

C

PISY TECHNICZNE

na

Nr 6417.
Politechnika Warszawska

LINIE ELEKTRYCZNE PRĄDU SILNEGO Z DOPISKAMI

Przepisy techniczne na napowietrzne
linje elektryczne prądu silnego

i

Przepisy techniczne na skrzyżowania
i zbliżenia linii elektrycznych prądu
silnego z innymi linjami elektrycznymi,
drogami komunikacyjnymi, osiedlami
i lotniskami

zaopatrzył w dopiski

STANISŁAW ODROWĄŻ WYSOCKI

Profesor Politechniki Warszawskiej

Honorowy Członek-Korespondent Związku Elektrotechników Czechosłowackich

St. W.

WARSZAWA

NAKŁADEM STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
1932

11207

PRZEPISY TECHNICZNE
NA
LINJE ELEKTRYCZNE
PRĄDU SILNEGO
Z DOPISKAMI

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1

~~C. 6717.~~

Spółka Akcyjna Zakładów Graticznych
- DRUKARNIA POLSKA -
Warszawa, ul. Szpitalna 12
Telefony: 772 - 06, 717 98, 772 - 22



nr. 302

277/24, 59, D

1
PRZEPISY TECHNICZNE

na

LINJE ELEKTRYCZNE PRĄDU SILNEGO

Z DOPISKAMI

501-17

Przepisy techniczne na napowietrzne
linje elektryczne prądu silnego

Przepisy techniczne na skrzyżowania
i zbliżenia linii elektrycznych prądu
silnego z innymi linjami elektrycznymi,
drogami komunikacyjnymi, osiedlami
i lotniskami

zaopatrzył w dopiski

STANISŁAW ODROWĄŻ WYSOCKI

Profesor Politechniki Warszawskiej

Honorowy Członek-Korespondent Związku Elektrotechników Czechosłowackich



WARSZAWA

NAKŁADEM STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW W POLSCE

1932

PRZEPISY TECHNICZNE
LINIE ELEKTRYCZNE
PRĄDU SILNEGO
Z DOPISKAMI

*Przedruk dopisków dozwolony tylko za zgodą
Stowarzyszenia Elektryków Polskich.*

*Copyright by Stowarzyszenie Elektryków Polskich,
Warsaw, 1932.*

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

Warszawa, 1932



WARSZAWA

WARSZAWA, STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

1932

OD STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH.

Jedną z ostatnich prac ś. p. Profesora Stanisława Odrowąż Wysockiego były opracowane na zamówienie b. Ministerstwa Robót Publicznych „Przepisy techniczne na napowietrzne linje elektryczne prądu silnego“, „Przepisy techniczne na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innymi linjami elektrycznymi, drogami komunikacyjnymi, osiedlami i lotniskami“, oraz objaśnienia do wymienionych przepisów, skromnie nazwane przez Autora „Dopiskami“. Dopiski zawierają bardzo dużo cennego materiału, ułatwiającego należyte zrozumienie i prawidłowe stosowanie przepisów.

Autor już nie doczekał ani ogłoszenia samych przepisów, które po uzgodnieniu ich przez b. M. R. P. z wymaganiami i opinią innych ministerstw, ukazały się jako akt urzędowy w formie Rozporządzenia Ministra Robót Publicznych z dnia 26 kwietnia 1932 r. (Monitor Polski Nr. 116 poz. 146 z dn. 23 maja 1932 r.), ani wydania „Dopisków“. Przedwczesna śmierć zabrała Go nam w pełni sił twórczych wprost od warsztatu pracy.

Na mocy upoważnienia Ministerstwa Robót Publicznych Stowarzyszeniu Elektryków Polskich przypadł w udziale zaszczyt wydania „Dopisków“ łącznie z przepisami w formie niniejszej książki. Stowarzyszenie Elektryków Polskich, w którego łonie koncentrują się prace przepisowe z dziedziny elektrotechniki, te prace, których ś. p. Prof. Stanisław Odrowąż Wysocki był jednym z inicjatorów i którym tyle swych najlepszych sił poświęcił, uważa niniejsze wydawnictwo za spłatę długu wdzięczności względem ś. p. Zmarłego i za godne uczczenie Jego pamięci, niewątpliwie bowiem „Przepisy techniczne na linje elektryczne prądu silnego“ wraz z dopiskami do nich stanowiąc będą obok wydanego przed kilku laty dzieła p. t.: „Obliczanie słupów elektrycznych“, podstawę wszelkich dalszych prac w tej dziedzinie, a zarazem wzór twórczości techniczno-literackiej pod względem ścisłości wyrażania myśli, zwięzłości stylu i piękna języka.

P R Z E D M O W A.

Przepisy niniejsze są zbiorem najważniejszych zasad teoretycznych i wskazówek praktycznych z dziedziny budowy linii napowietrznych. Forma przepisów wymaga redakcji zwięzłej i jędrnej. Na wywody teoretyczne, na objaśnienia, przykłady i rozumowania niema w nich miejsca. To też czytelnik może tu i owdzie natrafić na zdania niejasne, może nie zrozumieć intencji jakiegoś przepisu i mieć wątpliwości, w jaki sposób należy w praktyce dostosowywać się do wymagań przepisów.

W dopiskach czytelnik znajdzie genezę poszczególnych przepisów, motywy, uzasadniające ich celowość, wyjaśnienie spraw bardziej zawiłych, wyprowadzenie wzorów, wreszcie cały szereg informacji, przykładów liczbowych, tablic i rysunków.

Same przepisy, jako rozporządzenie rządowe, mają moc obowiązującą. Dopiski natomiast, jako komentarze osoby prywatnej, mocy tej nie mają. To też książka niniejsza jest przeznaczona nie dla tych, którzy uważają przepisy za przeszkodę przy budowie urządzeń elektrycznych, nie dla tych, którzyby chcieli je obejść, lecz tylko dla inżynierów; którzy zdają sobie sprawę z celowości przepisów i dbają o dobre działanie projektowanych, czy też dozorowanych instalacyj.

Przepisy powstały z praktyki, z wieloletniego doświadczenia, to też mają, poza stroną prawną, wartość naukowo-techniczną. Są to rozporządzenia, a jednocześnie cenne wskazówki. Można je zaostrzyć, ale nie wolno ich obchodzić. To też w dopiskach tu i owdzie przytaczaliśmy motywy, które przemawiałyby za zaostreniem w niektórych przypadkach przepisów obowiązujących.

SPIS RZECZY

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ROBÓT PUBLICZNYCH 7

PRZEPISY TECHNICZNE NA NAWIETRZNE LINJE ELEKTRYCZNE PRĄDU SILNEGO

I PRZEPISY OGÓLNE

i OKREŚLENIA

- § 1. Zakres ważności 9
§ 2. Określenie pojęć 9

II PRZEWODY

- § 3. Materiał 12
§ 4. Przewód izolowany 13
§ 5. Najmniejszy dozwolony przekrój 13
§ 6. Przewód jednodrutowy 13
§ 7. Przewód wielodrutowy 14
§ 8. Dopuszczalne naprężenie normalne 14
§ 9. Złącze 14
§ 10. Sadz 14
§ 11-12. Zwis 15
§ 13. Wysokość zawieszenia 15
§ 14. Odstęp między przewodami 16
§ 15. Odstęp między przewodem a konstrukcją wsporcza 16

III IZOLATORY

- § 16. Izolator 17

IV URZĄDZENIA WSPORCZE

- § 17. Przywiązywanie 17
§ 18. Siły 17
§ 19. Parcie wiatru 17
§ 20. Naciąg 18
§ 21. Rodzaje słupów 18
§ 22. Słupy odporowe 18
§ 23. Obliczanie słupów 18

Obliczanie na obciążenie normalne

- § 24. Obliczanie na obciążenie normalne 19
§ 25. Słup przelotowy 19
§ 26. Słup narożny 19
§ 27. Słup odporowy 20
§ 28. Słup odporowo-narożny 20
§ 29. Słup krańcowy 20

Obliczanie na pęknięcie przewodu

- § 30. Obliczanie na wypadek pęknięcia przewodu 20
§ 31. Słup przelotowy 21
§ 32. Słup narożny 21
§ 33. Słup odporowy 21
§ 34. Słup odporowo-narożny 21
§ 35. Słup krańcowy 21
§ 36. Skręcanie słupa o przekroju prostokątnym 21

Słupy drewniane

- § 37. Dopuszczalne naprężenia dla drzewa 23
§ 38. Wymiary 23
§ 39. Pojedynczy słup przelotowy 24
§ 40. Wyboczenie słupa 24
§ 41. Słup bliźniaczy 24
§ 42. Słup A-owy 25
§ 43. Zabezpieczenie drzewa 25
§ 44. Odciążka 25

Słupy ze stali i innych materiałów

- § 45. Dopuszczalne naprężenie dla stali zlewnej 25
§ 46. Słup kratowy 26
§ 47. Wyboczenie 27
§ 48. Zabezpieczenie stali 28
§ 49. Słupy z innych materiałów 28
§ 50. Inne konstrukcje wsporcze 28

Obsada słupów

- § 51. Obsada podziemna 28
§ 52. Fundamenty betonowe o przekroju kwadratowym 29

V POSTANOWIENIA KOŃCOWE

- § 53. Obliczenia 30
§ 54. Tablice ostrzegawcze 30

PRZEPISY TECHNICZNE NA SKRZYŻOWANIA I ZBLIŻENIA LINIJ ELEKTRYCZNYCH PRĄDU SILNEGO Z INNEMI LINJAMI ELEKTRYCZNYMI, DROGAMI KOMUNIKACYJNYMI, OSIEDLAMI I LOTNISKAMI.

I PRZEPISY OGÓLNE I OKREŚLENIA

§ 1. Zakres ważności	31
§ 2. Określenie pojęć	31
§ 3. Dopuszczalne napięcie zmniejszone	34
§ 4. Sposoby wykonywania skrzyżowań	34

II PRZEPISY OBOSTRZAJĄCE I-GO STOPNIA

§ 5. Najmniejszy dozwolony przekrój	35
§ 6. Przewód jednodrutowy	35
§ 7. Złącza	35
§ 8. Zabezpieczenia	35
§ 9. Słupy drewniane	36

III PRZEPISY OBOSTRZAJĄCE 2-GO STOPNIA

§ 10. Najmniejszy dozwolony przekrój	36
§ 11. Przewód jednodrutowy	36
§ 12. Złącza	36
§ 13. Zabezpieczenia	36
§ 14. Obliczanie słupów	37
§ 15. Słupy drewniane	38

IV PRZEPISY OBOSTRZAJĄCE 3-GO STOPNIA

§ 16. Materiał na przewody	38
§ 17. Najmniejszy dozwolony przekrój	38
§ 18. Przewody jednodrutowe	39
§ 19. Złącza	39
§ 20. Zwis	39
§ 21. Odstęp między przewodami	39
§ 22. Skrzyżowania	39
§ 23. Zabezpieczenia	39
§ 24. Obliczanie słupów	40
§ 25. Słupy drewniane	40
§ 26. Obsada podziemna	41

V SKRZYŻOWANIE, ZBLIŻENIE I PROWADZENIE NA WSPÓLNYCH SŁUPACH PRZEWODÓW RÓŻNYCH LINIJ

§ 27.	41
---------------	----

A. Linje napowietrzne

§ 28. Przerzut napięcia	41
-----------------------------------	----

Skrzyżowanie

§ 29. Zasady	42
§ 30. Odstęp pionowy	42
§ 31. Obostrzenie	43
§ 32. Zabezpieczenie dodatkowe	43
§ 33. Przewody odbojowe	43

Zbliżenie

§ 34. Odstęp poziomy	44
§ 35. Obostrzenie	44

Na wspólnych słupach

§ 36. Zasady	45
§ 37. Odstępy	45
§ 38. Obostrzenie	46
§ 39. Przewody prądów słabych	46

B. Linje podziemne

§ 40. Skrzyżowanie	47
§ 41. Zbliżenie	47

VI SKRZYŻOWANIE I ZBLIŻENIE PRZEWODÓW Z PUBLICZNYMI TORAMI KOLEJOWYMI

§ 42.	47
---------------	----

A. Linje napowietrzne

§ 43.	47
§ 44. Miejsce na słupy	48

Skrzyżowanie

§ 45. Zasady	48
§ 46. Wysokość zawieszenia	48
§ 47. Obostrzenia	49

Zbliżenie

§ 48. Odstęp poziomy	49
§ 49. Obostrzenie	49

B. Linje podziemne

§ 50. Skrzyżowanie	49
§ 51. Zbliżenie	49

VII SKRZYŻOWANIE I ZBLIŻENIE PRZEWODÓW Z PUBLICZNYMI DROGAMI WODNEMI

§ 52. 50

A. Linje napowietrzne

§ 53. 50

§ 54. Miejsce na słupy . . . 50

Skrzyżowanie

§ 55. Zasady 50

§ 56. Wysokość zawieszenia . 51

§ 57. Obostrzenie 51

B. Linje podwodne i podziemne

§ 58. Skrzyżowanie 51

§ 59. Zbliżenie 51

VIII SKRZYŻOWANIE I ZBLIŻENIE PRZEWODÓW Z PUBLICZNYMI DROGAMI LĄDOWEMI I OSIEDLAMI

§ 60. 52

A. Linje napowietrzne

§ 61. 52

§ 62. Miejsce na słupy . . . 52

Skrzyżowanie.

§ 63. Zasady 52

§ 64. Przejście nad budynkiem . 53

§ 65. Wysokość zawieszenia . 54

§ 66. Obostrzenie 54

Zbliżenie

§ 67. Przejście w pobliżu budynku 55

§ 68. Przejście w pobliżu drzewa . 55

§ 69. Przejście przez las . . . 55

§ 70. Obostrzenie 56

B. Linje podziemne

§ 71. Skrzyżowanie 56

§ 72. Zbliżenie 57

IX ZBLIŻENIE PRZEWODÓW NAPOWIETRZNYCH DO LOTNISK

§ 73. Odstęp poziomy 57

§ 74. Malowanie słupów . . . 58

§ 75. Oświetlenie słupów . . . 58

DOPISKI DO PRZEPISÓW NA LINJE NAPOWIETRZNE.

I PRZEPISY OGÓLNE I OKREŚLENIA

§ 1. Zakres ważności 63

§ 2. Określenie pojęć 64

II PRZEWODY

§ 3. Materiał 66

§ 4. Przewód izolowany . . . 69

§ 5. Najmniejszy dozwolony przekrój 70

§ 6. Przewód jednodrutowy . . 71

§ 7. Przewód wielodrutowy . . 71

§ 8. Dopuszczalne naprężenie . 71

§ 9. Złącze 71

§ 10. Sadz 72

§ 11. Mróz 73

§ 12. Zwis 73

Równanie podstawowe . . . 74

Przykład 1-szy. Zwis przy napięciu niskim . . . 74

Rozpiętość przełomowa . . . 75

Przykład 2-gi. Zwis przy napięciu wysokim 76

Przewody z normalnej miedzi twardej 77

§ 13. Wysokość zawieszenia . . 78

§ 14. Odstęp między przewodami . 78

§ 15. Odstęp między przewodem a konstrukcją wsporcza 81

III IZOLATORY

§ 16. Izolator 82

§ 17. Przywiązywanie 83

IV URZĄDZENIA WSPORCZE

§ 18. Siły 84

§ 19. Parcie wiatru 84

§ 20. Naciąg 85

§ 21. Rodzaje słupów 85

§ 22. Słupy odporowe 85

§ 23. Obliczanie słupów 85

Obliczanie normalne

§§ 24-28. Obliczanie na obciążenie normalne 85

§ 29. Słup krańcowy 86

Obliczanie na pęknięcie przewodu

§ 30. Obliczanie na wypadek pęknięcia przewodu 86

§ 31. Słup przelotowy 86

§ 32. Słup narożny 87

§ 35. Słup krańcowy	87	§ 41. Słup bliźniaczy	95
§ 36. Skręcanie słupa o przekroju prostokątnym	87	§ 42. Słup A-owy	95
Przykład 3-ci. Obliczanie słupa II-ej kategorii	88	§ 44. Odciażka	95
<i>Słupy drewniane</i>		<i>Słupy ze stali i innych materiałów</i>	
§ 37. Dopuszczalne naprężenia dla drzewa	95	§ 46. Słup kratowy	96
§ 38. Wymiary	95	§ 47. Wyboczenie	96
§ 39. Pojedynczy słup przelotowy	95	Uziemianie	97
§ 40. Wyboczenie	95	§ 51. Obsada podziemna	99
		§ 52. Fundamenty betonowe o przekroju prostokątnym	99
		§ 53. Obliczenia	99

DOPISKI DO PRZEPISÓW NA SKRZYŻOWANIA I T. D.

I PRZEPISY OGÓLNE I OKREŚLENIA

§ 1. Zakres ważności	103
§ 2. Określenie pojęć	103
Przykład 4-ty. Zwis w wypadkach katastrofalnych	106
§ 3. Dopuszczalne naprężenie zmniejszone	108
§ 4. Sposoby wykonywania skrzyżowań	109

II PRZEPISY OBOSTRZAJĄCE 1-GO STOPNIA

§ 5. Najmniejszy dozwolony przekrój	110
§ 6. Przewód jednodrutowy	110
§ 9. Słupy drewniane	110

III PRZEPISY OBOSTRZAJĄCE 2-GO STOPNIA

§ 10. Najmniejszy dozwolony przekrój	111
§ 11. Przewód jednodrutowy	111
§ 13. Zabezpieczenia	111
§ 14. Obliczanie słupów	111
§ 15. Słupy drewniane	112

IV PRZEPISY OBOSTRZAJĄCE 3-GO STOPNIA

§ 17. Najmniejszy dozwolony przekrój	112
§ 20. Zwis	113
§ 22. Skrzyżowanie	113
§ 23. Zabezpieczenia	113
§ 24. Obliczanie słupów	113
§ 25. Słupy drewniane	113

V SKRZYŻOWANIE, ZBLIŻENIE I PROWADZENIE NA WSPÓLNYCH SŁUPACH PRZEWODÓW RÓŻNYCH LINIJ

§ 27.	114
<i>A. Linje napowietrzne</i>	
§ 28. Przerzut napięcia	114
<i>Skrzyżowanie</i>	
§ 29. Zasady	114
§ 30. Odstęp pionowy	114
§ 31. Obostrzenie	115
§ 32. Zabezpieczenie dodatkowe	116
§ 33. Przewody odhrojowe	116
<i>Zbliżenie</i>	
§ 34. Odstęp poziomy	117
§ 35. Obostrzenie	118
<i>Na wspólnych słupach</i>	
§ 36. Zasada	119
§ 37. Odstępy	119
§ 38. Obostrzenia	120
§ 39. Przewody prądów słabych	121

B. Linje podziemne

VI SKRZYŻOWANIE I ZBLIŻENIE PRZEWODÓW Z PUBLICZNYMI TORAMI KOLEJOWEMI

A. Linje napowietrzne

§ 44. Miejsce na słupy	122
<i>Skrzyżowanie</i>	

§ 45. Zasady	122
§ 46. Wysokość zawieszenia	122

Zbliżenie

§ 48. Odstęp poziomy	122
§ 49. Obostrzenie	122

B. Linje podziemne

§ 50. Skrzyżowanie	123
VII SKRZYŻOWANIE I ZBLIŻE- NIE PRZEWODÓW Z PUBLICZNE- MI DROGAMI WODNEMI	

A. Linje napowietrzne

Skrzyżowanie

§ 55. Zasady	124
§ 56. Wysokość zawieszenia	124

B. Linje podziemne i podwodne

§ 58. Skrzyżowanie	125
------------------------------	-----

VIII SKRZYŻOWANIE I ZBLIŻE-
NIE PRZEWODÓW Z PUBLICZ-
NEMI DROGAMI LĄDOWEMI I
OSIEDLAMI

A. Linje napowietrzne

§ 62. Miejsce na słupy	125
----------------------------------	-----

Skrzyżowanie

§ 63. Zasady	125
§ 64. Przejsie nad budynkiem	125
§ 65. Wysokość zawieszenia	126
§ 66. Obostrzenie	127

Zbliżenie

§ 67. Przejsie w pobliżu bu- dynku	127
§ 68. Przejsie w pobliżu drzewa	128
§ 69. Przejsie przez las	128
§ 70. Obostrzenie	128

B. Linje podziemne

§ 71. Skrzyżowanie	129
------------------------------	-----

S P I S T A B L I C

I. Dopuszczalne naprężenia dla drzewa	23 i 133
II. Dopuszczalne naprężenia dla stali zlewnej	26 i 133
III. Spółczynnik ω (obliczanie na wyboczenie)	27 i 133
IVa. Spółczynniki fizyczne i wytrzymałościowe materiałów prze- wodowych (wg źródeł niemieckich)	134
IVb. Spółczynniki fizyczne i wytrzymałościowe materiałów prze- wodowych (wg źródeł austriackich)	135
V. Ciężar probierczy, oporność i waga drutów z miedzi twar- dej i glinu (wg norm niemieckich)	136
VI. Ustrój linek stalowo-glinowych (wg norm niemieckich)	136
VII. Średnica zewnętrzna, przekroje i waga linek stalowo-gli- nowych (wg norm. niemieckich)	137
VIII. Ciężar probierczy i waga drutów stalowych do linek stalowo- glinowych (wg norm niemieckich)	137
IX. Najmniejsze dozwolone przekroje przewodów	138
X. Granice dozwolone przekrojów dla przewodów jednodru- towych	138
XI. Ustrój i waga linek z miedzi, glinu i stali (wg norm nie- mieckich)	139
XII. Waga sadzi normalnej w kg na 1 metrze długości przewodu	139
XIII. Najniższe temperatury w stopniach C, notowane w poszcze- gólnych powiatach	140
XIV. Rozpiętość przełomowa dla normalnej miedzi twardej przy obliczaniu na -25°C , normalną sadz i normalne na- prężenie dopuszczalne	141
XV. Zwisy i naprężenia przewodów z normalnej miedzi twardej; rozpiętość 35 m	141
XVI. Zwisy i naprężenia przewodów z normalnej miedzi twardej; rozpiętość 50 m	142

XVII.	Zwisy i naprężenia przewodów z normalnej miedzi twardej; rozpiętość 80 m	142
XVIII.	Zwisy i naprężenia przewodów z normalnej miedzi twardej; rozpiętość 120 m	143
XIX.	Zwisy i naprężenia przewodów z normalnej miedzi twardej. rozpiętość 200 m	143
XX.	Izolatory stojące	144
XXI.	Izolatory wiszące	145
XXII.	Dopuszczalne naprężenia dla materiałów przewodowych	146
XXIII.	Zestawienie przepisów obostrzających	147
XXIV.	Obliczanie słupów, poprzeczników i trzonów	149
XXV.	Wymagane obostrzenia w linjach napowietrznych na skrzy- żowaniach i zbliżeniach	150
XXVI.	Najmniejsze dozwolone odstęp pionowy i poziomy między przewodem a ziemią, jezdnią, budynkiem i t. d.	151
XXVII.	Obostrzenia i zabezpieczenia na skrzyżowaniu dwóch linii elektrycznych	152

S P I S R Y S U N K Ó W

1.	Siły skręcające słup	22
2.	Fundament betonowy	30
3.	Przejście przez las	56
4.	Rozpiętość i zwis	64
5.	Odstęp poziomy między przewodami	79
6.	Linja o przewodach zwisających niejednakowo	80
7.	Odstęp pionowy przy opadaniu osadów lodowych	81
8.	Odstęp od konstrukcji uziemionej	82
9.	Parcie wiatru na różnych wysokościach	85
10.	Siły skręcające słup	87
11.	Słup kratowy	89
12.	Siły poziome na wysokości 1275 cm	90
13.	Przyziemne przeszło słupa	92
14.	Zależność umyślnego naprężenia dozwolonego od smukłości	97
15.	Przewód omijający	103
16.	Podwójne zawieszenie	104
17.	Podwójny łańcuch izolatorowy	104
18.	Kabłąk chwytny	105
19.	Odstęp pionowy w razie pęknięcia przewodów, założonych na izolatorach wiszących	105
20.	Skrzyżowanie wg 1-go sposobu	109
21.	Skrzyżowanie wg 2-go sposobu	109
22.	Rożki ochronne	113
23.	Skrzyżowanie linii elektr. z torem kolejowym i drugą linią elektr.	115
24.	Zbliżenie dwóch linii elektr.	118
25.	Tory prądu silnego i słabego na wspólnych słupach	120
26.	Zbliżenie linii elektrycznej do toru kolejowego	123
27.	Skrzyżowanie linii elektrycznej z drogą wodną	124
28.	Skrzyżowanie linii elektrycznej z drogą lądową	126
29.	Odstępy linii elektrycznej od konstrukcyj budowlanych i od drzew	128

ROZPORZĄDZENIE

Ministra Robót Publicznych

z dnia 26 kwietnia 1932 r.^{*)}

zawierające przepisy techniczne na linje elektryczne prądu silnego.

Na podstawie art. 16 ustawy elektrycznej z dnia 21 marca 1922 r. (Dz. U. R. P. Nr. 34, poz. 277) zarządza się co następuje:

§ 1.

Linje elektryczne prądu silnego winny być wykonywane zgodnie z załączonemi, „Przepisami technicznemi na napowietrzne linje elektryczne prądu silnego” (zał. A) i „Przepisami technicznemi na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego z innemi linjami elektrycznemi, drogami komunikacyjnemi, osiedlami i lotniskami” (zał. B).

Przepisom wymienionym w ustępie poprzednim nie podlegają:

- a) linje elektryczne o napięciu linjowem poniżej 100 V,
- b) linje elektryczne o rozpiętości przęseł poniżej 20 m,
- c) linje elektryczne złożone z przewodów ślizgowych (przewodów jezdnych kolei elektrycznych i tramwajów i t. p.).

§ 2.

Przepisom wymienionym w § 1 podlegają przewody elektryczne prądu słabego (do sygnalizacji, telefonów i telegrafów) tylko wówczas, jeśli przewody te mają być zawieszone na wspólnych słupach z przewodami prądu silnego, podlegającemi wymienionym w § 1 przepisom.

^{*)} Ogłoszone w „Monitorze Polskim” z dn. 23 maja 1932 r., Nr. 116, poz. 146. — Sprostowanie ob. w „Monitorze Polskim” z dn. 5 września 1932 r., Nr. 203.

§ 3.

Rozporządzenie niniejsze wchodzi w życie po upływie 6 miesięcy od dnia ogłoszenia.

Z chwilą wejścia w życie niniejszego rozporządzenia traci moc obowiązującą rozporządzenie Ministra Robót Publicznych z dnia 6 lipca 1923 r. w przedmiocie przepisów technicznych, dotyczących linii elektrycznych prądu silnego („Monitor Polski” Nr. 168, poz. 209). Przy wykończaniu robót rozpoczętych na zasadzie uzyskanych już pozwoleń przed wejściem w życie niniejszego rozporządzenia, mogą być stosowane dotychczasowe przepisy techniczne, jednak nie dłużej, niż w ciągu jednego roku od dnia ogłoszenia niniejszego rozporządzenia.

Minister Robót Publicznych:

(—) *Kühn.*

Załącznik A do rozporządzenia Ministra Robót
Publicznych z dnia 26 kwietnia 1932 r.

PRZEPISY TECHNICZNE

na napowietrzne linie elektryczne prądu silnego.

I. Przepisy ogólne i określenia.

§ 1. *Zakres ważności.* Przepisy niniejsze dotyczą wszelkich linii napowietrznych prądu silnego o napięciu linjowym (§ 2 p. 10) większem od 100 V i o rozpiętościach większych od 20 m.

Przepisy niniejsze nie tyczą się linii, złożonych z przewodów ślizgowych (np. przewodów jezdnych do kolei elektrycznych i tramwajów).

Przepisom niniejszym podlegają zarówno przewody gołe, jak izolowane. Przewody prądu słabego (do sygnalizacji, telefonów i telegrafów) podlegają tym przepisom tylko wówczas, gdy są zawieszone na wspólnych słupach z przewodami prądów silnych.

W linii prądu silnego, w której większość przęseł ma rozpiętość ponad 20 m, przepisom niniejszym podlegają wszystkie przęsła linji, chociażby były krótsze od 20 m. Przęsła przyłączy (np. przyłączy domowych) podlegają niniejszym przepisom, gdy są dłuższe od 20 m.

§ 2. *Określenie pojęć:*

1. *Przewodami* nazywają się wszelkie druty i linki metalowe, zawieszone na słupach, zarówno włączone w obwód prądu, jak niewłączone (np. odbojowe, odgromowe, odciągowe), zarówno nieuziemiene, jak uziemione.
2. *Rozpiętością* nazywa się odstęp między punktami wsporcami, mierzony po linii poziomej.

3. *Zwisem* nazywa się odstęp, mierzony po linii pionowej, między przewodem a środkiem cięciwy, łączącej punkty wsporcze.
4. *Sadzią* nazywają się osady lodowe na przewodach. Waga sadzi oblicza się według wzoru:

$$0,155 \sqrt[1,55]{\text{średnica przewodu w mm}}$$

kilogramów na metr długości przewodu.

5. *Mróz*. W obliczeniach na mróz przyjmuje się temperaturę -25°C .
6. *Największym zwisem* w rozumieniu przepisów niniejszych nazywa się taki zwis, który występuje bądź:
 - a) przy temperaturze $+40^{\circ}\text{C}$ bez obciążenia dodatkowego, bądź
 - b) przy temperaturze -5°C wraz z sadzią.
7. *Wytrzymałość drutu* jest:
 - a) *probieczna* (w skróceniu „wytrzymałość”); jest to największe naprężenie statyczne na rozciąganie, przy którym drut nie pęknie w ciągu jednej minuty;
 - b) *długotrwała*; jest to największe naprężenie statyczne na rozciąganie, przy którym drut nie pęknie w ciągu całego roku.
8. *Dopuszczalne naprężenie* dla przewodów jest:
 - a) *normalne*, podane w § 8, a stosowane przy obliczaniu na warunki normalne (§ 11);
 - b) *krańcowe*, podane w § 8, a stosowane przy obliczaniu na warunki specjalne (§ 12) i
 - c) *zmniejszone* („Przepisy techniczne na skrzyżowania i zbliżenia linii elektrycznych prądu silnego” § 3. Załącznik B).
9. *Dopuszczone naprężenie w przewodach*. Gdy obliczymy naprężenie, występujące w przewodach przy -25°C bez sadzi i naprężenie przy -5°C z sadzią, to jedna z tych wartości, mianowicie większa, jest naprężeniem „dopuszczonem”. „Dopuszczalne” naprężenie normalne jest granicą, której naprężenie dopuszczane nie powinno przekraczać.

10. *Napięcie linjowe.* Jeżeli zestawimy napięcia (skuteczne), panujące między każdą parą przewodów danego toru, to najwyższe z tych napięć jest napięciem linjowym (np. w układzie gwiazdowym napięcie skojarzone jest linjowym).
11. W rozumieniu niniejszych przepisów *linjami elektrycznymi niskiego napięcia* są:
 - a) linje dwuprzewodowe lub wieloprzewodowe, w których napięcie skuteczne między dowolnymi dwoma przewodami nie przekracza 250 V;
 - b) linje wieloprzewodowe, w których napięcie skuteczne pomiędzy dwoma skrajnymi (zewnątrznymi) przewodami przekracza wprawdzie 250 V, lecz napięcie między przewodem zerowym a dowolnym przewodem skrajnym nie przekracza 250 V, przewód zaś zerowy jest uziemiony.
12. W rozumieniu niniejszych przepisów *linjami wysokiego napięcia* są:
 - a) linje dwuprzewodowe, w których napięcie skuteczne między dwoma przewodami przekracza 250 V,
 - b) linje wieloprzewodowe, w których napięcie skuteczne pomiędzy przewodami skrajnymi wynosi więcej, niż 250 V, a przewód zerowy nie jest uziemiony,
 - c) linje wieloprzewodowe, w których napięcie skuteczne między przewodem zerowym a dowolnym skrajnym przekracza 250 V, chociażby przewód zerowy był uziemiony.
13. *Dopuszczalne naprężenie dla konstrukcji wsporczych* jest:
 - a) *normalne*, podane w §§ 37 i 45, a stosowane przy obliczaniu na warunki normalne (§§ 24—29) i
 - b) *zwiększone*, podane w §§ 37 i 45, a stosowane przy obliczaniu na wypadek pęknięcia przewodu (§§ 30—35).
14. *Słupy* pod względem sposobu obliczania dzielą się na:
 - a) *I-ej kategorji*, do których należą wszelkie słupy z izolatorami *stojącymi*, tudzież pojedyncze słupy drewniane z izolatorami wiszącymi i

- b) II - e j k a t e g o r j i, do których należą słupy z izolatorami wiszącymi, z wyjątkiem pojedynczych słupów drewnianych.
15. *Obciążenie słupa* jest:
- a) n o r m a l n e, występujące w warunkach normalnych (§§ 24—29) i
 - b) w r a z i e pęknięcia jednego przewodu (§§ 30—35).

II. Przewody.

§ 3. *Materiał.*

Normalna miedź twarda w postaci drutu powinna w ciągu jednej minuty wytrzymać zawieszony ciężar po 40 kg na każdy mm² przekroju (tolerancja 2% dla drutów o średnicy do 2,8 mm i tolerancja 6% dla drutów grubszych) i wykazać przy 20° C przewodność właściwą co najmniej 55 m/Ω mm² (tolerancja 1%); ciężkość właściwa wynosi średnio 8,9 g/cm³.

Normalny glin w postaci drutu powinien w ciągu jednej minuty wytrzymać zawieszony ciężar po 18 kg na każdy mm² przekroju (tolerancja 2% dla drutów o średnicy do 3,6 mm i tolerancja 6% dla drutów grubszych) i wykazać przy 20° C przewodność właściwą co najmniej 32 m/Ω mm² (tolerancja 2%); ciężkość właściwa wynosi średnio 2,73 g/cm³.

Przewody mogą być wykonane z materiałów p o z a n o r m a l n y c h, jako to z miedzi i glinu o innych właściwościach, niż normalne, a także z brązu, stali (żelaza), ze stopów („al-drey“, miedziostal i t. d.), z warunkiem jednak, że materiały te będą uprzednio zbadane laboratoryjnie i uznane za odpowiednie do linii napowietrznych.

Materiały winny być wytrzymałe na zewnętrzne wpływy atmosferyczne i chemiczne, a także muszą być ciągliwe (druty przy rozrywaniu powinny na końcach przybierać kształt wydłużonych stożków).

Dozwolone są również linki, splecione z różnych materiałów, np. linki stalowo-glinowe.

Przewody stalowe (żelazne) powinny być zabezpieczone od rdzy (np. przez ocynkowanie w ogniu, powleczenie miedzią lub ołowiem).

§ 4. *Przewód izolowany* może być użyty tylko do niskiego napięcia i tylko w postaci przewodu ogumowanego i odpornego na wpływy atmosferyczne, albo w postaci kabelka obołowanego na lince nośnej.

§ 5. *Najmniejszy dozwolony przekrój* wynosi dla przewodów z:

normalnej miedzi twardej i bronzu	10 mm ² ,
normalnego glinu i stopów glinu	25 mm ² ,
stali (żelaza)	16 mm ² ,

a dla przewodów z innych metali taki przekrój, przy którym przewód może w ciągu jednej minuty wytrzymać zawieszony ciężar 380 kg.

Przewody prądów słabych, zawieszone na wspólnych słupach z przewodami prądów silnych, mogą być wykonane z bronzu o mniejszym przekroju, niż 10 mm² i ze stali o mniejszym przekroju, niż 16 mm², byleby wytrzymały w ciągu jednej minuty zawieszony ciężar 380 kg.

W sieciach lokalnych (np. miejskich) niskiego napięcia o rozpiętości do 35 m włącznie, najmniejszy dozwolony przekrój wynosi dla przewodów z:

normalnej miedzi twardej i bronzu	6 mm ² ,
normalnego glinu i stopów glinu	16 mm ² ,
stali (żelaza)	10 mm ² ,

a dla przewodów z innych metali taki przekrój, przy którym przewód może w ciągu jednej minuty wytrzymać zawieszony ciężar 228 kg.

§ 6. *Przewód jednodrutowy* (drut) jest dozwolony tylko przy rozpiętościach do 80 m włącznie.

Drut ze stali (żelaza) jest dozwolony tylko na przewody niskiego napięcia i prądów słabych.

Drut z bronzu i stali (żelaza) o przekroju, wytrzymującym w ciągu jednej minuty zawieszony ciężar 380 kg, przeznaczony do prądów słabych, a zawieszony na wspólnych słupach z przewodami prądów silnych, może być zastosowany przy rozpiętościach do 120 m włącznie.

Druty z glinu i ze stopów glinu są wogóle zabronione.

Największy dopuszczalny przekrój dla przewodów jedno-drutowych wynosi 16 mm².

§ 7. *Przewód wielodrutowy* (linka). We wszystkich przypadkach, poza wyliczonymi w § 6, przewody powinny być wykonane z linek.

Linka, o przekroju do 50 mm² włącznie, powinna być skrecona przynajmniej z 7-iu drutów, o przekroju od 70 mm² do 120 mm² włącznie — przynajmniej z 19-tu drutów, a od 150 mm² do 240 mm² — przynajmniej z 37-miu drutów.

Długość skretu ma być od 11-tu do 14-tu razy większa od średnicy linki.

§ 8. *Dopuszczalne naprężenie normalne* przewodów wynosi dla:

drutów z normalnej miedzi twardej	12 kg/mm ² ,
linek z normalnej miedzi twardej	19 kg/mm ² ,
linek z normalnego glinu	8 kg/mm ² ,

a przy zastosowaniu innych materiałów wynosi dla:

drutów	35%,
linek	50%,

wytrzymałości długotrwałej.

Dopuszczalne naprężenie krańcowe wynosi dla drutów

i linek z normalnej miedzi twardej	34 kg/mm ² ,
linek z normalnego glinu	12 kg/mm ² ,

a przy zastosowaniu innych materiałów wynosi pełne

100%

wytrzymałości długotrwałej.

Wytrzymałość długotrwała, o ile nie jest jeszcze laboratoryjnie zmierzona, może być oszacowana w przybliżeniu na 80% wytrzymałości probierczej.

§ 9. *Złącze*, wystawione na siłę naciągu, powinno zność przynajmniej 90% wytrzymałości samego przewodu.

§ 10. *Sadź*. Waga sadzi (osadów lodowych) na każdy metr bieżący przewodu o średnicy d milimetrów, niezależnie od materiału, oblicza się w kilogramach wg wzoru następującego:

$$k \times \sqrt[1,55]{d, ^*)}$$

Średnica d mm	Przekrój mm ²	Sadź $\sqrt[1,55]{d}$ kg	Średnica d mm	Przekrój mm ²	Sadź $\sqrt[1,55]{d}$ kg
D r u t					
2,77	6	0,299	7,5	35	0,569
3,57	10	0,352	9,0	50	0,640
4,52	16	0,409	10,5	70	0,707
L i n k a					
5,1	16	0,443	12,5	95	0,791
6,3	25	0,508	14,0	120	0,851
			15,8	150	0,919

przyczem k jest współczynnikiem liczbowym, zależnym od miejscowych warunków klimatycznych i wynosi średnio

$$k = 0,155.$$

Waga sadzi na metr bieżący łańcucha izolatorowego szacuje się na 2,5 kg.

§ 11. *Zwis.* Przewody powinny być tak naciągnięte, aby naprężenie nie przekraczało dopuszczalnego naprężenia normalnego ani:

- przy temperaturze -25° C bez sadzi, ani
- przy temperaturze -5° C podczas sadzi.

§ 12. Dla innych materiałów niż miedź twarda i tylko dla przewodów wysokiego napięcia jest poza tem niezbędne dodatkowe sprawdzenie, czy naprężenie przewodów nie przekracza dopuszczalnego naprężenia krańcowego, ani:

- przy najniższej (katastrofalnej) temperaturze, jaką w danej części kraju kiedykolwiek zaobserwowano, jednak nie wyższej nad -40° C, ani
- przy temperaturze -5° C i podwójnej (katastrofalnej) wartości sadzi ($k = 0,310$), obliczonej wg wzoru z § 10.

Waga sadzi podwójnej (katastrofalnej) na metr bieżący łańcucha izolatorowego szacuje się na 5 kg.

§ 13. *Wysokość zawieszenia.* Przy największym zwisie ($+40^{\circ}$ C lub -5° C z sadzią), odstęp pionowy między najniż-

*) Dla ułatwienia obliczeń służy następująca tabliczka dla $k = 0,155$.

szym przewodem, będącym pod napięciem (nieuziemionym) a powierzchnią ziemi nie może być nigdzie mniejszy od 6 m, a gdy linja prowadzi tylko niskie napięcie — od 5 m; w przejściu ponad drogą o ruchu kołowym odstęp nie powinien być mniejszy od 7 m, a gdy linja prowadzi tylko niskie napięcie — od 6 m.

Pozatem, jeżeli linja prowadzi wysokie napięcie, to nawet w wypadku sadzi podwójnej (katastrofalnej) odstęp pionowy od powierzchni ziemi nie powinien być mniejszy od 4,5 m, a od drogi o ruchu kołowym — nie mniejszy od 5 m, bez względu czy przewody są z miedzi twardej lub z innych materiałów.

§ 14. *Odstęp między przewodami* (mierzony przy samym słupie).

Najmniejsza dopuszczalna wartość powyższego odstępu— b w cm oblicza się według wzoru

$$b = \alpha \sqrt{f} + \frac{U}{1500},$$

w którym α oznacza współczynnik liczbowy: dla glinu i stopów glinu $\alpha = 10$, dla innych metali $\alpha = 7,5$.

f — największy zwis ($+40^{\circ}$ C lub -5° C z sadią) w cm,

U — napięcie linjowe (§ 2 p. 10) w V.

Odstęp powyższy nie może być mniejszy, niż:

100 cm, gdy napięcie U wynosi 3000 V lub więcej, a przewody są z glinu lub stopów glinu.

80 cm, gdy napięcie U wynosi 3000 V lub więcej, a przewody są z innych metali, niż glin lub stopy glinu, wreszcie nie może być mniejszy,

niż 35 cm, gdy napięcie U jest niższe od 3000 V.

Odstęp między dowolnymi przewodami (nieuziemionymi, czy uziemionymi), należącymi do wspólnego toru (obwodu) oblicza się na napięcie linjowe U (§ 2 p. 10). Odstęp między przewodem, będącym pod napięciem a przewodem, niewłączonym do obwodu prądu (np. odbojowym, odgromowym, odciągowym), oblicza się również na to samo napięcie linjowe U .

§ 15. *Odstęp między przewodem a konstrukcją wsporczą*. Odstęp między przewodem, będącym pod napięciem (nieuziemionym), a uziemioną konstrukcją wsporczą, przy napięciu linjo-

wem (§ 2 p. 10) — U , do 15000 V włącznie powinien wynosić co najmniej 20 cm, a przy napięciu wyższym od 15000 V co najmniej wartość wzoru

$$10 + \frac{U}{1500}$$

w cm.

III. Izolatory.

§ 16. *Izolator.* Należy stosować tylko takie izolatory, których napięcie nominalne równa się napięciu linjowemu (§ 2 p. 10), lub je przekracza i których nominalny naciąg wynosi co najmniej 90% wytrzymałości probierczej danego przewodu (wytrzymałość probiercza twardej miedzi normalnej wynosi 40 kg/mm², a glinu normalnego — 18 kg/mm²).

§ 17. *Przywiązywanie.* Drut wiązałkowy winien być wykonany z tego samego materiału, co przewód. Wiązalka powinna przeciwdziałać przesunięciom, od których przewód mógłby się uszkodzić. Na zakrętach przewód należy założyć w ten sposób, aby drut wiązałkowy nie był wystawiony na rozciąganie.

IV. Urządzenia wsporcze.

§ 18. *Siły.* Na słup działają siły następujące:

- a) ciężkość samego słupa, poprzeczników, izolatorów i przewodów wraz z sadzią (waga sady — § 10),
- b) parcie wiatru na słup, poprzeczniki, izolatory i przewody,
- c) naciąg przewodów.

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

§ 19. *Parcie wiatru* przyjmuje się za siłę poziomą.

Wartość tej siły zależy od wysokości, mierzonej od poziomu zakopania słupa (powierzchni ziemi) i wynosi na ściankach położonych na wysokości:

- | | | |
|----|-------------|--------------|
| od | 0 do 40 m | — po 125 kg, |
| od | 40 do 100 m | — po 150 kg, |



od 100 do 150 m — po 175 kg,
 od 150 do 200 m — po 200 kg,
 powyżej 200 m — po 250 kg,

na każdy metr kwadratowy płaszczyzny, prostopadłej do kierunku wiatru.

W słupach kratowych do rzeczywistej powierzchni przedniej (ażurowej) dodaje się 50% tej powierzchni na powierzchnię ścianki tylnej (położonej w „cieniu wiatrowym”).

W powierzchniach walcowych przyjmuje się za „powierzchnię parcia” — 50% rzutu pionowego (w okrągłym słupie i w przewodzie — 50% iloczynu długości przez średnicę; w słupie bliźniaczym — 150% iloczynu wysokości przez średnicę słupa pojedynczego).

Gdy wiatr wieje skośnie, to obliczoną powierzchnię należy jeszcze pomnożyć przez $\sin \alpha$, zawartego między kierunkiem wiatru a płaszczyzną, albo między kierunkiem wiatru a osią powierzchni walcowej.

§ 20. *Naciąg* przyjmuje się za siłę poziomą, równającą się iloczynowi naprężenia dopuszczonego (§ 2 p. 9) przez przekrój przewodu.

§ 21. *Słupy* pod względem obciążenia dzielą się na:

- a) *przelotowe* — ustawione na linii prostej i podlegające po obu stronach naciągom jednakowym,
- b) *narożne* — ustawione na zakrętach linii,
- c) *odporowe* — odgrywające rolę punktów stałych w linii,
- d) *odporowo-narożne* — odgrywające rolę słupa odporowego, a zarazem narożnego i
- e) *krańcowe* — stanowiące zakończenie linii.

§ 22. *Słupy odporowe* powinny być rozstawione w niezbyt wielkich od siebie odstępach, a w żadnym razie nie większych od 3 km.

§ 23. *Obliczanie słupów*. Słupy I-ej kategorii (§ 2 p. 14) należy liczyć na obciążenie normalne (§§ 24—29) z dopuszczalnym naprężeniem normalnym, słupy zaś II-ej kategorii — na wypadek pęknięcia przewodu (§§ 30—35) z dopuszczalnym naprężeniem zwiększonym.

Obliczanie na obciążenie normalne.

§ 24. *Obliczanie na obciążenie normalne.* Poniżej (§§ 25—29) wyliczone są przypadki obciążenia normalnego dla każdego rodzaju słupa. Poza wymienionemi niżej siłami poziomemi, należy w każdym przypadku uwzględnić siły ciężkości (§ 18 p. a). Jeżeli słup jest wystawiony stale na skręcanie, to moment skręcania należy również uwzględnić (§ 36). Wymiary słupa powinny być tak dobrane, aby naprężenia w żadnym przypadku nie przekraczały dopuszczalnego naprężenia normalnego.

Poprzeczniki i trzony izolatorowe oblicza się tak samo, jak słupy: na te same przypadki obciążenia (§§ 25—29), na te same siły (z uwzględnieniem sił ciężkości) i na dopuszczalne naprężenia normalne. Jedynie tylko dla słupów odporowych i narożno-odporowych poprzeczniki i trzony oblicza się nie na $\frac{2}{3}$ naciągu, lecz na naciąg całkowity.

§ 25. *Słup przelotowy.* Przypadki obciążenia normalnego:

- 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. Pozatem, dla słupów, wyższych od 10 m — pozioma siła unysłona, działająca w kierunku linii, na średniej wysokości zawieszenia; wartość tej siły ma wynosić czwartą część parcia wiatru na przewody, obliczonego dla przypadku a).

§ 26. *Słup narożny.* Przypadki obciążenia normalnego:

- a) wypadkowa 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 obciążenia normalne słupów

rozgałęźnych, a także przelotowych o niejednakowych naciągach z obu stron.

§ 27. *Słup odporowy.* Przypadki obciążenia normalnego:

- a) obciążenie słupa przelotowego w przypadku a) (§ 25—a);
- b) $\frac{2}{3}$ jednostronnego naciągu, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku prostopadłym do linii.

§ 28. *Słup odporowo-narożny.* Przypadki obciążenia normalnego:

- a) obciążenie słupa narożnego w przypadku § 26 p. a;
- b) obciążenie słupa narożnego w przypadku § 26 p. b;
- c) $\frac{2}{3}$ jednostronnego naciągu, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku prostopadłym do wypadkowego naciągu.

§ 29. *Słup krańcowy.* Obciążenie normalne: całkowity naciąg jednostronny, a jednocześnie parcie wiatru na słup, poprzeczniki i izolatory w kierunku prostopadłym do linii.

Obliczanie na pęknięcie przewodu.

§ 30. *Obliczanie na wypadek pęknięcia przewodu.* W wypadku, gdy jeden z przewodów pękł z jednej strony słupa, a wskutek tego z drugiej strony działa na słup naciąg skręcający, naciąg ten oblicza się, mnożąc dopuszczone naprężenie (§ 2 p. 9) przez przekrój przewodu. Jeżeli przewody różnią się naciągiem lub odległością od słupa, to należy przypuścić wypadek pęknięcia tego przewodu, który daje największy moment skręcania.

Przy obliczaniu słupa narożnego należy uwzględnić wypadkową naciągów tylko tych przewodów, które nie pękły ani z jednej, ani z drugiej strony słupa, gdyż naciąg przewodu, który pękł z przeciwnej strony, jest już uwzględniony przez obliczenie na skręcanie. Przy obliczaniu zaś słupa krańcowego, należy uwzględnić wypadkową naciągów wszystkich przewodów, z wyjątkiem dwóch: 1) przewodu pękniętego i 2) przewodu, położonego symetrycznie względem pękniętego, gdyż naciąg tego przewodu jest już uwzględniony przez obliczenie na skręcanie.

W §§ 31—35 wyliczone są przypadki obciążenia dla każdego rodzaju słupa. Poza wymienionymi siłami należy w każdym przypadku uwzględnić siły ciężkości (§ 18 p. a). Natomiast par-

cia wiatru można zupełnie nie uwzględniać. Wymiary słupa powinny być tak dobrane, aby naprężenia w żadnym przypadku nie przekroczyły dopuszczalnego naprężenia z większego.

Poprzeczniki i trzony oblicza się na obciążenie normalne (§§ 24—29) z dopuszczeniem naprężenia normalnego tak samo, jak poprzeczniki dla słupów kategorii I-ej, obliczonych na obciążenie normalne (§ 24, ustęp drugi). Poza tem, poprzeczniki dla słupów przelotowych i narożnych muszą być obliczone na wypadek pęknięcia przewodu z dopuszczeniem naprężenia z większego, a mianowicie poprzecznik dla słupa przelotowego — na połowę naciągu jednego przewodu, a poprzecznik dla słupa narożnego — na całkowity naciąg jednego przewodu; przy kilku przewodach na wspólnym poprzeczniku należy przyjąć wypadek pęknięcia tego przewodu, który daje największy moment zginania; parcie wiatru można pominąć, siły zaś ciężkości należy uwzględnić.

§ 31. *Słup przelotowy.* Obciążenie w razie pęknięcia przewodu: skręcanie słupa, wywołane połową naciągu jednego przewodu.

§ 32. *Słup narożny.* Obciążenie w razie pęknięcia przewodu: skręcanie słupa, wywołane naciągiem jednego przewodu, a jednocześnie zginanie, wywołane naciągiem wypadkowym od przewodów pozostałych (§ 30).

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

§ 33. *Słup odporowy.* Obciążenie w razie pęknięcia przewodu: skręcanie słupa, wywołane naciągiem jednego przewodu.

§ 34. *Słup odporowo-narożny.* Przypadki obciążenia w razie pęknięcia przewodu:

- a) obciążenie słupa narożnego (§ 32),
- b) $\frac{2}{3}$ jednostronnego naciągu od wszystkich przewodów, jak w przypadku obciążenia normalnego (§ 28 p. c), lecz z pominięciem parcia wiatru.

§ 35. *Słup krańcowy.* Obciążenie w razie pęknięcia przewodu: skręcanie słupa, wywołane naciągiem jednego przewodu, a jednocześnie zginanie, wywołane naciągiem wypadkowym od przewodów pozostałych (§ 30).

§ 36. *Skręcanie słupa o przekroju prostokątnym (rys. 1).*

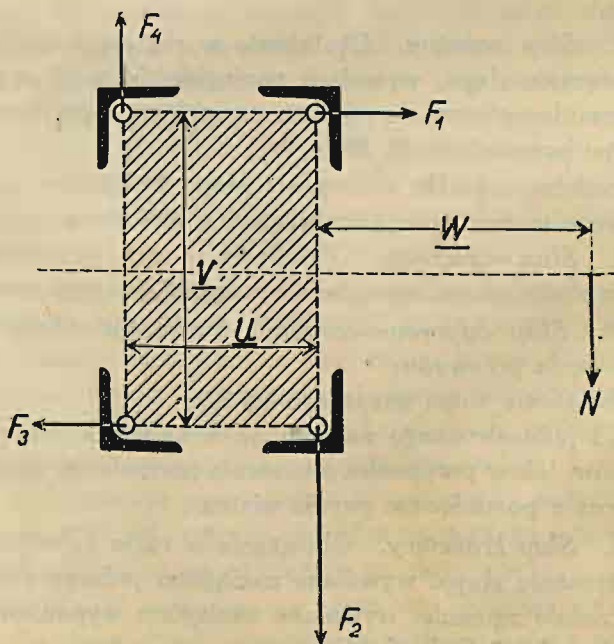
Na wysokości przyłożenia siły skręcającej N , w przekroju słupa, kreśli się prostokąt, który wierzchołkami opiera się o środki ciężkości profili krawężników. Wymiary tego prostokąta są:

$$u \times v.$$

Wzdłuż linii (równoległe do kierunku siły skręcającej N) leżą boki o długości v . Siła N działa w odstępnie w od ścianki powyższego prostokąta; a więc moment skręcania słupa M wyraża się wzorem:

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

Działanie rzeczywistej siły skręcającej N , zastępuje się działaniem czterech umyślonych sił: F_1, F_2, F_3, F_4 , przyłożonych wzdłuż boków prostokąta. Siły F_1, F_3 biegną wzdłuż boków o długości u , a F_2, F_4 — wzdłuż boków v . Zwrot sił umyślonych ma być taki, aby wszystkie siły umyślone skręcały słup w tym samym kierunku, w jakim skręca siła rzeczywista N , przyczem



Rys. 1 (do § 36). Siły skręcające słup.

siła F_2 ma ten sam zwrot, co siła N . Wartość sił umyślonych oblicza się z następujących wzorów:

$$F_1 = F_3 = \frac{M}{2v}; F_2 = \frac{M}{2u} + \frac{N}{2}; F_4 = \frac{M}{2u} - \frac{N}{2}.$$

Słupy drewniane.

§ 37. *Dopuszczalne naprężenia dla drzewa* podaje tablica I.

Tablica I.
Dopuszczalne naprężenia dla drzewa.

D r z e w o	Dopuszczalne naprężenia w kg/cm ²			
	normalne		zwiększone	
	iglaste	twarde	iglaste	twarde
ściskanie wzdłuż włókien	145	190	215	285
rozciąganie wzdłuż włókien				
zginanie wogóle				
zginanie słupów pojedynczych			275	425
ściskanie wpoprzek włókien	35	50	50	75
ściananie wzdłuż włókien	18	20	27	30
ściananie wpoprzek włókien	30	40	45	60

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

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

§ 38. *Wymiary.* Najmniejsza dopuszczalna średnica u wierzchołka wynosi w słupach pojedynczych lub podpartych:

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

Średnicę słupa mierzy się, dzieląc obwód przez 3,14. Przyrost średnicy słupa liczy się po 0,7 cm na metr długości.

Słup może być uznany za prosty, gdy przeciągnięty wzdłuż niego sznur w żadnym miejscu nie odstaje od drzewa więcej, niż o połowę średnicy słupa w tym punkcie.

§ 39. *Pojedynczy słup przelotowy z drzewa iglastego można obliczyć, zamiast na podstawie § 25, według wzoru:*

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

w którym d oznacza średnicę słupa u wierzchołka w cm,

h — całkowitą długość słupa wraz z zakopany odziomkiem w cm,

a — rozpiętość w m, a

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

§ 40. *Wyboczenie słupa drewnianego, zamocowanego na jednym końcu w ziemi, oblicza się według III-go wzoru Eulera:*

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

w którym F oznacza siłę ściskania w kg,

σ — stopień bezpieczeństwa (p. tabl. I w § 37),

E — sprężystość drzewa = 106 000 kg/cm²,

I — moment bezwładności przekroju słupa na środku długości wyboczenia w cm⁴,

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

§ 41. *Słup bliźniaczy. Moment wytrzymałości przekroju słupa bliźniaczego należy liczyć, jako podwójną wartość momentu pojedynczego drzewa. Gdy jednak oba drzewa są wzorowo ze sobą zespolone (ust. 2), a siła gnąca działa w płaszczyźnie osi obu drzew, to moment wytrzymałości można liczyć, jako potrójną wartość momentu pojedynczego drzewa.*

Wzorowo zespolone słupy muszą odpowiadać warunkom następującym:

- 1) drzewa muszą być ze sobą zespolone zapomocą klinów drewnianych, co najmniej w czterech punktach, przy czem odstępy między punktami zaklinowania nie powinny być większe od 3 m;
- 2) dwa punkty zaklinowania mają być umieszczone w odstępie, nie większym od 50 cm od krańców słupa, a punkty pozostałe mają być możliwie równomiernie rozłożo-

ne, tak jednak, aby na rozciągłości 50 cm nad poziomem ziemi i 50 cm pod poziomem, przekrój słupa nie był osłabiony wycięciami na kliny;

- 3) drzewa, w pobliżu każdego klina, muszą być ściągnięte przynajmniej jednym sworzniem śrubowym;
- 4) grubość sworznia przy średnicy u wierzchołka drzewa: do 13 cm ma wynosić co najmniej $1/2$ cal. ang., od 14 do 16 cm ma wynosić co najmniej $5/8$ cal. ang., od 16 cm wzwyż ma wynosić co najmniej $3/4$ cal. ang.

§ 42. *Słup A-owy do wysokich* napięć powinien być zaopatrzony:

- 1) u wierzchołka przynajmniej w jeden klin z drzewa twardego, obliczony na ścięcie i nacisk, albo w inne zabezpieczenie, nie mniejszej wartości,
- 2) na odpowiedniej wysokości — w szczelbel drewniany (rozporę) o średnicy nie mniejszej, niż średnica słupa u wierzchołka, i tuż pod szczelblem — w sworzeń śrubowy o grubości co najmniej $3/4$ cal. ang. i
- 3) u dna wykopu — w podstawę drewnianą, obchwytną oba drzewa i powiazaną z nimi sworzniami śrubowymi o średnicy co najmniej $3/4$ cal. ang., albo w inną konstrukcję, nie mniejszej wartości.

§ 43. *Zabezpieczenie drzewa.* Wszelkie powierzchnie obciosane, jako to wierzchołek słupa, wręby na klin i t. d., należy pociągnąć gorącą smołą pozbawioną kwasów, lub innym środkiem nie mniejszej wartości.

§ 44. *Odciążka* (linka lub drut odciągowy). Odciążka powinna być przymocowana bezpośrednio do słupa drewnianego tak, aby nie dotykała poprzeczników, ani żadnych innych części stalowych (żelaznych). Pozatem, na wysokości przynajmniej 2,5 m odciążka powinna być zaopatrzona w izolator odciągowy, dostosowany do napięcia linjowego (§ 2 p. 10).

Przy wysokim napięciu odciążki są zabronione.

Słupy ze stali i innych materiałów.

§ 45. *Dopuszczalne naprężenie dla stali zlewnej* (dawniej nazywanej także żelazem zlewnem) podaje tablica II.

Tablica II.
Dopuszczalne naprężenia dla stali zlewnej.

Stal zlewna	Dopuszcz. naprężenie w kg/cm^2	
	normalne	zwiększone
ściskanie, rozciąganie, zginanie	1600	2000
rozciąganie sworzni śrubowych obtoczonych . . .	1200	1500
rozciąganie sworzni śrubowych surowych	900	1100
ściananie nitów i ściśle dopasowanych sworzni śrubowych	1280	1600
ściananie surowych sworzni śrubowych	1000	1280
parcie nitów i ściśle dopasowanych sworzni śrubowych na ściankę otworu	4000	5000
parcie surowych sworzni śrubowych na ściankę otworu	2500	3100
ściskanie, rozciąganie i zginanie rur bez szwu ze stali o wytrzymałości probierczej 5500 kg/cm^2 .		2200

§ 46. *Słup kratowy.* Najmniejsze dopuszczalne wymiary:

szerokość kształtownika — 35 mm,

grubość kształtownika — 4 mm,

średnica nitu — 13 mm.

Największe dopuszczalne średnice nitów i śrub dla danej szerokości kształtownika podaje następująca tablica:

Szerokość kształtownika w mm	35	40	45	50	60	70	75	80
Największa dopuszczalna średnica nitu w mm	13	14	16	17	20	23	26	29
Największa dopuszczalna średnica śruby w calach ang.	$\frac{1''}{2}$	$\frac{1''}{2}$	$\frac{5''}{8}$	$\frac{5''}{8}$	$\frac{3''}{4}$	$\frac{7''}{8}$	1''	$1\frac{1''}{2}$

Jest rzeczą pożądaną, aby ścianki słupa były ustawione równoległe i prostopadłe do wypadkowej siły naciągu, a nie skośnie.

Skośną siłę poziomą, działającą na słup, należy rozłożyć na dwie składowe, równoległe do ścianek, i obliczyć naprężenia tak, jakby działała tylko jedna składowa, albo tylko druga. Krańcówki należy liczyć na sumę arytmetyczną obu znalezionych naprężeń, ukośniki zaś — na naprężenia, pochodzące tylko od jednej składowej.

Ukośniki powinny mieć na wszystkich ściankach wspólnego

prześła pochylenia jednakowe (czyli na powierzchni rozwiniętej — kierunki równoległe).

Gdy układ ukośników odpowiada powyższemu warunkowi, to krawężniki przy wyboczeniu mogą być liczone na moment bezwładności

I_{ξ} (względem osi, równoległej do ścianki słupa), natomiast, gdy układ ukośników jest odmienny, to krawężniki muszą być liczone na moment bezwładności

$I_{min.}$ (względem osi skośnej pod kątem 45°).

Ukośniki w jednym i drugim przypadku muszą być liczone na moment bezwładności — $I_{min.}$

§ 47. Wyboczenie. Oznaczenia:

F — wysiłek ściskający w kg,

l — długość wyboczenia w cm,

s — całkowity przekrój (bez potrącenia na nity) w cm^2 ,

I — moment bezwładności przekroju w cm^4 (I_{ξ} lub $I_{min.}$ — § 46),

λ — smukłość (wiotkość),

ω — współczynnik zależny od smukłości (tablica III),

k — dopuszczalne naprężenie w kg/cm^2 ,

M — moment zginania w $kgcm$,

W — moment wytrzymałości przekroju w cm^3 .

Tablica III.
Współczynnik 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	0,087
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	0 107
60	1 26	0,009	150	5,32	0,069	240	13,62	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			
		0,029			0,083			

Bieg obliczenia. Smukłość oblicza się ze wzoru

$$\lambda = \frac{l}{\sqrt{I:s}},$$

a z tablicy III znajduje się odpowiedni współczynnik ω . „Napężenie umyślone” od ściskania wynosi

$$\frac{\omega F}{s}.$$

Dla belki, wystawionej tylko na ściskanie, „napężenie umyślone” powinno być mniejsze od dopuszczalnego

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

dla belki zaś ściskanej wysiłkiem F , a jednocześnie zginanej momentem M , suma „napężenia umyślonego” i największego napężenia od zginania powinna być mniejsza od napężenia dopuszczalnego

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

§ 48. *Zabezpieczenie stali.* Słupy i wszelkie konstrukcje wsporcze ze stali (żelaza) powinny być na całej powierzchni dokładnie zabezpieczone od rdzewienia.

§ 49. *Słupy z innych materiałów.* Dopuszczalne napężenie normalne oblicza się z 3-krotnem bezpieczeństwem w porównaniu z wytrzymałością probierczą; dla żeliwa jednak nie więcej, niż 300 kg/cm². Dopuszczalne napężenie z większone oblicza się z 2-krotnem bezpieczeństwem.

W słupach żelazobetonowych przekrój szkieletu stalowego ma wynosić co najmniej 1,6% przekroju betonu.

§ 50. *Inne konstrukcje wsporcze* (stojaki dachowe, koźły, konsole ściennie i t. d.) mogą być umocowane na budynkach, mostach, wiaduktach i t. d. z tym jednak warunkiem, że wytrzymałość mechaniczna budynków, mostów, wiaduktów i t. d., po założeniu konstrukcyj wsporczych będzie wystarczająca.

Obsada słupów.

§ 51. *Obsada podziemna.* Słupy powinny być zakopane na takiej głębokości i zaopatrzone w taką podziemną obsadę drewnianą, stalową lub betonową, aby ustój słupa był zapewniony.

Pewność ustoju powinna być udowodniona zapomocą obliczenia, naukowo uzasadnionego.

Dla ziemi o średnich własnościach wytrzymałościowych można przyjąć następujące wartości:

ciężkość właściwa — $1,6 \text{ g/cm}^3$,

dopuszczalne naprężenie boczne na głębokości

30 cm — $0,7 \text{ kg/cm}^2$,

200 cm — $2,0 \text{ kg/cm}^2$,

dopuszczalne naprężenie pionowe na dnie

wykopu — $2,5 \text{ kg/cm}^2$.

Dla betonu można przyjąć następujące wartości:

ciężkość właściwa — 2 g/cm^3 ,

dopuszczalne naprężenie na ściskanie — 28 kg/cm^2 ,

dopuszczalne naprężenie na rozciąganie — 4 kg/cm^2 .

Głębokość zakopania słupa ma wynosić co najmniej—160 cm.

Słupów drewnianych nie wolno obsadzać w betonie.

Beton powinien zawierać na 1 część objętościową cementu co najwyżej 9 części żwiru, albo na jedną część cementu co najwyżej 4 części piasku i 8 części żwiru (lub tłucznia).

Podziemne części słupów drewnianych, a także belki drewniane do wzmocnienia ustoju słupa, powinny być zabezpieczone od gnicia przez nasycenie, kilkakrotne posmarowanie karboliną lub przez inny środek, nie mniejszej wartości.

Podziemne części słupa stalowego, niepokryte betonem, powinny być zabezpieczone od rdzy przez pociągnięcie smołą asfaltową lub innym środkiem, nie mniejszej wartości.

§ 52. *Fundamenty betonowe o przekroju kwadratowym* (rys. 2) mogą nie być obliczone szczegółowo, jeżeli odpowiadają warunkom wzoru Fröhlicha:

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

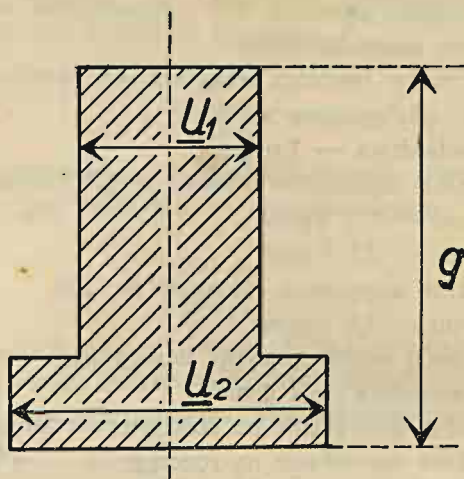
w którym:

M oznacza moment wywrotowy słupa w kg.cm względem środka głębokości zakopania słupa,

g — głębokość fundamentu w cm ,

u_1 — szerokość górnej części fundamentu w cm , a

u_2 — szerokość podstawy fundamentu w cm .



Rys. 2 (do § 52). Fundament betonowy słupa.

Bieg obliczenia. Wyznaczywszy głębokość g i szerokość górnej części u_1 oblicza się ze wzoru szerokość podstawy u_2 . Wysokość schodka u podstawy oblicza się na zginanie.

V. Postanowienia końcowe.

§ 53. *Obliczenia*, dla których przepisy niniejsze nie zawierają niezbędnych wskazań, powinny być należycie naukowo uzasadnione i mogą opierać się na przepisach i normach, ustalonych przez Ministra Robót Publicznych dla innych dziedzin.

§ 54. *Tablice ostrzegawcze.* W linjach wysokiego napięcia, należy na każdym słupie, wieży, stojaku i t. d., umieścić tablicę ostrzegawczą, stosownie do rozporządzenia Ministra Robót Publicznych z dnia 30 kwietnia 1923 r. w przedmiocie tablic ostrzegawczych w zakładach elektrycznych o wysokim napięciu („Monitor Polski” Nr. 163, poz. 199).