskiego 86 m. 8
Manz Egon Ludwik	Świętochłowice, Hutnicza 5-d	Świętochłowice, Bytomska 6
Piotrowski Stanisław	Jaworzno, Bieruta 5	Mysłowice, Zwirki i Wigury 1 m. 11

*) W nawiasie podano oddział SEP, do którego członek przeszedł.



ZAKŁAD BADANIA WODY i BUDOWY APARATÓW

Inż. WL. NEUGEBAUER-BY TOM Rycerska 1
tel. 47-16; 47-17; 47-18

PRZYRZĄDY i ODCZYNNIKI DO BADANIA WODY



STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

NAKŁADEM
Warszawa, Al. Stalina 27

wyszły z druku następujące wydawnictwa:

Cena z opakowa-
niem i przesyłką
pocztową

KSIĄŻKI

KALENDARZYK ELEKTROTECHNICZNY SEP w opracowaniu prof. dra B. Konorskiego. Wyдание VII, format A6, str. XX + 551, oprawa płócienna	normalna zł	ulgowa zł
	1300	1000

POLSKIE NORMY ELEKTROTECHNICZNE

PNE- 9 Doraźna pomoc w wypadku porażenia prądem elektrycznym. Wyдание VIII, str. II + 8	50	40
PNE-10 Przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego. Wyдание III zmienione (przedruk), str. XX + 152	400	340
PNE-23 Maszyny elektryczne. Wyдание III, str. IX + 50 . . .	150	125
PNE-33 Transformatory. Wyдание III, str. VI + 50	150	125
PNE-39 Tablice ostrzegawcze. Wyдание IV zmienione, str. III + 10	50	40
PNE-50 Grzejniki elektryczne. Wyдание II, str. VI + 42 . . .	150	125

Sprzedż po cenach ulgowych przy zamawianiu w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich:

- dla członków SEP zwyczajnych, współdziałających i zbiorowych,
- dla studentów-elektryków przy zbiorowych zamówieniach przez studenckie koła naukowe.

Członek SEP lub student-elektryk ma prawo do zakupu jednego egzemplarza każdego wydawnictwa po cenie ulgowej (członkowie zbiorowi SEP po jednym egzemplarzu na każdy tysiąc złotych składki miesięcznej).

Książki i normy są do nabycia w SEP i we wszystkich większych księgarniach

TABLICE

PNE- 9 Wskazówki niesienia doraźnej pomocy w wypadku porażenia prądem elektrycznym	Cena z opakowaniem i przesyłką zł
	375
Tablice ostrzegawcze według PNE/39-1947	
emaliowane: wg wzorów 1A, 1B, 2A, 4A, 8A	360
wg wzorów 3A, 5A, 6A, 6B, 7A, 7B	290
litografowane tłoczone (na słupy drewniane): wg wzoru 2A	65
wg wzoru 3A	50

Opakowanie w postaci skrzyń drewnianych podlega zwrotowi do stacji kolejowej nadania przesyłki.

PLAKATY

Wskazania ogólne jak uniknąć porażenia prądem elektrycznym. Plakat na kartonie bezdrzewnym 250 g, format 700 x 500, druk czarny na żółtym tle	Cena bez opakowania i przesyłki zł
	60

Tablice i plakaty są do nabycia wyłącznie w SEP

Wpłata na konto PKO I-1074 Stowarzyszenia Elektryków Polskich jest równoznaczna z zamówieniem. Na od-cinku blankietu nadawczego należy napisać czytelnie dokładny adres zamawiającego oraz przeznaczenie wpłaty.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

WARSZAWA, AL. STALINA 27

dostarcza w dowolnych ilościach następujące

TABLICE OSTRZEGAWCZE

(według PNE/39-1947)

WZÓR 1A 30 cm x 20 cm



WZÓR 1B 30 cm x 20 cm



WZÓR 2A 30 cm x 20 cm



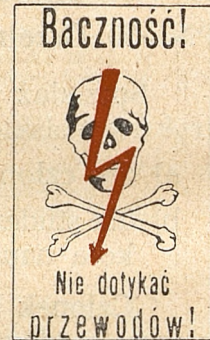
WZÓR 3A 15 cm x 25 cm



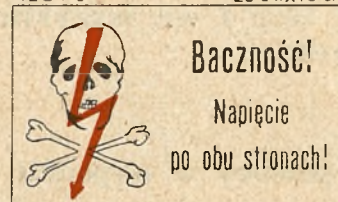
WZÓR 4A 30 cm x 20 cm



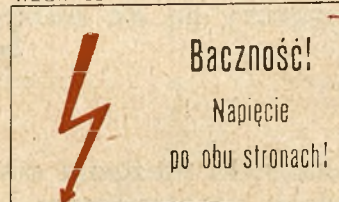
WZÓR 5A 15 cm x 25 cm



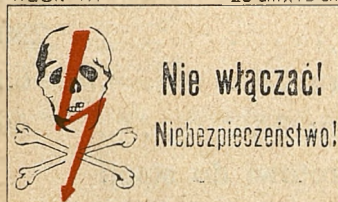
WZÓR 6A 25 cm x 15 cm



WZÓR 6B 25 cm x 15 cm



WZÓR 7A 25 cm x 15 cm



WZÓR 7B 25 cm x 15 cm



WZÓR 8A 30 cm x 20 cm



Broszura PNE/39 objaśnia, jakie jest przeznaczenie każdej z powyższych tablic i gdzie je należy umieszczać

Warunki nabycia broszury i tablic obacz na odwrocie

Ważne dla urządzeń elektrycznych na Ziemiach Odzyskanych!

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rok XXIV, zes. 9
21 września 1948 r.

XXIV-й год, вып. 9
21 сентября 1948 г.

Vol. XXIV, No 9
September 21, 1948

Année XXIV, fasc. 9
le 21 Septembre 1948

SPIS RZECZY. T. Czapliski: Kronika (XXXVI—XXXVII). — W. Szumilin: Zagadnienie planu technicznego. — H. Steinhaus: Nowy rodzaj taryfy elektrycznej. — T. Klarner: Taryfa kwadratowa w świetle możliwości praktycznego jej zastosowania. — A. Myślicki: Obliczanie prądów zwarcia niesymetrycznego metodą składowych symetrycznych. — Przegląd czasopism. — Statystyka przemysłu elektrotechnicznego. — Ustrój prawny energetyki polskiej. — Komunikaty SEP. — Porażenia elektryczne w Polsce.

ОГЛАВЛЕНИЕ. Т. Чаплицкий: Хроника (XXXVI—XXXVII). — В. Шумилин: Вопросы технического плана. — Х. Штайнхаус: Новый род тарифа на электрическую энергию. — Т. Кларнер: О практической возможности применения квадратичного тарифа. — А. Мыслицкий: Расчет токов короткого замыкания по методу симметричных составляющих. — Обзор журналов. — Статистика электротехнической промышленности. — Юридические основания польской электроэнергетики. — Сообщения Общества Польских Электриков. — Несчастные случаи от электрического удара в Польше.

CONTENTS. T. Czapliski: Chronicles (XXXVI—XXXVII). — W. Szumilin: Problem of the Technical Plan. — H. Steinhaus: A Novel Form of Electric Consumer's Tariff. — T. Klarner: The Quadratic Tariff and its Applicability in Practice. — A. Myślicki: Computation of Asymmetrical Short-circuit Currents by Method of Symmetrical Components. — Review of Periodicals. — Statistics of the Electrical Industry. — Legal Status of Polish Power Engineering. — Notes of the Association of Polish Electrical Engineers. — Cases of Electric Shock in Poland.

SOMMAIRE. T. Czapliski: Chronique (XXXVI—XXXVII). — W. Szumilin: La question du plan technique. — H. Steinhaus: Un nouveau système de tarification de l'énergie électrique. — T. Klarner: Le "tarif quadratique" du point de vue de son application pratique. — A. Myślicki: Calcul des courants de court-circuit asymétriques par la méthode des composantes symétriques. — Revue des publications périodiques. — Statistique de l'industrie électrique. — Fondements juridiques et légaux des industries de production et de distribution de l'énergie électrique. — Communiqués de l'Association des Electriciens Polonais. — Electrocutations accidentelles en Pologne.

APARATY TELEFONICZNE

typu CB (centralnej baterii) biurkowe z tarczą numerową
typu MB (miejscowej baterii) biurkowe
typu MB (miejscowej baterii) monterskie przenośne

dostarcza

BIURO SPRZEDAŻY SPRZĘTU TELETECHNICZNEGO C.H.P.E.
Warszawa, ul. Puławska 29



ZAKŁAD BADANIA WODY i BUDOWY APARATÓW

Inż. WL. NEUGEBAUER-BYTOM Rycerska 1
tel. 47-16; 47-17; 47-18

FILTRY DO WODY

Dyrekcja Kolei Elektrycznej w Jeleniej Górze

Przymusowy Zarząd Państwowy Ministerstwa Komunikacji

zakupi przetwornicę wirującą

(najlepiej jednotornikową)

na prąd trójfazowy 10 kV i stały 2x220/250 V, o mocy 70 — 100 kW łącznie z transformatorem, dzielnikiem napięcia i dalszym sprzętem

Oferty kierować pod adresem Dyrekcji

FILTRY POWIETRZNE „VISCIN”

dla

generatorów, silników, transformatorów, kompresorów,
dmuchaw, urządzeń wentylacyjno-wyciągowych itp.

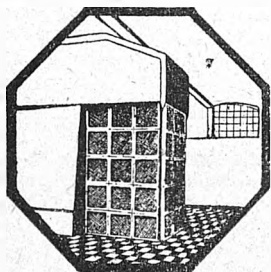
poleca

Wytwórnia Filtrów Powietrznych „Viscin”

B. Filipski, Katowice, ul. 1-go Maja 76

Tel. 323-71

Tel. 323-71



Czwarte uzupełnienie listy członków SEP

ogłoszonej w PE, 1947, z. 9/10, str. IV-X

(Trzy poprzednie uzupełnienia ob. w PE, 1947, z. 11/12, str. IV oraz w PE, 1948, z. 3, str. V i z. 7/8, str. V)

ODDZIAŁ ŁÓDZKI

Adamski Adam, Łódź, dra Próchnika 25
Brodziak Zdzisław, Zychlin, Narutowicza 67
Herman Zygmunt, Łódź, Dubois 39
Knabe Bolesław, Łódź, Skorupki 3
Kusto Roman, Łódź, Kilińskiego 222
Kusto Stanisław, Łódź, Wólczańska 65
Maciaszczyk Stanisław, Łódź, Marysin III, Ołowiana 10
Markowicz Szymon, Łódź, Bandurskiego 12
Matusiak Antoni, Łódź, Piotrkowska 81
Michalecki Jerzy, Łódź, Północna 39
Niewiadomski Jan, Łódź, Narutowicza 56
Rdzanek Józef, Łódź, Piotrkowska 56
Smoliński Jan, Łódź, Traugutta 6, Hotel Savoy
Wizner Tadeusz, Łódź, Wólczańska 140
Wróblewski Tadeusz, Łódź, Radwańska 12

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

Czajkowski Mirosław, Warszawa, Zamieniecka 53 m. 2
Domoński Stanisław, Warszawa 32, Słowackiego 5/13 m. 144

Ekert Aleksander, Zychlin, Narutowicza 74
Fojcik Sławomir, Warszawa, Zgoda 4 m. 7
Gwarek Euzebjusz, Warszawa, Grójecka 39 m. 8
Kawka Marian, Warszawa, Chmielna 66
Kołodziejczyk Zygmunt, Warszawa, Rakowiecka 47 m. 6
Kuczyńska-Zaremba Halina, Warszawa, Ustronie 2 m. 71
Kulczyński Stefan, Włochy k. Warszawy, Mickiewicza 22 m. 7
Lidmanowski Wacław, Warszawa, Saska 101 m. 3
Łobocki Jan, Warszawa, Czerwonego Krzyża 11 m. 16
Milewski Sylwester, Warszawa, Siennicka 9 m. 16
Parowski Stefan, Włochy k. Warszawy, Reja 11 m. 1
Paszkiewicz Stanisław, Warszawa, Koszykowa 75, PIEL
Przemieniecki Czesław, Warszawa, Al. Wilanowska 10
Raszba Wiesław, Warszawa, Radomska 22 m. 11
Ryzko Henryk, Warszawa, Zwycięzców 20 m. 5
Skarżyński Romuald, Warszawa, Cieszkowskiego 1 m. 113
Sondy Franciszek, Warszawa, Cieszkowskiego 2 m. 18
Szulce Andrzej, Warszawa, Miedziana 8 m. 4

W październiku r. b. zostaną wznowione

WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE

miesięcznik dla elektryków-praktyków

Redaktor inż. WŁODZIMIERZ KOTELEWSKI

Redakcja i Administracja: Warszawa, Al. Stalina 27, tel. centrali 853-40/41/42/43/44, wewn. 71

Stałe działy

Artykuły fachowe ze wszystkich dziedzin elektrotechniki prądów silnych
Zagadnienie bezpieczeństwa pracy
Współzawodnictwo pracy
Postępy w dziedzinie energetyki i przemysłu elektrotechnicznego w Polsce
Wynalazczość i racjonalizacja
Popularna elektrotechnika
Nowiny elektrotechniczne
Skrzynka pocztowa
Wiadomości o wydawnictwach SEP
Ogłoszenia instytucji państwowych, spółdzielczych i prywatnych

Warunki prenumeraty

Przedpłata kwartalna z przesyłką pocztową zł. 180
Cena pojedynczego zeszytu „ 60

Listowne zamówienia są zbędne. Wpłata na konto PKO I-4242 „Przeгляд Elektrotechniczny”, Sp. z o o. — Warszawa, Al. Stalina 27, jest równoznaczna z zamówieniem. Na odcinku blankietu nadawczego należy podać czytelnie: a) nazwę czasopisma zamawianego, b) nazwę instytucji lub nazwisko, c) dokładny adres, d) liczbę egzemplarzy