

Niektóre zagadnienia z dziedziny oscylografowania wysokich napięć udarowych

Dr. inż. J. L. Jakubowski

(Einige Betrachtungen über die Stoss Spannungsmessung)

(Artykuł przyjęty przez Redakcję dn. 15 — XII — 1937 r.)

Streszczenie. Pomiar napięć udarowych normalnych, odkształconych przez nałożenie oscylacji lub ucięcie (wyładowanie na obiekcie badanym), sprawia duże trudności, nawet przy stosowaniu oscylografu katodowego. Praca omawia uchyby pomiarowe, występujące skutkiem pojemności płyt oscylografu i skończonej szybkości elektronów, posługując się wzorami na korekcję oscylogramów i materiałem doświadczalnym. Reprodukowane oscylogramy wykonano w Zakł. Miern. El. i Wysokich Napięć P.W.

Zusammenfassung — s. S. 261.

I. Rodzaje odkształceń napięć probierczych udarowych.

Przebieg czasowy napięć probierczych udarowych jest znormalizowany przez szereg przepisów krajowych i przez przepisy międzynarodowe C E I [22] *). Długość czoła udarów normalnych jest rzędu $0,5 \div 1,5 \mu/\text{sek}$; grzbiet jest z reguły dłuższy. Oscylografia katodowa¹⁾ jest obecnie do tego stopnia rozwinięta, że pozwala na praktycznie bezbłędne rejestrowanie takich udarów. Mogą one być jednak odkształcone w stosunku do postaci normalnej. Zachodzi to zwłaszcza w dwóch przypadkach: a. gdy na udar są nałożone oscylacje, mające swe źródło w generatorze; b. gdy podczas czoła udaru następuje przeskok na obiekcie badanym lub jego przebiecie (udar jest wtedy ucięty na czole). W obu przypadkach mogą powstać znaczne błędy oscylograficzne.

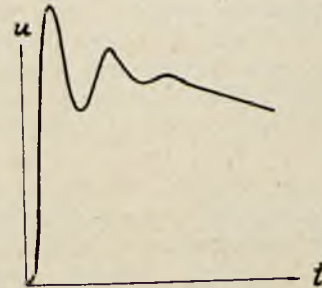
Częstotliwość oscylacji tłumionych, nakładających się na udary normalne [78] jest rzędu $5 \cdot 10^6 \div 10^8$ okr./sek. (rys. 55) **). Gdy jest ona większa, np. 10^8 okr./sek, przebieg oscylacyjny trwa tak krótko, że ani zwykle stosowane układy oscylograficzne, ani obiekt badany nań nie reagują. Przebiegi takie z punktu widzenia praktycznego nie mają znaczenia, tak jakby nie egzystowały, a w rzeczywistości występują też prawdopodobnie rzadko, gdyż tłumienie dla drgań b. szybkich jest przeważnie duże. Oscylacje są w najprostszym przypadku drganiami obwodu, obwiedzionego grubą linią na rys. 56. Dla drgań tych pojemność generatora stanowi praktycznie zwarcie, a pojemnością czynną jest C' (rys. 56). Gdy obwód jest zupełnie nietłumiony, amplituda drgań może zasadniczo osiągnąć wielkość wartości szczytowej udaru normalnego (po myślowym odrzuceniu oscylacji). Gdy obwód jest zupełnie wytłumiony, amplituda ta jest zero.

¹⁾ Literatura podstawowa: [68] \div [77].

*) Pozycje [1] \div [67] literatury, patrz Przegl. Elektr. 1937 r. str. 1034, 1938 r. str. 176.

**) Numeracja rys. i tablic jest dalszym ciągiem numeracji z artykułu w zesz. 7 „Przeglądu El.”, którego uzupełnienie stanowi praca niniejsza.

Między tymi stanami granicznymi istnieje szereg przejściowych. Jak będzie wyjaśnione niżej, oscylacje są z punktu widzenia probierczego niekorzystne. C E I [22] dopuszcza ich amplitudę równą najwyżej 5% wartości szczytowej. Drgania wytłumia się, dając odpowiedni opor-

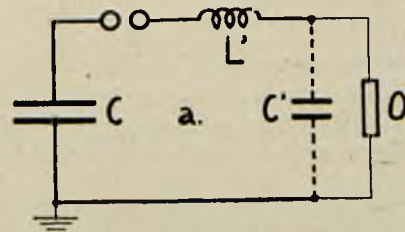


Rys. 55.
Udar z nałożonymi oscylacjami ($5 \cdot 10^6 \div 10^8$ okr./sek.).

nik w ich obwodzie. Indukcyjność L' i pojemność C' można obliczyć [81] lub (praktyczniej) zmierzyć [78] [93]. Znając L' i C' , określa się wielkość opornika tłumiącego

$$R' > 2 \sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

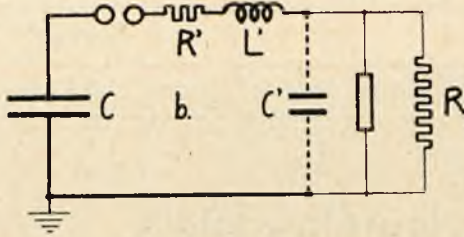
Ściśle biorąc, zagadnienie nie jest tak proste, jak przedstawiono wyżej. Przede wszystkim dobór opornika tłumiącego wiąże się z możliwością wytwarzania udarów o normalnym czole, którego długość zależy od wielkości tego opornika. Ponadto generatory posiadają opornik rozładowujący, załączony równolegle do pojemności C' (rys. 56b), służący do osiągnięcia odpowiedniego przebiegu grzbietu udaru. (Rolę jego gra często wprost oporowy dzielnik na-



Rys. 56a.

Najprostszemu układowi zastępczemu generatora udarowego z uwidocznieniem obwodu drgań (linia gruba). C — kondensator przedstawiający pojemność wypadkową generatora, L' — cewka przedstawiająca indukcyjność całego obwodu (indukcyjność połączeń, ew. cewki włączonej specjalnie); C' — kondensator przedstawiający pojemność przewodów względem ziemi i pojemność obiektu badanego, O — obiekt badany.

pięcia). Opornik ten modyfikuje oczywiście także obwód drgań. Wobec tych okoliczności projekt generatora jest związany z przeliczeniem często skomplikowanych wzorów [80] [81], a zawsze z pewnymi uproszczeniami²⁾



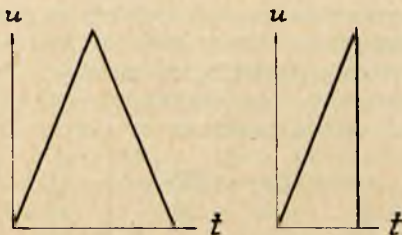
Rys. 56b.

Jak rys. 56a, z uwzględnieniem opornika tłumiącego R' i rozładowującego R .

(J. L. Thomason [82] ułożył wykresy i tablice, upraszczające obliczenia). Sprawa komplikuje się jeszcze bardziej w przypadku wielkich, wielostopniowych generatorów. Połączenia tu są tak długie, iż należy się liczyć z przebiegami falowymi w samym generatorze, które oczywiście mogą się przejawiać, jako oscylacje nałożone na normalne udary [78]. To samo dotyczy generatorów, których kondensatory mają stosunkowo dużą długość okładzin (np. kondensatory papierowe zwijane, przy nieodpowiedniej konstrukcji). Drgania mogą wreszcie powstać i wskutek gry fal w przewodach uziemiających. Wytłumienie takich drgań jest możliwe przez odpowiednie załączenie oporników [78], jednak przewidzenie ich wystąpienia należy do rzeczy trudnych.

Z powyższych rozważań wynika, iż najpewniejszą drogą przekonania się, czy udary mają nałożone oscylacje, jest sprawdzenie oscylograficzne. Naogół obliczenie nie wystarcza [70]. Oczywiście oscylograf musi prawidłowo odtwarzać oscylacje, co nie zawsze jest spełnione. Zagadnienie oscylograficzne wykrywania drgań będzie niżej szczegółowo omówione.

Pomiar wartości szczytowej udarów normalnych uciętych, to znaczy udarów zniekształconych przez wyładowania zupełnie na obiekcie badanym lub specjalnym iskierniku, jest ważny przy wyznaczaniu charakterystyk przyrządów dla celów koordynacji izolacji [1] [109]. Pomiar sprawia trudności, gdy udary są ucięte na czole, tj. mają (w pierwszym przybliżeniu) postać trójkąta (rys. 57), którego jeden bok odpowiada odcinkowi



Rys. 57.

Przybliżony przebieg udarów normalnych, uciętych na czole. Podstawa trójkąta odpowiada kilku dziesiątym μ sek.

czoła udaru nieodkształconego, a drugi (zwykle bardziej stromy) — przebiegowi napięcia wyładowania na obiekcie badanym lub iskierniku. Jest to najtrudniejsze i najaktu-

²⁾ W pewnych warunkach obliczenie może być zupełnie ścisłe. Tak np. F. W. Peek już w r. 1915 (!) określił obliczeniowo stosowane przez siebie udary i przy ich pomocy wyznaczył charakterystykę udarową iskiernika (średnica kul 25 cm, odstęp do 8 cm), ważną do dnia dzisiejszego.

alniejsze zagadnienie pomiarowe w tej dziedzinie ([70], [83] ÷ [91]). Praca niniejsza stanowi przyczynek do niego.

Dokładność pomiaru zarówno udarów w nałożonych oscylacjach, jak i udarów uciętych omówię w przypadku stosowania dzielników oporowych. Zajmę się uchybami wskutek pojemności płyt oscylografu i wskutek skończonej szybkości elektronów. Podstawą obliczeń będą wzory na korekcję oscylogramów, omówione w pracy J. L. Jakubowskiego i A. W. Rankina [92] oraz specjalnie wyprowadzone.

Udary normalne należą do przebiegów krótkotrwałych. Jeśli dla oscylacji nałożonych na udary używać będą terminu odkształcenia szybkozmiennego, będzie to oznaczało szybkozmiennosc w stosunku do udarów. „Ucięcie” udarów stanowi też odkształcenie szybkozmiennego, gdyż zamiast wolno malejącego napięcia grzbietu występuje spadek b. gwałtowny. Jest przy tym charakterystyczne, iż oba rodzaje odkształceń są b. zbliżone, pod względem szybkości zmian napięcia, do odkształceń napięć probierczych o częstotliwości technicznej, spowodowanych przez wyładowania niezupełne.

2. Wykrywanie oscylacji nałożonych na udary.

a. Uwagi ogólne.

Najprostszym, najmniej kosztownym przyrządem do pomiaru wartości szczytowej udarów jest iskiernik. Zależnie od częstotliwości oscylacji nałożonych na udar, iskiernik mierzy wartość szczytową z większym lub mniejszym uchybem. (Pogląd N. Liebera co do działania bez opóźnienia iskiernika w tych warunkach [93] wydaje mi się zbyt optymistyczny; świadczą przeciw niemu charakterystyki iskierników dla udarów uciętych np. [83] [84] [87] [88])³⁾. Przypuszczając nawet zawsze prawidłowy wynik pomiaru iskiernikowego, nie można go uważać za zadawalający, gdyż nie pozwala wykryć, czy oscylacje są nałożone na udar. Stwierdzenie tego jest ważne, ponieważ wiele obiektów badanych ma duże opóźnienie przebiega lub przeskoku. Np. izolator stojący lub łańcuch izolatorów wiszących może posiadać opóźnienie $10 \div 20 \mu$ sek [76] [93] przy minimalnym napięciu przeskoku. Taki obiekt może mieć to samo napięcie przeskoku bez względu na to, czy oscylacje występują, czy ich nie ma [76] [93] (oscylacje ulegają tłumieniu zazwyczaj po kilku μ sek i nie oddziałują na obiekt bezpośrednio przed przeskokiem). Dlatego CEI [22] dopuszcza drgania o amplitudzie równej najwyżej 5% wartości szczytowej udaru. (Jest ciekawe, iż nieuwzględnienie oscylacji odbiera wartość wielu badaniom amerykańskim z przed r. 1932 [72]).

Jedyną pewną drogą określenia wielkości nałożonych drgań jest wyznaczenie przebiegu udaru przy pomocy oscylografu katodowego. Naturalnie musi się mieć pewność, iż oscylograf odtwarza prawidłowo oscylacje. Spełnienie tego warunku niezawsze jest łatwe; możliwe są przypadki, iż dzielnik napięcia do oscylografu lub jego część działa jak filtr i oscylacje nie uwidaczniają się, praktycznie biorąc, na oscylogramie, mimo iż udar normalny (bez oscylacji) jest odtworzony prawie prawidłowo. W omówionym wyżej przypadku określania napięcia minimalnego przeskoku izolatora oscylogram taki możnaby uznać za zadawalający. Nie jest to jednak słuszne zawsze i dla wszelkich obiektów badanych. Ponadto często (zwłaszcza przy stosowaniu dzielnika pojemnościowego) wyznacza

³⁾ Zwłaszcza przy silnym tłumieniu oscylacji czoło udaru wraz z pierwszym ich półokresem stanowi do pewnego stopnia udar ucięty.

się skalę oscylogramów przy pomocy pomiaru iskiernikowego; może to być przyczyną znacznych błędów.

Oscylograf katodowy wysokiego napięcia jest przyrządem, będącym w stanie określać prawidłowo napięcie oscylacyjne, o częstotliwości zachodzącej w generatorach udarowych, o ile jest przyłożone bezpośrednio do płyt. Dążeniem techniki pomiarowej jest wykorzystanie tych możliwości oscylografu i usunięcie działania filtrowego układów pomocniczych. Najprostszym rozwiązaniem byłoby zastosowanie dzielnika napięcia i używanie oscylografu na b. wysokie napięcie [91] [94] [95]. Rozwiązanie to nie jest zupełne. Przede wszystkim typem oscylografu najbardziej rozpowszechnionym jest ciągle jeszcze oscylograf, pozwalający bezpośrednio badać napięcia rzędu $3 \div 10$ kV; należy się z tym liczyć. Z drugiej strony oscylografy na b. wysokie napięcia pozwalają mierzyć bez dzielnika napięcia udarowe do 150 — 200 kV, a w laboratoriach technicznych występują napięcia jeszcze większe, tak że dzielenia ich nie da się uniknąć. Ponadto, jak mi wykazały własne doświadczenia w Instytucie Elektrotechnicznym w Akwizgranie, działanie takich oscylografów przy udarach o dużej wartości szczytowej nie zawsze jest pewne.

Z dzielników najbardziej rozpowszechnione są: pojemnościowy i oporowy (oporowy najczęściej z kablem opóźniającym) [69] [70] [91] [96] [97]. Dzielnik pierwszego rodzaju nadaje się szczególnie dobrze do odtwarzania szybkich przebiegów⁴⁾, drugi zato jest naogół więcej stosowany (przede wszystkim ze względu na możliwość włączania kabla opóźniającego). W pracy niniejszej zajmę się wyłącznie dzielnikiem oporowym.

b. Dzielnik oporowy.

Dzielnik oporowy stosuje się z kablem opóźniającym lub bez niego. Kabel bywa chętnie używany dla opóźnienia zjawienia się przebiegu badanego na płytach oscylografu; obywając się bez niego, można stosować w celu zsynchronizowania działania obwodów czasowego i odchyłowego oscylografu układ komenderujący [98] lub inne układy (patrz np. [68] [89] [91]).

W obu przypadkach mogą powstawać uchyby przy odtwarzaniu oscylacji wskutek tego, iż człon oporowy wysokiego napięcia dzielnika posiada, ze względu na izolację, znaczną długość (do kilku m) i nie może być traktowany, jako oporność skupiona. Pojemności względem ziemi poszczególnych odcinków opornika stanowią boczniaki pojemnościowe, których działanie jest szkodliwe (droga do ziemi dla prądów wielkiej częstotliwości). Uchybom, powstającym z tej przyczyny, zapobiega się, zmniejszając długość i oporność opornika (pojemności bocznikujące grają wtedy mniejszą rolę) lub stosując ekrany [70] [88] [91]. Ostatni sposób wydaje się być najlepszym rozwiązaniem. Stosowano tutaj np. umieszczanie opornika w możliwie jednostajnym polu elektrycznym, w osłonie utworzonej przez inny opornik lub też kompensację prądów pojemnościowych, płynących do ziemi, prądami specjalnie stworzonych pojemności względem bieguny wysokiego napięcia (analogia do łańcuchów izolatorów [100] lub transformatorów nierezonansowych [101]).

Drugą przyczyną uchybów jest pojemność płyt oscylografu, załączonych równolegle do człona niskiego napię-

cia dzielnika. Pojemność ta waha się w granicach od kilku [104] do mn. w. $100 \mu\text{F}$ (ostatnia wartość w starszych konstrukcjach). Wpływ jej bywa zwykle w literaturze rozpatrywany dla napięć oscylografowanych, dających się wyznaczyć prostym wzorem [91] [102], przy czym za punkt wyjścia bierze się krzywą napięcia mierzonego. W referacie na CIGRE (1937) rzuciłem razem z A. W. Rankinem (USA) myśl innego podejścia do zagadnienia. W praktyce krzywa napięcia mierzonego nie jest znana, rozporządza się natomiast oscylogramem, obciążonym uchybami. Wzór na uchyb należy więc dać w takiej postaci, aby poprawienie (korekcja) oscylogramu było możliwe. W referacie na CIGRE rozpatrzyłem szczegółowo usunięcie uchybów, wywołanych skończoną szybkością elektronów. Wzorów na korekcję uchybów skutkiem pojemności płyt oscylografu w razie stosowania dzielnika oporowego w omawianym referacie nie podałem. Dają się one łatwo wyprowadzić (rys. 58 i tabl. XVII)⁵⁾.

TABLICA XVII.

Wzory na usunięcie uchybów oscylogramów, spowodowanych pojemnością płyt oscylografu.

Przypadek z rys. 58	
a.	$u = u' + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C \frac{du'}{dt} \approx u' + R_2 C \frac{du'}{dt} = u' + k_a \frac{du'}{dt}$
b.	$u = u' + \frac{R_2 C}{2} \frac{du'}{dt} = u' + k_b \frac{du'}{dt}$
c.	$u = u' + \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_c \right) C \frac{du'}{dt} \approx u' + (R_2 + R_c) C \frac{du'}{dt} = u' + k_c \frac{du'}{dt}$
d.	$u = u' + \left(\frac{R_2}{2} + R_c \right) C \frac{du'}{dt} = u' + k_d \frac{du'}{dt}$

Oznaczenia: u — napięcie mierzone, u' — napięcie oscylogramu, pomnożone przez idealną przekładnię dzielnika $\left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$.

U w a g a: Wzory dla przypadków b. i d. są słuszne w czasie równym podwójnemu czasowi przebiegu fali po kablu (zwykle rzędu $2 \mu\text{sek}$), liczonym od początku czoła udaru.

Posługiwanie się tablicą XVII jest b. proste. Chcąc określić rzeczywisty przebieg napięcia mierzonego u , wyznacza się pochodną krzywej na oscylogramie $\left(\frac{du'}{dt} \right)$ i dodaje się w odpowiedniej skali (k) do tejże krzywej (u'). Metoda ta jest słuszna w założeniu, iż inne uchyby nie występują. Opisane postępowanie może być b. pożyteczne, zwłaszcza przy oscylografowaniu stromych czoł i nałożonych oscylacji. Zawodzi ono — nie ze względu na zasadę, ale na ograniczoną dokładność odczytania oscylogramu — gdy na oscylogramie drgania są prawieże niewidoczne.

Mimo iż wzory z tabl. XVII są zasadniczo przeznaczone do poprawiania oscylogramów, posłużę się nimi do określenia możliwości odtwarzania przez oscylograf drgań nałożonych na udary. Prowadzą one prościej i pewniej do wyników, niż wzory ułożone specjalnie dla napięć sinusoi-

⁴⁾ Część jego zalet znika, gdy trzeba wytłumiać obwód płyt. Zagadnienie odtwarzania drgań nałożonych na udar jest wtedy zbliżone do omówionego niżej, dotyczącego dzielnika oporowego. Pod tym względem dane w literaturze budzą czasem zastrzeżenia (patrz np. rys. 6 w pracy J. C. Dowella i C. M. Foust'a [70]).

⁵⁾ Nie trzeba się tu uciekać do wzorów ogólnych dla dzielników, wyprowadzonych przy pomocy rachunku operatorowego przez F. P. Burch'a [97]; wystarczy ułożyć proste równania różniczkowe.

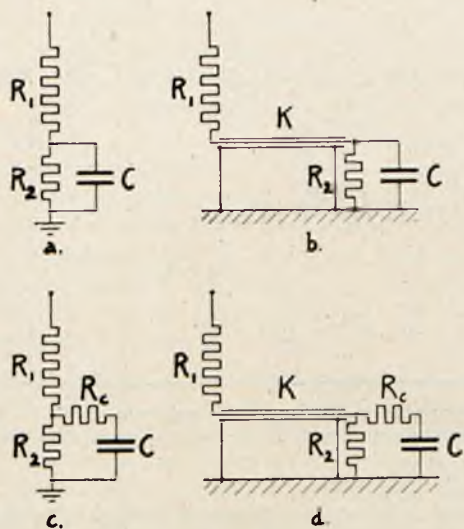
dalnych⁶⁾. Jeśli przyjąć, iż drganie na oscylogramie jest sinusoidalne i ma amplitudę U'_m , to amplituda sinusoidy, którą należy dodać do krzywej na oscylogramie wyniesie $U' \omega k^7)$. Ponieważ obie sinusoidy są przesunięte o 90° , amplituda U_m sinusoidy wypadkowej, będącej krzywą mierzoną, wyniesie $\sqrt{U'_m{}^2 + U'_m{}^2 \omega^2 k^2}$.

Dla przykładu podaję wyniki obliczeń dla jednego z przypadków, który badałem (tabl. XVIII).

TABLICA XVIII.

Spółczynnik odtworzenia ($\sigma = \frac{U'_m}{U_m}$) dla przypadków z rys. 58 b. i d., gdy $R_2 = 100 \Omega$, $R_c = 0$ lub 800Ω , $C = 100 \mu\text{F}$. Napięcie mierzone sinusoidalne.

f okr./sek	dla $R_c = 0$ %	dla $R_c = 800 \Omega$ %
10^6	100,0	88,5
$5 \cdot 10^6$	98,6	35,1
10^7	95,5	18,4
$5 \cdot 10^7$	53,6	3,7
10^8	30,3	1,9



Rys. 58.

Schematy dzielników oporowych (C — pojemność płyt oscylografu, K — kabel opóźniający).

Obliczenie takie, jak prowadzące do tabl. XVIII, pokazuje, kiedy można stosować układ z danym dzielnikiem do sprawdzania, czy na udar są nałożone oscylacje. Jest jasne, iż układ z R_c (rys. 58) jest niezdatny do prawidłowego odtwarzania drgań o długości okresu rzędu stałej czasu $R_c C$ (w tabl. XVIII $R_c C = 8 \cdot 10^{-8}$ sek). Układ z $R_c = 0$ nadaje się, na pierwszy rzut oka, dużo lepiej do omawianego celu. Nie jest to zupełnie słuszne ze względu na nieuwzględnienie dotychczas indukcyjności (L_c) połączeń między R_2 i C. Mimo iż ich długość jest zazwyczaj kilkanaście (np. 20) cm, wpływ indukcyjności (rzędu kilku μH [67] [104]) może się przejawiać w powstawaniu pa-

⁶⁾ W pracy W. Raskego [91] wzory takie są stosowane. Zawarty w niej wykres (rys. 2), niezbędny do wyciągnięcia wniosków, który W. Raske wyznaczył przy pomocy całki Duhamela [103], można otrzymać niezwykle łatwo, posługując się wzorem z tabl. XVII w niniejszej pracy.

⁷⁾ k — współczynnik z tabl. XVII.

zozytniczych drgań własnych obwodu L_c , C, R_2 . Drgania te należy wytłumić; w tym celu włącza się opornik R_c ⁸⁾.

Jeśli indukcyjność L_c może być przyczyną drgań pasywnych, wpływu jej nie można a priori pomijać. W związku z tym tabl. XVII i XVIII wymagają uzupełnienia. Uwzględnienie wpływu L_c jest zresztą proste (we wzorach dochodzi człon $+ L_c C \frac{d^2 u'}{dt^2}$ ⁹⁾). Dla omawianego przypadku uwidoczniła go tabl. XIX, z której wynika, iż wpływ L_c nie jest istotny. (Jest to tym bardziej słuszne, iż wartość L_c , uwzględniona w tabl. jest b. duża; niewątpliwie w praktyce można uzyskać wartości kilkakrotnie mniejsze).

TABLICA XIX.

Spółczynnik odtworzenia ($\sigma = \frac{U'_m}{U_m}$) dla przypadku z rys. 58 d, gdy między opornik $R_c = 800 \Omega$ i płyty $C = 100 \mu\text{F}$ jest włączona indukcyjność $L_c = 13,4 \mu\text{H}$ ($R_2 = 100 \Omega$).

f okr./sek	dla $L_c = 0$ %	dla $L_c = 13,4 \mu\text{H}$ %
10^6	88,5	88,5
$5 \cdot 10^6$	35,1	37,2
10^7	18,4	14,6
$5 \cdot 10^7$	3,7	0,75
10^8	1,9	0,19

c. Szczególny przypadek dzielnika oporowego.

Szczególnym przypadkiem, którym zajmę się niżej, jest właśnie występujący wtedy, gdy układ „dzielnik-oscylograf” nie nadaje się do wykrywania oscylacji, nałożonych na udar. Zachodzi on, gdy wytłumienie obwodu L_c , C przy pomocy R_c lub działanie filtrów kabla opóźniającego [72] pociąga za sobą częściowe lub zupełne niedopuszczenie do płyt oscylografu drgań, nałożonych na udar. Okoliczności takie mogą wystąpić w praktyce¹⁰⁾, przy korzystaniu z nieodpowiedniego kabla lub gdy pojemność płyt (łącznie z przepustami) jest duża, np. $100 \mu\text{F}$, a więc przy stosowaniu oscylografów starych typów. W nowych typach pojemność ta jest dużo mniejsza (patrz np. [94] [104])¹¹⁾. Ponieważ na ogół nie można łatwo zmniejszyć pojemność płyt (o ile się nie decyduje na najlepsze¹²⁾ rozwiązanie: przeróbkę konstrukcyjną),

⁸⁾ W przypadku znanym mi z praktyki (tabl. XVIII) zastosowano $R_c = 800 \Omega$. Opór R_c , wystarczający do wytłumienia drgań, wynosił ok. 680Ω (całkowity opór graniczny — 730Ω , po uwzględnieniu równoległego połączenia R_2 i oporności falowej $Z = R_2$). Obliczona stąd indukcyjność obwodu drgań — $L_c = 13,4 \mu\text{H}$, częstotliwość drgań nietłumionych $4,3 \cdot 10^6$ okr./sek. Wielkość L_c jest zbyt duża (kilka razy) w stosunku do oszacowanej na podstawie krzywej K. Küpfmüllera [67]. Zmierzona częstotliwość drgań (z oporem tłumiącym 50Ω) — ok. $7 \div 8 \cdot 10^6$ okr./sek.

⁹⁾ W założeniu, iż indukcyjność L_c jest skupiona i włączona w gałąź z R_c i C.

¹⁰⁾ O częstości spotykania i znaczeniu ogólnym omawianego szczególnego przypadku nie mogłem sobie wyrobić zdania; w swojej praktyce spotkałem się z nim i sprawił mi duże trudności.

¹¹⁾ Według informacji, udzielonych mi przez P. L. Bellaschiego, konstrukcje amerykańskie mają pojemność płyt rzędu $20 \mu\text{F}$.

¹²⁾ W przypadku stosowania wielkości R_c nie większej niż niezbędna do wytłumienia drgań, zmniejszenie C np. 9 razy przy zachowaniu R_2 , L_c niezmiennych, powoduje zmniejszenie 3-krotne decydującego o uchybie współczynnika k z tabl. XVII.

należy się liczyć z niemożnością prawidłowego pomiaru oscylacji (od pewnej częstotliwości począwszy) i przy pomocy oscylografu. Oczywiście zajście takiej okoliczności jest bardziej prawdopodobne, gdy na długość przewodów łączących R_c i C nie zwraca się dostatecznej uwagi. Długość tę można zredukować do kilku cm, przez co zmniejsza się L_c i konieczną wartość R_c .

Modyfikacje sposobu wytłumienia obwodu płyt oscylografu są możliwe, ale nie wydaje mi się, aby mogły być skuteczne. Mam na myśli t. zw. tłumienie poprzeczne [104] (opornik w szereg z kondensatorem, załączone równoległe do płyt oscylografu)¹³⁾, lub stosowanie kondensatora, załączonego w szereg z płytami, w celu zmniejszenia C (rys. 58). Z ostatniego sposobu korzystałem bez dodatknych na ogół rezultatów, gdyż związany jest on ze zmniejszeniem wielkości krzywych na oscylogramach.

Nie mogąc posłużyć się oscylografem dla wykrycia oscylacji o dużej częstotliwości, pozostaje albo tak zmniejszyć ich częstotliwość, aby oscylograf działał prawidłowo, albo uciec się do innych metod, nieoscylograficznych. W pewnych warunkach, a mianowicie gdy się ma podstawę przypuszczając istnienie tylko jednego obwodu drgań, nałożonych na udary¹⁴⁾, pierwszy sposób może mieć znacznie praktyczne. Z metod nieoscylograficznych nadają się tutaj posługujące się iskiernikiem pomiarowym. Zadanie praktyczne polega na określeniu odpowiedniej wielkości opornika tłumiącego generatora. Najpewniejszy sposób jest następujący. Napięcie udarowe mierzy się iskiernikiem (rzeczywista wartość szczytowa) i oscylografem (wartość szczytowa po odrzuceniu oscylacji), posługując się przy określaniu skali oscylogramów przekładnią dzielnika, otrzymaną przy pomocy pomiarów oporności. Tylko gdy oscylacji nałożonych na udar nie ma, wyniki obu pomiarów są zgodne (kryterium)¹⁵⁾.

W pewnych przypadkach kontrolę generatora co do obecności nałożonych oscylacji można przeprowadzić, posługując się tylko iskiernikiem. Np. jeśli w schemacie z rys. 56 b ładunek, obywający z C w czasie czoła udaru jest pomijalny wobec ładunku całkowitego i jeśli w obwodzie generatora nie ma specjalnie włączonych cewek indukcyjnych, kryterium wytłumienia obwodu drgań jest niezależność od R' napięcia na C , zmierzonego przy pomocy iskiernika, pomnożonego przez $\frac{R' + R}{R}$. Przykład wyboru R' tą metodą podaje tabl. XX (wartość R' wystarczająca — nieco większa od 500 Ω). Do tego samego celu można dojść, załączając mały precyzyjny iskiernik kulowy (np. o średnicy kul 10 mm) na miejsce płyt oscylografu w dzielniku oporowym (mniejsza dokładność). Iskiernik musi być małopojemnościowy (odpowiednia konstrukcja uchwytów) i jonizowany lub aktywowany [41].

Zalecanie iskiernika zamiast oscylografu może się wydać dziwne. Okazuje się jednak, iż zachodzą okoliczno-

¹³⁾ Praca W. Kruga [104] jest jedną z najciekawszych w dziedzinie uchybów oscylograficznych. Zajmuje się ona jednak oscylografią bezpośrednią, bez stosowania dzielnika. W pracy tej jedno z pierwszych oscylogramów szkoły Rogońskiego, mające uchyby wskutek wytłumienia obwodu płyt, zostały poddane krytyce. Np. czoła, wytworzone przez przeskoki iskiernika przy napięciach 5... 10 kV, mające długość według skali oscylogramu 10^{-7} sek, w rzeczywistości nie przekraczały według W. Kruga 10^{-8} sek.

¹⁴⁾ Zachodzić to może w generatorach o małej ilości stopni, a z reguły w generatorach jednostopniowych, bez uwielokrotnienia napięcia systemem Marxa.

¹⁵⁾ Metoda jest słuszna w założeniu, iż oscylograf odzwierca prawidłowo udar normalny bez oscylacji.

TABLICA XX.

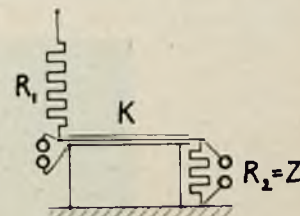
Określenie przy pomocy iskiernika oporu tłumiącego (R') granicznego generatora (rys. 56 b). Opór rozładowujący $R = 6000 \Omega$.

R' Ω	$R + R'$ Ω	Napięcie na $R = 6000 \Omega$ kV	Napięcie na $R + R'$ (obliczone) kV
0	6000	212	212
500	6500	169	183
900	6900	156	179
4300	10300	104	179

ści, w których dobry iskiernik oddaje większe usługi, niż nieodpowiedni oscylograf. Iskiernik jest w ogóle przyrządem nieocenionym przy badaniach udarowych i jako środek pomocniczy w oscylografii. W interesującym nas przy-

Rys. 59.

Zastosowanie iskiernika pomiarowego do wykrywania własności filtrowych kabla opóźniającego. Całkowite napięcie na dzielniku: udar z nałożonymi dużymi oscylacjami.



padku może on służyć ponadto do określenia własności kabla opóźniającego, który też może okazać się filtrem dla dużych częstotliwości (rys. 59 i 60)¹⁶⁾.



Rys. 60.

Krzywa A — oscylogram napięcia udarowego z nałożonymi oscylacjami ($7 \cdot 10^6$ okr/sek), uzyskany przy pomocy dzielnika oporowego ($6000, 120 \Omega$) bez kabla opóźniającego. Opornik tłumiący w szereg z płytami 0 Ω , pojemność płyt 110 μF . Widać dudnienia, nakładanie się drgań pochodzących z generatora i drgań pasożytniczych obwodu płyt. Czoło nie widoczne.

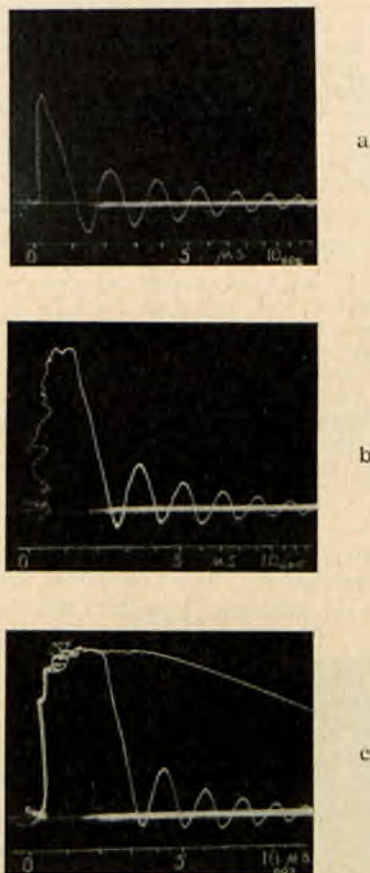
Krzywa B — jak A, ale z zastosowaniem kabla opóźniającego, ok. 300 m długości (kabelek antenowy, gumowopowietrzny, o oporności rzeczywistej przewodu 25 Ω i płaszczu 20 Ω). Kabel działa jak filtr dla drgań $7 \cdot 10^6$ okr/sek. Skala czasu dla obu zdjęć, jak na rys. 61.

d. Oscylacje pasożytnicze, nie pochodzące z obwodu płyt oscylografu.

Przy wytłumianiu obwodu płyt oscylografu może się zdarzyć, iż wybiera się oporność R' (rys. 58) większą, niż niezbędna. Usuwa się w ten sposób z oscylogramu drgania, które się uważa za drgania obwodu płyt, a które w rzeczywistości mają inne przyczyny. (Dotyczy to częściowo również przypadku z tabl. XVIII z $R_c = 800 \Omega$). Przyczyny te omówiłem dość obszernie na innym miejscu [92]; w ostatnich czasach zwraca na nie dużą uwagę F. H. Bénédict [86]. Rozważania moje w ref. na CIGRE [92] uzupełnię tutaj serią oscylogramów (rys. 61). Krzywe przedstawiają udary ucięte na czole lub grzbiecie, przy czym po ucięciu następują oscylacje. Oscylogramy zdjęto przy pomocy dzielnika oporowego z kablem, opóźniającym przyjscie przebiegu badanego do oscylografu o ok. 1,5

¹⁶⁾ Oscylogramy z rys. 60, 61 i 63 wykonałem wspólnie z pp. inż. T. Stępniewskim i inż. E. Radobyłskim w czasie ich pracy dyplomowej.

μ sek. Przebieg, odpowiadający ucięciu, dostawał się do oscylografu również bez opóźnienia, na drodze niewłaściwej (tj. nie przy pomocy kabla) i przejawiał się jako drgania napięcia na płytach odchyłowych i czasowych. Drgania te poprzedzają na oscylogramach ucięcie udaru o ok. 1,5 μ sek, co widać dobrze na rys. 61. Na rys. a. nie są one widoczne, gdyż wystąpiły przed początkiem czoła;

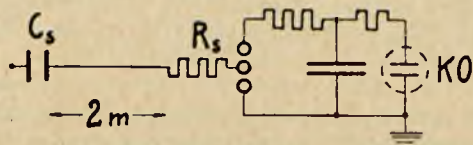


Rys. 61.

Oscylogram trzech uderzeń uciętych, otrzymany przy pomocy dzielnika oporowego (6000/120 Ω) i kabla. $R_c = 420 \Omega$. $C = 110 \mu\text{F}$. Wartość szczytowa napięcia udaru nieodkształconego rzędu 350 kV. Na rys. c. widać także udar nieodkształcony. Oscylacje, powodujące pozorne występowanie ujemnych czasów, są wywołane zaburzeniami w działaniu układu.

na rys. b. zniekształcają one czoło, a na rys. c. tworzą skomplikowany „kłębek” w okolicy szczytu udaru. Przykład ten jest dość jaskrawym przykładem drgań, nie pochodzących z obwodu płyt oscylografu. Drgania zachodzą tutaj również w obwodzie czasowym, łatwo więc można było określić ich charakter; możliwe są jednak również drgania tylko napięcia na płytach odchyłowych.

Trzy z wielu możliwych przyczyn drgań omówię na podstawie własnej praktyki. Drgania mogą powstawać, gdy przewód, łączący kondensator sprzęgający [68] [77]



Rys. 62.

Układ czasowy oscylografu, którym zdjęto oscylogram z rys. 63. C_s — kondensator sprzęgający, R_s — opornik, który przy zdjęciu oscylogramu był zwarty (usunięty), KO — płyty oscylografu.

z trójkulowym iskiernikiem obwodu czasowego (w najprostszej postaci, rys. 62) nie jest połączony z iskiernikiem za pośrednictwem odpowiednio dużego opornika. Przewód taki może wprowadzać fale wędrowne do obwodu czasowego, połączonej z nim masy oscylografu i na uziemioną płytę odchyłową (druga płyta przyłączona jest do kabla opóźniającego). Układu tego dotyczy rys. 63, z którego mo-

Rys. 63.

Oscylogram, jak na rys. 61b, ale przy załączeniu przewodu, idącego od kondensatora sprzęgającego wprost do kuli iskiernika obwodu czasowego (bez opornika $R_s = 5 \text{ k}\Omega$). Fale, dostające się przez przewód do układów oscylografu, powodują całkowite zniekształcenie oscylogramu.



żna wyciągnąć wniosek, iż, skoro zaburzenia, wprowadzone do oscylografu, są tak wielkie bez opornika $R_s = 5 \text{ M}\Omega$, to i przy jego istnieniu mogą grać rolę.

Drugi przypadek odnosi się do zaburzeń, wywołanych ukrytymi, niewidocznymi przeskokami z masy oscylografu do obwodów elektrycznych pomocniczych (np. obwodu cewek koncentrujących). Między obwodami a masą mogą występować znaczne napięcia udarowe (rzędu kV), zwłaszcza jeśli obwody są zasilane z sieci. Przeskok iskry jest równoważny wtedy dołączeniu do masy przewodu falowego; powoduje to przebiegi falowe, mogące się w pewnych warunkach uwidocznić na oscylogramie.

Trzeci przypadek [71] [105]¹⁷⁾ polega na dodatkowych napięciach, nakładających się na udary na oscylogramie, których przyczyną są fale między płaszczem kabla opóźniającego a ziemią. W badanym przeze mnie przypadku wpływ omawianego zjawiska przejawiał się w oscylacjach, występujących na oscylogramie przed udarem lub na jego czole.

Przykłady powyższe są wystarczające, aby pokazać, jak bardzo skomplikowane zjawiska mogą być przyczyną oscylacji na oscylogramie i jak ostrożnym należy być przy wytłumianiu obwodu płyt odchyłowych oscylografu.

3. Oscylografowanie uderzeń uciętych na czole.

a. Uwagi ogólne.

Do pomiaru wartości szczytowej uderzeń uciętych na czole iskiernik nadaje się nie zawsze. Uchyby jego zależą od czasu, jaki mija od początku czoła udaru do jego ucięcia (wyładowania na obiekcie badanym) ([83] ÷ [88]). J. H. H a g e n g u t h [88] stwierdza dla kul o średnicy 25 cm znaczne uchyby (o ile się nie stosuje specjalnych tablic wzorcowania, co jest połączone z trudnościami), gdy czas ten jest mniejszy od 0,8 μ sek.

Do określania oscylograficznego wartości szczytowej uderzeń uciętych najlepiej nadaje się, według obecnych poglądów, oscylograf z dzielnikiem pojemnościowym. Podobnie jednak, jak w przypadku oscylacji, nałożonych na udar, zajmę się na tym miejscu działaniem dużo bardziej rozpowszechnionego dzielnika oporowego.

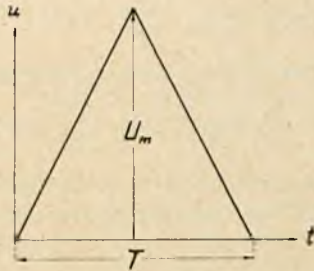
b. Dzielnik oporowy.

Do wpływu pojemności, bocznikujących członów wysokiego napięcia dzielnika oporowego, stosują się te same uwagi, które omówiłem w cz. 2, b. Wpływ ten był kil-

¹⁷⁾ Praca [71] jest interesująca i dlatego, iż porusza zagadnienie wniskania fal przez nie szczelności osłon.

kakrotnie badany teoretycznie i doświadczalnie [70] [89] [91].

Wzory z tabl. XVII mogą stanowić podstawę (w założeniu, że inne uchyby nie występują) do określenia wpływu pojemności płyt oscylografu na oscylogramy. Dla uproszczenia uder ucięty (napięcie mierzone) będą trak-



Rys. 64.

Przebieg uder uciętego, przyjęty do obliczeń.

tował jako trójkąt równoramienny (rys. 64) o podstawie T i wysokości U_m . Napięcie to można rozpatrywać jako sumę dwóch przebiegów liniowych: $u_1 = \frac{2 U_m}{T} t$ dla $0 < t < \frac{T}{2}$ i $u_2 = -\frac{4 U_m}{T} \left(t - \frac{T}{2} \right)$ dla $\frac{T}{2} < t < T$. Jako podstawę obliczeń przyjmuję zależności dla dzielnika z rys. 58 a; wyniki będzie można tak zmienić, iż będą odpowiadały także innym dzielnikom.

Po odpowiednim scałkowaniu równania a. z tabl. XVII i uwzględnieniu warunków granicznych, otrzymuje się następujący przebieg napięcia na płytach oscylografu:

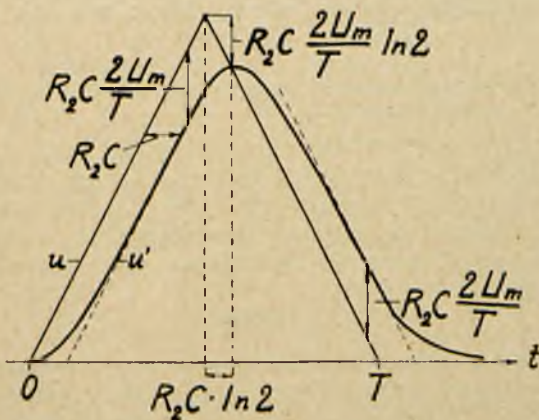
dla $0 \ll t < \frac{T}{2}$

$$u' = \frac{2 U_m}{T} t - R_2 C \frac{2 U_m}{T} \dots \dots \dots (1a)$$

dla $\frac{T}{2} < t < T$

$$u' = -\frac{2 U_m}{T} t - R_2 C \frac{4 U_m}{T} e^{-\frac{1}{R_1 C} \left(t - \frac{T}{2} \right)} + 2 U_m + R_2 C \frac{2 U_m}{T} \dots \dots \dots (1b)$$

Pierwsze równanie jest równaniem linii prostej, drugie staje się liniowym dla $t \gg \frac{T}{2}$, gdy człon wykładniczy znika. Wzór (1b) pozwala obliczyć uchyb wartości szczytowej na oscylogramie (rys. 65). (Chwilę wystąpienia tej war-



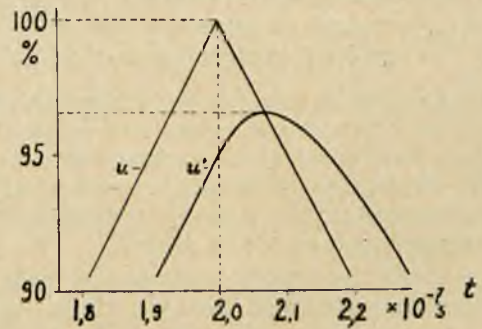
Rys. 65.

Przebieg uder uciętego $u = \psi(t)$ i napięcia na oscylogramie $u' = \varphi(t)$, przy stosowaniu dzielnika z rys. 58a.

tości określa się, przyrównując pierwszą pochodną u' do 0). Wynosi on¹⁸⁾:

$$\Delta U_m = -R_2 C \frac{2 U_m}{T} \ln 2 \dots \dots \dots (2)$$

Dla przykładu wykreśliłem krzywe u i u' (rys. 66) dla układu a. z rys. 58, gdy $T = 0,4 \mu$ sek, $R_2 = 100 \Omega$, $C = 100 \mu F$ oraz $R_1 R_2 / (R_1 + R_2) \approx R_2$ ¹⁹⁾. Uchyb jest tutaj minimalny (ok. 3,5%). Jest on pomijalny w stosunku do uchybu, jaki może wystąpić skutkiem pojemności, bocznikujących człon wysokiego napięcia dzielnika (R_1). Według R. Davisa, W. G. Standringa i G. W. Bowdlera [89] [90] dla opornika $R_1 = 15 000 \Omega$, mającego ok. 2 m długości i średnicę 3 cm, oraz dla $T = 0,4 \mu$ sek uchyb ostatnio wzmiankowany (gdy występuje sam) wynosi 31% (spółczynnik odwzorzenia 69%). Stosunek uchybów skutkiem pojemności, bocznikujących R_1 i R_2 , nie zawsze jest taki, jak w omawianych przykładach. Aby się o tym przekonać, należy wykonać kilka przeliczeń liczbowych. Zwracając uwagę, iż $R_2 C$ we wzorze (2) jest



Rys. 66.

Szczególny przypadek krzywych z rys. 65. Uwidocznione tylko otoczenie szczytu uder. Dane: $T = 0,4 \mu$ sek, $R_2 = 100 \Omega$, $C = 100 \mu F$.

spółczynnikiem k z tabl. XVII, można obliczyć uchyby dla uderu $T = 0,4 \mu$ sek, dla dzielników, których działaniu była poświęcona tabl. XVIII (patrz tabl. XXI).

TABLICA XXI.

Spółczynnik odwzorzenia (stosunek wartości szczytowej na oscylogramie do tejej wartości w razie idealnego działania dzielnika) dla uderu trójkątnego, $T = 0,4 \mu$ sek i dla dzielników z rys. 58 a., b., c. i d. ($R_2 = 100 \Omega$, $R_c = 800 \Omega$, $C = 100 \mu F$).

Dzielnik z rys. 58	a.	b.	c.	d.
Sp. odtw. %	96,5	98,3	68,8	70,6

Z tabl. XXI można wyciągnąć wniosek, iż oscylograf z dużą pojemnością płyt ($100 \mu F$) na ogół nie zupełnie nadaje się (zwłaszcza gdy oporność R_c jest duża) do oscylografowania uderów uciętych. Należy stosować bądź dzielnik pojemnościowy, bądź też zmniejszyć pojemność płyt na drodze konstrukcyjnej.

c. Uchyby wskutek skończonej szybkości elektronów²⁰⁾.

Omawiając oscylografowanie drgań, nałożonych na udary normalne, nie zajmowałem się uchybami, wymie-

¹⁸⁾ Wzór podany przeze mnie w dyskusji na CIGRE w 1937 r.

¹⁹⁾ O słuszności konstrukcji krzywej u' na rys. można się przekonać, poprawiając ją przy pomocy wzoru z tabl. XVII.

²⁰⁾ Uchyby te są również zwane „uchybami skutkiem zmian napięcia mierzonego w czasie przechodzenia elektronu między płytami oscylografu”.

nionymi w nagłówku. Przede wszystkim wzór, określający ich wielkość, jest znany [106] [107] [108] [74], następnie w zakresie mających praktyczne znaczenie częstotliwości (do 10⁸ okr./sek) nie zjawiają się one na ogół dla spotykanych na rynku konstrukcji oscylografów.

Wzmiankowałem już wyżej, iż w referacie na CIGRE w 1937 r. [92] rzuciłem z A. W. Rankinem myśl stosowania korekcji oscylogramów. W niniejszej pracy myśl tę rozwinąłem dotychczas w stosunku do korekcji ze względu na pojemność płyt oscylografu. Do usuwania z oscylogramów uchybów wskutek skończonej szybkości elektronów można stosować bądź metodę graficzną (A. W. Rankin [92]), bądź też analityczną (J. L. Jakubowski [92]²¹). Według ostatniej metody zależność napięcia, rzeczywiście panującego na płytach oscylografu (*u*), od napięcia na oscylogramie (*u'*) jest następująca:

$$u_t - u_{t-\tau} = \tau \left(\frac{du'_t}{dt} \right)_t \dots \dots \dots (3)$$

τ — czas przejścia elektronu między płytami,
 $u_t, u_{t-\tau}$ — napięcie na płytach w chwilach *t* i *t* - τ ,
 u'_t — napięcie oscylogramu w chwili *t*.

Nie będę powtarzał na tym miejscu wyprowadzenia wzoru (3)²², ani omawiał granic jego stosowania. Czytelnika odsyłam do źródła [92]. Zaznaczam tylko, iż stosując do danego oscylogramu poprawki ze względu na pojemność płyt i ze względu na skończoną szybkość elektronów, należy najpierw wprowadzić tę ostatnią.

W referacie na CIGRE zastosowałem wzór (3) do udaru nieuciętego, o długości czoła ok. 1,5 · 10⁻⁸ sek. Chodziło mi przy tym nie o rozpatrzenie przypadku ważnego praktycznie, a o wykazanie łatwości stosowania metody tam, gdzie, postępując inaczej, trzeba posiłkować się skomplikowanymi obliczeniami. (Przypadek wzmiankowanego udaru o czołe 1,5 · 10⁻⁸ sek był rozpatrywany przez H. Klemperera i O. Wolffa [102]; obliczenie uchybów było możliwe, gdyż dobrano celowo udar, którego przebieg daje się wyrazić prostym wzorem). Przebiegi, zachodzące w czasie rzędu 1,5 · 10⁻⁸ sek, mogą mieć znaczenie przy badaniach specjalnych, przy czym stosowanie poprawek według wzoru (3) może oddać duże usługi. Zwrócił mi na to uwagę prof. W. Rogowski („Wydaje się więc, że można wnikać w czasy 10⁻⁸ ÷ 10⁻⁹ sek i powiedzieć o nich coś pewnego. Przy naszych zdjęciach, dotyczących tak krótkich czasów, zadawalaliśmy się zawsze zdjęciem, jest jednak pocieszające, że można określić z dość dużym przybliżeniem nie tylko zmierzony, ale także prawdziwy przebieg”).

W danej chwili interesuje mnie sprawa udarów normalnych uciętych. Wzór (3) można zastosować do uproszczonej krzywej napięcia udarowego (rys. 64), w założeniu, iż określa ona przebieg napięcia płyt oscylografu. Przyjmując oznaczenia z rys. 64, otrzymuje się następujące napięcie oscylogramu (*u'*):

²¹) Metoda analityczna została opracowana wyłącznie przeze mnie, co jest wyraźnie zaznaczone w referacie.

²²) Zamiast dowodu wykaże tutaj, iż przy pomocy wzoru (3) można wyprowadzić znany wzór dla napięć sinusoidalnych [106] [107] [108] [74]. Wg. wzoru (3) zależność ta jest następująca:

$$\tau \frac{du'}{dt} = U_m \sin \omega t - U_m \sin \omega(t - \tau).$$

Stąd
$$u' = \frac{U_m}{\omega \tau} [\cos \omega t - \cos \omega(t - \tau)].$$

Stosunek amplitud *U*'_m i *U*_m jest równy (sin 0,5 ωτ)/0,5ωτ. (Indeksy' odnoszą się, jak zwykle, do oscylogramu).

dla 0 < *t* < τ
$$u' = \frac{U_m}{T} t^2 \dots \dots \dots (4a)$$

dla τ < *t* < $\frac{T}{2}$
$$u' = u - \frac{U_m}{T} \tau \dots \dots \dots (4b)$$

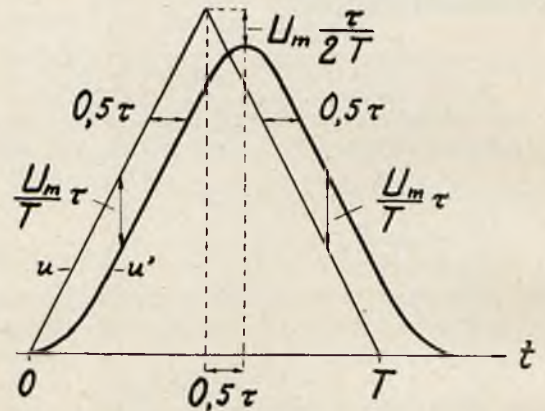
dla $\frac{T}{2}$ < *t* < $\frac{T}{2} + \tau$
$$u' = -\frac{2U'_m}{T\tau} \left(t - \frac{T}{2} \right)^2 + \frac{2U_m}{T} t - \frac{U_m}{T} \tau \dots \dots (4c)$$

dla $\frac{T}{2} + \tau$ < *t* < *T*
$$u' = u + \frac{U_m}{T} \tau \dots \dots \dots (4d)$$

Uchyb wartości szczytowej na oscylogramie wyniesie ²³):

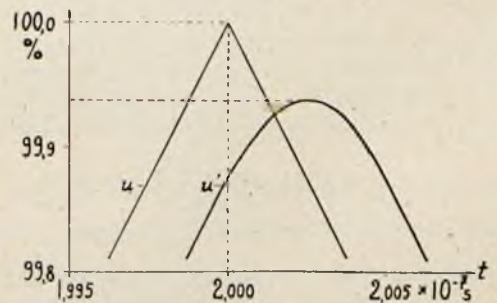
$$\Delta U_m = -U_m \frac{\tau}{2T} \dots \dots \dots (5)$$

Dla *T* = 0,4 μsek i τ = 5 · 10⁻¹⁰ sek uchyb według wzoru (5) wynosi 0,06%, spódczynnik odtworzenia jest 99,94% (rys. 67 i 68). Obliczony przypadek jest typowy. Można



Rys. 67.

Przebieg udaru uciętego *u* = φ(*t*) i napięcia na oscylogramie *u'* = ψ(*t*), gdy uchyby powstają tylko wskutek zmian napięcia mierzonego w czasie przechodzenia elektronu między płytami (tj. wskutek skończonej szybkości elektronów).



Rys. 68.

Szczególny przypadek krzywej z rys. 67. Uwidocznione tylko otoczenie szczytu udaru. Dane: *T* = 0,4 μsek, τ = 5 · 10⁻¹⁰ sek.

więc wyciągnąć wniosek, iż dla udarów normalnych uciętych uchyb wskutek skończonej szybkości elektronów jest pomijalny. Wniosek ten nie jest nowy; uchyb wspomniany był już oszacowywany; ilościowe wyznaczenie jego niewątpliwie jednak uzasadni definitywnie bezpodstawność zastrzeżeń, z jakimi się kilka razy w dyskusjach spotykałem.

4. Wnioski.

1. Przy stosowaniu dzielnika oporowego i oscylografu o dużej pojemności płyt (rzędu 100 μF) lub nieodpowiedniego kabla opóźniającego, w pewnych przypadkach nie

²³) Wzór podany przeze mnie w dyskusji na CIGRE w 1937 r.

można wykryć, czy na udary normalne są nałożone oscylacje. W tych razach dobre usługi oddaje iskiernik pomiarowy w opisanych układach.

2. Wytłumiając obwód płyt oscylografu, należy zwracać uwagę, aby go nie przetłumić. Przez przetłumienie uzyskuje się nie tylko usunięcie z oscylogramu oscylacji pasożytniczych, mających źródło w tym obwodzie i poza nim, ale też i ewentualnych drgań, nałożonych na przebieg badany.

3. Przy stosowaniu dzielnika oporowego i oscylografu, jak w p. 1, mogą powstać dość duże, podane w pracy uchyby, gdy mierzy się udary napięciowe normalne, ucięte na czole.

4. Dla zwykłych konstrukcji oscylografów katodowych wysokiego napięcia uchyby skutkiem skończonej szybkości elektronów są pomijalne zarówno przy oscylografowaniu udarów normalnych z nałożonymi oscylacjami, jak i uciętych. Udowodniono to w odniesieniu do udarów uciętych ilościowo.

5. Wszystkie wnioski są oparte na przykładach liczbowych, których dane otrzymałem, stosując wzory na korekcję oscylogramów lub wzory pochodne. Były one częściowo podane w referacie moim i A. W. Rankina na Konferencji Wielkich Sieci w 1937 r., częściowo zostały wyprowadzone specjalnie dla zagadnień, poruszanych w niniejszej pracy. Okazały się przy tym b. praktyczne, gdyż pozwalają na szybkie uzyskiwanie wyników liczbowych.

Zusammenfassung. Der zweite Teil dieser Arbeit behandelt die Fehler des Kathodenszillographen mit Widerstandsteiler (Abb. 58), welche beim Messen verzerrter genormter Spannungsstösse [d. h. Stösse mit zusätzlichen Schwingungen (Abb. 55) oder abgeschnittener Stösse (Abb. 57)] hervortreten. Zwei Fehlerarten werden hier eingehend untersucht: a) Fehler infolge Plattenkapazität, b) Fehler infolge endlicher Elektronengeschwindigkeit. Sowohl die theoretischen Betrachtungen als auch die numerischen Beispiele (Taf. XVIII, XIX, XXI, Formel 2,5; u' — wirkliche, u — ideale Spannung aus dem Oszillogramm) sind an Hand der Formeln für Korrektion von Oszillogrammen durchgeführt worden (Taf. XVII, Formel 3). Die Idee einer Korrektion der Oszillogramme ist im Bericht Nr. 136 für die Hochspannungskonferenz 1937 (J. L. Jakubowski u. A. W. Rankin) hervorgehoben worden, wobei auch einige der diesbezüglichen Formeln ausgeführt wurden. Weitere Formeln sind hier angegeben worden.

Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sind folgende. Wenn der Verzögerungskabel als Siebkette wirkt (Abb. 60), oder wenn die Plattenkapazität verhältnismässig gross ist (z. B. 100 p F), können die Messfehler dermassen gross ausfallen, dass man das Vorhandensein und die Grösse der Schwingungen nur unter gleichzeitiger Anwendung des K. O. und einer Funkenstrecke feststellen kann. Der Verfasser gibt die diesbezüglichen Funkenstreckenschaltungen an. Wenn man den Dämpfungswiderstand R_c (Abb. 58) in Anwendung bringt, so muss man darauf achten, ihn nicht allzu gross anzunehmen. Wenn R_c unnötig gross ist, verschwinden aus dem Oszillogramm sowohl die Schwingungen des R_c , L_c , C — Kreises, als auch Schwingungen anderer Herkunft, die dem Mess- oder Generatorkreise entstammen. Auf diese Weise wird der Oszillograph zu einer genauen Wiedergabe der Generatorschwingungen unfähig gemacht. Schädliche Schwingungen, die nicht dem R_c , L_c , C — Kreise entstammen, können verschiedenen Ursprungs sein [z. B. Schwingungen der Kopplungsleitung (Abb. 62), unsichtbare Überschläge zwischen Oszillographengehäuse und Hilfskreisen, Wanderwellen zwischen Mantel des Verzögerungskabels und Erde]. Einige Bilder

(Abb. 61, 63) stellen künstlich vergrösserte Effekte schädlicher Schwingungen dar.

Bei abgeschnittenen Stössen können infolge der Plattenkapazität unter gewissen Umständen recht grosse Fehler auftreten (Formel 2, Taf. XXI, Abb. 64, 65, 66). Fehler infolge endlicher Elektronengeschwindigkeit sind in der Praxis verschwindend klein (Formel 5, Abb. 64, 67, 68). was quantitativ bewiesen worden ist.

LITERATURA.

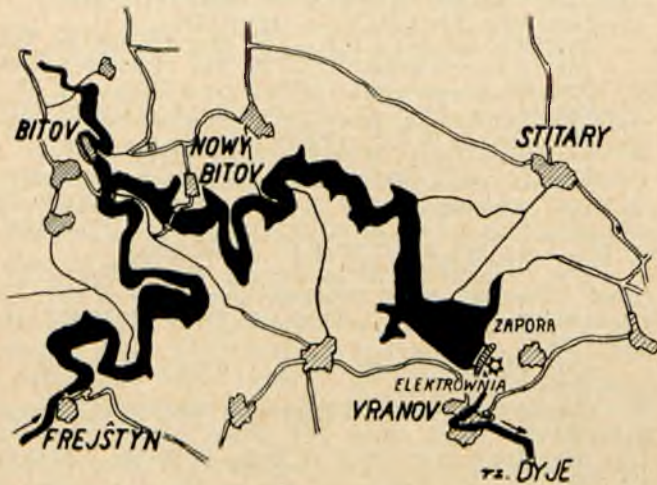
- [68] Instytut Elektrotechniczny w Akwizgranie — prace drukowane w Arch. f. Elektr. 1925—1937 oraz w Arbeiten d. El. Institut Aachen.
 [69] Gábor D. — patrz [51].
 [70] Dowell J. C., Foust C. M., Bellaschi P. L. — patrz [20].
 [71] Burch F. P., Whelpton R. V. — Journ. IEE 1932/71, str. 380, dyskusja 1933/72, str. 357.
 [72] Allibone T. E., Hawley W. G., Perry F. R. — Journ. IEE 1934/75, str. 670.
 [73] Dunikowski S. — Przegląd Elektr. 1934, str. 278.
 [74] Stiekolnikow I. S. — Katodnyj oscylograf, Moskwa, 1934.
 [75] Mac Gregor Morris J. T., Henley J. A. Cathode Ray Oscillography, Londyn, 1936.
 [76] Allibone T. E., Perry F. R. — patrz [21].
 [77] Misiurewicz E. — Przegląd Elektr. ukaże się w r. 1938.
 [78] Müller H. — patrz [19].
 [79] AIEE — Trans. AIEE 1933/52, str. 446.
 [80] Goodlet B. L. — patrz [28].
 [81] Thomason J. L. — El. Eng. 1934/53, str. 169.
 [82] Thomason J. L. — El. Eng. 1937/56, str. 183.
 [83] Bellaschi P. L., Teague W. L. — p. [21].
 [84] Dowell J. C., Foust C. M. — patrz [21].
 [85] Dattan W. — patrz [21].
 [86] Benedict F. H. — patrz [21].
 [87] Bellaschi P. L. — Energia Elettrica, 1936/13.
 [88] Hagenguth J. H. — El. Eng. 1937/56, str. 67.
 [89] Davis R., Standring W. G., Bowdler G. W. — ref. 304 Konf. Wielkich Sieci 1935.
 [90] Davis R., Standring W. G., Bowdler G. W. — ref. 311 Konf. Wielkich Sieci 1937.
 [91] Raske W. — Arch. f. Elektr. 1937/31, str. 653 i 732.
 [92] Jakubowski J. L., Rankin A. W. — patrz [23].
 [93] Lieber N. — Rozprawa doktorska, Brunświk 1935.
 [94] Messner M. — Arch. f. Elektr. 1933/27, str. 335.
 [95] Nuttal A. K. — Journ. IEE 1936/78, str. 229.
 [96] Rogowski W., Wolff O., Klemperer K. — Arch. f. Elektr. 1929/23, str. 579.
 [97] Burch F. P. — Phil. Mag. 1932/13, str. 760.
 [98] Jakubowski J. L., Rankin A. W. — Arch. f. Elektr. 1937/31, str. 186.
 [99] Lieber N. — ETZ 1935/56, str. 633.
 [100] Drewnowski K. — Materiały i układy izolacyjne wysokiego napięcia, Warszawa, 1927.
 [101] Jakubowski J. L. — Przegląd Elektr. 1936, str. 568.
 [102] Klemperer H., Wolff O. — Arch. f. Elektr. 1932/26, str. 495.
 [103] Kűpfmüller K. — Einführung in die Theoretische Elektrotechnik, Berlin, 1932.
 [104] Krug W. — patrz [46].
 [105] Angelini A. M. — ref. 140 Konf. Wielkich Sieci 1937.
 [106] Mac Gregor-Morris J. T., Mines R. — Journ. IEE 1925/63, str. 1056.
 [107] Hollman H. E. — Hochfrequenz u. Elektroakustik 1932/40, str. 97.
 [108] Ardenne M. von. — Die Kathodenstrahlröhre, Berlin, 1933.
 [109] Montsinger V. M. — Gen. El. Review 1937/40, str. 454.

Większe elektrownie (okręgowe) na Morawach i na Śląsku *)

Inż. Leopold Temerson (Łódź)

Elektrownia wodna we Vranovie na rzece Dyji

Jest to trzecia z rzędu elektrownia S. A. „Elektrownie zachodnio-morawskie“, uruchomiona w końcu kwietnia 1934 r. Zapora we Vranovie stanowi pierwszy etap wykorzystania spadku rzeki Dyji na trasie: Frejštyn — Znojmo o długości 139 km (rys. 11). Jest ona obecnie największą zapora na terenie Czechosłowacji, zatrzymującą około 130 mio m³ wody i mogącą zredukować nadmiar wody powodziowej do 160 m³/sek. lub wzmocnić najmniejszy przypływ = 0,5 do 4 m³. Pojemność samego zbiornika wynosi 11 mio m³. Wysokość zapory betonowej wynosi 42 m, szerokość u podstawy — 40 m. Górna powierzchnia zapory została wykonana w postaci drogi o szerokości 7 m z chodnikami po obu stronach. Długość zapory w górnej części wynosi 285 m, u spodu zaś 150 m. Kontrola przepuszczalności zapory wykazała przelotność 50 l/min., co stanowi liczbę nader znikomą. Długość powstałego jeziora wynosi 30 km, spiętrzenie rzeki sięga aż do m. Frejštyn. Największa szerokość

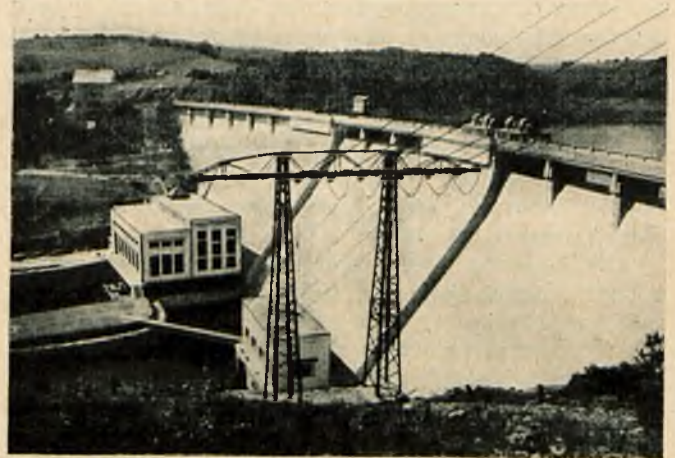


Rys. 11.
Plan sytuacyjny zapory Vranov.

zbiornika u zapory wynosi 600 m. Ok. 15 km. przed zapora zatopione zostało miasteczko Bitov, którego mieszkańców przeniesiono do nowego miasta, zbudowanego kosztem elektrowni. Przy budowie zapory (rys. 12) zużyto ogółem 220 000 m³ betonu, co odpowiada 6500 wagonom cementu. W maszynowni pracują na razie 2 zespoły po 5450 kW przy spadku 35 m i przepływie 15 m³/sek. Są to turbiny Francisa, 300 obr./min (rys. 13). Ogólna moc wyniesie przy trzech zespołach 16 320 kW. Woda dopływa do turbin trzema rurami o średnicy 2,6 m, zamykanymi dwoma zaworami: górnym, uruchamianym z elektrowni, oraz dolnym, umieszczonym tuż przed turbinami; jest to zawór wykonany w postaci kulistego suwaka z napędem hydraulicznym. Przed wejściem do rur znajdują się kraty ochronne, czyszczone okresowo przy pomocy ruchomego urządzenia z górnej powierzchni zapory. Do wypuszczania wody ze zbiornika służą pozatem 4 rury o średnicy 1,6 m; wszystkie rury są spawane. Turbiny systemu Francisa 5450 kW 300 obr./min. (rys. 13).

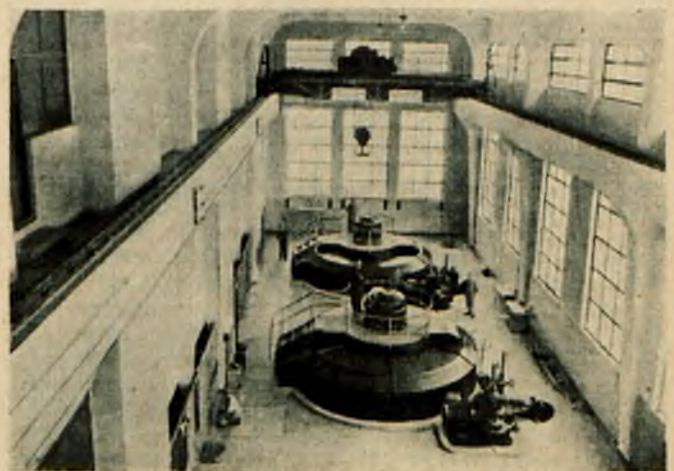
*) Dokończenie artykułu do str. 225 „P. E.“ Nr. 9 r. b.

Prądnice wytwarzają prąd o napięciu 6600 V, który po przetworzeniu na 22 kV zasila okoliczne miejscowości. Do elektrowni w Oslavanach biegnie linia 100 kV o długości 50 km. Na parterze za maszynownią ustawione są



Rys. 12.
Zapora wodna wraz z elektrownią w m. Vranov.

2 transformatory po 3000 kVA o przekładni 6000/22 kV wraz z regulacyjnymi transformatorami o 17-tu stopniach od 5520 — 7760 V. Do szyn zbiorczych przyłączone są 2 transformatory po 10 MVA, 6/100 kV (rys. 14). Na rys. 15 widzimy nastawnię ze schematem świetlnym, oddzieloną od maszynowni i rozdzielni. Pod nastawnią znajduje się bateria akumulatorów dla zapasowego oświetlenia i urządzeń ochronnych oraz cewka Petersena, przyłączona do punktu zerowego transformatorów po stronie 22 kV. Generatory posiadają samoczynne regulatory Tirilla i zabezpieczenia za pomocą przekaźników różnicowych. Ochrona przeciwprzepięciowa — systemu AEG (odgromniki ocelitowe).



Rys. 13.
Widok maszynowni elektrowni w m. Vranov.

Ciekawe jest urządzenie ogrzewania pomieszczeń; maszynownię ogrzewa wyłącznie ciepłe powietrze z generatorów; nastawnia zaś ogrzewana jest elektrycznie

przy pomocy żelaznych drutów grzejnych, zabetonowanych w podłodze i zasilanych prądem o napięciu 17,5 V.

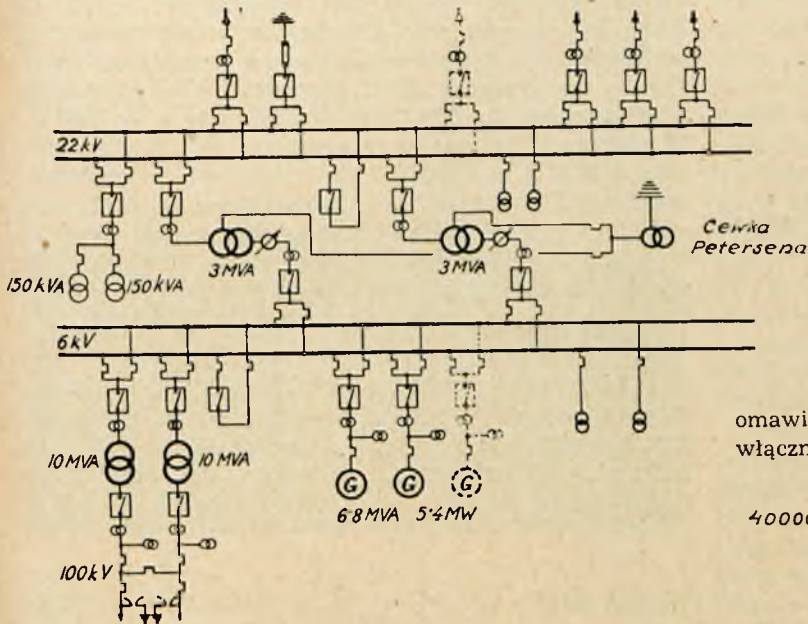
Przytoczę niektóre daty, dotyczące budowy elektrowni. Prace ziemne rozpoczęto w r. 1930; betonowanie

rzeki i melioracja pól, a dopiero wtórnym jej celem — elektryfikacja okolicy.

Opisane 3 elektrownie przy pełnym uruchomieniu mogą dostarczyć mocy ok. 100 000 kW, przy czym dotychczasowe ich obciążenie maksymalne (r. 1935) przekroczyło 35 000 kW. Dzięki połączeniu trzech elektrowni o napięciu 100 kV istnieje możliwość wzajemnej wymiany energii w różnych porach roku między elektrowniami ciepłymi i wodną.

Z wykresów na rys. 16 i 17 widzimy, że obciążenie elektrowni w Oslavanach jest bardzo równomierne; w zimie szczyty pokrywane są przez elektrownie Vranov i Ciepłownię m. Brna. W lecie natomiast, — w okresie żniw — Oslavany wykazują również charakterystyczny szczyt poranny.

Wykresy na rys. 18 dają całokształt rozwoju produkcji pary i energii elektrycznej omawianych elektrowni w latach od r. 1913 — 1936 włącznie.

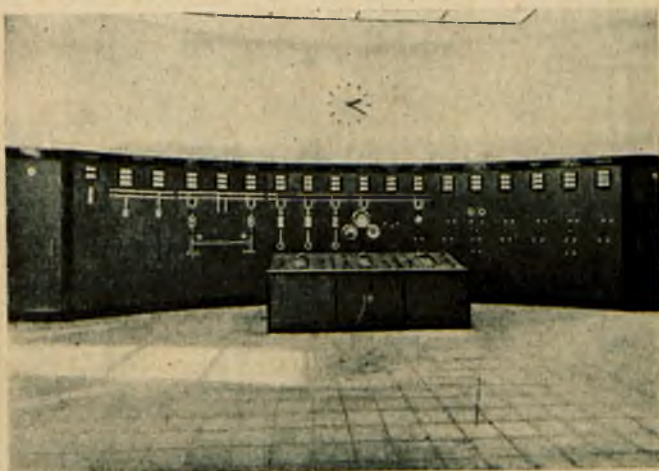


Rys. 14.
Schemat elektrowni wodnej w m. Vranov.

zapory — w czerwcu 1931 r. Uruchomiono elektrownię w kwietniu 1934 r. Wszystkie niemal maszyny i przyrządy zostały dostarczone przez firmy krajowe, jak C. M. K. D., Škoda, Křižik wzgl. krajowe wytwórnie firm zagranicznych.

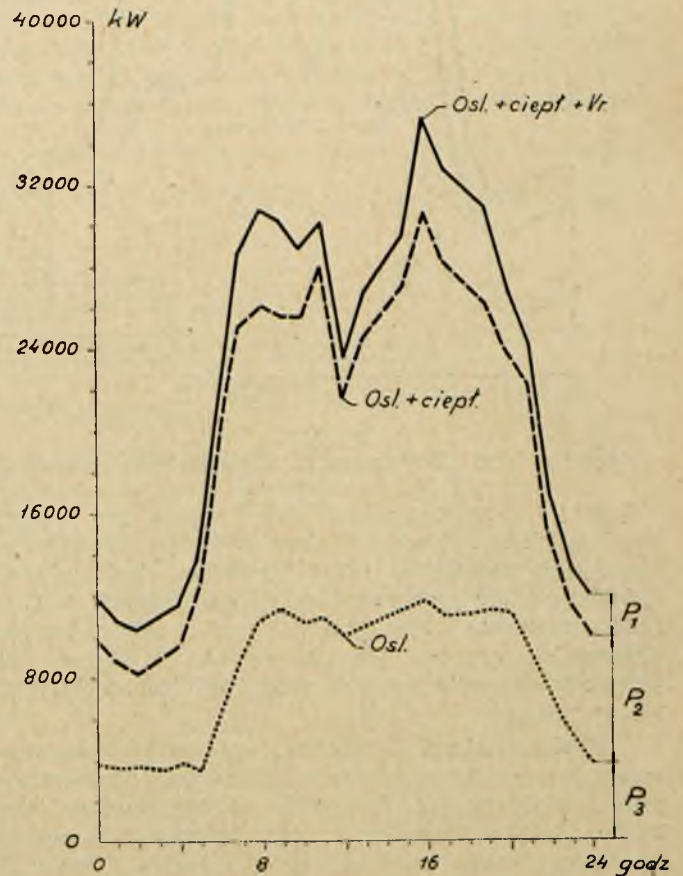
Roczna produkcja elektrowni przewidziana jest na 30 mio kWh, przesyłanych do sieci okręgowej „Elektrowni Zachodnio-Morawskich“. W roku 1935 wyprodukowano 8,5 mio kWh.

Głównym celem zapory we Vranovie jest regulacja spływu wód rzeki Dyji i dopływów; zabezpiecza ona ok. 8500 ha ziemi uprawnej przed powodzią. Prócz tego istnieje możliwość zwilżania gleby w okresie posuchy. Zwiększyła się przy tym wydajność wodnych zakładów prze-



Rys. 15.
Widok nastawni elektrowni w m. Vranov.

mysłowych w dole rzeki Dyji, a jednocześnie nastąpiła racjonalizacja gospodarki wodnej ziemi morawskiej, której groziło w ostatnich latach wysuszenie. W ten sposób głównym zadaniem zapory jest właściwie regulacja

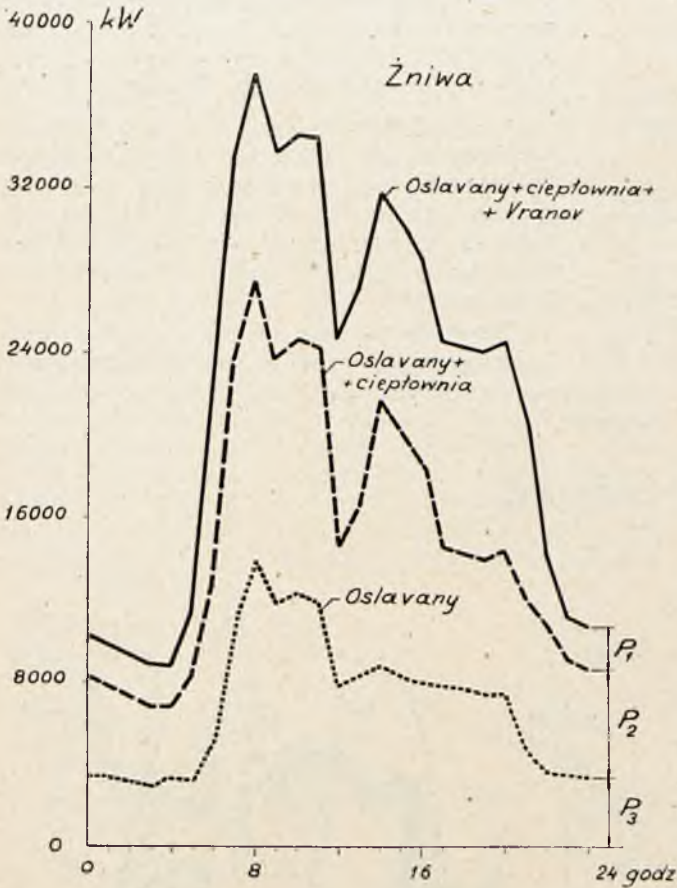


Rys. 16.
Wykres zimowy „Elektrowni Zachodnio-Morawskich“.

Elektrownia ciepła w Trzebowicach

Elektrownia ta należy do Spółki „Morawsko-Śląskich Elektrowni“ w Morawskiej Ostrawie; jest ona podstawowym źródłem zasilania dla tego okręgu, który korzysta poza tym z kilku elektrowni kopalnianych. Moc elektrowni w Trzebowicach wynosi obecnie 42 000 kW — przy projektowanej rozbudowie do 160 000 kW. Z Trzebowic będzie biegła linia 100 kV do Třynčca, stąd zaś dalej — na Słowaczczyznę. Sieć elektrowni zasilą północno-wschodnie Morawy i Śląsk.

Inicjatorem budowy elektrowni trebowickiej był prof. V. List, który zaprojektował wybudowanie elektrowni w pobliżu ostrawskiego rewiru węglowego, wybierając przy tym miejsce dogodne ze względu na łatwość dostarczania wody.



Rys. 17.

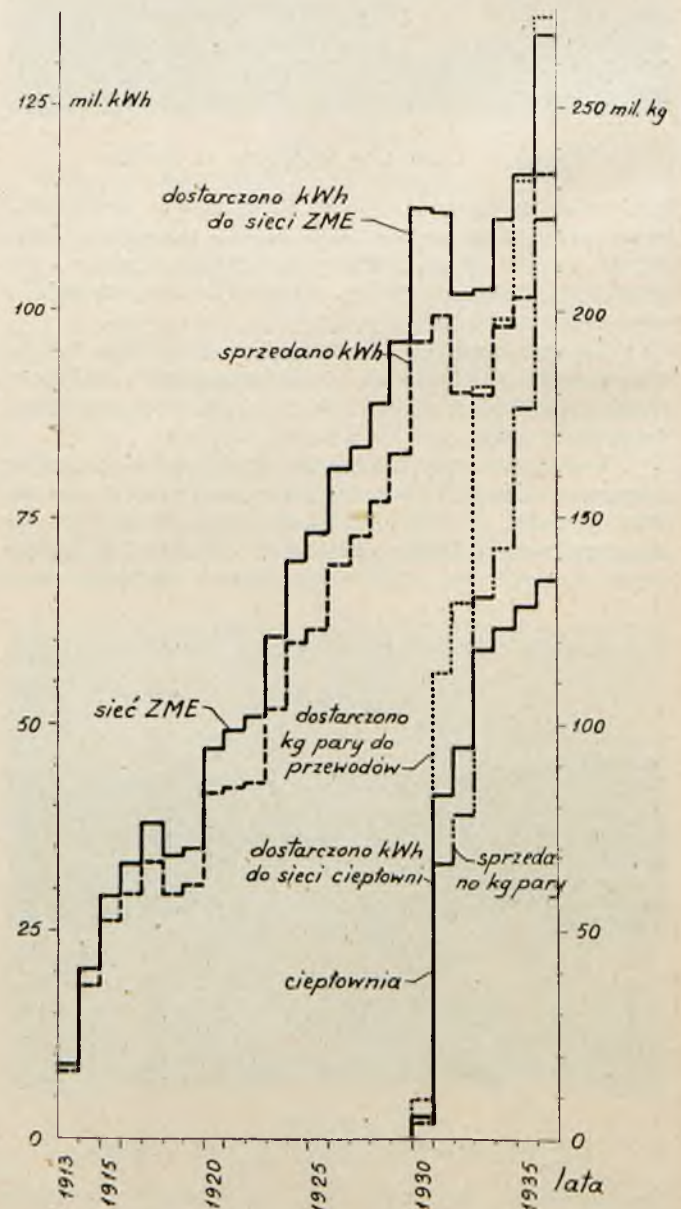
Wykres letni „Elektrowni Zachodnio-Morawskich“.

Przy wyborze ciśnienia pary wzięto pod uwagę wspólną ofertę Zakładów Witkowskich oraz Škody, proponujących urządzenie kotłów wysokiego ciśnienia syst. Löfflera. Po przeprowadzeniu szczegółowych studiów Spółka zamówiła u obu firm w końcu r. 1930 całkowite urządzenie elektrowni na ciśnienie 130 at. Na rys. 19 pokazany jest ogólny widok elektrowni trebowickiej od strony południowej.

Kocioł Löfflera. Zwiększenie sprawności kotła wymaga, jak wiadomo, podniesienia zarówno temperatury przegrzania pary, jak i jej ciśnienia. Stąd powstała idea budowy kotłów ponad 100 at, przy jednoczesnym ogrzewaniu kondensatu parą zaczepową z turbin i opalaniu kotła pyłem węglowym w strumieniu gorącego powietrza. Czynniki te spowodowały wzrost ogólnej sprawności urządzeń parowych do 30% i wyżej (dla wielkich jednostek). Zasada kotła wysokoprężnego prof. Löfflera oparta jest na wymianie ciepła między parą przegrzaną obiegową, a wodą — poza obrębem właściwego kotła. Kocioł ustawiony w elektrowni trebowickiej przez Zakłady Witkowskie (rys. 20) o wydajności 65 — 75 t/godz. posiada następujące główne części składowe przegrzewacze — główny i dodatkowy, pompę obiegową do pary przegrzanej oraz tzw. „wytwarzacz pary“, będący właściwie rodzajem bojlera. Pompa obiegowa zasysa z bojlera parę nasyconą o ciśnieniu 130 at i tłoczy się do przegrzewacza S i D (rys. 21). Trzecia część pary przegrzanej do 500° C o ciśnieniu 130,5 at biegnie do turbin, reszta — zaś tj. 2/3

wraca do bojlera, nagrzewając wodę. Bezpieczeństwo kotłów Löfflera polega na tym, że bojler, napełniony wodą, znajduje się poza paleniskiem, z gorącymi zaś gazami stykają się jedynie rury obu przegrzewaczy. Temperatura pary utrzymywana jest na właściwej wysokości drogą samoczynnej regulacji obrotów pompy obiegowej, względnie w drodze zasilania palników pyłem węglowym. Para o temperaturze 330° C pogrzewa się w pierwszym przegrzewaczu do 400° C, w drugim zaś — do 500° C. W pierwszej komorze gazy spalinowe posiadają temperaturę 1250° C, w drugiej 780° C, uchodząc, po podgrzaniu wody i powietrza, przy temperaturze 180° C. Pompa zasilająca pędzi kondensat przez podgrzewacz wody do bojlera, gdzie woda posiada temperaturę 270° C przy ciśnieniu 130 at. U góry znajduje się podgrzewacz powietrza, mieszanego z pyłem węglowym w palniku (1 komora).

Obieg pary i wody (rys. 21). Z trzech kotłów Löfflera para odchodzi przewodami wysokiego ciśnienia do wysokoprężnych części 2-ch turbin trójstopniowych, napędzających 2 turboprawdnicę o mocy 21 000 kW, 6300 V.

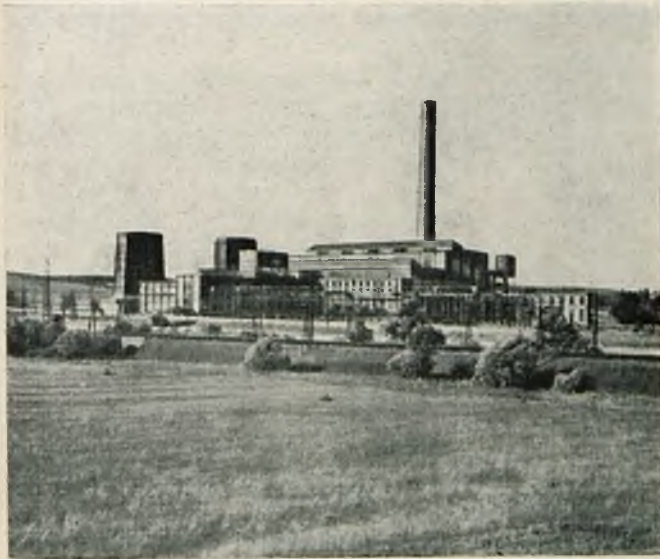


Rys. 18.

Wytwórność pary oraz energii elektrycznej w latach 1913—1936 w ciepłowni brneńskiej

Stąd biegnie para do przegrzewaczy przelotowych H, ogrzewanych świeżą parą o temperaturze 500°C, gdzie ogrzewa się do 380°C i przy ciśnieniu około 30 at wpada

sokiego ciśnienia dostarczają wodę do bojlera przez podgrzewacz wody w kotle.

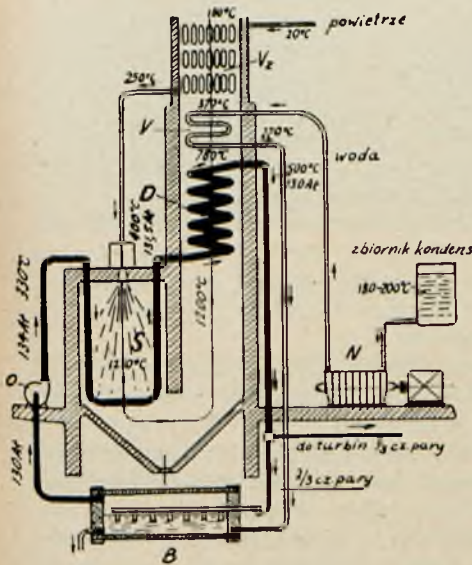


Rys. 19. Elektrownia w Trzebowicach (widok od strony południowej).

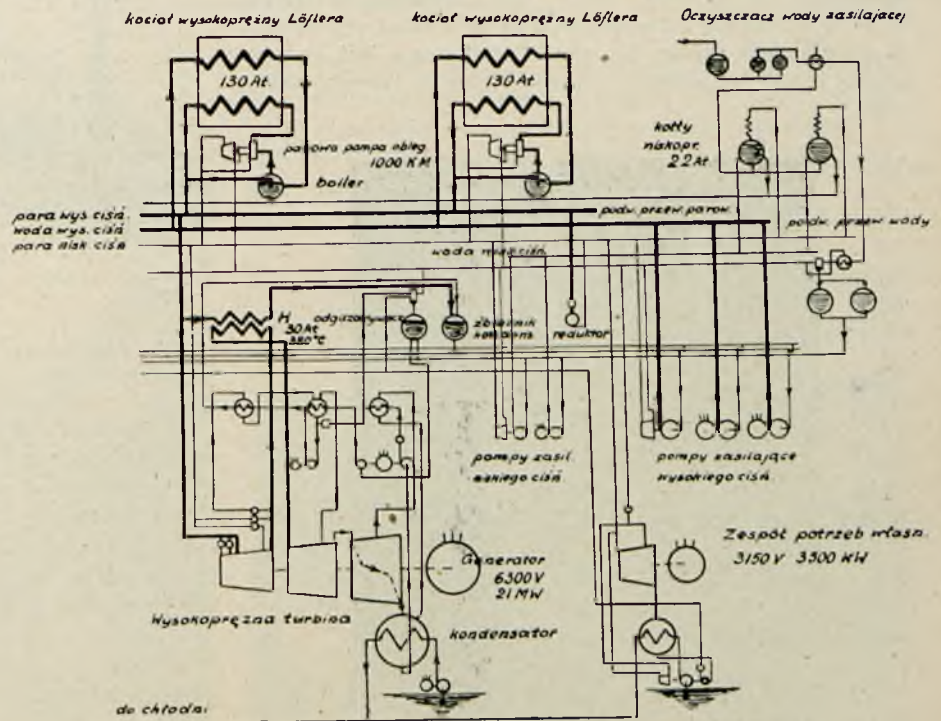
Kotły niskoprężne — syst. Babcock & Wilcox o paleniskach rusztowych i ciśnieniu pary 22 at przy 350°C przegrzania. Para z tych kotłów napędza turbozespół własnych potrzeb o mocy 3500 kW; poza tym para 22 at służy do napędu turbo-pomp obiegowych i zasilających. Kotły te służą również do destylacji wody uzupełniającej kondensat w obiegu wysokiego ciśnienia. Brakująca ilość pary jest dostarczana do przewodów niskiego ciśnienia z 1-go stopnia głównej turbiny, w razie zaś potrzeby — przez stację redukcyjną. Wodę z kondensatora turbiny własnych potrzeb dostarczają pompy do odgazowywacza. Woda zasilająca czerpana jest z pobliskiej rzeki; przechodzi ona przez filtr piaskowy, zmiękcza się permutytem i ogrzewa się w podgrzewaczu parą odlotową z turbin do 100°C, poczem gromadzi się w 2-ch zbiornikach, skąd pompy niskiego ciśnienia tłoczą ją do kotłów 22 at.

Uruchamianie kotłów odbywa się przez zasilenie bojlerów i przegrzewaczy parą niskiego ciśnienia przy zamkniętych przewodach wysokiego ciśnienia głównych turbin. Kotły opalane są w tym czasie olejem palnym przy użyciu 4-ch palników umieszczonych w ścianach komory spalinowej. Po uruchomieniu właściwych palników na pył węglowy włączana zostaje pompa obiegowa,

do części średnioprężnej, stąd zaś — do stopnia 3-go turbiny i wreszcie do kondensatora. Kondensat dostarczany jest przy pomocy pomp odśrodkowych przez pierwszy podgrzewacz do odgazowywacza. Podgrzewanie odbywa się parą zaczepową z 3-go stopnia turbiny. W odgazowywaczu następuje dalsze ogrzanie kondensatu parą niskiego ciśnienia z pomp obiegowych. Z odgazowywacza skropliny pompowane są przez dalsze podgrzewacze, ogrzewane parą ze średnich i wysokoprężnych części turbin, do zbiorników kondensatu, skąd pompy wy-



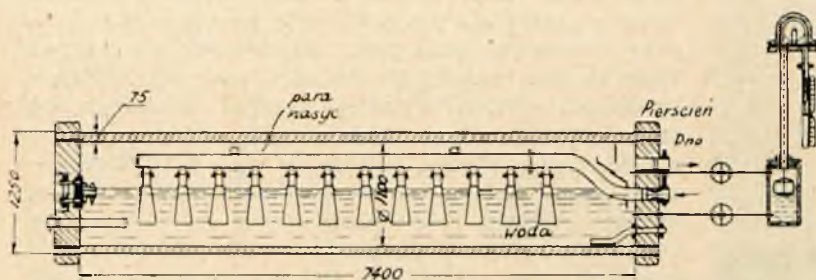
Rys. 20. Schemat kotła Loefflera.



Rys. 21. Schemat urządzeń mechanicznych elektrowni w Trzebowicach.

a po osiągnięciu 130 at ciśnienia (co trwa około 2 godzin) otwiera się przewody głównych turbin i włącza się pompy zasilające wysokiego ciśnienia. Każdy kocioł posiada 9 palników, do których doprowadza się paliwo przy pomocy podajników korytkowych, napędzanych elektrycznie z regulacją szybkości w granicach 40 — 100%. Pył węglowy dostarczany jest z płynów drogą pneumatyczną do zbiorników nad kotłami, miesza się z ogrzonym (do 250°C) powietrzem, poczem dostaje się do komory spalinowej. Temperatura pierwotna sięga 1250°C. Palnik zaopatrzony jest w łopatki ruchome, regulujące dopływ powietrza, mieszanego z pyłem węglowym. Gazy palinowe omywają przegrzewacze — wstępny i dodatkowy, a następnie podgrzewacze — wody i powietrza, po czym uchodzą do komina.

Pompa obiegowa dla pary wysokiego ciśnienia napędzana jest urbiną o mocy 1000 KM i zmiennej szybkości 2000 — 8000 obr./min., co pozwala na łatwe dostosowanie obiegu pary do obciążenia i utrzymania temperatury 500° C; wydajność pompy — 240 t/godz.



Rys. 22.
Wytwarzacz pary (bojler).

Zasilanie kotła regulowane jest samoczynnie przy pomocy pływaką, który nadaje stan poziomemu wody w bojlerze drogą elektryczną. Bojler — wytwarzacz pary jest to walec stalowy (rys. 22) o grubości ścianek 75 mm, zawierający wewnątrz dysze, przez które para przegrzana dostaje się do przestrzeni wodnej, gdzie się wywiązuje para nasycona. Para ta tłoczona jest następnie do kotła parową pompą obiegową. Rurki przegrzewaczy przedmuchiują się podczas pracy parą niskiego ciśnienia 12 — 20 at. Szlakę i popiół sflukuje się wodą i wypuszcza do specjalnych dołów. Na rys. 23 pokazany jest ogólny widok kotła wysokiego ciśnienia wraz z pompą obiegową.

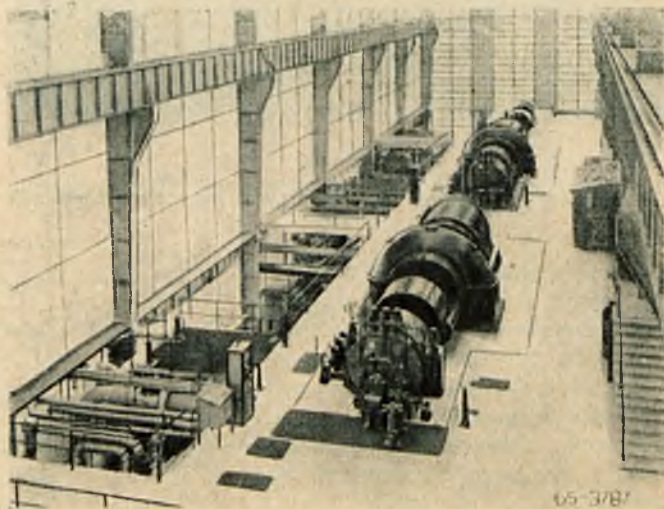


Rys. 23.
Kocioł wysokiego ciśnienia (przed kotłem pompa obiegowa).

Turbiny wysokiego ciśnienia są to 3-stopniowe turbiny akcyjne z kołem Curtisa (rys. 24), wyrobu Škody o mocy 21 000 kW. Do pierwszego stopnia dochodzi para o ciśnieniu 124 at i temperaturze 480° C. W kole Curtisa para rozpręża się do 70 at i 400° C. Mamy tu dwa odbiory pary niskiego ciśnienia dla napędu turbin pomocniczych i ogrzewania wody zasilającej.

Młyny węglowe. Węgiel suszy się przede wszystkim ciepłem gazów spalinowych. Ze zbiorników żelbetonowych dochodzi on następnie do młynów, gdzie zostaje rozbity przy pomocy wirujących tłuczków stalowych, przy czym węgiel rozbija się również o ściany skrzyni wyłożonej płytami pancernymi. Do zbiorników pyłu nad kotłami sproszkowany węgiel dostaje się przy pomocy wentylatorów. Wydajność młynów węglowych wynosi 4,5 t/g.; młyny napędzane są silnikami o mocy 140 kW. Moc wentylatora 90 kW.

Pominiemy opis takich urządzeń mechanicznych, jak chłodzenie wody, stacje pomp, dostawę węgla, usuwanie szlaki i popiołu oraz oczyszczanie oleju — jako rzeczy nie przedstawiających na ogół nic osobliwego i przejdziemy do urządzeń elektrycznych.



Rys. 24.
Widok maszynowni elektrowni w Trzebowicach (2 turbiny wysokiego ciśnienia oraz turbina dla własnych potrzeb).

Urządzenia elektryczne. Na rys. 25 pokazany jest schemat elektryczny elektrowni: 2 prądnice o mocy 30 MVA przy $\cos \varphi = 0,7$, 6300 V, połączone są bezpośrednio z transformatorami, podwyższającymi to napięcie do 3 × 110 kV; transformatory chłodzone są olejem obiegowym, przy czym każdy transformator posiada 2 pompy obiegowe oraz 2 chłodnice.

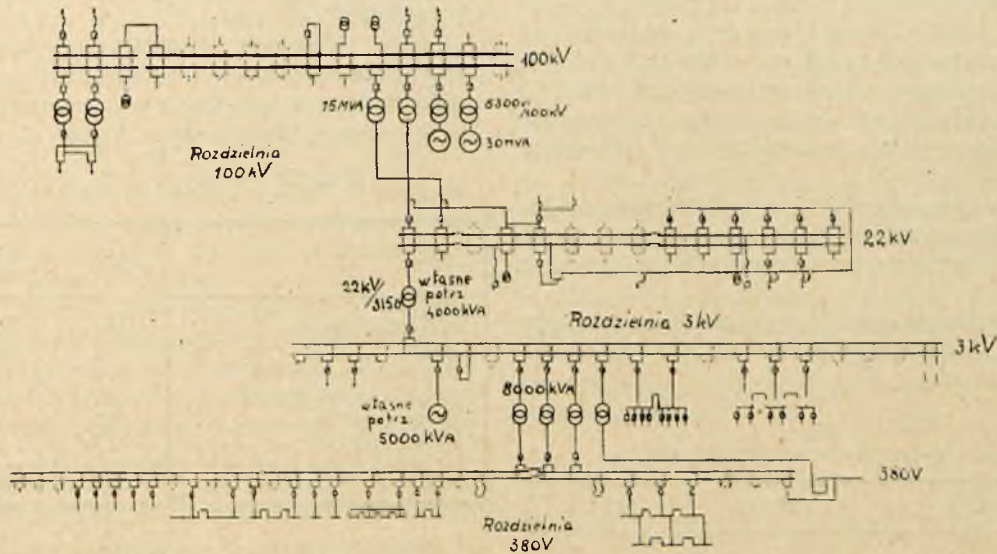
Rozdzielnia napowietrzna 100 kV umieszczona jest równoległe do maszynowni, przed którą ustawione są główne transformatory (rys. 26). Układ rozdzielni jest przejrzysty, konstrukcja lekka, kratowa, odporna na działanie wiatru i naciągu przewodów. Wyłączniki olejowe-trójkątowe o mocy odłączalnej 600 MVA każdy. Montaż przyrządów itp. odbywa się przy pomocy specjalnego wozu, poruszanego wzdłuż szyn, biegnących w trzech rzędach po terenie rozdzielni.

Dwutorowa linia dalekonośna 100 kV biegnie do Přerova, stąd zaś dalej — na zachód, zasilając energią obszar średnio-morawskich elektrowni.

Rozdzielnia 22 kV zasilą sieć okręgową, przeznaczoną dla bliższych okolic, oraz — przy pomocy transformatora 3000 V o mocy 4 MVA rozdzielnię własnych potrzeb. Wyłączniki olejowe — jednokotłowe o mocy odłączalnej 350 MVA. Szyny rozdzielni 22 kV zasilane są z szyn 100 kV dwoma transformatorami po 15 MVA. Rozdzielnia 3 kV umieszczona jest na dwóch piętrach

również systemu halowego; wyłączniki — o mocy 150 MVA. Rozdzielnia 380 V posiada konstrukcję żelazną; tablice z blachy. Moc wyłączników wynosi 75 MVA. Posiada ona trzy transformatory powietrzne, każdy o mocy 800 kVA. Pomocnicze tablice rozdzielcze umieszczone są

ne są urządzenia dyspozycyjne dla maszynowni oraz sterownicze — dla wyłączników. Na tablicy znajduje się schemat świetlny — dla rozdzielni 100 kV oraz dla rozdzielni do własnych potrzeb. Sygnalizacja odbywa się w ten sposób, że symbole poszczególnych części, jak szyn

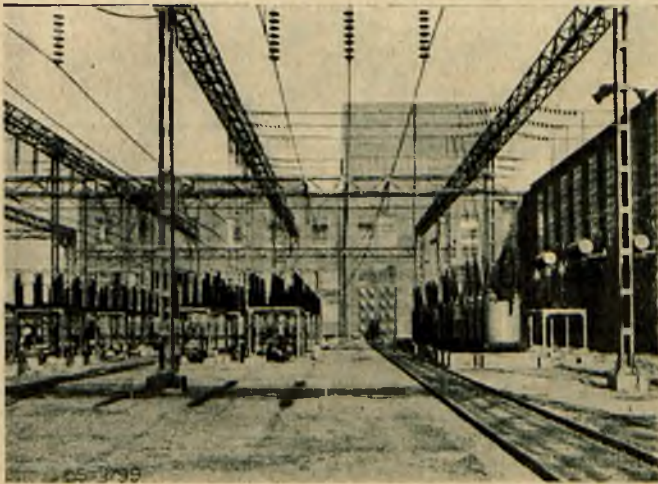


Rys. 25.
Układ połączeń elektrowni w Trzebowicach.

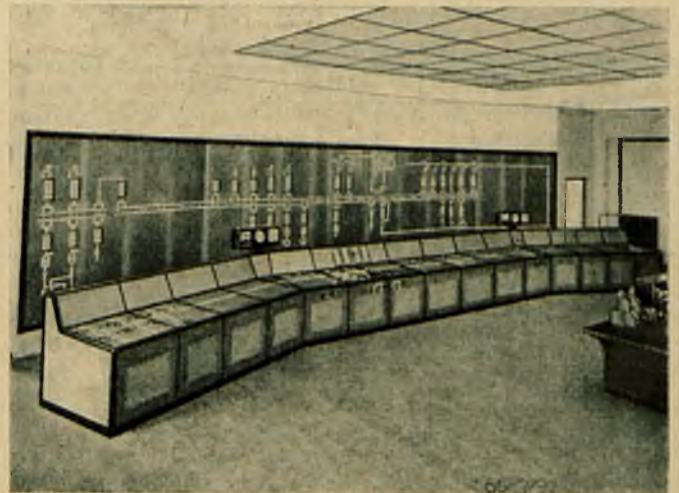
przy kotłach, prądnicach, młynach itp. zasilając silniki prądem o napięciu 3000 V, względnie 380 V, — zależnie od mocy. Poszczególne tablice mogą być łączone między sobą na wypadek uszkodzenia kabla zasilającego. Elektrownia posiada 2 baterie akumulatorów jedną o napięciu 220 V i pojemności 270 Ah, druga zaś — 24 V

zbiornych, odłączników, wyłączników, prądnic, transformatorów — prześwietlane są barwą czerwoną, lub zieloną — zależnie od stanu załączenia lub wyłączenia.

W razie niepożądanego wyłączenia w rozdzielni schemat zapala się samoczynnie, odnośny zaś symbol świeci biało, to jest kombinacją barw: czerwonej i zie-



Rys. 26.
Rozdzielnia napowietrzna 100 kV .



Rys. 27.
Nastawnia elektrowni w Trzebowicach.

i 110 Ah; służą one do zapasowego oświetlenia elektrowni, sterowania wyłączników oraz obsługi telefonów wewnętrznych i obwodów sygnałowych.

Nastawnia (rys. 27) znajduje się w górnej części budynku administracyjnego. Na pulpitych umieszco-

lonej, co wskazuje na niezgodność między stanem rzeczywistym w rozdzielni, a położeniem odnośnej rączki na pulpicie nastawni.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI

Obrót energii elektrycznej w marcu r. b.

W zakresie obrotu energii w marcu panowała na ogół tendencja mocna, co przypisać należy głównie pomyślniejszemu rozwojowi sytuacji gospodarczej kraju.

Zwłaszcza przystąpienie do realizowania programu inwestycyjnego przyczyniło się wydatnie do ożywienia produkcji energii.

Jednakowoż tempo rozwojowe wytwórczości energii zlekka osłabło w marcu, jak w ogóle w całym 1-ym kwartale r. b. w porównaniu z odpowiednimi okresami w ub. roku.

Zamiast nieprzerwanego, jak dotychczas, wzrostu produkcji energii, występują wyraźnie wahania, jak to widać z tablicy I.

Tablica I.
Przyrosty %-we wytwórczości energii.

Miesiące	1937/36	1938/37
Styczeń	+ 15,5	+ 10,5
Luty	+ 11	+ 13,5
Marzec	+ 19	+ 16,5
Przeciętnie za I kwartał	+ 15	+ 13,5

Pod względem ilościowym przyrosty w bieżącym roku i ubiegłym w I-ym kwartale są na jednym poziomie i wynoszą po 100 mio kWh.

Ogólną sytuację w zakresie obrotu energii obrazuje tablica II.

Tablica II.
Energia w 10⁶ kWh

lata	1936 r.		1937 r.			1938 r.		
	I-XII	I-XII	I-III	III	różnica %-wa 37/36 za marzec	I-III	III	różnica %-wa 38/37 za marzec
A. Energia wytworzona								
ogółem	2 867	3 355	790	272	+ 19	897	317	+ 16,5
w tym zakł. zawod.	1 120	1 365	331	114	+ 23	397	138	+ 21
przemysł.	1 747	1 990	459	158	+ 16	500	179	+ 13,5
B. Energia rozporządzalna								
ogółem	2 883	3 375	794	273	+ 18,5	904	320	+ 17
w tym zakł. zawod.	1 052	1 226	301	103	+ 19,5	345	120	+ 16,5
przem.	1 831	2 149	493	170	+ 18	559	200	+ 17,5

Wytwórczość energii w marcu wyniosła 317 mio kWh, niemal dorównując najwyższej produkcji miesięcznej w ub. roku, a mianowicie w październiku o 320 mio kWh. Udział zakładów zawodowych w łącznej wytwórczości wyniósł 43,6% wobec 41,9% w marcu ub. r., a za cały I kw. roku bieżącego 44,3% wobec 41,8% w ub. r.

Srednia dzienna wytwórczość energii wynosiła w marcu 10,2 mio kWh, a w ogóle w I-ym kwartale r. b.

— 10 mio kWh. Odpowiednie liczby dla ub. roku: 9 oraz 8,8 mio kWh.

Dane za I-y kwartał pozwalają odtworzyć rozwój koniunktury w poszczególnych gałęziach przemysłu porównawczo z takim że okresem ub. roku.

Tablica III.
Energia rozporządzalna za I kwartał
w 10⁶ kWh

	1937	1938	Przyrost % 1938/37
Kopalnie węgla	184	200	+ 8,7
Huty	94	104	+ 10,6
Fabryki chemiczne	114	139	+ 22
„ włókiennicze	29	33	+ 13,8
Cementownie	5	10	+ 100
Różne zakłady	13	14	+ 7,7
Ogółem	439	500	+ 13,9

W tych gałęziach przemysłu, które są związane z wykonywaniem programu inwestycyjnego, najniższy przyrost wykazują kopalnie węgla. Natomiast w średnim przemyśle, (reprezentowanym w rubryce „różne zakłady“ i posiadającym własne wytwórnie energii o mocy poniżej 5000 kW), oddziaływanie prac inwestycyjnych dotychczas jest b. słabe, gdyż 7,7%-owy przyrost energii rozporządzalnej (ilościowo — 1 mio kWh) nie świadczy o istotnej poprawie sytuacji.

Nie zaszkodzi trochę porównań, celem plastycznego uwydatnienia naszych stosunków elektryfikacyjnych. Udział Polski w światowej wytwórczości energii jest niesłychanie niski, jak świadczy tablica IV.

Tablica IV.
Energia w miliardach kWh

Lata	światowa wytwórczość energii		P o l s k a			
	wytwórczość energii		wytwórczość energii		udział % w światowej wytw. energii	
	ilościowa	%	ilościowa	%		
1929	310	100	3,05	100	0,985	
1932	285	92	2,26	74	0,79	
1933	300	97	2,40	79	0,80	
1934	330	106	2,62	86	0,79	
1935	365	117	2,82	92	0,77	
1936	400	129	3,08	101	0,77	
1937	450	144	3,60	118	0,80	

Uwaga. Dane zaczerpnięte z Nr. 9 „Elektrizitätswirtschaft“ za r. b.

Jak wykazuje tablica IV, rozwój wytwórczości energii w Polsce nie nadązał za światowym tempem produkcji. Przyjmując rok najwyższej koniunktury 1929-ty za 100, okazuje się, że światowa produkcja energii w 1932 roku, (stanowiącym „dno depresji“) skurczyła się tylko o 8%, a w 2 lata później osiągnęła poziom 106. Natomiast Polska w 1932 r. zmniejszyła swą wytwórczość energii o 26% i dopiero w 4 lata później zrównała się z 1929 rokiem w wytwórczości energii.

Silny spadek produkcji energii, który zaznaczył się w latach kryzysu ekonomicznego, nieobserwowany w tym stopniu w żadnym innym kraju, świadczy, że Polska

posiada słabą strukturę gospodarczą, bowiem inne kraje szybciej przeszły w okres poprawy koniunktury. W 1929-ym roku nasz udział w światowej produkcji energii, wyrażał się niespełna 1%-em. W następnych latach zostaliśmy zepchnięci nawet i z tej pozycji na jeszcze bardziej szary koniec, gdyż w zeszłym roku, a więc już po przetrzymaniu depresji gospodarczej, osiągnęliśmy 0,8%. W 1938 r. przewidziana produkcja światowa energii przekroczy 500 miliardów kWh, gdy Polska osiągnie ok. 4 mrd kWh, a więc również 0,8% światowej wytwórczości. Innymi słowy, niejako stabilizujemy się na niskim poziomie.

Nasze stosunki elektryfikacyjne można w inny jeszcze sposób uwypuklić. Otóż przeciętna światowa wytwórczość na głowę ludności wynosiła w 1937 r. około 160 kWh, gdy w Polsce — 104 kWh.

Te liczby nie wymagają komentarzy i świadczą o konieczności dokonania intensyfikacji naszego życia gospodarczego i podciągnięcia się przynajmniej do poziomu przeciętnej światowej na głowę ludności, co odpowiada rocznej wytwórczości energii w wysokości 5,5 miliardów kWh.

Tablica V stanowi rozwinięcie tablicy IV i odtwarza przebieg produkcji energii w poszczególnych krajach

Tablica V.
Energia w miliardach kWh.

K r a j	Elek- tro- wnie	1929	1932	1935	1936	1937	Wytwo- rzość w 1937 r. na głowę ludności
Stany Zjedn.	I+II	135 100	111,7 83	135 100	150 111	160 118	1 235
Niemcy . . .	I+II	31,6 100	24,3 77	36,7 116	42,5 135	50,5 160	747
Kanada . . .	I	18 100	15,9 88	23,4 130	25,4 141	27,6 153	2 464
Francja . . .	I+II	14,4 100	13,6 94	15,8 110	16,7 116	18,3 127	436
Anglia . . .	I	12 100	13,7 114	19 158	21,7 181	24 200	509
Włochy . . .	I	9,8 100	10,2 104	13,1 134	13,5 138	15 153	350
Szwajcaria .	I+II	5,3 100	4,8 91	5,7 108	6,1 115	6,9 130	1 643
Szwecja . . .	I+II	5 100	4,9 98	6,9 138	7,4 148	8 160	1 269
Belgia . . .	I+II	4,3 100	3,9 91	4,5 105	4,9 114	5,6 130	669
Czechosłowacja	I+II	3,4 100	2,7 80	3,0 88	3,5 103	3,8 112	247
Austria . . .	I	2,55 100	2,30 90	2,60 102	2,60 102	2,80 110	418
Holandia . .	I	1,6 100	2 125	2,2 138	2,3 144	2,8 175	321
Rumunia . .	I+II	0,57 100	0,54 95	0,87 152	0,96 168	1,05 184	54
Dania	I+II	0,55 100	0,66 120	0,85 155	0,96 175	1,15 210	310
Portugalia . .	I+II	0,24 100	0,29 121	0,36 150	0,37 154	0,40 167	54
Polska	I+II	3,05 100	2,26 74	2,82 92	3,08 101	3,60 118	104

Uwaga: I — zakłady zawodowe.
II — przemysłowe.

poczynając od 1929 r. przyjętego za wskaźnik 100, a kończąc na ub. roku. A zatem są objęte lata najwyższej koniunktury, najgłębszej depresji i lata poprawy.

W wyścigu pracy zachodnie kraje posunęły się od 1932 r. b. szybko naprzód. Spadek wytwórczości w 1932 r., według wskaźnika z 1929 r. jedynie w Polsce, Niemczech i Stanach Zjednoczonych przybrał większe rozmiary. W szeregu krajów, jak Anglia, Holandia, Dania, Portugalia oraz autarkiczne Włochy, wytwórczość energii nie tylko, że nie uległa załamaniu, lecz przeciwnie, wykazuje wzrost nawet w 1932 r. (oczywiście o różnej skali wzrostu w poszczególnych krajach, w zależności od struktury gospodarczej), w stosunku do poziomu z 1929 r. Natomiast w ub. r. nasze tempo przyrostu wytwórczości energii było (w stosunku do 1929 r.) tak słabe, że mieliśmy za sobą jedynie Czechosłowację i Austrię, pozostając w tyle jednak za Danią, Rumunią, Holandią i Portugalią. Wreszcie ostatnia rubryka w tablicy V podkreśla miejsce Polski w szeregu państw pod względem wytwórczości energii na głowę ludności.

E. U.

Uprawnienia rządowe

Urząd Wojewódzki Pomorski podaje do publicznej wiadomości:

o otrzymaniu skierowanego do Ministerstwa Przemysłu i Handlu podania Zarządu Miejskiego w Wejherowie o udzielenie uprawnienia rządowego na przetwarzanie, przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej w celu zawodowego jej zbytu na obszarze m. Wejherowo oraz gromad: Kapino, Smiechowo, Naniec i Wejherowo — Zamek gminy wiejskiej Wejherowo w pow. Morskim.

Stosownie do przepisu § 20 rozporządzenia z dnia 31 października 1934 r. (Dz. U. R. P. Nr 104, poz. 928) Ministerstwo Przemysłu i Handlu ogłasza o nadaniu uprawnień rządowych: 1) Nr 342 z dnia 21 stycznia 1938 roku firmie „Elektryczność“, sp. z o. o. w Krzemieńcu, województwa Wołyńskiego na zakład elektryczny w m. Beresteczku, powiatu Horochowskiego na lat 25; 2) Nr 343 z dnia 3 lutego 1938 roku Romualdowi Dąbrowskiemu na zakład elektryczny rozdzielczy w miasteczku Maniewicze, powiatu Kowelskiego na lat 20; 3) Nr 344 z dnia 11 lutego 1938 roku Ignacemu Łopuszyńskiemu na zakład elektryczny na obszarze gromad: Czerhanówka, Kosów Stary, Smodna, Wierzbowiec, Horod i Słobódka, powiatu Kosowskiego na okres do dnia 20 listopada 1960 roku; 4) Nr 345 z dnia 18 lutego 1938 roku m. Kaliszowi na zakład elektryczny przemysłowo-rozdzielczy, obejmujący powiaty: Jarociński, Kaliski, Kępiński, Koniecki, Krotoszyński i Ostrowski na lat 40; oraz o dokonanej zmianie warunków uprawnienia rządowego Nr 44, nadanego „Elektrowni w Sarnach sp. z o. o.“, a mianowicie: 1) zamiast udzielania odbiorcom opustów, przewidzianych w § 70, przyznano uprawnionemu prawo stosowania wszelkich sposobów taryfikacji, uznanych przez władzę nadzorczą za nie mniej korzystne dla ogółu odbiorców (§ 77) i 5) dostarczanie energii elektrycznej od zmierzchu do świtu (§ 36) zastąpiono przez dostawę w ciągu całej doby, poczynając od 1 października 1938 roku

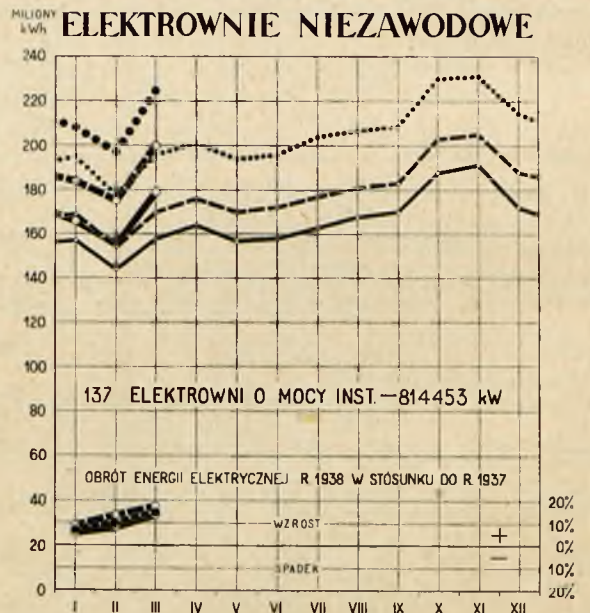
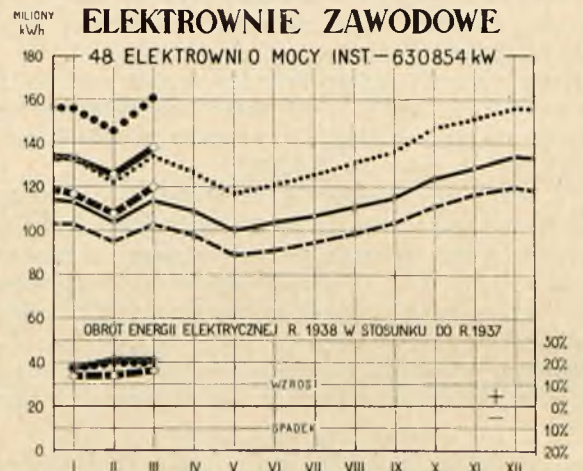
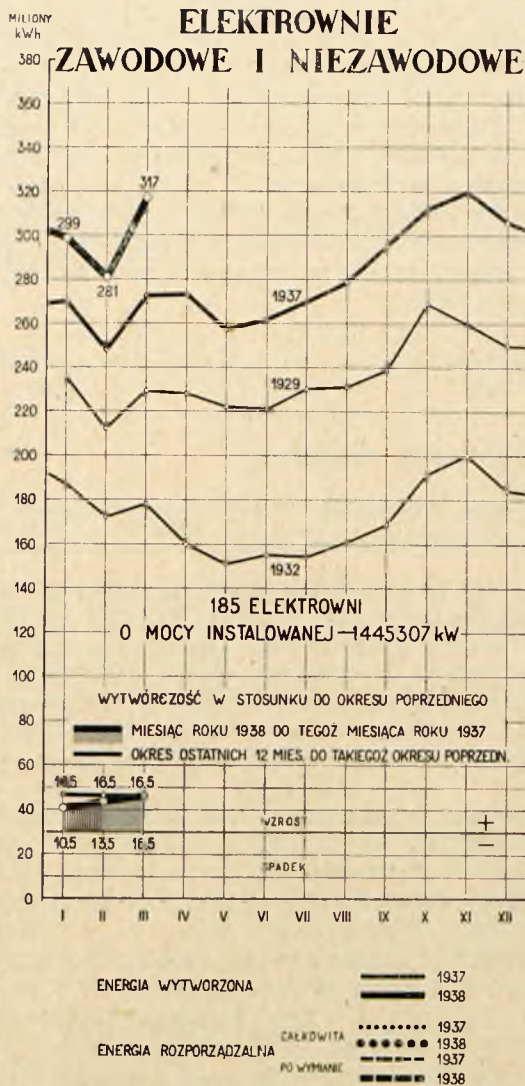
MINISTERSTWO PRZEMYSŁU I HANDLU
BIURO ELEKTRYFIKACJI
STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

Rok IX

MIESIĘCZNY OBRÓT ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Marzec 1938

Elektrownie (185) o mocy instalowanej ponad 1 000 kW (ok. 94% wytwórczości).



ELEKTROWNIE o mocy instalowanej ponad 1000 kW	Liczba zakładów	Moc instalo- wana kW	Własna wytwórczość		Wymiana energii z innymi elektrowniami		Rozporządzalna energia			
			1000 kWh	przyrost %	otrzyma- no 1 000 kWh	oddano	całkowita rb. (4 + 5)	przyrost %	po oddaniu innym elektrowniom rb. (4 + 5 - 6)	przyrost %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I + II	185	1 445 307	317 035	+ 16,5	68 517	65 635	385 552	+ 17,0	319 917	+ 17,0
I Zawodowe	48	630 854	137 680	+ 21,0	23 327	40 725	161 007	+ 20,0	120 282	+ 16,5
1) Okręgowe	O	23	361 270	+ 21,0	17 711	36 974	105 350	+ 19,0	68 376	+ 13,0
2) Lokalne	L	25	269 584	+ 20,5	5 616	3 751	55 657	+ 22,0	51 906	+ 21,0
II Niezawodowe	137	814 453	179 355	+ 13,5	45 190	24 910	224 545	+ 14,5	199 635	+ 17,5
1) Kopalnie węgla	W	39	379 095	+ 3,5	13 987	23 740	91 016	+ 4,5	67 276	+ 8,5
2) Huty	H	13	94 103	+ 23,0	15 156	1 139	37 964	+ 15,5	36 825	+ 15,0
3) Fabryki chemiczne	Ch	14	114 911	+ 21,0	11 039	—	49 588	+ 26,0	49 588	+ 26,0
4) Fabryki włókiennicze	Wł	17	45 506	+ 5,5	1 553	—	12 269	+ 11,5	12 269	+ 11,5
5) Cukrownie	Ck	22	61 733	- 13,5	—	20	173	- 11,0	173	- 11,0
6) Papiernie	P	6	43 890	+ 15,5	1 222	—	16 575	+ 18,5	16 575	+ 18,5
7) Cementownie	Cm	8	33 011	+ 123,0	22	31	7 691	+ 121,0	7 660	+ 120,5
8) Pozostałe zakłady przem.	R	16	28 624	+ 15,5	478	—	5 023	+ 14,5	5 023	+ 14,5
9) Trakcyjne	T	2	13 580	+ 1,0	1 713	—	4 246	+ 11,0	4 246	+ 11,0

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

X WALNE ZGROMADZENIE S. E. P.

Zarząd Główny S. E. P. podaje do wiadomości ogółu członków Stowarzyszenia, że w sobotę dn. 30 lipca 1938 roku o godz. 11-ej odbędzie się w Gdyni posiedzenie plenarne dla załatwienia spraw formalnych.

Porządek dzienny.

1. **Rozpatrzenie i zatwierdzenie sprawozdania Zarządu Głównego** z działalności SEP w roku 1937/38 (sprawozdanie wydrukowane w Nr. 14 „Przeгляdu Elektrotechnicznego“ z dnia 21 lipca 1938 r.).

2. **Rozpatrzenie i zatwierdzenie sprawozdania Komisji Rewizyjnej SEP.**

3. **Uchwalenie preliminarza budżetowego na rok 1938 i upoważnienie Zarządu Głównego do wydatkowania sum stosownie do wpływów** (preliminarz wydrukowany w Nr. 14 „Przeгляdu Elektrotechnicznego“ z dn. 21 lipca 1938 r.).

4. **Wniosek Zarządu Głównego SEP** o przyznanie inż. Józefowi Podoskiemu, Sekretarzowi Generalnemu Stowarzyszenia, praw głosu decydującego na równi z członkami Zarządu Głównego, stosownie do § 36 statutu SEP.

5. **Zatwierdzenie przepisów i norm elektrotechnicznych (PNE) stosownie do § 26 p. c. statutu SEP.**

6. **Wnioski o zmianę statutu SEP.**

7. **Wniosek Zarządu Głównego SEP** w sprawie opodatkowania się członków Stowarzyszenia na Fundusz Jubileuszowy SEP.

8. **Ogłoszenie wyników referendum w sprawie wyborów Prezesa i członków Zarządu Głównego SEP.**

9. **Wybór członków Komisji Rewizyjnej.**

10. **Wybór miejsca XI-go Walnego Zgromadzenia SEP.**

KOMUNIKATY S. E. P.

Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich zawiadamia, że:

w środę dnia 25 maja b. r. od godz. 9,15

odbędzie się zebranie Zarządu Głównego SEP oraz Prezesów Oddziałów i Sekcji wraz z przewodniczącymi organów Stowarzyszenia.

Na posiedzeniu przedpołudniowym dyskutowane będą wnioski dotyczące zamierzonej zmiany statutu Stowarzyszenia i sprawy związane z organizacją X-go Walnego Zgromadzenia SEP na Bałtyku. Na popołudniowym posiedzeniu omawiana będzie działalność poszczególnych organów Stowarzyszenia oraz dezyderaty, wnioski i komunikaty Oddziałów.

Porządek Dzienny Zebrania.

Początek o godz. 9,15.

Zagajenie zebrania przez Prezesa SEP, inż. Alfonsa Hoffmanna.

Część I — Sprawy X Walnego Zgromadzenia SEP.

1. Porządek dzienny zebrania dla spraw formalnych.
2. Sprawy konsolidacji świata elektrotechnicznego.
3. Projekt zmian statutu SEP.
4. Projekt ustroju świata technicznego.
5. Wniosek w sprawie opodatkowania członków na Fundusz Jubileuszowy SEP.
6. Zaproszenie Oddziału Zagłębia Węglowego na odbycie w Katowicach w 1939 r. XI-go Walnego Zgromadzenia SEP, połączonego z obchodem 20-lecia Stowarzyszenia i Wystawą Przemysłu Elektrotechnicznego i Mechanicznego.

Część II — Stan i program prac SEP.

7. Komunikat Sekretarza Generalnego o stanie prac Stowarzyszenia.
8. Prace przepisowe i normalizacyjne.
9. Biuro Znaku SEP.
10. Sekcja Radiotechniczna.
11. Sekcja Przemysłowa.
12. Sekcja Szkolnictwa Elektrotechnicznego.
13. Sekcja Elektryfikacyjna.
14. Centralna Komisja Słownictwa Elektrotechnicznego.
15. Polski Komitet Elektrotechniczny.
16. Polski Komitet Wielkich Sieci Elektrycznych.
17. Polski Komitet Oświetleniowy.
18. Fundusz Stypendialny Polskiej Elektrotechniki.
19. Komisja Wydawnicza.
20. Komisja Biblioteczna i Bibliograficzna.
21. Biuro Pośrednictwa Pracy.
22. Komunikaty i wnioski Oddziałów SEP.
Zamknięcie zebrania.

ODDZIAŁ BYDGOSKI.

Zgłoszenie na członka zwyczajnego*):

Gisman Władysław — Bydgoszcz, 3 Maja 26 m. 5.

ODDZIAŁ TORUNSKI.

Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Maciejewski Kazimierz, inż. — Gródek, p. Drzycim, pow. Świecie.
Piotrowski Teodor, inż. — Toruń, Mickiewicza 31 m. 3.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Zgłoszenie na członków zwyczajnych:

Biedrzycki Roman, inż., Łódź, Zamenhofska 20.
Chmielewski Tadeusz, tchlg., Warszawa, Krucza 24.
Pac Władysław, inż., Warszawa, Filtrowa 64 m. 8.
Rees Trevor — Warszawa, Pl. Napoleona 9.
Sulikowski Kazimierz, Łódź, Zamenhofska 20 m. 1.
Szelemetko Jan Antoni, inż., Warszawa, Żelazna 74 m. 47.
Weingart Charles Jean, inż., Warszawa, Sewerynow 4 m. 1.
Wojciechowski Bogumił M. inż., W-wa 26, Al. Waszyngtona 24.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Bałas Konstanty inż., Warszawa, Wołomińska 22 m. 18.
Grunwald Zdzisław Emil inż., Warszawa, 6 Sierpnia 20 m. 26.
Kancierz Janusz tchlg., Warszawa, Grochowska 322 m. 9.
Majewski Władysław Jerzy inż., W-wa, Balonowa 8 — Mokotów.
Oliński Alojzy inż., Warszawa, Kolejowa 57.
Puchało-Puchłowski Konstanty inż., W-wa, Cecylii Śniegockiej 10.
Regulski Tad. Gustaw, W-wa, Karolkowa 36/44, „Phillips”.

ODDZIAŁ WYBRZEŻA MORSKIEGO.

Zgłoszeni na członków zwyczajnych*):

Markus Franciszek, tchlg., Gdynia, 10 Lutego 10 m. 19.
Mistat L., kpt. mar. handl., Gdynia, G. Chrzanowskiego 11 m. 10

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.

Zgłoszenie na członków zwyczajnych.

Grzywak Jerzy, inż. — Katowice, Wierzbowa 13.
Pasierbiński Al. Jerzy, inż. — Katowice - Ligota, Aleja I Nr. 3.
Weigel-Milleret Stefan, inż., Jaworzno, Jaworznicke Kop. Węgla.

Przyjęci na członków zwyczajnych:

Miączyński Adam, inż., Hajduki Wielkie, kol. Hutnicza 48.
Mierzyński Zbig., inż., Janów, Katowic. Elektownia św. Jerzego.
Olszowski Karol, inż., Kopalnia Kazimierz k. Strzemieszyc.
Schoeneich Janusz, tchlg. — Katowice, Gliwicka 6 m. 8.

Zgłoszenie na członka zbiorowego:

„Zwój” — Fabryka Przewodów i Art. Elektrotechnicznych, Spółka Jawna, Katowice - Szopienice, Rozdzińska 6.

*) U w a g a : Zgodnie z par. 10 Statutu S.E.P., każdy członek Stowarzyszenia ma prawo złożenia właściwemu Zarządowi oddziału w ciągu 4 tygodni od daty niniejszego ogłoszenia umotywowanego protestu przeciwko przyjęciu powyższych kandydatów.

PROJEKT 1-szy*)

PAŃSTWOWE PRZEPISY TECHNICZNE NA NAPOWIETRZNE LINIE ELEKTRYCZNE PRĄDU SILNEGO**).

(Nowelizacja).

(Ciąg dalszy).

III. IZOLATORY.

§ 16. Izolator.

Napięcie nominalne izolatora powinno być co najmniej równe napięciu liniowemu (§ 2 p. 14).

Izolator należy łączyć z trzonem lub z uzbrojeniem przy pomocy takiego materiału, który nie wywiera niekorzystnych naprężeń w materiale samego izolatora przy zmianie swojej objętości.

Należy stosować tylko takie izolatory, których nominalny naciąg wynosi co najmniej 90% wytrzymałości doraźnej danego przewodu.

Naciąg nominalny izolatora powinien być nie mniejszy od siły działającej na niego przy zastosowanym naprężeniu.

§ 17. Przywiązywanie przewodu.

1. Przy obieraniu sposobu przywiązywania przewodu należy się liczyć z naciągiem przewodu działającym poziomo, parciem wiatru na przewody działającym poziomo, ciężarem przewodu wraz z obciążeniem dodatkowym, działającym pionowo w dół, siłą pionową działającą do góry, a występującą przy opadaniu szadzi z przewodu, względnie w czasie mrozu, przy dużej różnicy poziomów punktów zaczepienia.

2. Rozróżnia się dwa sposoby przywiązywania przewodu, a mianowicie: przywiązanie luźne i przywiązanie na moc.

a) Przywiązanie luźne.

Przy izolatorach stojących przewód powinien być tak przymocowany, aby nie mógł się oddalić od sztyki izolatora. Korzystnym natomiast jest, gdy przewód może się przesuwać wzdłuż osi własnej.

Na słupach narożnych drut wiązalkowy nie powinien być narażony na rozciąganie pod wpływem siły wypadkowej.

Drut wiązalkowy powinien być wykonany z tego samego materiału co przewód właściwy.

Przy izolatorach wiszących korzystnym jest, gdy przewód może się przesuwać wzdłuż własnej osi względem zacisku nośnego.

*) Odsyłacze patrz P. E. zeszyt 9. W odsyłaczu **) przez omyłkę nie podaliśmy w składzie Komisji XI nazwiska p. inż. I. Frindlendera.

b) Przywiązanie na moc.

Przy izolatorach stojących przy tym sposobie przywiązania przewód pod wpływem wiatru może wykonywać jedynie nieznaczne ruchy dookoła sztyki izolatora. Pętla, wykonana z przewodu, powinna tak ciasno obejmować sztykę izolatora, aby nie mogła zeskokczyć przez główkę izolatora nawet przy szarpaniu przewodu przez wiatr. W razie potrzeby należy pętlę przywiązać do izolatora drutem wiązalkowym.

Przy izolatorach wiszących pętla przytrzymywana jest przez zacisk odciągowy.

IV. KONSTRUKCJE WSPORCZE WOLNO-STOJĄCE. (SŁUPY).

A. Obliczanie słupów.

§ 18. Siły działające na słup.

1. Przy obliczaniu statycznym słupów należy uwzględnić następujące siły:

- ciężar samego słupa, poprzeczników, izolatorów i przewodów wraz z szadzią,
- parcie wiatru na słup, poprzeczniaki, izolatory i przewody pokryte szadzią,
- naciąg przewodów.

Jeżeli przy obliczeniu słupów bierze się pod uwagę parcie wiatru na przewody, to nie należy uwzględniać jednocześnie naciągu i odwrotnie, licząc na naciąg, należy pomijać parcie na przewody.

2. Zazwyczaj uwzględnia się ciężar przewodów z szadzią na połowie długości przeszła po jednej i drugiej stronie urządzenia wsporcze. Przy dużych zas przęślach i równocześnie przy dużej różnicy wysokości zawieszenia przewodów — przy obliczaniu słupa wyżej położonego, należy uwzględnić rzeczywisty ciężar przewodów z szadzią.

3. Przy obliczeniach należy przyjmować parcie wiatru za siłę działającą poziomo, której wielkości zależy od wysokości działania ponad powierzchnią ziemi. Parcie wiatru na metr kwadratowy płaszczyzny prostopadłej do kierunku wiatru wynosi:

100 kg na wysokości do	15 m
125 kg „ „	od 15 — 50 m
150 kg „ „	50 — 100 m
175 kg „ „	100 — 160 m
200 kg „ „	150 — 200 m
250 kg „ „	powyżej 200 m

nad powierzchnią ziemi.

c) poza tym, dla słupów, wyższych od 10 m — poziomą siłą umyślną, działającą w kierunku linii na średniej wysokości zawieszania; wartość tej siły ma wynosić czwartą część parcia wiatru na przewody, obliczonego dla przypadku a).

4. Słup narożny należy liczyć na:

a) wypadkową z obu (lub kilku) naciągów jednostronnych, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku tej wypadkowej; gdyby jednak parcie wiatru na przewody w kierunku wypadkowego naciągu było większe od naciągu, to należałoby wziąć do obliczenia parcie wiatru (zamiast naciągu);

b) wypadkowa z obu (lub kilku) naciągów jednostronnych, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku prostopadłym do tej wypadkowej.

W podobny sposób oblicza się obciążenie normalne słupów rozgałęzionych, a także przelotowych o niejednakowych naciągach z obu stron.

5. Słup podporowy należy liczyć na:

a) obciążenie słupa przelotowego w przypadku a) p. 3,

b) $\frac{2}{3}$ jednostronnego naciągu, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku prostopadłym do linii.

Słupy podporowe powinny być rozstawione w niezbyt wielkich od siebie odległościach, a w żadnym razie nie większych od 3 km.

6. Słup podporowo-narożny należy liczyć na:

a) obciążenie słupa narożnego w przypadku a) p. 4,

b) obciążenie słupa narożnego w przypadku b) p. 4,

c) $\frac{2}{3}$ jednostronnego naciągu, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku prostopadłym do wypadkowego naciągu,

d) $\frac{2}{3}$ jednostronnego naciągu, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku równoległym do jednostronnego naciągu.

7. Słup krańcowy oblicza się na obciążenie normalne, tj. na całkowity naciąg jednostronny, a jednocześnie na parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku prostopadłym do linii.

§ 20. Obliczanie na zerwanie przewodu nie znajdującego się w osi słupa.

1. Słupy II-ej kategorii powinny być sprawdzone na wypadek zerwania przewodu, nie znajdującego się w osi słupa, tj. na skręcenie, przy czym wymiary słupa powinny być

Dla miejsc, narazonych na specjalnie silne wiatry, a w szczególności dla wybrzeży morskich oraz dla tych okolic górskich, gdzie wieje wiatr halny, należy powyższe wartości odpowiednio powiększyć.

Przy obliczeniu parcia wiatru na słupy kratowe, należy do rzeczywistej powierzchni przedniej (ażurowej) dodać 50% tej powierzchni jako równowartość powierzchni ścianki tylnej, położonej w „cieniu wiatrowym“.

Dla powierzchni walcowych należy przyjmować za powierzchnię parcia wiatru:

a) dla przewodów oraz izolatorów — 50% rzutu pionowego (50% iloczyn z długości i średnicy),

b) dla ograbłych słupów pojedynczych — 60% rzutu pionowego (60% iloczyn z wysokości i średniej średnicy słupa),

c) dla słupów bliźniaczych — 160% iloczyn z wysokości i średniej średnicy drąga.

Gdy przedmiot jest nachylony skośnie do kierunku wiatru, to powierzchnią parcia wiatru jest powierzchnia obliczona, pomnożona przez sinus kąta, zawartego między kierunkiem wiatru, a płaszczyzną lub osią przedmiotu walcowego.

§ 19. Obliczanie słupów przy obciążeniach normalnych.

1. Słupy I-ej i II-ej kategorii należy liczyć na obciążenie normalne z dopuszczalnym naprężeniem normalnym. Poniżej wyliczone są przypadki obciążenia normalnego dla każdego rodzaju słupa. Poza wymienionymi niżej siłami poziomymi należy w każdym przypadku uwzględnić ciężary. Jeżeli słup jest wystawiony stale na skręcenie, to moment skręcenia należy również uwzględnić. Wymiary słupa powinny być tak dobrane, aby naprężenie w żadnym przypadku nie przekraczało dopuszczalnego naprężania normalnego.

2. Poprzeczniki i trzony izolatorowe oblicza się tak samo, jak słupy: na te same przypadki obciążenia, na te same siły (z uwzględnieniem ciężarów) i na dopuszczalne naprężenie normalne. Jedynie tylko dla słupów podporowych i odporonarożnych poprzeczniki i trzony oblicza się nie na $\frac{2}{3}$ naciągu, lecz na naciąg całkowity.

Wyjątek od tej zasady stanowią poprzeczniki ruchome oraz słupy z zaciskami ślizgowymi.

3. Słup przelotowy należy liczyć na:

a) parcie wiatru, prostopadłe do kierunku linii, a działające na słup, poprzeczniki, izolatory, tudzież na pół przęsła przewodów z jednej strony i pół przęsła — z drugiej;

b) parcie wiatru, równoległe do kierunku linii, a działające na słup, poprzeczniki i izolatory;

tak dobrane, aby naprężenia nie przekroczyły dopuszczalnego naprężenia zwiększonego.

W wypadku, gdy jeden z przewodów zerwie się z jednej strony stupa, to wówczas na stup działa moment skręcający, spowodowany naciągiem przewodu, znajdującego się z drugiej strony stupa. Naciąg ten oblicza się, mnożąc zastosowane naprężenie przez przekrój rzeczywisty przewodu. Przy obliczeniu należy przypuścić wypadek zerwania tego przewodu, który daje największy moment skręcania.

Poniżej wyliczone są przypadki obciążenia dla każdego stupa. Przy obliczeniach należy w każdym przypadku uwzględnić działanie ciężarów, a natomiast parcia wiatru można zupełnie nie uwzględniać. Zginanie należy uwzględnić tylko tam, gdzie ono występuje.

2. Poprzeczniki dla słupów przelotowych i narożnych muszą być sprawdzone na wypadek zerwania przewodu z dopuszczeniem naprężenia zwiększonego, a mianowicie: poprzecznik dla *stupa przelotowego* — na połowę naciągu jednego przewodu, a poprzecznik dla *stupa narożnego* na całkowity naciąg jednego przewodu; przy kilku przewodach na wspólnym poprzeczniku należy przyjąć wypadek zerwania tego przewodu, który daje największy moment zginania; ciężar należy uwzględnić, zaś parcie wiatru można pominąć.

Wyjątek od tych zasad stanowią poprzeczniki ruchome oraz słupy z izolatorami o zaciskach ślizgowych.

3. Słup przelotowy. Obciążenie w razie zerwania przewodu bęćcie: skręcanie stupa, wywołane połową naciągu jednego przewodu.

4. Słup narożny. Obciążenia w razie zerwania przewodu będą:

- a) *skręcanie stupa*, wywołane siłą skręcającą N , prostopadłą do wypadkowej naciągów, będącą składową naciągu wywołanego pęknięciem przewodu z drugiej strony stupa, a jednocześnie
- b) *zginanie*, wywołane:

- a) siłą zginającą równoległą do wypadkowej naciągów, będącą drugą składową naciągu wywołanego zerwaniem przewodu z drugiej strony stupa,

- β) naciągiem wypadkowym od przewodów pozostałych.

W podobny sposób oblicza się słupy rozgałęzione, a także przelotowe o niejednakowych naciągach z obu stron.

5. Słup odporowy. Obciążenie w razie zerwania przewodu będzie: *skręcanie stupa*, wywołane naciągiem jednego przewodu.

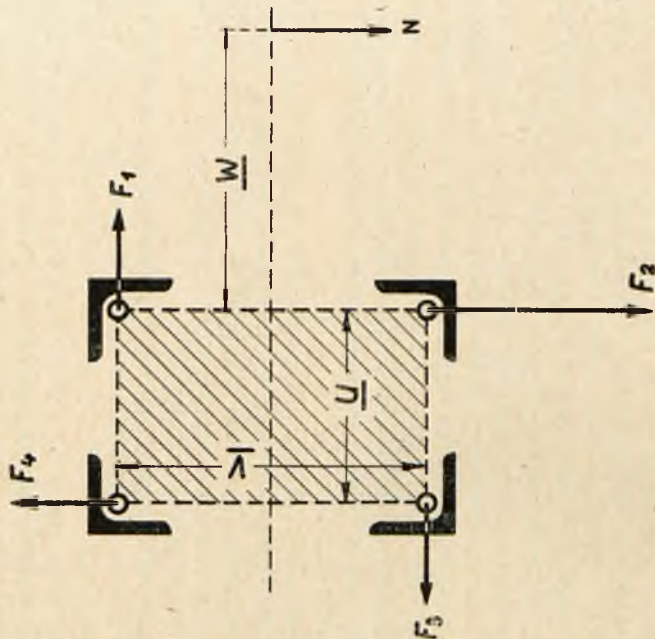
6. Słup odporowo-narożny. Obciążenie w razie zerwania przewodu, jak dla stupa narożnego (p. 4).

7. Słup krańcowy. Obciążenia w razie zerwania przewodu będą:

- a) *skręcanie stupa*, wywołane naciągiem jednego przewodu, a jednocześnie
- b) *zginanie*, wywołane naciągiem przewodów z wyjątkiem przewodu powodującego skręcanie.

§ 21. Sposób obliczenia stupa o przekroju prostokątnym na wypadek zerwania przewodu, nieznajującego się w osi stupa (rys. 4).

Na wysokości przyłożenia siły skręcającej N , w przekroju stupa, kreśli się prostokąt, którego wierzchołkami są środki ciężkości profili krawężników. Wymiary tego prostokąta są: $u \times v$ gdzie v jest długością boku równoległego do kierunku siły skręcającej N . Siła N działa w odległości w od boku powyższego prostokąta.



Rys. 4.

Działanie tej siły zastępuje się działaniem czterech zastępczych sił F_1, F_2, F_3, F_4 , przyłożonych wzdłuż boków prostokąta, przy czym stosunek boków v do u musi być mniejszy od 2. Dla wyznaczenia tych sił umieszcza się w środku prostokąta dwie umyślnie siły N' i N'' , (rys. 5b), znoszące się wzajemnie,

(rys. 5c), zginającymi słup wzdłuż boków prostokąta o długości v , przy czym co do bezwzględnej wartości siła $\frac{N''}{2}$ równa się połowie siły N .

Składając odpowiednio ze sobą siły F', F'', F''', F'''' , $\frac{N''}{2}, \frac{N''''}{2}$, otrzymuje się siły umyślone F_1, F_2, F_3, F_4 , przyłożone wzdłuż boków prostokąta. Siły F_1 i F_3 skierowane są wzdłuż boków o długości u , a F_2 i F_4 — wzdłuż boków v .

Kierunek tych sił umyślonych ma być taki, aby wszystkie siły skręcały słup w tym samym kierunku, w jakim skręca go siła N , przy czym siła F_2 ma ten sam kierunek, co siła N . Wartość sił umyślonych oblicza się ze wzorów:

$$F_1 = F_3 = \frac{M}{2v}$$

$$F_2 = \frac{M}{2u} + \frac{N}{2}$$

$$F_4 = \frac{M}{2u} - \frac{N}{2}$$

przy czym

$$M = N \left(\frac{u}{2} + w \right)$$

Siły umyślone F_1, F_2, F_3, F_4 wywołują w krawężnikach i ukosnikach siły ściskające i rozciągające, które należy odpowiednio złożyć z siłami ściskającymi i rozciągającymi, pochodzącymi od sił zginających słup i od ciężarów.

Po złożeniu wszystkich sił, działających w poszczególnych krawężnikach i ukosnikach należy obliczyć krawężniki i ukosniki na ściskanie, rozciąganie względnie wyoboczenie.

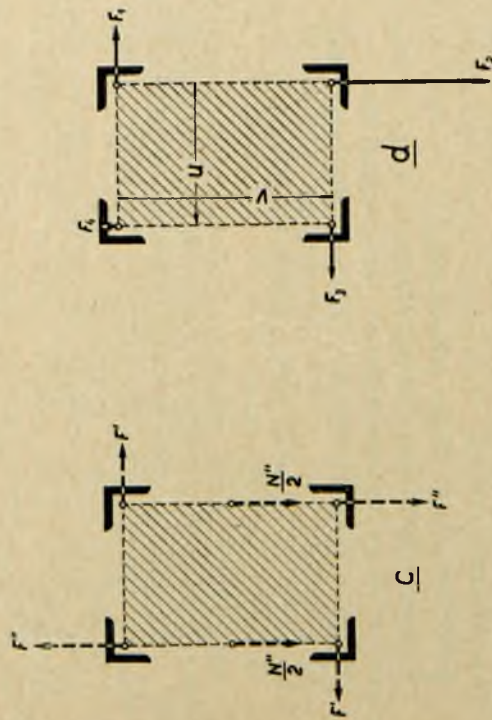
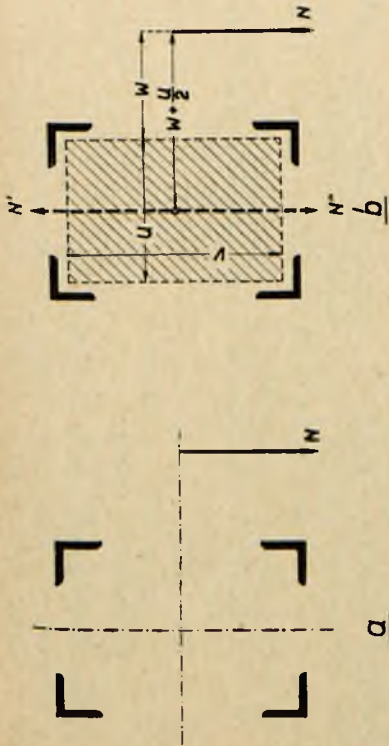
Podobny sposób obliczenia jest również i dla słupów, stale skręconych, a obliczanych na obciążenie normalne z tą różnicą, że należy tam jeszcze uwzględnić działanie parcia wiatru, przy czym wymiary słupa powinny być tak dobrane, aby naprężenie w żadnym wypadku nie przekraczało dopuszczalnego naprężenia normalnego.

B. Słupy drewniane.

§ 22. Dopuszczalne naprężenia dla drzewa.

Dopuszczalne naprężenia dla drzewa podaje tablica IX.

Nacisk klina na wrąb jest równy dopuszczalnemu naprężeniu na ściskanie odpowiedniego gatunku drzewa, zmniejszonymu do połowy.



Rys. 5.

a równoległe i co do bezwzględnej wartości równe sile N . Siła N' o zwrocie przeciwnym niż siła N tworzy z tą ostatnią parę sił o ramieniu:

$$w + \frac{u}{2}$$

Moment tej pary zastępuje się dwoma równymi sobie momentami dwóch par sił, a to $F' F''$ na ramieniu v oraz $F''' F''''$ na ramieniu u . Pozostają zaś siły umyślone N'' zastępujemy siłami

$$\frac{N''}{2} \text{ i } \frac{N''''}{2}$$

Tabela IX.

	Dopuszczalne naprężenia w kg/cm ²			
	normalne		zwiększone	
	iglaste	twarde	iglaste	twarde
ściskanie wzdłuż włókien	145	190	215	285
rozciąganie wzdłuż włókien				
zginanie w ogóle	35	50	275	425
zginanie słupów pojedynczych.				
ściskanie w poprzek włókien	18	20	27	30
ściskanie w poprzek włókien	30	40	45	60

Stopień bezpieczeństwa na wybočenje przy obliczaniu na normalne naprężenia wynosi 4, a przy obliczaniu na zwiększone naprężenia wynosi 3.

§ 23. Wymiary słupa drewnianego.

Najmniejsza dopuszczalna średnica drąga u wierzchołka wynosi w słupach pojedynczych lub podpartych:

- 15 cm — przeznaczonych do wysokiego napięcia.
- 12 cm — do niskiego "
- 10 cm — w słupach bliźniaczych i A-owych,
- 9 cm — w podporach.

Za średnicę drąga uważa się średnią z dwu pomiarów, dokonanych za pomocą kłuby w tym samym przekroju drąga, przy czym jeden pomiar ma być dokonany na średnicy prostopadłej do średnicy pomiaru drugiego. Przyrost średnicy drąga liczy się po 0,7 cm na 1 m długości.

Drąg może być uznany za prostą, gdy przeciągnięty wzdłuż niego sznur w żadnym miejscu nie odstaje od drewna więcej, niż o połowę średnicy drąga w tym punkcie.

§ 24. Średnica słupa przelotowego.

Pojedynczy słup przelotowy z drzewa iglastego można obliczyć, zamiast na podstawie § 23, według wzoru:

$$d = 0,0065 h + 0,22 \sqrt{a \cdot (\Sigma \delta)}$$

w którym d oznacza średnicę słupa i wierzchołka w cm .

h — całkowitą długość słupa wraz z zakopanym odziumkiem w cm ,

a — rozpiętość w m , a

$\Sigma \delta$ — sumę średnic wszystkich zawieszonych na słupie przewodów w mm .

§ 25. Wybočenje słupa drewnianego.

Wybočenje słupa drewnianego, zamocowanego na jednym końcu w ziemi, oblicza się według III-go wzoru Eulera:

$$F \cdot \sigma = 2 \pi^2 \frac{EI}{l^3}$$

w którym F oznacza siłę ściskania w kg .

σ — stopień bezpieczeństwa (p. tabl. IX).

E — sprężystość drzewa = 106 000 kg/cm^2 ,

I — moment bezwładności przekroju słupa na środku do długości wybočenja w cm^4 ,

l — długość wybočenja w cm , liczoną od środka klina lub osi sworzni do środka głębokości zakopania w ziemi.

§ 26. Słup bliźniaczy.

Moment wytrzymałości przekroju słupa bliźniaczego należy obliczać jako podwójną wartość momentu pojedynczego drąga. Gdy jednak oba drągi są ze sobą należycie zespolone, a siła zginająca działa w płaszczyźnie osi obu drągów, wtedy ich moment wytrzymałości można liczyć jako potrójną wartość momentu pojedynczego drąga, przy czym nie trzeba już wówczas uwzględniać w obliczeniach osłabienia przekroju drąga, spowodowanego istnieniem otworów na kliny i sworznie.

Należyce zespolony słup musi odpowiadać następującym warunkom:

- 1) drągi muszą być ze sobą zespolone za pomocą co najmniej czterech klinów z drzewa twardego, przy czym odstępy między klinami nie powinny być większe od 3 m,
- 2) dwa kliny mają być umieszczone w odstępie nie większym od 50 cm od krańców słupa, a reszta klinów ma być możliwie równomiernie rozłożona na pozostałej długości siupa tak jednak, aby na rozciągłości 50 cm nad poziomem i 50 cm pod poziomem ziemi przekrój słupa nie był osłabiony wycięciami na kliny,
- 3) drągi w pobliżu każdego klina muszą być ściągnięte przynajmniej jednym sworzniem śrubowym,
- 4) grubość sworzni powinna wynosić:
 - $1/2''$ — dla drąga o średnicy u wierzchołka do 13 cm,
 - $5/8''$ — dla drąga o średnicy u wierzchołka 14 do 16 cm,
 - $3/4''$ — dla drąga o średnicy u wierzchołka powyżej 16 cm.

§ 27. Słup A-owy do linii wysokiego napięcia.

Słup A-owy ma:

- 1) u wierzchołka przynajmniej w jeden klin z drzewa twardego, obliczony na ścięcie i nacisk, albo w inne zabezpieczenie nie mniejszej wytrzymałości,

Tablica X.

Stal zlewna	Dopuszczalne naprężenie w kg/cm ²	
	normalne	zwiększone
ściskanie, rozciąganie, zginanie	1 600	2 000
rozciąganie sworzni śrubowych obrotowych	1 200	1 500
rozciąganie sworzni śrubowych surowych	900	1 100
ściananie nitów i ściśle dopasowanych sworzni śrubowych	1 280	1 600
ściananie surowych sworzni śrubowych	1 000	1 280
parcie nitów i ściśle dopasowanych sworzni śrubowych na ściankę otworu	4 000	5 000
parcie surowych sworzni śrubowych na ściankę otworu	2 500	3 100
ściskanie, rozciąganie i zginanie rur bez szwu ze stali o wytrzymałości probierczej 5 500 kg/cm ²		2 200

§ 32. Słup kratowy.

Części słupa kratowego mogą być spawane lub łączone nitami lub śrubami. Najmniejsze dopuszczalne wymiary poszczególnych części składowych są:

- szerokość kształtownika — 35 mm
- grubość kształtownika — 4 mm
- średnica nita — 13 mm.

Największe dopuszczalne średnice dla danej szerokości kształtownika podaje poniższa tablica:

Szerokość kształtownika w mm	35	40	45	50	60	70	75	80
Największa dopuszczalna średnica nitów w mm	13	14	16	17	20	23	26	29
Największa dopuszczalna średnica śruby w calach ang.	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	3/4"	3/4"	7/8"	1" 1/2"

Pożądanie jest, aby ścianki słupa były ustawione nie skośnie, lecz równoległe i prostopadłe do wypadkowej siły nacisku. W wypadku, gdy na słup działa siła skośna, to wówczas należy ją rozłożyć na dwie składowe, równoległe do ścianek, i obliczyć naprężenie dla każdej składowej osobno.

Krawężniki należy liczyć na sumę arytmetyczną obu znalezionych naprężeń, ukośniki zaś na naprężenie, pochodzące tylko od jednej składowej.

Przy obliczeniu na wyboczenie ukośniki zawsze muszą być liczone na moment bezwładności I_{min} (względnie osi skośnej

- 2) na odpowiedniej wysokości — w szczebel drewniany (rozporę) o średnicy nie mniejszej, niż średnica drąga u wierzchołka i tuż pod szczeblem — w sworzni śrubowej o grubości co najmniej 3/4 i
- 3) u dna wykopu — w podstawie drewnianą, obchwytyjącą oba drągi i powiazaną z nimi sworzniami śrubowymi o średnicy co najmniej 3/4" lub w inną konstrukcję nie mniejszej wytrzymałości.

Słup A-owy bliźniaczy składa się z dwu słupów bliźniaczych, wykonanych według § 26, i podlega pod względem konstrukcji tym samym przepisom, co słup A-owy pojedynczy.

§ 28. Słup trojak i czworak.

Słup trojak i czworak do wysokich napięć powinien być zaopatrzony:

- 1) u wierzchołka w dostatecznie pewne związanie, zapobiegające przesuwaniu się żerdzi względem siebie,
- 2) na odpowiedniej wysokości — w trzy czy też cztery szczeble drewniane (rozporę) o średnicy nie mniejszej niż średnica drąga u wierzchołka i tuż pod szczeblami w trzy czy też cztery sworznie śrubowe o grubości co najmniej 3/4" i
- 3) u dna wykopu — w trzy czy też w cztery pary poprzeczek drewnianych, obchwytyjących po dwa drągi i powiazanych z nimi sworzniami śrubowymi o średnicy co najmniej 3/4" albo w inną konstrukcję nie mniejszej wytrzymałości.

§ 29. Zabezpieczenia drewna.

Wszelkie powierzchnie obciosane, jak to wierzchołek słupa, wręby na klin, końce szczebli itd. należy zabezpieczyć przeciw gniciu (np. przez pociągnięcie gorącą smołą, karbolineum).

§ 30. Odciążka (linka lub drut odciągowy).

O ile można należy unikać stosowania odciążek. Odciążka powinna być przymocowana do słupa drewnianego tak, aby nie dotykała poprzeczników, ani żadnych innych części stalowych (żelaznych). Miejsce przymocowania odciążki do słupa drewnianego powinno leżeć poniżej izolatora najbliższego przewodu. Poza tym możliwie najwyżej, a przynajmniej na wysokości 2,5 m odciążka powinna być zaopatrzona w izolator odciągowy, dostosowany do napięcia liniowego i posiadający odpowiednią wytrzymałość mechaniczną. W pobliżu poziomu ziemi odciążka powinna być chroniona słupkiem drewnianym.

C. Słupy ze stali i innych materiałów.

§ 31. Dopuszczalne naprężenia dla stali.

Dopuszczalne naprężenie dla stali zlewnej (dawniej nazywanej także żelazem zlewnym) podaje tablica X.

Tablica XI.
Spółczynnik ω .

λ	ω	$\frac{\Delta \omega}{\Delta \lambda}$	λ	ω	$\frac{\Delta \omega}{\Delta \lambda}$	λ	ω	$\frac{\Delta \omega}{\Delta \lambda}$
0	1,00	0,000	90	1,88	0,029	180	7,66	0,083
10	1,01	0,001	100	2,36	0,048	190	8,53	0,037
20	1,02	0,001	110	2,86	0,050	200	9,46	0,093
30	1,05	0,003	120	3,40	0,054	210	10,43	0,097
40	1,10	0,005	130	4,00	0,060	220	11,44	0,101
50	1,17	0,007	140	4,63	0,063	230	12,51	0,111
60	1,26	0,009	150	5,32	0,069	240	13,52	0,111
70	1,39	0,013	160	6,05	0,073	250	14,78	0,116
80	1,59	0,020	170	6,83	0,078			

Sposób obliczania. Przy obliczeniu prętów na wyboczenie za długość wyboczenia dla prętów łączonych złączająco należy przyjmować rzeczywistą długość pręta, a dla prętów specjalnie usztywnionych w miejscu łączenia — rzeczywistą długość pręta, pomnożoną przez 0,8.

Smukłość oblicza się ze wzoru

$$\lambda = \frac{l}{I : s} = \frac{\text{długość wyboczenia}}{\text{promień bezwładności}}$$

a z tablicy XI znajduje się odpowiedni współczynnik ω . Wartości, które nie są podane w tablicy, należy wyznaczyć przez interpolację.

Sprawdzone naprężenie dozwolone dla ściskania wynosi $\frac{\omega F}{S}$

Dla pręta narażonego tylko na ściskanie sprawdzone naprężenie dozwolone powinno być mniejsze od dopuszczalnego.

$$\frac{\omega F}{S} < k,$$

dla pręta ściskanego siłą F , a jednocześnie zginanego momentem M , suma sprawdzonych naprężeń dozwolonego i największego naprężenia od zginania powinna być mniejsza od naprężenia dopuszczalnego

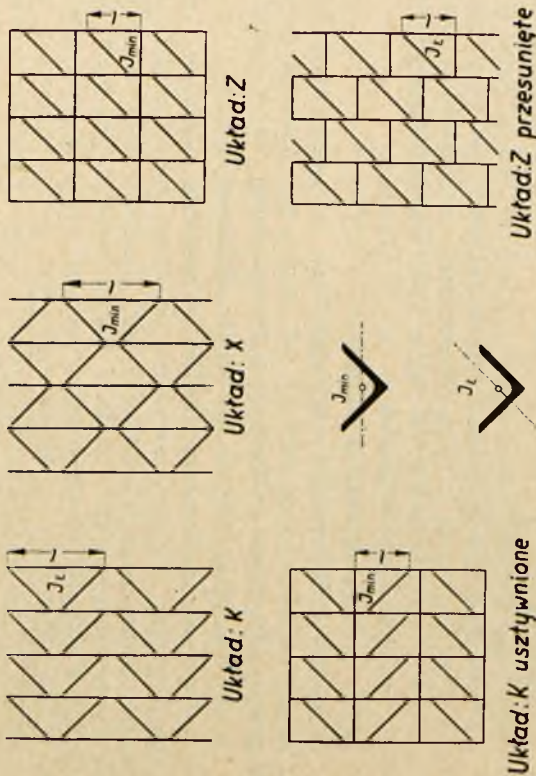
$$\frac{\omega F}{S} + \frac{M}{W} < k.$$

§ 34. Zabezpieczenie stali.

Stupy i wszelkie konstrukcje wsporcze ze stali (żelaza) powinny być na całej powierzchni starannie zabezpieczone od rdzewienia i należyćie pod tym względem konserwowane.

pod kątem 45°), krawężniki zaś w zależności od układu na I_{min} lub na I_x (względem osi równoległej do ścianki stupa), a mia-
nowicie:

na I_{min} dla układów X, Z, K usztywnione,
a na I_x dla układów K, Z przesunięte (rys. 6).



Rys. 6.

§ 33. Wyboczenie stupa kratowego.

W słupach kratowych żelaznych pręty ściskane muszą być obliczone na wyboczenie.

Oznaczenia:

- F — siła ściskania działająca na pręt w kg,
- l — długość wyboczenia w cm,
- s — całkowity przekrój pręta (bez potrącenia otworów na rity) w cm^2 ,
- I — moment bezwładności przekroju pręta w cm^4 (I_{min} lub I_x),
- λ — smukłość (wiotkość),
- ω — współczynnik zależny od smukłości (tablica XI),
- k — dopuszczalne naprężenie w kg/cm^2 ,
- M — moment zginania w kg/cm ,
- W — moment wytrzymałości przekroju w cm^3 .

§ 35. Słupy z innych materiałów.

Dopuszczalne naprężenie normalne oblicza się z 3-krotnym bezpieczeństwem w porównaniu z wytrzymałością probierczą, dla żeliwa jednak nie więcej niż 300 kg/cm². Dopuszczalne naprężenie zwiększone oblicza się z 2-krotnym bezpieczeństwem. W słupach żelazobetonowych przekrój szkieletu stalowego (żelaznego) ma wynosić co najmniej 1,6% przekroju betonu. Poza tym zaś słupy żelazobetonowe należy obliczać i wykonywać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Robót Publicznych z dnia 18 czerwca 1929 roku, zawierającym przepisy o granicach wytrzymałości materiałów i konstrukcji budowlanych (Dz. U. R. P. Nr. 54 z dnia 29 lipca 1929 roku, poz. 431).

§ 36. Uziemianie słupów.

Każdy słup żelazny powinien być uziemiony za pomocą uziemiacza. Wyjątek od tej zasady stanowią słupy, które są uziemione za pośrednictwem linki uziemiającej; ta ostatnia zaś musi być uziemiona co najmniej na każdym trzecim słupie, jednak nie rzadziej niż co 1 kni.

Przy słupach żelazobetonowych należy szkieleł stalowy, poprzeczniki i trzony połączyć ze sobą elektrycznie i uziemić. Przewody uziemiające należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi. Uziemiacz i przewody uziemiające mają być wykonane z materiałów odpornych na wpływy chemiczne i atmosferyczne.

Wolno prowadzić przewody uziemiające przez środek fundamentów betonowych pod warunkiem umieszczenia ich w rurze lub kanale, aby umożliwić wyciągnięcie linki przy jej kontroli; przewody te mają być założone po zewnętrznej stronie fundamentów betonowych.

Uziemienie słupów należy kontrolować.

§ 37. Ochrona przed wspinaniem się na słupy w liniach wysokiego napięcia.

Słupy kratowe w liniach wysokiego napięcia powinny w pobliżu osiedli być zaopatrzone w urządzenia utrudniające wspinięcie się na nie.

V. OBSADA SŁUPÓW.

§ 38. Obsada podziemna.

Słupy powinny być zakopane tak głęboko i powinny być zaopatrzone w taką podziemną obsadę drewnianą, stalową lub betonową, aby ustój był zapewniony.

Ustój powinien być udowodniony za pomocą obliczenia naukowo uzasadnionego, przy którym należy przyjąć następujące wartości:

Ciężar właściwy ziemi w kg/m³:

- 1) roślinnej suchej średniej jakości (piasek, il, glina) 1.600
- 2) mokrej 2.000

Dopuszczalne naprężenie pionowe na dnie obsady wynosi w kg/cm²:

- 1) świeżych nasypów 0,5
- 2) gruntów średniej twardości (piasek niezbity, il, glina) i gruntów twardych 2,5
- 3) iltu zbitego i piasku zbitego zabezpieczonego przeciwnymi 4
- 4) gruntu kamienistego (żwiru) i średnich gruntów wzmocnionych 6

Dopuszczalne naprężenie boczne dla ziemi średniej wartości wynosi:

Głębokość:	kg/cm ²
30	0,7
50	0,9
100	1,2
150	1,6
200	2
250	2,4
300	2,8

Dla ziemi innych twardości wartości te należy zmniejszyć lub zwiększyć w tym samym stosunku, jak odpowiednio dopuszczalne naprężenie pionowe.

Średnio przyjmuje się, że beton powinien zawierać na 1 m³ co najmniej 200 kg cementu; dla konstrukcji tych przyjmuje się:

ciężar właściwy betonu	— 2200 kg/m ³
dopuszczalne naprężenie na ściskanie osiowe	— 16 kg/cm ²
dopuszczalne naprężenie na ściskanie przy zginaniu	— 22 "
dopuszczalne naprężenie na rozciąganie przy zginaniu	— 2 "

W razie zastosowania innych danych należy stosować się do norm obliczenia i projektowania konstrukcji betonowych i żelbetonowych PNB-195.

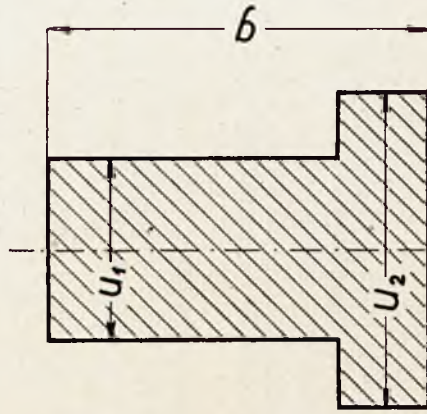
Fundamenty betonowe powinny wystawać ponad powierzchnię ziemi. Górna ich powierzchnia nie powinna posiadać wklęsłości, w których mogłaby się gromadzić woda.

Najmniejsza głębokość zakopania słupa drewnianego ma wynosić co najmniej:

Wyznaczwszy głębokość g i szerokość górnej części u_1 , oblicza się na podstawie wzoru szerokości podstawy u_2 . Wysokość podstawy powinna wynosić co najmniej:

$$\frac{u_2 - u_1}{2}$$

lecz poza tym powinna być dostatecznie wytrzymała na zginanie.



Rys. 7.

VI. INNE KONSTRUKCJE WSPORCZE.

§ 40. Sposób umocowania konstrukcji wsporczych.

Inne konstrukcje wsporcze (stojaki dachowe, kozły, wysięgi ścienne itd.) mogą być umocowane na budynkach, mostach, wiaduktach itd. z tym jednak warunkiem, że wytrzymałość mechaniczna budynków, mostów, wiaduktów itd. jest dla tego celu wystarczająca. Stojaki dachowe powinny być tak postawione, by po założeniu przewodów nie zmieniły swego położenia. Niedopuszczalne jest ustawianie stojaków pochylony z tym, że naciąg przewodów naprostuje z biegiem czasu stojak.

W razie możliwości wyboru należy od strony budynków, mostów, wiaduktów itd. umieszczać przewody o najniższym napięciu względem ziemi.

VII. POSTANOWIENIA OGÓLNE.

§ 41. Tablice ostrzegawcze.

W liniach wysokiego napięcia należy umieszczać tablice ostrzegawcze stosownie do rozporządzenia Ministra Robót Pu-

Długość całego słupa l	Głębokość zakopania słupów dla gruntu			m
	kamienistego wzmocnionego kamieniami i umieszczonych w rurach betonowych ~ 1/8 l jednak nie mniej jak	średniej twardości ~ 1/7 l jednak nie mniej jak	podmokłego ~ 1/6 l jednak nie mniej jak	
5	1,40	1,50	1,60	1,60
6	1,40	1,50	1,60	1,60
7	1,40	1,50	1,60	1,60
8	1,40	1,50	1,60	1,60
9	1,40	1,50	1,60	1,60
10	1,40	1,50	1,67	1,67
11	1,40	1,57	1,83	1,83
12	1,50	1,71	2,00	2,00
13	1,62	1,86	2,17	2,17
14	1,75	2,00	2,33	2,33
15	1,87	2,14	2,50	2,50
16	2,00	2,29	2,66	2,66
17	2,13	2,43	2,83	2,83
18	2,25	2,57	3,00	3,00
19	2,38	2,71	—	—
20	2,50	2,86	—	—
21	2,63	3,00	—	—
22	2,75	—	—	—
23	2,88	—	—	—
24	3,00	—	—	—

Słupy ustawiane na terenie pochylonym należy zakopywać odpowiednio głębiej.

§ 39. Fundamenty betonowe.

Fundamenty betonowe o przekroju poziomym kwadratowym (rys. 7) mogą nie być obliczane szczegółowo, jeżeli odpowiadają warunkom wzoru empirycznego Fröhlicha:

$$u_2^3 - \frac{188 \cdot (g + u_1)}{g + 94} \cdot u_2^2 + \frac{1}{g + 94} \cdot u_1 u_2 = \frac{M \cdot 10^6}{5,95 \cdot g (g + 94)}$$

w którym oznaczają:

M = moment wywrótowy słupa w $kgcm$ względem środka głębokości zakopania słupa,

g = głębokość fundamentu w cm ,

u_1 = szerokość górnej części fundamentu w cm ,

u_2 = szerokość podstawy fundamentu w cm ,

blicznych z dnia 30 kwietnia 1923 r. w przedmiocie tablic ostrzegawczych w zakładach elektrycznych o wysokim napięciu („Monitor Polski“ Nr. 163, poz. 199). Tablice mają być umieszczone nie wyżej niż 3 m od poziomu zamocowania urządzenia wsporczo (od powierzchni ziemi) i to z tej strony urządzenia, po której odbywa się zazwyczaj większy ruch pieszych i pojazdów. W razie niemożności oceny wielkości ruchu przy dłuższych liniach, należy umieszczać tablice na poszczególnych urządzeniach wsporczych raz z jednej, raz z drugiej strony. Tablice ostrzegawcze mają być utrzymywane w stanie czytelnym i odświeżane, a zniszczone lub brakujące należy zastąpić nowymi.

§ 42. Ochrona krajobrazu, dzieł sztuki, cmentarzy itd.

Należy unikać prowadzenia przewodów nad dziełami sztuki, obiektami, posiadającymi wartość historyczną i nad cmentarzami. Wyjątek stanowią przewody, służące do celów oświetlenia tych zabytków.

WSKAZÓWKI BUDOWY I OBSŁUGI URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH W SCHRONACH I W POMIESZCZENIACH USZCZELNIONYCH**).

Uwaga. Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich.

A. WSTĘP.

§ 1. Zakres i cel wskazówek.

Wskazówki niniejsze mają być stosowane przy budowie urządzeń elektrycznych w schronach i mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa i trwałości urządzeń elektrycznych oraz zwiększenie pewności ich ruchu.

§ 2. Termin ważności.

Wskazówki niniejsze obowiązują z dniem Wszelkie urządzenia elektryczne w schronach, wykonywane po tym terminie, powinny odpowiadać wymaganiom tych wskazówek; urządzenia istniejące powinny być dostosowane do wymagań wskazówek o ile sposób ich wykonania lub stan w jakim się znajdują zagrażają bezpieczeństwu.

Przy rozbudowie istniejących instalacji w schronach należy stosować się całkowicie do niniejszych wskazówek.

§ 3. Wskazówki ogólne.

1. Wskazówki niniejsze podają sposoby wykonania urządzeń elektrycznych w schronach, natomiast nie przesądzą o różnicach i zakresie stosowania urządzeń elektrycznych w różnych rodzajach schronów. Wyjątek stanowi oświetlenie z niezależnych przenośnych źródeł światła (np. lampy akumulatorowe, świece, lampy naftowe itp.), które należy przewidzieć w każdym schronie, niezależnie od istnienia lub braku stałej instalacji elektrycznej i niezależnie od źródła energii (zewnątrz lub własnego), zasilającego tę instalację.

2. Urządzenia elektryczne w schronach winny odpowiadać wymaganiom Polskich Norm Elektrotechnicznych, prócz tego zaś wymaganiom niniejszych wskazówek w takim zakresie, w jakim one zmieniają lub uzupełniają poszczególne przepisy.

*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dnia 1 września 1938 r. p. a.: Stowarzyszenie Elektryków Polskich — Warszawa 1, Królewska 15.

**) Opracowane przez Komisję XX Elektrotechniczną O. P. L. G. W pracach brał udział pp.: Bładowski St., Dubicki B., Kasprzykowski Z., Kobosko E., Langer W., Nacholiński M., Piotrowski Z., Pućla W. (przewodniczący), Płoski St., Wesotowski I. (referent).

3. O ile na dany materiał elektrotechniczny został wprowadzony Znak Przepisowy SEP, to do budowy wolno używać tylko materiały posiadające ten znak.

§ 4. Określenia.

1. Wyrażenia: *musi być, ma być, nie ma być, nie może być, nie wolno, zabrania się* użyto w niniejszych wskazówkach wszędzie tam, gdzie chodzi o bezwzględny nakaz lub zakaz, wykluczający odstępstwo od wyrażonej zasady. Wyrażenia: *zaleca się* — użyto tam, gdzie we wskazówkach podane są metody wykonywania urządzenia szczególnie dobre i pewne; stosowanie tych metod jest pożądane, lecz nie obowiązujące.

2. *Schron* w ogólności nazywa się każde pomieszczenie, zabezpieczające przed skutkami napadu lotniczego: bombami, odłamkami, gruzem i gazami bojowymi.

Ze względu na wytrzymałość rozróżnia się następujące kategorie schronów:

a) *Kategoria I* — do której należą schrony wytrzymałe na działania przebijające i burzące bomb lotniczych do ciężaru 100 kg,

b) *Kategoria II* — do której należą schrony wytrzymałe na działania przebijające i burzące bomb lotniczych do ciężaru 50 kg,

c) *Kategoria III* — do której należą schrony wytrzymałe tylko na gruz, odłamki i słaby podmuch.

3. *Pomieszczeniem uszczelnionym* nazywamy takie pomieszczenie, które podczas napadu chemicznego chroni w zasadzie przed gazami bojowymi.

4. *Przyłącze* jest to urządzenie elektryczne, łączące urządzenie odbiorcze z siecią bezpośrednio lub za pośrednictwem pionu.

5. *Pion* jest to linia zasilająca, która służy do połączenia przyłącza z urządzeniami u poszczególnych odbiorców. Przewody od pionu do poszczególnych urządzeń odbiorczych nazywają się odgałęzieniami pionu.

6. *Urządzenia odbiorcze* w rozumieniu niniejszych wskazówek jest to urządzenie elektryczne, doprowadzające energię od przyłącza, od pionu lub odgałęzienia pionu do znajdujących się w ochronie odbiorników energii elektrycznej wraz z tymi odbiornikami.

7. *Zewnętrznym źródłem* energii elektrycznej nazywa się źródło połączone na zewnątrz schronu i dostarczające energię elektryczną za pośrednictwem przyłącza, pionu lub jego odgałęzień.

8. *Własnym źródłem* energii elektrycznej nazywa się źródło energii, znajdujące się wewnątrz schronu.

9. *Niezależnym źródłem* światła nazywa się przyrząd oświetlający, nie wymagający w czasie świecenia połączenia z jakąkolwiek siecią elektryczną lub gazową (np. ręczne latarki bateryjne, przenośne lampy akumulatorowe, świece, lampy nafłowe, acetylenowe itp.).

B. PRZYŁĄCZA I PIONY.

§ 5. Przyłącza.

1. Przyłącza mają być wykonane zgodnie z postanowieniami „Przepisów technicznych na przyłączenia urządzeń elektrycznych do sieci rozdzielczych zakładów elektrycznych użytkownicy publicznej”. Postanowienia te zawarte są w §§ 3, 4 i 5 tych przepisów. Przyłącze może być wykonane przewodami napowietrznymi lub podziemnymi.

2. Jeśli przyłącze kończy się wewnątrz pomieszczenia schronowego, to musi ono być wykonane zgodnie z postanowieniami dla przyłącza pionów, podanymi w §§ 6 i 7 niniejszych wskazówek.

3. O ile ze względu na przeznaczenie schronu lub też ze względu na moc zainstalowaną odbiorników energii elektrycznej — zachodzi absolutna konieczność zasilania schronu z sieci wysokiego napięcia za pomocą stacji transformatorowej umieszczonej w ochronie, to wtedy należy dla transformatora wydzielić odpowiednio pomieszczenie, oddzielone szelnie i ogniotrwałe od pozostałych pomieszczeń, celem uniknięcia niebezpieczeństwa pożarowego i zadymienia schronu w przypadku wybuchu transformatora. Należy zwrócić uwagę na konieczność należytego chłodzenia transformatora; chłodzenie można uzyskać przez chłodzenie wodą przepływową. Dopływ wody musi być włączany jednocześnie z załączeniem transformatora do sieci wysokiego napięcia.

§ 6. Piony.

1. Piony mają być wykonane zgodnie z postanowieniami wyżej wspomnianych „Przepisów technicznych na przyłączenia”.

2. Zaleca się zasilac urządzeń odbiorcze schronu oddzielnym pionem.

3. W przypadku instalowania wewnątrz budynków schronu pionów lub odgałęzień od pionów dla zasilania schronu należy unikać prowadzenia ich w rurkach pod tynkiem.

Zaleca się stosować przewody kabelkowe (KGaup, KGao, KGap, KGato), przewody izolowane (DG, LG) w rurkach pancernych, a dopuszcza się stosowanie przewodów izolowanych odpornych na wpływy atmosferyczne typu DGa, LGa w rurkach.

C. URZĄDZENIE ODBIORCZE.

§ 14. Urządzenie odbiorcze w schronach.

Urządzenie odbiorcze wewnątrz schronów zaczyna się na wejściowych zaciskach tablicy rozdzielczej. W pomieszczeniach uszczelnionych nie posiadających tablicy rozdzielczej (bezpiecznikowej) instalacja wewnętrzna zaczyna się w punkcie przejścia przewodów doprowadzających przez ścianę.

§ 15. Zabezpieczenie obwodów.

1. W schronach powinny być zgrupowane na tablicy rozdzielczej poszczególne obwody, które zasilają wnętrze schronu; przedsiónek oraz oświetlenie wejścia do schronu, powinny być zasilane z oddzielnego obwodu. Obwody te mają być zabezpieczone bezpiecznikami oraz zaopatrzone w wyłączniki 2- lub 3-biegunowe, a jeszcze lepiej — w odpowiednie wyłączniki samoczynne.

2. Przeznaczenie danego pomieszczenia na pomieszczenie uszczelnione w wypadku wojny nie pociąga za sobą konieczności instalowania specjalnych urządzeń, zabezpieczających wewnątrz tego pomieszczenia. (Odnosi się to zwłaszcza do pokoi mieszkalnych, stanowiących część użytkowanego normalnie mieszkania). Zaleca się zasilanie oświetlenia pomieszczenia uszczelnionego z oddzielnego obwodu.

§ 16. Tablica rozdzielcza.

1. Tablica rozdzielcza winna być wykonana w sposób przejrzysty, uwidoczniający, do którego z wyłączników należy odpowiedni komplet bezpieczników i odwrotnie.

2. Pod bezpiecznikami lub wyłącznikami samoczynnymi każdego obwodu ma być umieszczony wyraźny i czytelny napis, podający przeznaczenie i nazwę zabezpieczonego obwodu (np. światło — odkaźalnia, siła — wentylator Nr. 2). Napis ma być wykonany w sposób trwały, nie ulegający zniszczeniu.

3. Tablica rozdzielcza musi być umieszczona w miejscu łatwo dostępnym i możliwie najbardziej suchym. Zaleca się umieszczenie jej na ścianie korytarza schronowego w pobliżu wejścia z przedsiönka gazowego, jednak w tej części korytarza, przez którą nie będą przechodzić ludzie skażeni gazami parzącymi. Zabrania się umieszczania tablicy naprzeciw drzwi z przedsiönka lub innych otworów zewnętrznych.

4. Tablica rozdzielcza musi być oświetlona tak, by można było swobodnie odczytać napisy i aby wszystkie przyrządy były dobrze widoczne. Jeśli ogólne oświetlenie danej części schronu nie oświetla tablicy w sposób wystarczający, należy przewidzieć specjalne oświetlenie tablicy.

5. Tablice rozdzielcze należy umieścić tak, aby nie była narażona na przypadkowe uszkodzenie. Drzwi szafki lub wnęki przeznaczonej do pomieszczenia tablicy nie mogą posiadać

Zalecenia te odnoszą się zarówno do pionów, zasilających wyłącznie schrony, jak i do pionów, które obok schronów zasilają dodatkowo inne urządzenia odbiorcze.

4. Przy prowadzeniu pionów od linii napowietrznej zbędne jest wykonywanie pionów kablami układanymi w ziemi. W przypadku instalowania pionów lub odgałęzień od pionów wykonanych jak linie napowietrzne, zaleca się wprowadzać je przez ściany boczne domu, a nie przez dach.

§ 7. Miejsce wprowadzenia pionów.

1. Do pomieszczenia uszczelnionego miejsce wprowadzenia pionu lub jego odgałęzienia jest dowolne.

2. Do schronu przewody pionu należy wprowadzać przez przedsiónek; w razie gdyby przedsiónek miał ścianę zewnętrzną, to przewody należy prowadzić przez tę ścianę.

3. Jeżeli schron stanowi część budynku, posiadającego już instalację elektryczną, to gdy wpłynie to wydatnie na zmniejszenie kosztów inwestycyjnych, dopuszcza się odstępstwo od punktu poprzedniego.

§ 8. Sposób wykonania wprowadzenia przewodów.

1. Pion lub odgałęzienie pionu kończy się wewnątrz schronu na wejściowych zaciskach tablicy rozdzielczej, umieszczonej w samym schronie.

2. Odcinek pionu, prowadzony przez przedsiónek ma być wykonany przewodami kabelkowymi (*KGaup*, *KGato*, *KGao*, *KGap*), jako instalacja przy zastosowaniu sprzętu szczelnego.

§ 9. Uszczelnienie przejść przewodów przez ściany.

1. Przy przejściu przewodów przez ścianę zewnętrzną i przez wszelkie ściany wewnętrzne, dzielące schron na poszczególne części gazoszczelne, przewody należy prowadzić w rurze pancernej lub gazowej szczelnie osadzonej w murze.

W schronach już istniejących uszczelnienie można uzyskać wypełniając całkowicie przestrzeń między rurą a ścianą zaprawą cementową o składzie 1:3.

W schronach nowo wznoszonych należy przejścia te wykonać w czasie budowy.

2. W obydwu przypadkach uszczelnienie przejścia przewodów w rurze należy dokonywać przez wypełnienie przestrzeni między przewodem a rurą na całej długości przejścia szczelnym włóknistym i masą kablową, asfaltową itp.

W razie przejścia rurek pancernych przez stalową rurę przepustową, należy w ten sam sposób dodatkowo uszczelnić rury między sobą.

§§ 10 — 13 na ewentualne uzupełnienia.

4. Sprzęt użyty do budowy instalacji elektrycznych w szronach winien posiadać wykonanie szczególnie mocne trawale, odporne na wstrząsy, przypadkowe uderzenia itp.

5. Oprócz świeczników sufitowych lub ściennych należy w ważniejszych pomieszczeniach instalować gniazda wtyczkowe do świeczników przenośnych, nie wolno natomiast instalować gniazd wtyczkowych w pomieszczeniach narażonych na trwałe działanie wody i pary wodnej lub na przechodzenie i przebywanie osób skażonych.

Uwaga. Pod nazwą świecznik należy rozumieć zespół oprawki żarówkowej z zewnętrzną obudową, służącą do oświetlenia i nazywaną potocznie oprawą, armaturą, lampą, żyrandolem itp.

§ 20. Uziemienie.

1. Ochronne urządzenia uziemiające zabezpieczające instalację lub część instalacji mają być wykonane w sposób szczególnie dokładny i staranny, zgodny z „Przepisami budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego” — PNE/10—1932.

2. Do uziemienia można stosować sieć wodociagową lub specjalny uziemiacz. Przy użyciu uziemiacza należy go umieścić w bezpośredniej bliskości schronu, a przewody łączące go z przewodami uziemiającymi wewnątrz schronu powinny być chronione przed przypadkowymi uszkodzeniami i przeprowadzone drogą jak najkrótszą.

3. Przewody uziemiające, prowadzone w pomieszczeniach narażonych na stałe działanie wody, pary wodnej lub czasowe działanie gazów parzących (np. przedstonki gazowe, odkażalniki) mają być chronione przed wpływami chemicznymi np. przez pomalowanie lakierem asfaltowym, farbą olejną itp.

§ 21. Instalacje telefoniczne, radiowe i sygnalizacyjne.

1. W każdym schronie zaleca się instalować aparat telefoniczny lub gniazda telefoniczne. W razie pogotowia aparat powinien jednak znajdować się w schronie.

2. W pokoju, przeznaczonym dla komendy oraz w salach wypoczynkowych, zaleca się przewidzieć gniazda do przyłączenia radioodbiorników.

3. W większych schronach zaleca się przewidzieć instalację sygnalizacyjną.

4. Sposób wykonania instalacji prądu słabego powinien być tego rodzaju, co i instalacja prądu silnego (§ 19). Instalacja ta może jednak być wykonana pod tymkiem niezależnie od sposobu wykonania instalacji prądu silnego.

Dla instalacji radiowych i telefonicznych należy używać specjalnych przewodów, zaś dla instalacji dzwonekowych należy używać kabelka o przekroju $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$ lub też przewodów w gumie, jak typ DG o przekroju co najmniej $0,75 \text{ mm}^2$ i grubości warstwy gumy $0,6 \text{ mm}$.

§§ 22 — 24 na ewentualne uzupełnienia. (C. d. n.)

zamknięcia na klucz. Jeśli tablica jest zainstalowana w korytarzu schronowym, zaleca się umieścić ją we wnęce muru tak, aby żaden z przyrządów nie wystawał nad powierzchnię ściany.

§ 17. Podział instalacji na obwody.

1. Należy stosować oddzielne obwody dla światła, siły, ew. w razie zastosowania grzejników elektrycznych pożądanym jest oddzielny obwód dla nich. Oświetlenie wejścia schronu ma być zasilane z oddzielnego obwodu.

2. Jeśli plan sytuacyjny schronu dzieli schron na kilka części gazoszczelnie niezależnych, wówczas do każdej części należy wprowadzić osobne przewody.

3. Na jeden obwód świetlny można załączyć co najwyżej 10 punktów świetlnych. Zaleca się jednak stosowanie dużej liczby obwodów, dając do zasilania każdej większej izby schronowej z dwóch oddzielnych obwodów.

§ 18. Instalacje elektryczne w pomieszczeniach uszczelnionych.

Instalacje elektryczne w pomieszczeniach uszczelnionych wymagają specjalnych obostrzeń i winny odpowiadać ogólnym przepisom dla instalacji.

§ 19. Instalacje oświetleniowe i siłowe w schronach.

1. Instalacja elektryczna w pomieszczeniach wilgotnych lub tych, w których narażona jest na trwałe działanie wody i pary wodnej (odkażalniki, łaźnie, prysznicie itp.) oraz w pomieszczeniach, gdzie będą przebywać lub przechodzić osoby skażone gazami parzącymi (rozbiernalnie, przedstonki gazowe, części korytarzy dla przejścia osób skażonych) instalacja ma być wykonana w sposób uszczelniony przy użyciu sprzętu uszczelniającego i przewodów kabelkowych w otwii, odpornych na wpływy chemiczne i atmosferyczne (KGap, KGao, KGaup, KGato).

Wszystkie części metalowe sprzętu instalacyjnego mają być uziemione.

Całość instalacji ma być pomalowana lakierem asfaltowym, farbą olejną, przy czym szczególną uwagę należy zwrócić na części metalowe.

2. W pomieszczeniach pozostałych, nie narażonych na trwałe działanie wody i pary wodnej oraz na przechodzenie lub przebywanie osób skażonych, zaleca się wykonanie instalacji w sposób uszczelniony jak wyżej, dopuszcza się jednak stosowanie przewodów w powłoce otwianej (KGa, KHp) lub przewody odporne na wpływy atmosferyczne i chemiczne (DGA, LGA), przy czym te ostatnie zaleca się zakładać w rurkach na tynku.

3. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby instalacja była wykonana w sposób najbardziej przejrzysty i aby wszelkie uszkodzenia dały się szybko i łatwo usunąć.

PRZEDPŁATA:
kwartalnie zł. 9.—
rocznie zł. 36.—
zagranicą + 50%
za zmianą adresu
(znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Królewska 15, II piętro
telefon Nr 690-23 i 648-65.

Administracja otwarta codz. od godz. 8 do 15, w soboty od 8 do 13
Redaktor przyjmuje we środy od godziny 19 - ej do 20 - ej
Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363

Cennik ogłoszeń
przesyła administracja
na żądanie.

Telefon działu ogłoszeń 648-65.

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.