

## D O P I S K I

### DO PRZEPISÓW TECHNICZNYCH NA SKRZYŻOWANIA I ZBLIŻENIA LINIJ ELEKTRYCZNYCH PRĄDU SILNEGO Z INNEMI LINJAMI ELEKTRYCZNYMI, DROGAMI KOMU- NIKACYJNYMI, OSIEDLAMI I LOTNISKAMI.

#### Zmiany w porównaniu z wydaniem poprzedniem.

Jakkolwiek większość zabiegów, zawartych w niniejszych przepisach, zaczerpnięto z rozporządzeń niemieckich, to jednak cały układ przepisów jest oryginalny. Oryginalną jest zwłaszcza koncepcja podziału obostrzeń przepisowych na trzy stopnie.

W Niemczech niema jednolitych przepisów, któreby obejmowały skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych z wszelkimi linjami komunikacyjnymi i elektrycznymi. Każde ministerstwo, każdy urząd wydawały i wydają swoje własne przepisy, niesharmonizowane między sobą i nie zawsze zgodne z duchem ogólnych przepisów Związku Elektrotechników Niemieckich. W chwili obecnej przepisy kolejowe i pocztowe są przestarzałe i w wielu punktach nawet sprzeczne z nowymi przepisami niemieckimi na linje napowietrzne.

Nie ulega wątpliwości, że Związek Elektrotechników Niemieckich zamierza zło naprawić, a przynajmniej zmniejszyć. W ostatnich niemieckich przepisach na linje napowietrzne widzimy już cały szereg przepisów, omawiających skrzyżowania i zbliżenia, które wprawdzie dziś nie obowiązują państwowych linii kolejowych, ani pocztowych, ale niewątpliwie będą wzorem dla przyszłych rozporządzeń ministerjalnych. Z drugiej strony widać, że i władze niemieckie bardziej się dziś liczą ze Zw. Elektr. Np. przepisy na skrzyżowania z państwowymi drogami wodnymi z 1928 zostały już opracowane wspólnie przez Ministerstwo Komunikacji i Zw. Elektr. Niem.

W porównaniu z poprzednią redakcją, przepisy niniejsze różnią się zasadniczo w kilku punktach, które omówimy nieco obszerniej.

*Obostrzenia 1-go, 2-go i 3-go stopnia.* W przepisach z 1923 roku były tylko dwa stopnie obostrzające. Praktyka wykazała, że przepisy były zbyt ostre dla skrzyżowań linii niskiego na-

pięcia z torami kolejowymi i z linjami prądów słabych. Trzeba było dodać dla nich jeszcze jeden stopień, a mianowicie z naj-słabszym obostrzeniem. Wg nowej numeracji jest to stopień 1-szy. Dawny stopień pierwszy jest obecnie stopniem 2-im, a drugi — 3-cim.

Obostrzenie 1-go stopnia odpowiada mniej więcej rygorom, podanym w rozporządzeniach urzędów niemieckich dla skrzyżowań przewodów niskiego napięcia. Obostrzenie 2-go stopnia zgadza się w zasadzie z przepisami Zw. Elektr. Niem., zatytułowanymi: „bezpieczeństwo wzmożone”. Wreszcie obostrzenie 3-go stopnia obejmuje przepisy, wymagane przez ministerstwa niemieckie od skrzyżowań linii wysokiego napięcia z kolejami państwowymi i państwowymi linjami prądów słabych.

Wprowadzenie terminów: linja g r o ż ą c a i linja z a g r o ż o n a jest pomysłem nowym. Przewody elektryczne, zawieszane wyżej, są linją grożącą, a zawieszane niżej — zagrożoną. Na zbliżeniu równoległym przy niewielkiej różnicy w wysokościach obie linje są grożące i zagrożone zarazem. Na zbliżeniu równoległym do drogi lub toru kolejowego linja elektryczna jest grożącą tylko wówczas, gdy przewód pęknięty może upaść na drogę lub tor.

Obostrzenia stosują się tylko do linii grożących. Przewody, zbudowane z obostrzeniem 2-go stopnia, są najzupełniej zabezpieczone od pęknięcia. Obostrzenie to jest przeznaczone do skrzyżowań, w których przynajmniej jedna linja prowadzi wysokie napięcie. Do skrzyżowań niskiego napięcia jest przeznaczone obostrzenie 1-go stopnia. Na zbliżeniach równoległych, jako bezpieczniejszych od skrzyżowań, wymagane jest obostrzenie o jeden stopień mniejsze. Jeżeli jedna z linii komunikacyjnych czy elektrycznych, jest państwową linją użyteczności publicznej, torem kolejowym wielkiej wagi, żeglowną drogą wodną, publiczną drogą wielkiej wagi, wreszcie ulicą wielkiego miasta, to obostrzenie powiększa się o jeden stopień.

Podział linii elektrycznych i komunikacyjnych na linje większej wagi i mniejszej wagi, tudzież rozgraniczenie tych pojęć jest poniekąd nowością, wprowadzoną przez niniejsze przepisy.

*Odstępy między przewodami sobie obcemi.* Najmniejsze dopuszczalne odstępy między obcemi sobie przewodami na skrzyżowaniu i zbliżeniu, zaczerpnięte z rozporządzeń niemieckich, a podane w przepisach naszych z 1923 r., zatrzymano nadal z małymi tylko zmianami. Zachodziła jednak obawa, że na skrzyżowaniu lub zbliżeniu linii wysokiego napięcia o wielkich rozpiętościach z inną linją, przepisane odstępy będą za-małe. Wobec tego, dodano nowy przepis, że zarówno poziome, jak pionowe odstępy między obcemi sobie przewodami nie mogą

być mniejsze, niż odstępy wzajemne między przewodami jednej z tych linii i odstępy między przewodami drugiej linii. Jest to przepis nowy, który dotychczas w żadnych rozporządzeniach nie był wypowiedziany, a który wypływa z zasady, że odstęp od przewodu obcego może być większy, ale nigdy nie mniejszy, niż odstęp od innego przewodu z tej samej linii.

*Wypadki katastrofalne.* Dotychczas odstępy pionowe między przewodami elektrycznymi a innymi przewodami, linjami komunikacyjnymi, budynkami i t. d., były skrepowane jednym tylko przepisem, wyznaczającym pewną minimalną wielkość tego odstępu.

Obecnie będziemy liczyli odstępy dwukrotnie: 1) dla warunków normalnych (jak dotychczas) i 2) dla wypadków katastrofalnych (sadź katastrofalna albo pęknięcie przewodu w przesłach sąsiednich). Przepisy niniejsze wyznaczają inne najmniejsze odstępy dopuszczalne w pierwszym przypadku, a inne (mniejsze) — w drugim.

Zasadę kontrolowania odstępu pionowego na wypadki katastrofalne zaczerpnęliśmy z przepisów niemieckich, w zastosowaniu zaś tej zasady do przepisów niniejszych poczyniliśmy pewne zmiany i uzupełnienia.

*Odstępy od budynków.* Wzorując się na przepisach niemieckich, wprowadziliśmy zmiany w sprawie odstępu od konstrukcyj budowlanych. Przedewszystkiem, odstępy od dachu uzależniono od tego, czy dach jest kryty materiałem twardym, czy miękkim. Odstępy od miękkich dachów łatwopalnych wyznaczone są tak wielkie (przy wysokiem napięciu 12 m), aby w razie pożaru ogień nie mógł sięgnąć do przewodów.

Odstępy od ścian i innych części budowlanych uzależniono od tego, czy części te są dla ludzi dostępne (okna, balkony), czy nie. Wreszcie odstępy od części budowlanych, dostępnych dla ludzi, wyznaczono w zależności od tego, czy przewody są łatwo wyłączalne, czy nie. A więc np. przewody dalekonośne (a więc nie dające się łatwo wyłączać), prowadzone wzdłuż ulicy, muszą mieć większe odstępy od ścian, niż przewody doprowadzające prąd do jakiegoś budynku (dające się łatwo wyłączać). W pierwszym przypadku roboty budowlane (np. malowanie ścian) muszą się odbywać w pobliżu przewodów pod napięciem, podczas gdy w drugim przypadku przewody wyłącza się z pod napięcia na czas prowadzenia remontu.

*Drogi wodne.* W poprzedniej redakcji nie było ani jednego przepisu, który omawiałby specjalnie drogi wodne. Redakcja niniejsza, opierając się na rozporządzeniach niemieckich z 1928 r., wprowadziła cały szereg przepisów, dotyczących się

skrzyżowań linii elektrycznych z rzekami żeglownymi i spławniemi.

Poza zmianami zasadniczymi, wyliczonymi wyżej, wprowadzono cały szereg zmian mniej ważnych.

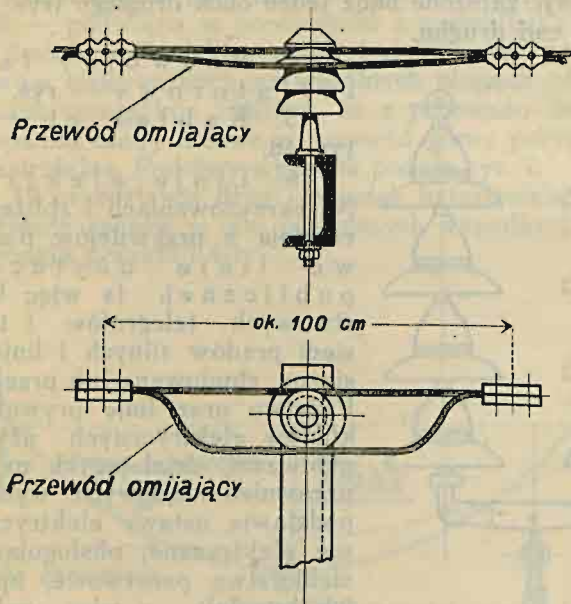
### I. Przepisy ogólne i określenia.

§ 1. *Zakres ważności.* Niema niebezpieczeństwa zetknięcia się na skrzyżowaniu przewodów obcych sobie linii, jeżeli jedna z nich jest linią napowietrzną, a druga — kablową nadziemną czy podziemną. Gdy jedna linia napowietrzna biegnie po wiadukcie góra, a druga pod wiaduktem dołem, to przy zachowaniu pewnych warunków konstrukcyjnych może również nie grozić niebezpieczeństwo zetknięcia się ze sobą przewodów różnych linii.

#### § 2. *Określenie pojęć.*

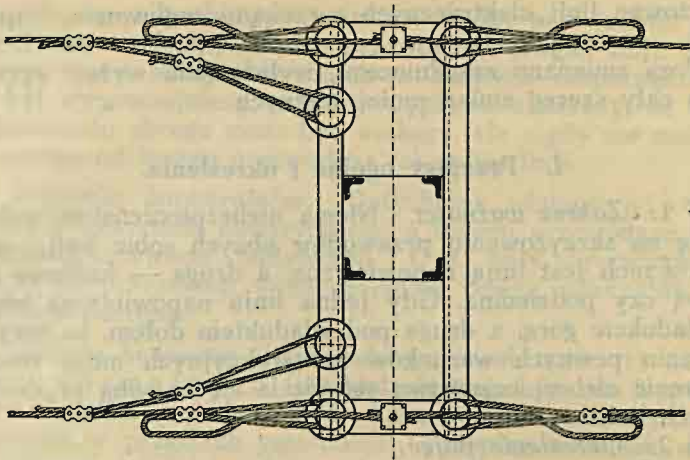
1. Przewód odbojowy. Wykonanie omawia § 33, zastosowanie podaje § 32 i rys. 23.

2. 3. Przewód omijający (rys. 15) i podwójne



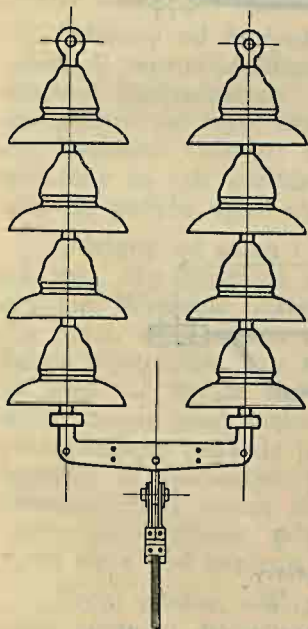
Rys. 15. Przewód omijający.

zawieszenie (rys. 16). Oba te zabiegi tyczą się linii o izolatorach stojących. Przewód omijający powinien być z tego samego materiału i o tym samym przekroju, co przewód główny.



Rys. 16. Podwójne zawieszenie.

Przy podwójnem zawieszeniu oba izolatory wspólnego przewodu mogą być założone bądź jeden obok drugiego (rys. 16), bądź też jeden nad drugim.



Rys. 17. Podwójny łańcuch izolatorowy.

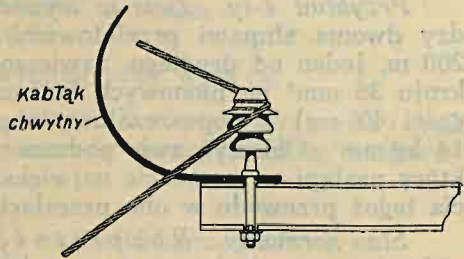
4. Podwójny łańcuch izolatorowy — rys. 17.

5. Kabłąk chwytny — rys. 18.

6. Linje elektryczne. Na skrzyżowaniach i zbliżeniach korzystają z przywilejów państwowe linje użyteczności publicznej, (a więc linje państwowych telegrafów i telefonów, sieci prądów silnych i linje daleko-siężne, zbudowane lub przejęte przez Państwo oraz linje prywatnych zakładów elektrycznych użyteczności publicznej, działających na zasadzie uprawnień rządowych, wydanych na podstawie ustawy elektrycznej). Linje elektryczne, obsługujące przedsiębiorstwa państwowe, np. fabryki lub kopalnie, a więc należące do Państwa, lecz nie spełniające roli użyteczności publicznej, nie korzystają z przywilejów i są traktowane na równi z linjami prywatnymi. Niektóre sieci samorządowe, oraz pry-

watne, o ile odgrywają rolę użyteczności publicznej mogą być przez władze zaliczone do państwowych linii użyteczności publicznej.

7. 8. 9. Publiczne tory kolejowe, publiczne drogi wodne i ładowe dzielą się na drogi wielkiej wagi i podrzędne. Określenia, podane w przepisach, wyznaczają pewne granice między jedną kategorią a drugą. Przeprowadzenie ściślejszej granicy należy do kompetencji władz zainteresowanych. Zupełnie na uboczu pozostają fabryczne tory kolejowe, rzeki niespławne, drogi leśne, polowe, ścieżki i wogóle drogi niepubliczne, nie objęte niniejszymi przepisami.

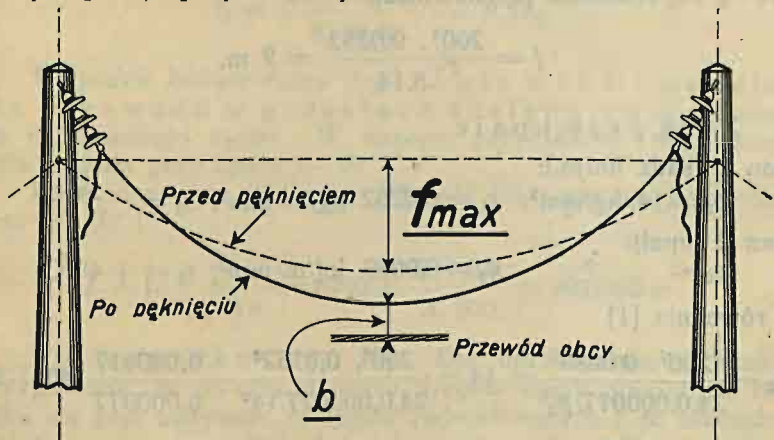


Rys. 18. Kabłak chwytny.

10. Wypadki specjalne. Pierwszy wypadek — to sadyz katastrofalna (wg „Przep. techn. na napowietrzne linie” § 10 — podwójna w porównaniu z normalną). Na skrzyżowaniu dwóch linii elektrycznych tudzież przy prowadzeniu dwóch torów elektrycznych na wspólnych słupach przypuszcza się wypadek szczególnie złośliwy, że z przewodu dolnego całkowicie opadną osady lodowe, a przewód górny pokryje się sadzą katastrofalną. Podobny wypadek podaje rys. 7.

Rys. 19 przedstawia drugi wypadek katastrofalny.

Obliczenie zwisów w obu powyższych wypadkach katastrofalnych podaje przykład 4-ty.



Rys. 19. Odstęp pionowy w razie pęknięcia przewodów, założonych na izolatorach wiszących.

11. Linje napowietrzne na zbliżeniu patrz dopiski do § 35.

*Przykład 4-ty. Zwis w wypadkach katastrofalnych.* Między dwoma słupami przelotowemi, rozstawionemi w odstępie 200 m, jeden od drugiego, zawieszono linkę miedzianą o przekroju 35 mm<sup>2</sup> na pionowych łańcuchach izolatorowych (o długości 40 cm) z dopuszczalnym naprężeniem zmniejszonym — 14 kg/mm<sup>2</sup>. Obliczyć zwis podczas sady katastrofalnej i zwis, który nastąpi w momencie największego zwisu w razie pęknięcia tegoż przewodu w obu przęsłach sąsiednich.

*Stan normalny. Rozpiętość przelotowa* (p. „Dopiski do przep. techn. na napow. linje”) jest proporcjonalna do naprężenia dopuszczalnego. Wg tabl. XIV rozpiętość przelotowa dla linki miedzianej 35 mm<sup>2</sup> przy normalnym dopuszczalnym naprężeniu 19 kg/mm<sup>2</sup> wynosi 72,3 m, a więc przy zmniejszonym naprężeniu dopuszczalnym 14 kg/mm<sup>2</sup> wyniesie

$$72,3 \frac{14}{19} = 53,7 \text{ m.}$$

Rozpiętość 200 m jest nadprzelotowa, a więc największe naprężenie wystąpi przy sady normalnej.

Zwis przy sady normalnej. Waga przewodu wraz z sady normalną na 1 m długości

$$g = 0,0089 + \frac{0,570}{35} = 0,0252 \text{ kg/m. mm}^2;$$

zwis ze wzoru „2” (p. Dopiski do „Przep. techn. na napow. linje” § 12, równanie podstawowe)

$$f = \frac{200^2 \cdot 0,0252}{8.14} = 9 \text{ m.}$$

Zwis przy upale.

stan 1 (sady norm.):

$$p_1 = 14 \text{ kg/mm}^2; \quad g_1 = 0,0252 \text{ kg/m. mm}^2; \quad t_1 = -5^\circ\text{C};$$

stan 2 (upał):

$$p_2 = ? \quad g_2 = 0,0089 \text{ kg/m. mm}^2; \quad t_2 = +40^\circ\text{C};$$

Z równania (1)

$$p_2 - \frac{200^2 \cdot 0,0089^2}{24.0,000077 \cdot p_2^2} = 14 - \frac{200^2 \cdot 0,0252^2}{24.0,000077 \cdot 14^2} - \frac{0,000017}{0,000077} (40 + 5)$$

znajdujemy naprężenie

$$p_2 = 4,92 \text{ kg/mm}^2;$$

zwis znajdujemy ze wzoru „2”

$$f_2 = \frac{200^2 \cdot 0,0089}{8,4,92} = 9,04 \text{ m.}$$

A zatem największy zwis wypada przy upale.

*Wypadek katastrofalny 1-szy.* Zwis przy sady katastrofalnej. Waga przewodu wraz z sady katastrofalną na 1 m długości

$$g = 0,0089 + \frac{1,14}{35} = 0,0415 \text{ kg/m} \cdot \text{mm}^2;$$

stan 1 (sady normalna):

$$p_1 = 14 \text{ kg/mm}^2; \quad g_1 = 0,0252 \text{ kg/m} \cdot \text{mm}^2; \quad t_1 = -5^\circ \text{ C};$$

stan 2 (sady katastrofalna):

$$p_2 = ? \quad g_2 = 0,0415 \text{ kg/m} \cdot \text{mm}^2; \quad t_2 = -5^\circ \text{ C}.$$

Z równania (1)

$$p_2 - \frac{200^2 \cdot 0,0415^2}{24 \cdot 0,000077 \cdot p_2^2} = 14 - \frac{200^2 \cdot 0,0252^2}{24 \cdot 0,000077 \cdot 14^2}$$

znajdujemy naprężenie

$$p_2 = 21,85 \text{ kg/mm}^2;$$

zwis ze wzoru (2)

$$f_2 = \frac{200^2 \cdot 0,0415}{8 \cdot 21,85} = 9,5 \text{ m.}$$

*Wypadek katastrofalny 2-gi.* Zwis w razie pęknięcia przewodu w przęsłach sąsiednich w momencie największego zwisu. W naszym przykładzie największy zwis wypada przy upale + 40° C.

Przed wypadkiem. Długość łuku samego przewodu przy + 40° C

$$L = \left( a + \frac{8f^2}{3a} \right) = 200 + \frac{8 \cdot 9,04^2}{3 \cdot 200} = 201,090 \text{ m.}$$

Po wypadku (rys. 19). Dla uproszczenia rachunku przypuścimy, że po obu stronach przęsła słupy przelotowe nie ugną się pod wpływem naciągów jednostronnych i że łańcuchy izolatorowe po wypadku ułożą się wraz z przewodem w jednostajny łuk paraboliczny.

Pozatem, przypuścimy jeszcze, tym razem tylko na chwilę,



że po wypadku naprężenie przewodu nie zmniejszy się, lecz pozostanie takie samo, jak przed wypadkiem — 4,92 kg/mm<sup>2</sup>. Długość przewodu wraz z długością obu łańcuchów izolatorowych wynosiłaby przy takim założeniu, w pierwszym przybliżeniu

$$L' = 201,090 + 2 \cdot 0,4 = 201,890 \text{ m,}$$

zwis

$$f' = \sqrt{\frac{(L' - a) \cdot 3a}{8}} = \sqrt{\frac{(201,890 - 200) \cdot 3 \cdot 200}{8}} = 11,905 \text{ m,}$$

a naprężenie

$$p' = \frac{200^2 \cdot 0,0089}{8 \cdot 11,905} = 3,74 \text{ kg/mm}^2.$$

Obecnie, odstępujemy od pierwotnego przypuszczenia, jakoby naprężenie wynosiło 4,92 kg/mm<sup>2</sup>; przypuszczamy, że naprężenie wynosi 3,74 kg/mm<sup>2</sup> i, opierając się na tem, ponownie obliczamy długość łuku (przewód wraz z obu łańcuchami izolatorowemi), w drugim przybliżeniu:

$$201,090 = x (1 + 0,000077 \cdot 4,92); \quad x = 201,014 \text{ m;}$$

$$L'' = 201,014 (1 + 0,000077 \cdot 3,74) + 2 \cdot 0,4 = 201,872 \text{ m;}$$

powtarzamy to samo obliczenie, co poprzednio i znajdujemy

$$f'' = 11,85 \text{ m;} \quad p'' = 3,75 \text{ kg/mm}^2;$$

Ponieważ za drugim razem doszliśmy prawie do takiego samego naprężenia, z jakiegośmy wyszli, przeto uważamy zadanie za rozwiązane.

Zwis w drugim wypadku katastrofalnym wyniesie

$$f = 11,85 \text{ m.}$$

§ 3. *Dopuszczalne naprężenie zmniejszone.* Naciąganie przewodów z naprężeniem zmniejszonym jest wymagane na skrzyżowaniach w obostrzeniu 3-go stopnia (§ 20) tudzież w niektórych przypadkach przy prowadzeniu dwóch torów elektrycznych na wspólnych słupach (§ 38). W pierwszym wypadku są dopuszczalne tylko linki, w drugim — zarówno linki, jak druty.

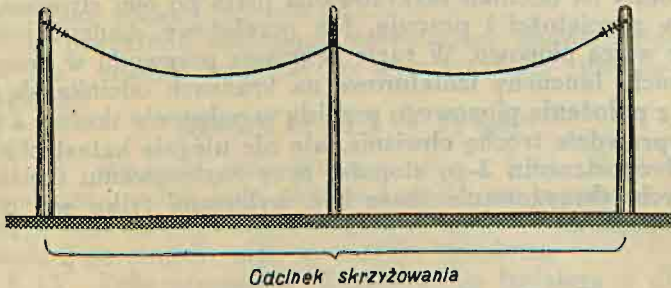
Dla przykładu obliczymy dopuszczalne naprężenie zmniejszone dla brązu o wytrzymałości probierczej 64 kg/mm<sup>2</sup> i wytrzymałości długotrwałej — 52 kg/mm<sup>2</sup>; naprężenie to wyniesie

$$\text{dla drutów} - 0,25! \cdot 52 = 13 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{a dla linek} - 0,35 \cdot 52 = 18,2 \text{ „}$$

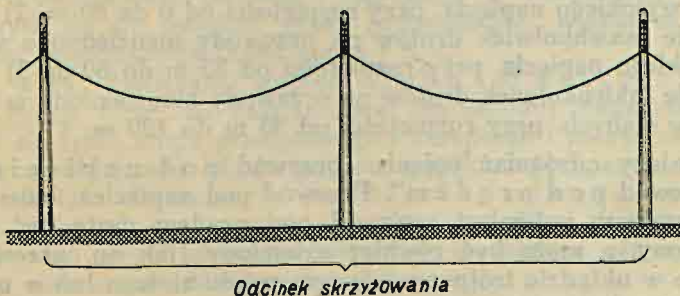
Tablica XXII podaje zestawienie wartości dopuszczalnych naprężeń: krańcowych, normalnych i zmniejszonych dla różnych materiałów przewodowych.

§ 4. *Sposoby wykonywania skrzyżowań.* Przewód przywiązuje się do izolatora albo „na moc”, albo „luźno”. Przy



Rys. 20. Skrzyżowanie według pierwszego sposobu.

zastosowaniu izolatorów stojących przewod, przywiązany na moc, otacza główkę izolatora pętlą i nie może się przesuwac, przewód zaś, przywiązany luźno, wprawdzie jest przyciśnięty drutem wiążalkowym do szyjki lub główki izolatora, ale przy zmianie naciągu w jednym z przęseł może się przesuwac to w jedną, to w drugą stronę. Przy zastosowaniu izolatorów wiszących przewod, przywiązany na moc do łańcucha odciągowego (będącego w położeniu skośnym, niemal poziomem), jest nieruchomy, natomiast przewód, przywiązany luźno do pionowego łańcucha wiszącego, pod wpływem zmiany naciągu w



Rys. 21. Skrzyżowanie według drugiego sposobu.

jednym z przęseł może się przesuwac to w jedną, to w drugą stronę, przyczem łańcuch pionowy odpowiednio się pochyli.

Rys. 20 i 21 przedstawiają skrzyżowania wg pierwszego i drugiego sposobu przy zastosowaniu izolatorów wiszących.

Odcinek skrzyżowania, wykonany wg pierwszego

sposobu (rys. 20), jest jakby odgradzony słupami odporowemi od pozostałych części linji i jest od nich zupełnie niezależny. W razie pęknięcia przewodu w przęsłach pobliskich, katastrofa lokalizuje się zewnątrz odcinka skrzyżowania.

Przy zastosowaniu drugiego sposobu (rys. 21) wszystkie słupy na odcinku skrzyżowania mają po obu stronach jednakowe rozpiętości i pracują, jak przelotowe. Łańcuchy izolatorowe wiszą pionowo. W razie pęknięcia przewodu w przęsłach sąsiednich, łańcuchy izolatorowe na krańcach odcinka skrzyżowania z położenia pionowego przejdą w położenie skośne, a przewód wprawdzie trochę obwisnie, ale nie ulegnie katastrofie.

W obostrzeniu 3-go stopnia, przy zastosowaniu izolatorów stojących, skrzyżowanie może być wykonane tylko wg pierwszego sposobu.

## II. Przepisy obostrzające 1-go stopnia.

*Zestawienie przepisów obostrzających p. tabl. XXIII.*

§ 5. *Najmniejszy dozwolony przekrój* (por. z „Przep. techn. na napow. linje” § 5). Zasadniczy przepis pozostaje bez zmiany; znoszą się tylko wszelkie ulgi, przyznane w przepisach ogólnych przewodom prądów słabych i sieciom lokalnym niskiego napięcia.

§ 6. *Przewód jednodrutowy* (por. z „Przep. techn. na napow. linje” § 6). Przepisy ogólne pozwalały na stosowanie drutów między innymi w trzech następujących przypadkach, w których przy obostrzeniu 1-go stopnia druty są już zabronione: 1) stosowanie drutów miedzianych i brązowych na przewody wysokiego napięcia, przy rozpiętości od 0 do 80 m, 2) stosowanie jakichkolwiek drutów na przewody nieuziemione w linji niskiego napięcia, przy rozpiętości od 35 m do 80 m, 3) stosowanie jakichkolwiek drutów na przewody nieuziemione w linji prądów słabych, przy rozpiętości od 35 m do 120 m.

Należy odróżniać pojęcia „przewód pod napięciem” i „przewód pod prądem”. Przewód pod napięciem musi być nieuziemiony, natomiast przewód pod prądem może być nieuziemiony, a może być również uziemiony (jak np. przewody zerowe w układzie trójprzewodowym prądu stałego lub w układzie gwiazdowym).

Przewody zerowe jednodrutowe, jako uziemione, w obostrzeniu 1-go stopnia są dozwolone przy rozpiętościach do 80 m.

§ 9. *Słupy drewniane*, a szczególnie ich części podziemne, są narażone na gnicie, wymagają perjodycznych rewizyj i konserwacji przez smarowanie karboliną, zastrzykiwanie kobranu, dodawanie pasierbów ze świeżego drzewa i t. d.

### III. Przepisy obostrzające 2-go stopnia.

§ 10. *Najmniejszy dozwolony przekrój* (por. z § 5) dla miedzi, brązu, glinu i stopów glinowych jest podniesiony o jeden kaliber. Dla stali pozostawiono przekrój 16 mm<sup>2</sup>, który nawet przy najmniejszej wytrzymałości probierczej (40 kg/mm<sup>2</sup>) znosi ciężar większy od 600 kg.

Dla przykładu obliczymy najmniejszy dopuszczalny przekrój dla miedzi miękkiej o wytrzymałości probierczej — 22 kg/mm<sup>2</sup>:

$$600 : 22 = 27,3 \approx 35 \text{ mm}^2.$$

§ 11. *Przewód jednodrutowy* (por. z § 6). W obostrzeniu 1-go stopnia wolno było stosować druty na przewody nieuziemione w linii niskiego napięcia przy rozpiętości do 35 m. W obostrzeniu 2-go stopnia ulga ta została zniesiona.

§ 13. *Zabezpieczenia*. Zastosowanie izolatora o dłuższym przeskoku iskrowym zapobiega przeskokom iskrowym. Ponieważ pod wpływem łuku świetlnego przewód nagrzewa się i traci na wytrzymałości (miedź twarda staje się miękką), przeto stosowanie większego izolatora pośrednio zapobiega pękaniu przewodów. Przewód omijający (§ 2 p. 2), podwójne zawieszenie (§ 2 p. 3) i podwójne łańcuchy izolatorowe (§ 2 p. 4) trzymają przewód w razie pęknięcia i nie pozwalają mu упаść na ziemię.

W obostrzeniu 2-go stopnia, zarówno przy izolatorach stojących, jak wiszących, jest pozostawiony do uznania projektującego wybór między dwoma zabiegami, z których jeden zapobiega pękaniu przewodów, a drugi chroni pęknięty przewód od upadku.

Powiększenie przeskoku iskrowego w łańcuchach izolatorowych da się osiągnąć przez zastosowanie większych ogniw, przez powiększenie liczby ogniw i t. d.

§ 14. *Obliczanie słupów*. Słupy 1-ej kategorii (por. z „Przep. techn. na napow. linje” §§ 24—29). Obostrzenie dotyczy tylko słupa przelotowego i narożnego i polega na dodatkowym obliczeniu ich na pewien umyślony przypadek. Właściwość jest to obliczenie na pęknięcie jednego przewodu, tylko tak uproszczone, aby nie uwzględniać skręcania. Słupy w ten sposób obliczone wypadają mocniejsze, niż normalne, lecz słabsze od obliczonych na skręcanie.

Na krańcach odcinka skrzyżowania, wykonanego wg pierwszego sposobu (§ 4 p. 1) staną normalne słupy odporowe, na skrzyżowaniu zaś — wg drugiego sposobu — słupy przelotowe, obliczone jak wyżej, a więc cięższe od normalnych przelotowych, lecz lżejsze od odporowych.

Słupy 2-ej kategorii (por. z „Przep. techn. na napowietrzne linje” §§ 30—35). Obostrzenie dotyczy tylko słupa

przelotowego, który ma być obliczany tak, jak odporowy („Przep. techn. na napow. linje” § 33).

Na krańcach odcinka skrzyżowania, wykonanego czy to wg pierwszego, czy wg drugiego sposobu, staną słupy takie same, obliczone, jak odporowe. Różnica będzie polegała tylko na odmiennem zawieszeniu przewodów, przy pierwszym sposobie — na izolatorach odciągowych, przy drugim — na izolatorach wiszących.

Tabl. XXIV podaje zestawienie wszystkich przepisów, tyjących się obliczania słupów, poprzeczników i trzonów.

§ 15. *Słupy drewniane* (por. z § 9). Spis nasycalni w Polsce:

1. Związek Koksowni, Katowice, ul. Powstańców 50.
  - a) Wronki (woj. Poznańskie; tel. 27); olej smołowcowy;
  - b) Solec Kujawski (woj. Poznańskie; tel. 34); olej smołowcowy;
  - c) Chełm Wielki (śląsk; tel. Nowy Bieruń 5); olej smołowcowy; sole impregnacyjne;
  - d) Katowice—Ligota (tel. Katowice 229); sole impregnacyjne.
2. Polska Kobra; Impregnacja drzewa; Warszawa, Marszałkowska 94. Nasycanie uskutecznia się na miejscu zmagazynowania drzewa; można również nasycać słupy już ustawione; zastrzyki kobranem (sole fenolowe + fluorek sodu).
3. Polskie Zakłady Impregnacyjne, Warszawa, Wiejska 16.
  - a) Czechowice — poczta i st. kol. Dziedzice; olej smołowcowy; emulsja chlorku cynku z olejem smołowcowym; chlorek cynku;
  - b) Zadwórze pod Lwowem; olej smołowcowy, emulsja chlorku cynku z olejem smołowcowym; chlorek cynku;
  - c) nasycalnia przewoźna; chlorek cynku.
4. Polsko - Belgijskie Tow. dla impregnacji drzewa i Polski Krezonaft; Warszawa, Wspólna 23. Nasycanie olejem smołowcowym, krezonaftą, lalitem;
  - a) Ostrowo-Komorowo pod Małkinią;
  - b) Rawa Ruska;
  - c) Kiwerce pod Łuckiem.

#### IV. Przepisy obostrzające 3-go stopnia.

§ 17. *Najmniejszy dozwolony przekrój* (por. z § 10). Przy rozpiętościach do 50 m przekroje są takie same, jak w obostrzeniu 2-go stopnia, przy rozpiętościach do 120 m — większe o jeden kaliber, a powyżej 120 m — większe o dwa kalibry.

Dla przykładu obliczymy najmniejszy dopuszczalny przekrój dla miedzi półtwardej o wytrzymałości probierczej 30 kg/mm<sup>2</sup> przy rozpiętości większej od 120 m;

$$1350 : 30 = 45 \approx 50 \text{ mm}^2.$$

§ 20. *Zwis* (por. z „Przep. techn. na napow. linje §§ 11 i 12). Jednym z najskuteczniejszych sposobów zabezpieczenia przewodów od pęknięcia jest naciąganie ze zmniejszonym naprężeniem. Dopuszczalne naprężenia zmniejszone podaje § 3 i tabl. XXII.

Zwis linek stalowo-glinowych normalnie oblicza się ze średnich (dla stali i glinu) współczynników fizycznych i wytrzymałościowych (p. „Dopiski do przep. na napow. linje” § 3). Dla większego bezpieczeństwa w obostrzeniu 3-go stopnia liczy się na wytrzymałość tylko stali, uważając glin za obciążenie dodatkowe, narówni z sadią.

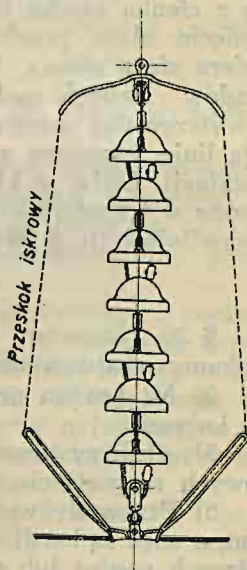
§ 22. *Skrzyżowania* (por. z § 4). W obostrzeniu 1-go i 2-go stopnia skrzyżowania mogą być wykonane bądź wg pierwszego sposobu, bądź wg drugiego. W obostrzeniu 3-go stopnia ta dowolność pozostaje w mocy tylko dla słupów z izolatorami wiszącymi. Skrzyżowania z izolatorami stojącymi muszą być wykonane wg pierwszego sposobu.

§ 23. *Zabezpieczenia* (por. z § 13). W obostrzeniu 2-go stopnia były do wyboru dwa zabiegi, z których jeden zapobiega pękaniu przewodów, a drugi chroni pęknięty przewód od upadku.

W obostrzeniu 3-go stopnia wymagane są oba zabiegi razem. Rożki (rys. 22) lub pierścienie ochronne przy łańcuchach izolatorowych odsuwają przeskok iskrowy od izolatorów i od przewodu, zabezpieczając przewód od nagrzewania. Zabieg ten pośrednio zapobiega pękaniu przewodów z miedzi twardej, która wskutek nagrzewania traciłaby na wytrzymałości.

§ 24. *Obliczanie słupów* pozostaje takie samo, jak w § 14. Słupy o przekroju kwadratowym są bardziej wytrzymałe na skręcanie, niż słupy o przekroju prostokątnym.

§ 25. *Słupy drewniane* (por. z § 15). W obostrzeniu 2-go stopnia sposób nasycania jest pozostawiony do uznania projektującego. W obostrzeniu 3-go stopnia — wymagane jest nasycenie olejem smołowcowym. Uwaga, że zamiast oleju smo-



Rys. 22. Rożki ochronne.

łowcowego może być użyty „inny środek impregnacyjny, nie-  
mniejszej wartości“ w chwili obecnej nie ma realnego znaczenia,  
gdyż żaden ze znanych dotychczas sposobów nie dorównywa  
nasycaniu olejem smołowcowym.

## V. Skrzyżowanie, zbliżenie i prowadzenie na wspólnych słupach przewodów różnych linii.

*Zestawienie wymaganych obostrzeń p. tabl. XXV.*

*Zestawienie wymaganej wysokości zawieszenia przewodów  
p. tabl. XXVI.*

§ 27. W sprawie unikania szkodliwych wpływów, wywie-  
ranych przez przewody prądów silnych na przewody prądu sła-  
bego, będą wydane przepisy specjalne.

### A. Linje napowietrzne.

§ 28. *Przerzut napięcia.* Zasadniczo przewody, wykona-  
ne wg niniejszych przepisów, tak co do obostrzenia, jak i co do  
odstępów wzajemnych, są już tem samem zabezpieczone od ze-  
tknięcia się. Od przerzutu napięcia chronią bezpieczniki napięcio-  
we z cienką płytką izolacyjną, która pod wpływem wysokiego  
napięcia ulega przebiciu; wskutek tego przewód zagrożony  
zwiera się z ziemią. Wreszcie, do ochrony personelu w liniach  
prądów słabych nadają się transformatoriki bezpieczeństwa  
o wytrzymałej warstwie izolacyjnej. Transformatoriki oddzie-  
lają linję, narażoną na przerzuty napięcia, od pozostałej części  
instalacji. Linje, w których przewody prądu słabego są zaopa-  
trzone w transformatoriki bezpieczeństwa, korzystają z pewnych  
przywilejów (p. § 38).

### Skrzyżowanie.

§ 29. *Zasady:* 1) Przy skrzyżowaniu pod prostym kątem  
unikamy wzajemnych wpływów indukcyjnych.

2) Na krańcu przęsła przewód najmniej zwisa i najmniej  
się kołysze.

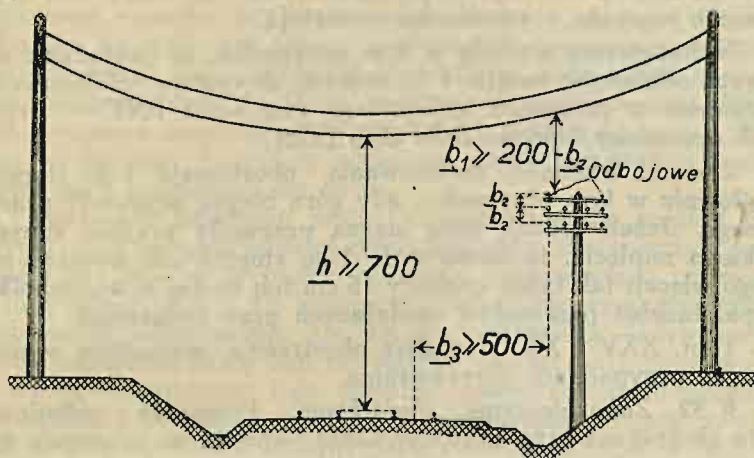
3), 4) Przy prostolinijnym biegu i przy przęsłach o jedna-  
kowych rozpiętościach, słupy nie są obarczone naciągiem.

5) Przewody większej wagi podlegają ostrzejszym przepi-  
som, a więc są bardziej zabezpieczone od pękania, niż przewody  
niższych napięć lub prądów słabych.

§ 30. *Odstęp pionowy.* Wymagania a), b) uzależniają  
odstęp pionowy od zwisów i od napięcia obu krzyżujących się  
linij. Wymagania te wypływają z zasady, że odstęp od przewo-  
du z obcej linii nie powinien być mniejszy, niż odstęp od prze-  
wodu z tej samej linii.

Wymagania a), b) dotyczą się odstępu między najbliższymi dowolnymi przewodami, wymagania zaś c), d) — odstępu między przewodami tylko nieuziemiałymi.

Na rys. 23 górą biegnie linia wysokiego napięcia, dołem — linia prądów słabych, a nad nią — dwa przewody odbojowe.



Rys. 23. Skrzyżowanie linii elektrycznej z torem kolejowym i drugą linią elektryczną.

Wymagania a), b) dotyczą się odstępu  $b$  (p. rys.), wymagania zaś c), d) — odstępu  $b_1 + b_2$ .

Jeżeli krzyżujące się linie nie są przedzielone przewodami uziemiałymi (np. odbojowymi, odgromowymi, zerowymi), to wszystkie cztery wymagania: a), b), c), d) dotyczą się tego samego odstępu — między najniższym przewodem linii górnej a najwyższym przewodem linii dolnej.

Najmniejszy odstęp pionowy między przewodem a punktem stałym (powierzchnią ziemi, dachem i t. d.) wypada zawsze przy największym zwisie, natomiast najmniejszy odstęp między dwoma przewodami może wypaść, zależnie od rozpiętości, materiału i przekroju przewodu, zarówno przy największym zwisie, jak i w innych warunkach atmosferycznych (np. przy normalnym mrozie).

Wypadki katastrofalne p. dopisek do § 2 p. 10 i przykład 4-ty.

Patrz tabl. XXVI i XXVII.

§ 31. **Obostrzenia.** Ustęp pierwszy dotyczy się przeważnie sieci miejskich niskiego napięcia, krzyżujących się na każdym kroku z siecią telefonów państwowych. Przy budowie sieci niskiego napięcia nie przedstawia wielkich trudności zastosowanie obostrzenia 1-go stopnia w miejscach skrzyżowania z istniejącą



już siecią telefonową. W miarę jednak rozbudowy jednej i drugiej sieci, gdy wypada dodawać do przybywających odbiorców światła coraz to nowe przewody, krzyżujące się z wielotorową linią telefonową, i do przybywających abonentów telefonowych coraz to nowe przewody, krzyżujące się z wieloprzewodową linią niskiego napięcia, — trudności wzrastają.

Najłatwiejsze wyjście w tym przypadku, to zakładanie do nowych odbiorców światła i do nowych abonentów telefonowych odgałęzień z przewodu izolowanego (wg norm PNE — przewód, oznaczony literami *DGa* albo *LGa*).

Zresztą, trudności zastosowania obostrzenia 1-go stopnia są głównie w tym przypadku, gdy górą biegną przewody prądu słabego. Jeżeli jednak górą biegną przewody prądów silnych niskiego napięcia, to obostrzenie 1-go stopnia nie wymaga niczego więcej, jak tylko średnicy 15 cm lub więcej u wierzchołka słupa, tudzież przewodów omijających przy izolatorach.

Tabl. XXV i XXVII podają obostrzenia, wymagane w rozmaitych przypadkach skrzyżowania.

§ 32 *Zabezpieczenia dodatkowe.* Przewody odbojowe mają chronić od przerzutu wysokiego napięcia na przewody niskiego napięcia i prądów słabych, które w warunkach normalnych nie są niebezpieczne i mogą być przez ludzi dotykane. To też przewody odbojowe nie są wymagane ani na skrzyżowaniu niskiego napięcia z niskim (lub prądami słabymi), ani na skrzyżowaniu wysokiego napięcia z wysokim.

Jeżeli linia górna jest zbudowana z obostrzeniem 3-go stopnia, to można zupełnie nie liczyć się z możliwością pęknięcia w niej przewodów i nie zakładać przewodów odbojowych.

Na rys. 23 linia wysokiego napięcia, zbudowana z obostrzeniem 2-go stopnia, krzyżuje się z linią prądów słabych. Zgodnie z przepisami, na linii dolnej nad przewodami roboczymi zawieszono są dwa przewody odbojowe nad krańcowymi kolumnami przewodów. Wskutek tego zabiegu przewód górny, spadając w razie pęknięcia, zetknie się przedewszystkiem z jednym z uziemionych przewodów odbojowych i dopiero później, już jako uziemiony, upadnie na przewody dolne.

Tabl. XXVII podaje obrazowo wykonanie skrzyżowania dwóch linii elektrycznych w dwudziestu rozmaitych przypadkach, z których dwanaście jest w zgodzie z 5-tą zasadą § 29, a osiem — w sprzeczności z nią (układy niezalecane). W tablicy pierwsze dwa wiersze od góry charakteryzują linię górną, następny wiersz — odstęp między górną a dolną linią, następny — tyczy się przewodów odbojowych, a dwa ostatnie wiersze — przewodów roboczych linii dolnej.

§ 33. *Przewody odbojowe.* Glin i stopy glinu, jako ma-

terjały małej wytrzymałości, nie nadają się na przewody odbojowe.

W myśl § 32 przewody odbojowe są wymagane w linii zagrożonej, zbudowanej bez obostrzenia, nad którą przebiega linja grożąca. Wobec tego przewody odbojowe mogą być wykonane z miedzi, czy brązu o przekroju co najmniej  $10 \text{ mm}^2$ , albo też ze stali, czy żelaza o przekroju conajmniej  $16 \text{ mm}^2$ . Gdyby jednak linja zagrożona prowadziła tylko niskie napięcie przy rozpiętościach do 35 m, to przewody odbojowe miedziane lub brązowe mogłyby mieć przekrój  $6 \text{ mm}^2$ , a stalowe i żelazne —  $10 \text{ mm}^2$ . Przewody odbojowe wolno budować z drutów tylko przy rozpiętości do 80 m.

Przewody odbojowe można również zawiesić wzdłuż linii górnej, pod jej przewodami roboczymi, aby zabezpieczyć przewody tej linii na wypadek pęknięcia najwyższego przewodu z linii dolnej (§ 2 p. 1). Przepisy niniejsze nie wymagają takich przewodów odbojowych, ale ich nie zabraniają. Gdyby przewody odbojowe miały być zawieszane wzdłuż linii, zbudowanej z obostrzeniem 1-go stopnia, musiałyby mieć przekrój co najmniej  $10 \text{ mm}^2$  z miedzi czy brązu, albo  $16 \text{ mm}^2$  ze stali lub żelaza, przyczem druty byłyby dozwolone tylko w linii niskiego napięcia przy rozpiętości do 80 m. W linii z obostrzeniem 2-go stopnia przewody odbojowe musiałyby mieć przekrój co najmniej  $16 \text{ mm}^2$ , przyczem druty byłyby dozwolone tylko z miedzi lub brązu i tylko w linii niskiego napięcia przy rozpiętości do 80 m. Wreszcie w linii z obostrzeniem 3-go stopnia przewody odbojowe musiałyby być wykonane tylko z linek o przekroju, zależnym od rozpiętości: do 50 m —  $16 \text{ mm}^2$ , do 120 m —  $25 \text{ mm}^2$ , a powyżej —  $35 \text{ mm}^2$ .

Ostatni ustęp, tyżący się odległości między przewodem odbojowym a przewodem, będącym pod napięciem, wynika z „Przep. techn. na napow. linje” § 14, zdanie ostatnie.

### Z bliżenie.

§ 34. *Odstęp poziomy.* Wymagania a), b) uzależniają odstęp poziomy od zwisów i od napięcia obu zbliżających się do siebie linii. Wymagania te wypływają z zasady, że odstęp od przewodu z obcej linii nie powinien być mniejszy, niż odstęp od przewodu z tej samej linii.

Wymagania a), b) tyżącą się odstępu między najbliższymi dowolnymi przewodami, wymaganie zaś c) — odstępu między przewodami tylko nieuziemiionemi.

Jeżeli w zbliżających się linjach niema na skraju przewodów uziemiionych, to wszystkie trzy wymagania a), b), c) tyżącą się tego samego odstępu między najbliższymi przewodami obu linii.

Na rys. 24 linja na wyższych słupach prowadzi wysokie napięcia i zbliża się do innej linji (na niższych słupach). Odstęp między skrajnymi przewodami, będącymi pod napięciem, oznaczono literą  $b_1$ .

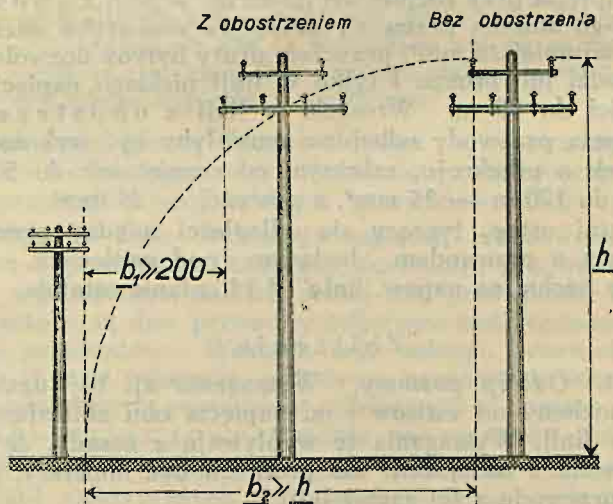
Patrz tabl. XXVI.

§ 35. *Obostrzenie*. Pęknięty przewód nigdy nie pada prostopadle wdół, lecz wbok, przyczem pręży się i zwiija. Nie da się ściśle określić, jak daleko może sięgnąć zerwany przewód.

Przepisy niniejsze nie podają sposobu obliczenia takiego odstępu między dwiema linjami, przy którym zerwany przewód jednej linji nie dosięgnie już do przewodu linji drugiej. Dopóki ta sprawa nie będzie ujęta przepisami, możemy posilkować się następującym prawidłem.

*Jeżeli odstęp, mierzony poziomo między dwoma równoległymi przewodami (groźącym i zagrożonym — p. § 2 p. 11), jest większy od wysokości zawieszenia przewodu groźącego, to zerwany przewód groźący nie dosięgnie do przewodu zagrożonego.*

Jeżeli jedna linja biegnie znacznie wyżej od drugiej, to linję wyższą uważamy za linję groźącą, a niższą — za zagrożoną.



Rys. 24. Zbliżenie dwóch linii elektrycznych.

zoną; obostrzeniu podlega tylko linja groźąca. Jeżeli różnica w wysokości będzie nieznaczna, to każda z nich będzie groźącą a jednocześnie zagrożoną i obie będą wymagały obostrzenia.

Przepisy austriackie ujęły sprawę w ten sposób, że wyznaczyły odstęp 5-cio metrowy. Zbliżeniem dwóch linii elektrycznych nazywają taki układ, przy którym odstęp między przewodami jest mniejszy niż 5 m.

Rys. 24 podaje dwie możliwości prowadzenia linii wysokiego napięcia (na wyższych słupach), równoległe do innej linii (na niższych słupach):

1. z mniejszym odstępem wzajemnym (na rys.  $b_1$ ) i wówczas linja grożąca musi być zbudowana z obostrzeniem, albo też

2. z większym odstępem (na rys.  $b_2$ ), przekraczającym wysokość zawieszenia przewodów grożących i wówczas linja może być zbudowana bez obostrzenia.

Co się zaś tyczy samego obostrzenia — to na zbliżeniu są wymagane naogół obostrzenia słabsze, niż na skrzyżowaniu.

W miastach średniej wielkości linje niskiego napięcia zbliżają się na każdym kroku do linii państwowych telefonów. Przy rozpiętościach mniejszych od 35 m niema obawy pęknięcia przewodów i obostrzenie nie jest wymagane. Gdyby nie ta ulga, stosowanie przewodu miedzianego o przekroju  $6 \text{ mm}^2$  byłoby niedozwolone.

W zasadzie wszystkie przewody linii grożącej na przęśłach nadmiernie zbliżonych podlegają obostrzeniu. Gdyby jednak nie było żadnej wątpliwości, że niektóre z przewodów, bardziej odległe od linii zagrożonej, w razie pęknięcia w żaden sposób nie przedostaną się do tej linii, to przewody takie można byłoby zwolnić od przepisów obostrzających, a więc nie zwiększać ich przekroju, nie zawieszać podwójnie i t. d.

Przewód ogumowany i odporny na wpływy atmosferyczne, o którym jest mowa w niniejszym paragrafie, oznacza się wg norm PNE literami: *DGa* (drut), *LGa* (linka).

Patrz tabl. XXV.

### Na wspólnych słupach.

Obcemi sobie nazywamy takie przewody, które prowadzą prąd z różnych elektrowni, a także takie, które prowadzą prąd z tej samej elektrowni, ale przy różnym napięciu.

§ 36. *Zasada p.* dopisek do § 29 p. 5.

§ 37. *Odstępy.* Dwa są sposoby rozmieszczenia przewodów, należących do dwóch torów: 1) jeden tor nad drugim i 2) jeden tor obok drugiego.

1. Jeden tor nad drugim. Odstęp pionowy (por. z § 30) podlega wymaganiom a), b), które wypływają z zasady, że odstęp od przewodu z obcego toru nie powinien być mniejszy, niż odstęp od przewodu z tego samego toru.

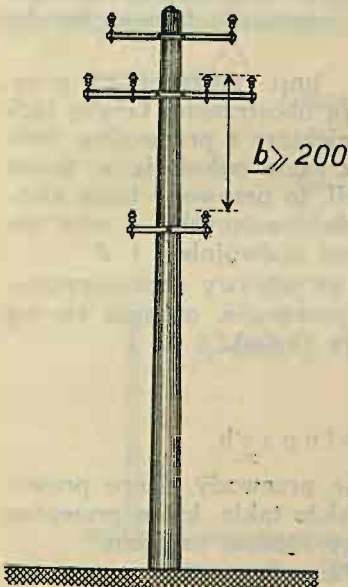
Co się tyczy punktu d), to uwzględnia on tylko sadz katastrofalną, gdyż drugi wypadek katastrofalny (§ 2 p. 10) tyczy się tylko przęśla skrzyżowania, którego tu niema.

Wymagania a), b) tyczą się odstępu między najbliższymi dowolnymi przewodami, wymagania zaś c), d) — odstępu między przewodami tylko nieuziemiionemi.

Jeżeli obie linje nie są przedzielone przewodami uziemiionemi, to wszystkie cztery wymagania a), b), c), d) tyczą się tego samego odstępu — między najniższym przewodem toru górnego a najwyższym przewodem toru dolnego.

Na rys. 25 górą biegnie tor wysokiego napięcia, dołem — tor prądu słabego; wszystkie przewody pod napięciem. Odstęp między obcemi sobie przewodami (na rys.—b) musi zatem odpowiadać wszystkim czterem warunkom.

Najmniejszy odstęp pionowy między przewodem a punktem stałym (powierzchnią ziemi, dachem i t. d.) wypada zawsze przy największym zwisie, natomiast odstęp najmniejszy między dwoma przewodami może wypaść, zależnie od materiału i przekroju przewodu, zarówno przy największym zwisie, jak i w innych warunkach atmosferycznych (np. przy normalnym mrozie).



Rys. 25. Tory prądu silnego i słabego na wspólnych słupach.

warunkach normalnych nie są niebezpieczne i mogą być przez ludzi dotykane.

Dodatkiem obostrzeniem, którego wymaga się przy prowadzeniu na wspólnych słupach wysokiego napięcia z niskiem

2. Jeden tor obok drugiego. Sposób ten jest stosowany, gdy oba tory są wysokiego napięcia. Wspólne poprzeczniki podtrzymują przewody obu torów, przyczem jeden tor biegnie z jednej strony słupów, a drugi — z drugiej.

Odstępy poziome w tym przypadku są skrępowane tylko dwoma wymaganiami a), b).

§ 38. *Obostrzenie.* Największego obostrzenia wymaga prowadzenie na wspólnych słupach toru wysokiego napięcia wraz z torem niskiego napięcia lub prądów słabych; wówczas bowiem grozi możliwość przedostania się wysokiego napięcia do przewodów, które w

lub prądem słabym, jest zmniejszony naciąg. Jest to przepis z obostrzenia 3-go stopnia, w którym druty są zabronione. Tym razem jednak zmniejszony naciąg tyczy się zarówno linek, jak drutów.

W sprawie transformatorów bezpieczeństwa p. dopisek do § 28.

Patrz tabl. XXV.

§ 39. *Przewody prądu słabego*, zakładane na wspólnych słupach z przewodami prądów silnych, podlegają tym samym przepisom, co przewody prądu silnego („Przep. techn. na napow. linje” §§ 3—17) i korzystają tylko z pewnych ulg, wymienionych w §§ 5, 6 powyższych przepisów.

Dla przykładu podajemy, że w linii o rozpiętościach do 120 m bronz o wytrzymałości 64 kg/mm<sup>2</sup> może być zastosowany do przewodów prądu słabego w przesłach

bez obostrzeń — w postaci drutu o przekroju 6 mm<sup>2</sup> (tabl. XI)

z obostrzeniem 1-go stopnia — jako linka	10 mm <sup>2</sup> ,
„ 2-go „ „ „	16 mm <sup>2</sup> ,
„ 3-go „ „ „	25 mm <sup>2</sup> .

Inne napięcie panuje w obwodzie prądów słabych, gdy przewody prądów silnych są odłączone od napięcia, a inne, gdy są czynne. Przy wyznaczaniu wielkości izolatorów, odstępów między przewodami i t. d. należy kierować się tem drugim napięciem.

Dopóki nie będą wydane przepisy polskie na obliczanie napięcia, wzniesanego przez indukcję wzajemną, należy posil-kować się przepisami niemieckimi.

W sprawie ochrony personelu od porażenia p. §§ 28, 38 i dopiski do nich.

## B. Linje podziemne.

Obcemi sobie nazywamy takie kable, które prowadzą prądy z różnych elektrowni, a także takie, które prowadzą prąd z tej samej elektrowni, ale przy różnem napięciu.

§ 40. *Skrzyżowanie*. Z dwóch krzyżujących się kabli ten, który jest głębiej zakopany, mniej jest wystawiony na niebezpieczeństwo przy rozkopach i naprawach. Z tego też względu kable większego znaczenia (wyższego napięcia) zakopuje się głębiej.

Pozostawienie pewnego odstępu pionowego między krzyżującymi się kablami, bez wypełnienia tego odstępu (choćby częściowego) materiałem twardym, nie gwarantowałoby trwałości tego odstępu. Ziemia, jako materiał sypki, może ustąpić, może dać się wymyć. Ścianka betonowej rury, nawleczonej na kabel, da przegrodę pewną i nie dopuści do zetknięcia się kabli.

## VI. Skrzyżowanie i zbliżenie przewodów z publicznymi torami kolejowymi.

Przepisy niniejsze obejmują tylko publiczne drogi kolejowe, natomiast kolejki do własnego użytku jakiejś fabryki lub gospodarstwa leśnego, wiejskiego i t. d. przepisom tym nie podlegają.

### A. Linje napowietrzne.

§ 44. *Miejsce na słupy* p. rys. 23 (odstęp  $b_2$ ) i rys. 26 (odstęp  $b_1$ ).

### Skrzyżowanie.

§ 45. *Zasady*: 1) Skrzyżowanie z torowiskiem pod kątem prostym jest najkrótsze, a skrzyżowanie z kolejową linią prądów słabych pod prostym kątem jest wolne od wzajemnych wpływów indukcyjnych.

Patrz dopiski do § 29 p. 2), 3), 4).

§ 46. *Wysokość zawieszenia* (por. z „Przep. techn. na napow. linje” § 13). Rys. 23 przedstawia skrzyżowanie linii wysokiego napięcia z torem kolejowym; wysokość zawieszenia —  $h$ .

W sprawie wypadków katastrofalnych — p. dopiski do § 2 p. 10 i przykład 4-ty.

Wysokości, podane w niniejszym paragrafie, są ważne dla napięć linjowych do 100 kV włącznie. Przy wyższych napięciach należy wysokości powiększyć, licząc na każdy dodatkowy kilometr po 0,67 cm.

Patrz tabl. XXVI.

### Zbliżenie.

§ 48. *Odstęp poziomy* (por. z § 34) p. rys. 23 (odstęp  $b_2$ ) i rys. 26 (odstęp  $b_1$ ).

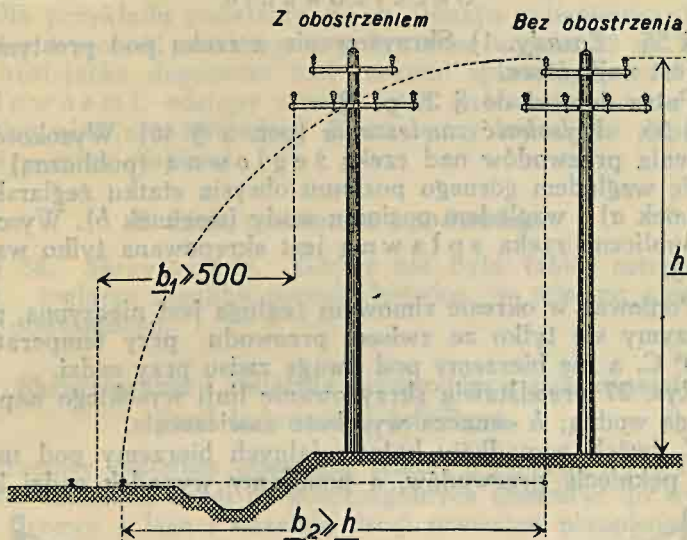
Patrz tabl. XXVI.

§ 49. *Obostrzenie*. Przepisy niniejsze nie podają sposobu obliczenia takiego odstępu między linią elektryczną a torowiskiem, przy którym zerwany przewód nie dosięgnie już szyn. Dopóki ta sprawa nie będzie ujęta przepisami, możemy posil-kować się następującym prawidłem.

*Jeżeli odstęp, mierzony poziomo między skrajnym przewodem a skrajną szyną kolejową, jest większy od wysokości zawieszenia przewodu, to zerwany przewód nie dosięgnie do szyny* (p. dopisek do § 35).

Rys. 26 podaje dwie możliwości prowadzenia linii wysokiego napięcia, równoległe do torowiska:

1. z mniejszym odstępem wzajemnym (na rys. —  $b_1$ ) i wówczas linja elektryczna musi być zbudowana z obostrzeniem, albo też



Rys. 26. Zbliżenie linii elektrycznych do toru kolejowego.

2. z większym odstępem (na rys. —  $b_2$ ), przekraczającym wysokość zawieszenia przewodów, i wówczas linja może być zbudowana bez obostrzenia.

Patrz tabl. XXV.

### B. Linje podziemne.

§ 50. *Skrzyżowanie.* Zakładanie kabla w kanale umożliwia wymianę i rewizję kabla bez rozkopywania torowiska.

## VII. Skrzyżowanie i zbliżenie przewodów z publicznymi drogami wodnymi.

Przepisy niniejsze obejmują tylko publiczne drogi wodne, natomiast rzeki o ruchu prywatnym lub przygodnym, a także wszelkie rzeki niespławne przepisom tym nie podlegają.

### A. Linje napowietrzne.

Odległości, które w myśl § 54 należy zachować między linią elektryczną a brzegiem, są tak wielkie, że o zbliżeniu linii elektrycznej do drogi wodnej nie może być mowy.



Jeżeli linja elektryczna, prowadzona równoległe do rzeki, wymaga jakiego obostrzenia, to tylko z powodu obecności w pobliżu czy to toru elektrycznego, drogi lądowej, czy osiedla.

### Skrzyżowanie.

§ 55. *Zasady.* 1) Skrzyżowanie z rzeką pod prostym kątem jest najkrótsze.

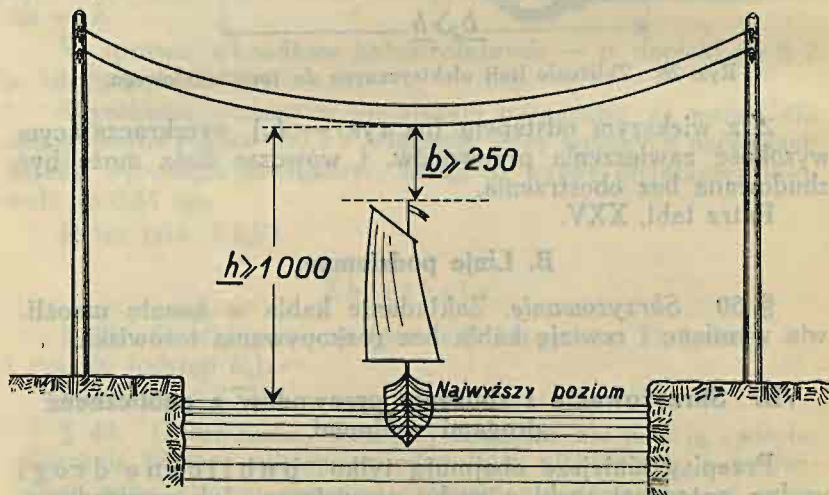
Patrz dopiski do § 29 p. 3).

§ 56. *Wysokość zawieszenia* (por. z § 46). Wysokość zawieszenia przewodów nad rzeką żeglowną (publiczną) mierzy się względem górnego poziomu obrysa statku żeglarskiego (warunek *a*) i względem poziomu wody (warunek *b*). Wysokość nad publiczną rzeką spławną jest skrępowana tylko warunkiem *b*.

Ponieważ w okresie zimowym żegluga jest nieczynna, przeto liczymy się tylko ze zwisem przewodu przy temperaturze + 40° C, a nie bierzemy pod uwagę zwisu przy sadzi.

Rys. 27 przedstawia skrzyżowanie linii wysokiego napięcia z drogą wodną; *h* oznacza wysokość zawieszenia.

Z dwóch wypadków katastrofalnych bierzemy pod uwagę tylko pęknięcie przewodów, a pomijamy wypadek sadzi kata-



Rys. 27. Skrzyżowanie linji elektrycznej z drogą wodną.

strofalnej ze względu na to, że żegluga w okresie zimowym jest nieczynna. W sprawie wypadku pęknięcia przewodu — p. dopisek do § 2 p. 10 i przykład 4-ty.

Wysokości, podane w niniejszym paragrafie, są ważne dla

napięć linjowych do 100 kV włącznie. Przy wyższych napięciach należy wysokości powiększyć, licząc na każdy dodatkowy kilowolt po 0,67 cm.

Patrz tabl. XXVI.

Dla przykładu podajemy, że na Dunaju najmniejsza dopuszczalna wysokość zawieszenia przewodów wynosi 20 m. Praktyka austriacka dopuszcza nad rzekami spławniemi, lecz nie żeglownemi, odstępy nawet 5-cio metrowe (podczas gdy przepisy niniejsze wymagają 10 m przy wysokim napięciu, a 8 m — przy niskim).

## B. Linje podziemne i podwodne.

§ 58. *Skrzyżowanie.* Gdyby nie było tablic ostrzegawczych, żeglarze mogliby opuścić kotwicę w miejscu ułożenia kabla podwodnego.

## VIII. Skrzyżowanie i zbliżenie przewodów z publicznymi drogami lądowymi i osiedlami.

Przepisy niniejsze obejmują tylko publiczne drogi lądowe, natomiast drogi do poszczególnych domostw, do wywożenia drzewa z lasu i wszelkie drogi prywatne przepisom tym nie podlegają.

### A. Linje napowietrzne.

§ 62. *Miejsce na słupy p. rys. 28.*

#### Skrzyżowanie.

§ 63. *Zasady.* 1) Skrzyżowanie z drogą pod prostym kątem jest najkrótsze, a skrzyżowanie pod prostym kątem z inną linią elektryczną, idącą wzdłuż drogi, jest wolne od wzajemnych wpływów indukcyjnych.

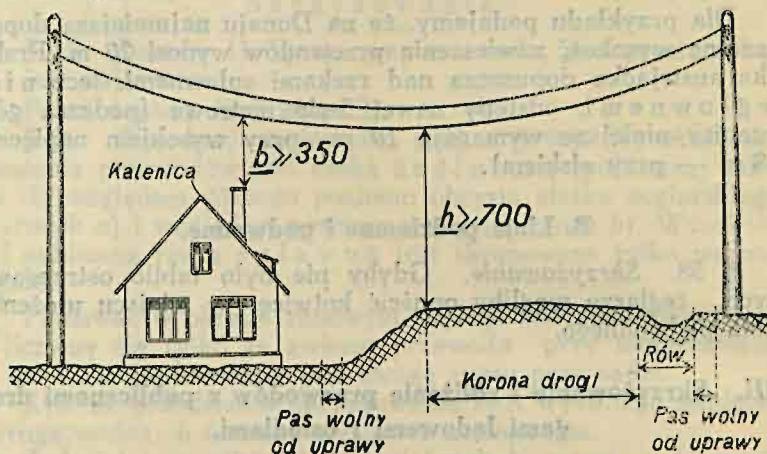
Patrz dopiski do § 29 p. 2), 3), 4).

§ 64. *Przeście nad budynkiem.* Budynki, kryte dachem z materiału miękkiego, są szczególnie niebezpieczne pod względem pożarowym. W razie pożaru ogień może objąć przewody, zmniejszyć ich wytrzymałość mechaniczną i spowodować ich zerwanie. Przy wysokim napięciu grozi to niebezpieczeństwem życia. Dopiero przy odstępie 12-to metrowym można przypuszczać, że przewody będą od ognia zabezpieczone.

Rys. 28 przedstawia przeście linii wysokiego napięcia nad budynkiem, krytym dachówką (na rys. — odstęp od komina b).

W sprawie wypadków katastrofalnych — p. dopiski do § 2 p. 10 i przykład 4-ty.

Odstępy, podane w niniejszym paragrafie, są ważne dla napięć linjowych do 100 kV włącznie. Przy wyższych napięciach należy odległości powiększyć, licząc na każdy dodatkowy kilowolt po 0,67 cm.



Rys. 28. Skrzyżowanie linii z drogą lądową.

Patrz tabl. XXVI.

W budynkach ruchu elektrycznego odstępy mogą być mniejsze, gdyż przypuszcza się, że cała załoga tego budynku składa się z fachowców. Przepisy austriackie wyraźnie zaznaczają, iż ulga powyższa tyczy się tylko tych części budynku ruchu elektrycznego, w których ludzie nie mieszkają.

Przy niskim napięciu odstęp dopuszczalny 2,5 m może być zmniejszony w trzech przypadkach. Przewód ogumowany i odporny na wpływy atmosferyczne, wymieniony w punkcie 1-szym, oznacza się wg norm PNE literami *DGa* (drut), *LGa* (linka). Urządzenia wymienione w punkcie 3-cim, są to np. korytka drewniane (oszalowanie), osłaniające przewód, albo barjera, która ograda część dachu („stoisko”), najbardziej zbliżoną do przewodu.

Przepisy austriackie rozróżniają dachy płaskie (np. dachy do suszenia bielizny, tarasy albo ogródki wiszące) od dachów skośnych, przyczem dla tych ostatnich przepisy są względniejsze. Dopuszczają odstępy mniejsze (w dopiskach podają odstęp 1,5 m), byleby tylko można było przy zachowaniu ostrożności utrzymywać i naprawiać dach, bez obawy dotknięcia się przewodu.

§ 65. Wysokość zawieszenia (por. z § 56). W „Przep. techn. na napow. linje” § 13 są przepisane te same odstępy pio-

nowe, co w paragrafie niniejszym. Stąd wynika, że wysokość zawieszenia przewodów nad drogami publicznymi może być taka sama, jaka jest wymagana w przejściu nad wszelkimi drogami (choćby niepublicznymi) o ruchu kołowym.

Rys. 28 przedstawia skrzyżowanie linii wysokiego napięcia z drogą lądową; wysokość zawieszenia — *h*.

W sprawie wypadków katastrofalnych — p. dopiski do § 2 p. 10 i przykład 4-ty.

Wysokości, podane w niniejszym paragrafie, są ważne dla napięć linjowych do 100 kV włącznie. Przy wyższych napięciach należy wysokości powiększyć, licząc na każdy dodatkowy kilowolt po 0,67 cm.

Patrz tabl. XXVI.

§ 66. *Obostrzenie.* W miastach średniej wielkości linje niskiego napięcia na każdym kroku krzyżują się z ulicami. Przy rozpiętościach mniejszych od 35 m niema obawy pęknięcia przewodów i obostrzenie nie jest wymagane. Przy większych zaś rozpiętościach jest do wyboru albo 1) obostrzenie 1-go stopnia (które zresztą nie wymaga niczego więcej, jak tylko średnicy 15 cm lub większej u wierzchołka słupa, tudzież przewodów omijających przy izolatorach), albo też 2) zakładania przewodów izolowanych.

Patrz tabl. XXV.

### Zbliżenie.

§ 67. *Przejście w pobliżu budynku.* Jeżeli linja, zbliżająca się do budynku, jest arterją, zasilającą szereg instalacyj, albo linią dalekosiężną, to o wyłączeniu jej np. na czas odnawiania domu — nie może być mowy. W tym przypadku odległość przewodu od budynku musi być tak wielka, aby umożliwiała dostęp do ścian zewnętrznych. Przeciwnie, jeżeli linja jest krótka, a instalacja mało ważna, jeżeli w każdym czasie można tę linię odłączyć od napięcia, to odległość przewodu od budynku może być mniejsza.

Odległości, podane w niniejszym paragrafie, należy powiększyć, jeżeli tego wymagają warunki miejscowe, zwłaszcza wgląd na pracę straży ogniowej przy pożarach.

Przewód ogumowany i odporny na wpływy atmosferyczne, o którym jest mowa w niniejszym paragrafie, oznacza się wg norm PNE literami: *DGa* (drut), *LGa* (linka).

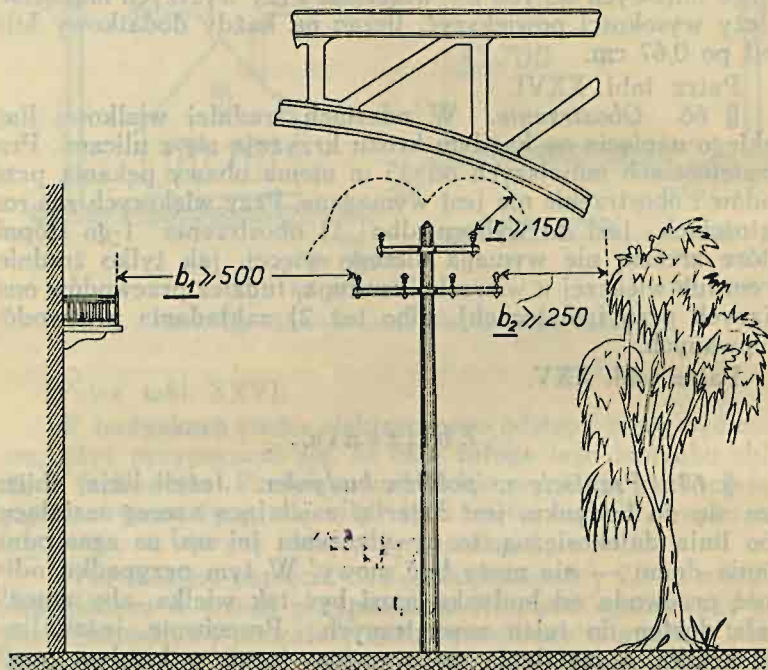
Przy niskim napięciu przewody mogą być osłonięte korytkami drewnianymi („oszalowane”) albo też część budynku, najbardziej zbliżona do budynku, a więc pewne „stoisko”, może być ogrodzone barjerą.

Rys. 29 podaje zbliżenie się linii wysokiego napięcia do

budynku (a więc do konstrukcji budowlanej dla ludzi dostępnej) na odstęp poziomy  $b_1$ , a także zbliżenie się do dolnej części wiaduktu (a więc do konstrukcji budowlanej dla ludzi niedostępnej) na odstęp w dowolnym kierunku —  $r$ .

Patrz. tabl. XXVI.

§ 68. *Przeście w pobliżu drzewa.* Rys. 29 podaje zbliżenie się linii wysokiego napięcia do drzewa na odstęp poziomy  $b_2$ . Odstęp ten ma na celu ochronę ludzi, obcinających gałęzie, a także ochronę dzieci, wchodzących na drzewa.



Rys. 29. Odstępy linii elektrycznej od konstrukcyj budowlanych i od drzew.

Patrz. tabl. XXVI.

§ 69. *Przeście przez las* (rys. 3 w tekście przepisów). Wyznaczony odstęp ma na celu ochronę linii od upadających drzew podczas huraganu. Odstęp jest pożądanym, ale nie wymagany.

§ 70. *Obostrzenie.* Przepisy niniejsze nie podają sposobu obliczenia takiego odstępu między linią elektryczną a drogą, przy którym zerwany przewód nie osiągnie korony drogi. Dopóki ta sprawa nie będzie ujęta przepisami, możemy posiłkować się następującym prawidłem.

*Jeżeli odstęp, mierzony poziomo między skrajnym przewo-*

dem a granicą korony drogi, jest większy od wysokości zawieszenia przewodu, to zerwany przewód nie upadnie na drogę (p. dopisek do § 35).

Na zbliżeniu z drogą lądową tak samo, jak na zbliżeniu z torem kolejowym (rys. 26 i dopisek do § 49), są dwie możliwości prowadzenia linii elektrycznej, równoległe do drogi:

1) z mniejszym odstępem wzajemnym i wówczas linja elektryczna musi być zbudowana z obostrzeniem, albo też

2) z większym odstępem, przekraczającym wysokość zawieszenia przewodów, i wówczas linja może być zbudowana bez obostrzenia.

Patrz tabl. XXV.

Gdy linja na słupach drewnianych biegnie wzdłuż drogi, poleca się wzmocnić ustój słupów, albo co piąty słup zaopatrzyć w podporę lub odciążkę.

### B. Linje podziemne.

§ 71. *Skrzyżowanie.* Zakładanie kabla w kanale umożliwia wymianę i rewizję kabla bez rozkopywania drogi.



W tym celu należy przede wszystkim wykonać następujące czynności: 1) zbliżyć się do miejsca, w którym znajduje się obiekt, 2) obserwować go z różnych punktów widzenia, 3) zbadać go przy pomocy przyrządów pomiarowych, 4) sporządzić plan sytuacyjny, 5) wykonać pomiary i obliczenia, 6) sporządzić opis i rysunek techniczny obiektu.

Ważnym elementem jest również dokładne opisanie warunków, w jakich wykonano pomiary, oraz uwzględnienie wszelkich błędów, które mogły wystąpić.

**B. Łąka podsiemna.**

W tym celu należy przede wszystkim wykonać następujące czynności: 1) zbliżyć się do miejsca, w którym znajduje się obiekt, 2) obserwować go z różnych punktów widzenia, 3) zbadać go przy pomocy przyrządów pomiarowych, 4) sporządzić plan sytuacyjny, 5) wykonać pomiary i obliczenia, 6) sporządzić opis i rysunek techniczny obiektu.



Ważnym elementem jest również dokładne opisanie warunków, w jakich wykonano pomiary, oraz uwzględnienie wszelkich błędów, które mogły wystąpić.