

Opracowanie zostało przyjęte do powszechnego stosowania przez Zespół Zadaniowy Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej. Protokół nr 41013T1 z dnia 13.10.2004r.

**ALBUM LINII NAPOWIETRZNYCH
DWUTOROWYCH ŚREDNIEGO NAPIĘCIA
15 ÷ 20 kV**

z przewodami niepełnoizolowanymi
o przekrojach $2 \times 70 \div 120 \text{ mm}^2$
w układzie pionowym, na żerdziach wirowanych

LSNi 2 × 70÷120

TOM I

Opracowanie przeznaczone do realizacji prototypów
Redakcja 2

Zastępuje tom XII opracowania
z lutego 1996 r.

Poznań, listopad 2004 r.



Wydawca opracowania



Polskie Towarzystwo
Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej

ul. Wołyńska 22, 60-637 Poznań
tel. +48 61 846-02-00, fax +28 61 846-02-09
www.ptpiree.pl

Rozpowszechnianie albumów

Biuro Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej
ul. Wołyńska 22, 60-637 Poznań
tel. +48 61 846-02-33, fax +48 61 846-02-09
e-mail: ptpiree@ptpiree.pl

***Powielanie i rozpowszechnianie opracowania bez zgody
Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej
oraz zespołu autorskiego jest wzbronione***

Autor opracowania

Przedsiębiorstwo Projektowo - Usługowe

EL projekt®
spółka z o.o

60 - 167 POZNAŃ, ul. Wołowska 70 tel/fax (061) 868-94-81
e-mail: elprojekt@stelen.home.pl
e-mail: elprojekt@elprojekt.internetdsl.pl

Firma posiada system Zarządzania Jakością wg normy ISO 9001

Zespół autorski:

mgr inż. Leonard Gałęski
inż. Włodzimierz Szajkowski
mgr inż. Waldemar Kiwitt
mgr inż. Zbigniew Barski



Oferta PTPIREE w zakresie opracowań typizacyjnych

1. Albumy linii napowietrznych niskiego napięcia z przewodami gołymi AL 25-95 mm² na żerdziach wirowanych Lnn
2. Albumy linii napowietrznych wielotorowych niskiego napięcia z przewodami izolowanymi samonośnymi o przekroju 25-120 mm² Lnni
3. Album przyłączy napowietrznych i kablowych niskiego napięcia Lnn-pi
4. Album linii napowietrznych niskiego napięcia Lnn + Lnni z przewodami izolowanymi samonośnymi AsXS i AsXS_n na istniejących liniach niskiego napięcia z przewodami gołymi na słupach z żerdzi ŻN
5. Albumy słupowych stacji transformatorowych typu STSR na żerdziach wirowanych
6. Albumy słupowych stacji transformatorowych SN/nn typu STN, STNu z transformatorami o mocy do 630 kVA na żerdziach wirowanych
7. Albumy słupowych stacji transformatorowych typu STSd na żerdziach drewnianych
8. Albumy linii napowietrznych średniego napięcia 15-20 kV z przewodami gołymi w układzie trójkątnym na żerdziach wirowanych typu E i ELV LSN 35(50) i 70(50)
9. Albumy linii napowietrznych średniego napięcia 15-20 kV z przewodami gołymi w układzie płaskim na żerdziach wirowanych LSN 70 (50)
10. Albumy linii napowietrznych średniego napięcia 15-20 kV z przewodami gołymi na żerdziach wirowanych LSN 120 (70) - układ przewodów płaski i trójkątny
11. Albumy linii dwutorowych średniego napięcia 15-20 kV z przewodami gołymi na żerdziach wirowanych LSN
12. Albumy słupów z rozłącznikami sterowanymi radiowo dla linii średniego napięcia 15-20 kV
13. Album linii napowietrznych średniego napięcia 15-20 kV z przewodami gołymi w układzie trójkątnym na żerdziach drewnianych LSNd 35 (50) 70
14. Album punktów pomiarowych w liniach napowietrznych średniego napięcia 15-20 kV LSN-PR
15. Albumy linii napowietrznych średniego napięcia 15-20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi LSNi 50÷120 na żerdziach wirowanych – układ przewodów płaski i pionowy
16. Albumy linii napowietrznych dwutorowych średniego napięcia 15-20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 2x70÷120 mm² w układzie pionowym na żerdziach wirowanych
17. Albumy linii napowietrznych dwunapięciowych średniego napięcia z przewodami niepełnoizolowanymi i pełnoizolowanymi niskiego napięcia z przewodami izolowanymi na żerdziach wirowanych LSNi + LnNi
18. Albumy linii napowietrznych średniego napięcia 15÷20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi w układzie pionowym na żerdziach drewnianych LSNid 50÷120
19. Albumy linii napowietrznych izolowanych średniego i niskiego napięcia LSNi / SAXKA + Lnni
20. Katalog oświetlenia ulicznego
21. Katalogi słupów i fundamentów linii 110 kV

Rozpowszechnianie:

Polskie Towarzystwo Przemysłu i Rozdziału Energii Elektrycznej w Poznaniu
ul. Wołyńska 22, 60 – 637 Poznań
tel. +48 61 846-02-33, fax +48 61 846-02-09

Powielanie i rozpowszechnianie powyższych opracowań bez zgody Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej oraz zespołu autorskiego jest wzbronione.



Spis tomów

- Tom I** - Album linii napowietrznych dwutorowych średniego napięcia 15 ÷ 20kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 2×70 ÷ 120 mm² w układzie pionowym na żerdziach wirowanych
LSNi 2×70÷120
- Tom II** - Album słupów z odłącznikami i rozłącznikami dla linii napowietrznych dwutorowych średniego napięcia 15 ÷ 20kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 2×70 ÷ 120 mm² w układzie pionowym na żerdziach wirowanych
LSNi-o 2×70÷120
- Tom III** - Album słupów z głowicami kablowymi, odłącznikami i rozłącznikami dla linii napowietrznych dwutorowych średniego napięcia 15 ÷ 20kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 2×70 ÷ 120 mm² w układzie pionowym na żerdziach wirowanych
LSNi-g 2×70÷120
- Tom IV** - Album linii napowietrznych dwutorowych średniego napięcia 15 ÷ 20kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 2×70 ÷ 120 mm² w układzie pionowym na żerdziach wirowanych
LSNi 2×70÷120 + LSNi-o 2×70÷120 + LSNi-g 2×70÷120
Konstrukcje stalowe do tomów I, II i III



**WYKAZ PRODUCENTÓW I DYSTRYBUTORÓW MATERIAŁÓW
ZASTOSOWANYCH W NINIEJSZYM ALBUMIE
oraz firm współpracujących przy jego opracowaniu**

**1. Przedsiębiorstwo Produkcji Strunobetonowych Żerdzi Wirowanych
„WIRBET“ S.A.**

63-400 Ostrów Wielkopolski, ul. Chłapowskiego 51
tel. (0-62) 592-42-44, (0-62) 736-40-18
fax.(0-62) 592-42-44, (0-62) 736-40-18
e-mail: wirbet@wirbet.com.pl
www.wirbet.com.pl

2. STRUNOBET-MIGACZ Sp. z o.o.

29-100 Włoszczowa, Kuzki 14A
tel. (0-41) 394-21-13, 394-47-39, fax (0-41) 394-47-38
e-mail: biuro@strunobet.pl

**3. Zakłady Wytwórcze Sprzętu Sieciowego
BELOS S.A.**

43-301 Bielsko-Biała, ul. Gen. Józefa Kustronia 74
tel. (0-33) 814-50-21, fax. (033) 814-13-52
e-mail: belos@belos.com.pl
www.belos.com.pl

4. Argillon Polska Sp. z o.o.

58-330 Jedlina Zdrój, ul. B. Chrobrego 7
tel. (0-74) 84-55-541, fax. (0-74) 84-55-549
e-mail: marketing@argillon.pl
www.argillon.pl

5. TELE-FONIKA KABLE S.A.

32-400 Myślenice, ul. Hipolita Cegielskiego 1
tel. (0-12) 372-71-00, fax (0-12) 274-29-68
e-mail: marketing@tfkable.pl
www.tfkable.pl

6. ABB Sp. z o.o.

06-300 Przasnysz, ul. Leszno 59
tel. (0-29) 75-33-200, 75-33-232, fax (0-29) 75-33-380
e-mail: piotr.kowalewski@pl.abb.com
www.abb.pl

**7. Przedsiębiorstwo Produkcyjne
BEZPOL**

42-300 Myszków, ul. Partyzantów 21
tel. (0-34) 313-05-88; (0-34) 313-07-77 do 80,
fax. (0-34) 313-06-76
e-mail: bezpol@bezipol.pl
www.bezipol.pl



8. ENSTO POL Sp. z o.o.

83-010 Straszyn, ul. Starogardzka 5
tel. (0-58) 692-40-00, fax. (0-58) 682-04-11
e-mail: magazyn@enstopol.com.pl
www.enstopol.com.pl

9. ELTEL Networks Olsztyn Spółka Akcyjna

11-041 Olsztyn, Gutkowo 81D
tel. (0-89) 522-25-00, fax. (0-89) 523-81-98
e-mail: info.poland@eltelnetworks.com
www.eltelnetworks.com

**10. Przedsiębiorstwo Produkcyjne Aparatów i Konstrukcji Energetycznych
ZMER Sp. z o.o.**

62-800 Kalisz, ul. Podmiejska 16
tel. (0-62) 765-27-00, fax. (0-62) 766-15-09
e-mail: handel@zmer.com.pl
www.zmer.com.pl

11. NECKS ELECTRIC Sp. z o.o.

87-100 Toruń, ul. Na Zapleczu 25
tel. (0-56) 656-29-78, fax. (0-56) 645-29-95
e-mail: biuro@necks-electric.com.pl
www.necks-electric.com.pl

**12. Zakład Produkcji Urządzeń Oświetleniowych i Elektrycznych
„ELGIS” GARBATKA Sp. z o.o.**

26-930 Garbatka Letnisko, Ponikwa 11
tel./fax (0-48) 621-02-80, 621-03-80, fax. (0-48) 621-03-81
e-mail: ELGIS@ELGIS.com.pl
www.ELGIS.com.pl

13. GALMAR Marciniak Spółka Jawna

61-4240 Poznań, ul. Kobylińska 5
tel. (0-61) 835-80-00, 835-80-01, fax. (0-61) 830-10-20
e-mail: office@galmar.pl
www.galmar.pl

**14. Przedsiębiorstwo Produkcyjno – Handlowo – Usługowe Sp. z o.o.
TRANZEX**

44-100 Gliwice, ul. Ligonja 27
tel. (0-32) 231-26-17, (0-32) 231-41-64, fax. (0-32) 331-36-06
e-mail: tranzex@tranzex.pl, jerzy.malitowski@tranzex.pl
www.tranzex.com.pl, www.tranzex.pl



15. APATOR S.A.

87-100 Toruń, ul. het. Stanisława Żółkiewskiego 21/29
tel. (0-56) 61-91-150, fax. (0-56) 61-91-295
e-mail: apator@apator.com.pl
www.apator.com.pl

16. GENERIK – ENERGETYKA Sp. z o.o.

00-582 Warszawa, ul. Szucha 2/4 m. 67
tel. (0-22) 622-66-30, fax. (0-22) 622-64-01 w. 166
e-mail: generic@generic-energetyka.pl
www.generik-energetyka.pl

17. GPH Sp. z o.o.

47-400 Racibórz, ul. Żółkiewskiego 22
tel. (0-32) 418-23-49, fax. (0-32) 418-22-48
e-mail: info@gph.pl
www.gph.pl

18. Zakład Porcelany Elektrotechnicznej ZAPEL S.A.

36-040 Boguchwała, ul. Techniczna 1
tel (0-17) 872-01-00
fax (0-17) 871-11-74
e-mail: zapel@zapel.com.pl
www.zapel.com.pl

19. TYCO ELECTRONICS

Raychem Polska sp. z o.o.
02-676 Warszawa ul. Postępu 2
tel. (0-22) 45-76-750
fax. (0-22) 45-76-760
e-mail: EN-PL@tycoelectronics.com
www.raychem.pl

20. Polskie Centrum Promocji Miedzi Sp. z o.o.

50-136 Wrocław, Pl. 1 Maja 1-2
tel. (0-71) 781-25-02, fax. (0-71) 781-25-04
e-mail: pcpm@miedz.org.pl
www.miedz.org.pl

Szczegółowy wykaz producentów i dystrybutorów poszczególnych materiałów zawierają karty albumowe.



SPIS TREŚCI

	str
I Opis techniczny	
1. Przedmiot i zakres opracowania	6
2. Podstawowe dane techniczne	6
3. Oznaczenia słupów	7
3.1. Oznaczenie słupów przelotowych	
3.2. Oznaczenie słupów przelotowo – skrzyżowaniowych	
3.3. Oznaczenie słupów narożnych	
3.4. Oznaczenie słupów odporowych	
3.5. Oznaczenie słupów odporowo – narożnych	
3.6. Oznaczenie słupów krańcowych	
3.7. Oznaczenie słupów rozgałęźnych przelotowo – krańcowych	
3.8. Oznaczenie słupów rozgałęźnych narożno – krańcowych	
3.9. Oznaczenie słupów krańcowo – krańcowych	
3.10. Oznaczenie słupów rozgałęźnych odporowo – krańcowych	
3.11. Oznaczenie słupów rozgałęźnych odporowo – narożno – krańcowych	
4. Oznaczenia konstrukcji stalowych	13
4.1. Oznaczenia konstrukcji	
4.2. Oznaczenia elementów stalowych	
5. Zasady projektowania	14
6. Dobór elementów linii	15
6.1. Przewody	
6.2. Rozpiętości pręseł	
6.3. Dopuszczalne siły pionowe	
6.4. Sekcja odciągowa	
6.5. Izolacja i zawieszenie przewodów	
6.6. Dobór izolacji do warunków zabrudzeniowych	
6.7. Żerdzie	
6.8. Rodzaje słupów – zakres zastosowań	
6.9. Konstrukcje stalowe	
6.10. Tablice ostrzegawcze, identyfikacyjne i informacyjne	
7. Posadowienie słupów	24
7.1. Ocena podłoża gruntowego	
7.2. Typy i konstrukcje ustojów	
7.3. Wykonanie posadowień	
8. Uziemienia	27
8.1. Uziemienia ochronne	
8.2. Uziemienia odgromowe	
9. Ochrona od przepięć	30
10. Ochrona przeciwdrganiowa	31



	str.
11. Transport elementów i wskazówki montażowe	32
11.1. Zasady ogólne	
11.2. Montaż słupów	
12. Wykonanie obostrzeń	33
13. Dodatkowe uwagi i zalecenia do realizacji linii	34
13.1. Wykonanie odgałęzień	
13.2. Pełzanie przewodów	
13.3. Prowadzenie linii w pobliżu drzew i wycinka leśna	
13.4. Załomy linii na słupach przelotowych	
13.5. Zabezpieczenie słupów zagrożonych pochodami lodów	
13.6. Wskazówki wykorzystania albumu przy wykonywaniu projektów technicznych	
13.7. Wskazówki kosztorysowania	
II. Karty albumowe słupów	37
1. Słup przelotowy P-□/□	38
1.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
1.2. Uzbrojenie słupa P-□/□	
2. Słup przelotowo-skrzyżowaniowy PS-□/□	43
2.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
2.2. Uzbrojenie słupa PS-□/□	
3. Słup narożny N□-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	48
3.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
3.2. Uzbrojenie słupa N1-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	
3.3. Uzbrojenie słupa N2-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	
3.4. Uzbrojenie słupa N3-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	
4. Słup narożny N4-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	56
4.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
4.2. Uzbrojenie słupa N4-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	
5. Słup narożny bliźniaczy Nb-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	61
5.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
5.2. Uzbrojenie słupa Nb-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	
6. Słup narożny podwójny Np-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	65
6.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
6.2. Uzbrojenie słupa Np-□/□ dla $\alpha \geq 150^{\circ}$	
7. Słup odporowy i odporowo- narożny O□-□/□; i ON□-□/□	69
7.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
7.2. Uzbrojenie słupa O-□/□ i ON-□/□	
8. Słup odporowy i odporowo- narożny bliźniaczy Ob-□/□ i ONb-□/□	74
8.1. Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
8.2. Uzbrojenie słupa Ob-□/□ i ONb-□/□	



9.	Słup krańcowy K-□/□	79
9.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
9.2.	Uzbrojenie słupa K-□/□	
10.	Słup krańcowy bliźniaczy Kb -□/□	83
10.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
10.2.	Uzbrojenie słupa Kb -□/□	
11.	Słup krańcowy rozkraczny Kr -□/□	87
11.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
11.2.	Uzbrojenie słupa Kr □/□	
12.	Słup rozgałęźny przelotowo- krańcowy RPK1-□/□	91
12.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
12.2.	Uzbrojenie słupa RPK1-□/□	
13.	Słup rozgałęźny przelotowo- krańcowy RPK2-□/□	97
13.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
13.2.	Uzbrojenie słupa RPK2-□/□	
14.	Słup rozgałęźny przelotowo- krańcowy bliźniaczy RPKb-□/□	103
14.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
14.2.	Uzbrojenie słupa RPKb-□/□	
15.	Słup rozgałęźny przelotowo- krańcowy podwójny RPKp-□/□	107
15.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
15.2.	Uzbrojenie słupa RPKp-□/□	
16.	Słup rozgałęźny narożno - krańcowy RNK1-□/□	113
16.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
16.2.	Uzbrojenie słupa RNK1-□/□	
17.	Słup rozgałęźny narożno - krańcowy RNK2-□/□	119
17.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
17.2.	Uzbrojenie słupa RNK2-□/□	
18.	Słup rozgałęźny narożno - krańcowy bliźniaczy RNKb-□/□	126
18.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
18.2.	Uzbrojenie słupa RNKb-□/□	
19.	Słup rozgałęźny narożno - krańcowy podwójny RNKp-□/□	130
19.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
19.2.	Uzbrojenie słupa RNKp-□/□	



20.	Słup rozgałęźny odporowo- krańcowy ROK-□/□ i rozgałęźny odporowo- narożno- krańcowy RONK-□/□	135
20.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
20.2.	Uzbrojenie słupa ROK-□/□ i RONK-□/□	
21.	Słup rozgałęźny odporowo- krańcowy bliźniaczy ROKb1-□/□ i rozgałęźny odporowo- narożno- krańcowy RONKb1-□/□	140
21.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
21.2.	Uzbrojenie słupa ROKb1-□/□ i RONKb1-□/□	
22.	Słup rozgałęźny krańcowo- krańcowy bliźniaczy ROKb2-□/□ i rozgałęźny odporowo- narożno- krańcowy RONKb2-□/□	145
22.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
22.2.	Uzbrojenie słupa ROKb2-□/□ i RONKb2-□/□	
23.	Słup krańcowo- krańcowy bliźniaczy KKb-□/□	149
23.1.	Dobór fundamentów dla gruntu średniego i słabego	
23.2.	Uzbrojenie słupa KKb-□/□	
III.	Karty albumowe elementów związanych	153
1.	Ustoje i fundamenty	
1.1.	Ustoje w otworach wierconych Uos1 i Uos2	154
1.2.	Ustoje płytowy U1 i U2	155
1.3.	Ustój typu U1a	156
1.4.	Ustoje typu U2a i U3	157
1.5.	Ustoje typu U2b i U3a	158
1.6.	Ustój typu Up-2a	160
1.7.	Ustój typu Up-3a	161
1.8.	Ustój typu Up-2o	162
1.9.	Ustój typu Up-3o	164
1.10.	Ustoje typu Us□	167
1.11.	Ustoje typu Usm □	172
1.12.	Fundamenty prefabrykowane FP	175
1.13.	Konstrukcja ustojów Rr, Sr□, Rra i Sr□a	176
1.14.	Prefabrykowane elementy ustojowe	178
2.	Zawieszenie przewodów	
2.1.	Zawieszenie przelotowe ZPi/1, ZPi/2	181
2.2.	Zawieszenie przelotowe ZP2i/1, ZP2i/2	182
2.3.	Łańcuch odciągowy ŁOi/1a, ŁOi/2a	184
2.4.	Łańcuch odciągowy ŁOi/1b, ŁOi/2b	186
2.5.	Łańcuch odciągowy ŁO2i/1	188
2.6.	Łańcuch odciągowy ŁO2i/2	189
2.7.	Łańcuch odciągowy ŁO2i/1a	190
2.8.	Łańcuch odciągowy ŁO2i/2a	191
2.9.	Łańcuch odciągowy ŁO2i/1b	192
2.10.	Łańcuch odciągowy ŁO2i/2b	193
2.11.	Zawieszenie przelotowe mostka ZM-1, ZM-2 i ZM-3	194
2.12.	Połączenie śródprzęsłowe	195
2.13.	Ochrona przeciwdrganiowa	196
2.14.	Ochrona przed gałęziami	197



3. Uziemienia	
3.1. Uziomy ochronne w sieciach z punktem neutralnym uziemionym przez rezystor	198
3.2. Uziomy ochronne w sieciach izolowanych i kompensowanych	199
3.3. Uziomy odgromowe	200
3.4. Pręt uziomu „GALMAR”	201
3.5. Połączenie uziemienia na słupach z żerdzi wirowanych	202
4. Ochrona od przepięć	
4.1. Układ łukochronny na słupach z izolacją stojącą	203
4.2. Szczegóły układu łukochronnego na słupach z izolacją stojącą	204
4.3. Układ łukochronny na słupach z izolacją wiszącą	205
4.4. Szczegóły układu łukochronnego na słupach z izolacją wiszącą porcelanową	206
4.5. Szczegóły układu łukochronnego na słupach z izolacją wiszącą kompozytową	207
4.6. Ochrona odgromowa dla słupów P, PS, N, RPK, RNK – ograniczniki przepięć	208
4.7. Ochrona odgromowa słupa O, Ob, ON, ONb, K, Kb – ograniczniki przepięć	210
4.8. Ochrona odgromowa słupa krańcowego Kr – ograniczniki przepięć	212
5. Tablice bezpieczeństwa	
5.1. Zamocowanie tablicy ostrzegawczej TO	213
5.2. Zamocowanie tablicy identyfikacyjnej TID	214
5.3. Zamocowanie tablicy informacyjnej TIN	215
5.4. Zamocowanie tablicy oznaczenia faz TF i torów TT	216
5.5. Rozmieszczenie tablic na słupie	217
6. Żerdzie	
6.1. Strunobetonowe żerdzie wirowane typu E produkcji „WIRBET”	218
6.2. Strunobetonowe żerdzie wirowane typu E _M produkcji „WIRBET”	219
6.3. Strunobetonowe żerdzie wirowane typu E produkcji STRUNOBET – MIGACZ Sp z o.o.	220
6.4. Strunobetonowe żerdzie wirowane typu ELV	221
7. Konstrukcja słupa podwójnego	222
8. Konstrukcja słupa bliźniaczego	223
9. Układ łukochronny na słupach z izolacją stojącą-wariant II	224

I. OPIS TECHNICZNY

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

W albumie przedstawiono konstrukcje słupów w oparciu o następujące żerdzie:

- wirowane typu E, E_M produkcji krajowej,
- wirowane typu ELV produkcji słowackiej.

Konstrukcje słupów objęte niniejszym albumem przewidziane są do stosowania w dwutorowych napowietrznych liniach średniego napięcia 15 i 20 kV na terenie całego kraju we wszystkich strefach klimatycznych, tj. W I i W II obciążenia wiatrem; SI, SII i SIa, SIa obciążenia sadyą oraz w I, II i III strefie zabrudzeniowej.

Na słupach tych przewiduje się możliwość podwieszenia w pionowym układzie przewodów stopowych niepełnoizolowanych o przekrojach 50, 70 i 120 mm² następujących typów:

- AALXS, AALXS_n – produkcji Tele-Fonika Kable S.A.
- AAsXS, AAsXS_n, AAsXS_{nu} – produkcji Tele-Fonika Kable S.A. Zakład w Bydgoszczy
- SAX-W - produkcji PIRELLI CABLES and Systems Oy (dystrybutor-TRANZEX Sp. z o.o.)
- 25-ADX-K - produkcji GENERIK-Energetyka Sp. z o.o.

Przedstawione na kartach albumowych sylwetki słupów uwzględniają dobór ustojów dla gruntu średniego i słabego oraz określają parametry zawieszenia przewodów, uzbrojenia słupów oraz zawierają zestawienia materiałów i wskazówki montażowe.

Zaprojektowane elementy stalowe, z uwagi na dużą trwałość strunobetonowych żerdzi wirowanych oraz dla zmniejszenia kosztów eksploatacji, są zabezpieczane przed korozją przez cynkowanie na gorąco. Dodatkowo, na życzenie odbiorców, mogą być malowane.

Stosowanie osprzętu innego niż przewidziano w albumie, wymaga odpowiedniej adaptacji.

Album przewidziany jest dla projektantów, wykonawców i eksploataatorów dwutorowych napowietrznych linii średniego napięcia 15 i 20 kV.

2. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE

Napięcia znamionowe:

- linii: 15 kV i 20 kV,
- izolacji: 24 kV

Przewody robocze linii głównej i odgałęźnej: przewody ze stopu aluminium w osłonie niepełnoizolacyjnej z polietylenu usieciowanego o przekrojach 70 i 120 mm².

Układ przewodów: pionowy.

Żerdzie:

- produkcji polskiej typu E i E_M o długościach: 10,5; 12; 13,5; 15; 16,5 i 18 m i wytrzymałości: 6; 10; 12; 15; 17,5; 20; 25 kN
- produkcji słowackiej typu EPV-ELV o długościach: 10,5; 12; 13,5 m i wytrzymałości: 6; 10; 12 kN



Wymiary, masy i siły użytkowe zastosowanych żerdzi przedstawiono na oddzielnych kartach w dalszej części albumu.

Izolacja:

- izolatory stojące: – porcelanowe,
– kompozytowe,
- izolatory wiszące: – porcelanowe,
– kompozytowe,

Wykaz typów i producentów wg punktu 6.5 opisu.

Minimalny kąt załomu dla słupów narożnych: 150°

Stopnie obostrzenia: 0°, 1°, 2° i 3°.

Strefa klimatyczna: W I, W II – obciążenia wiatrem
SI, SIa i SII, SIIa – obciążenie sadią

Strefa zabrudzeniowa: I, II, III.

Rodzaj gruntu: średni i słaby.

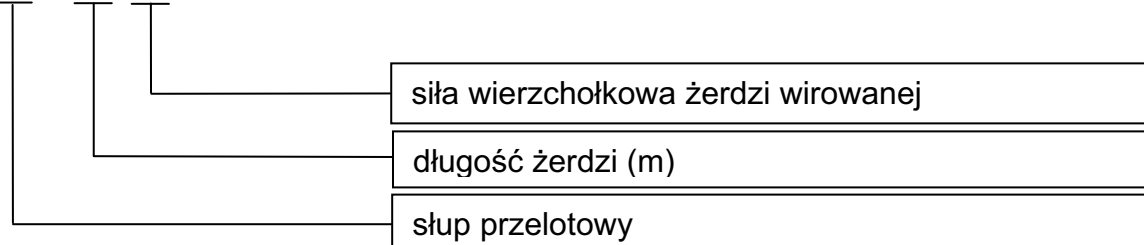
3. OZNACZENIA SŁUPÓW

Oznaczenia słupów ze względu na funkcje jakie mają do spełnienia w linii:

P	- przelotowy,
PS	- przelotowo – skrzyżowaniowy dla obostrzenia 2°,
N, Np	- narożny,
O, Ob	- odporowy,
K, Kb, Kr	- krańcowy,
ON, ONb	- odporowo - narożny,
RPK, RPKb, RPKp	- rozgałęźny przelotowo - krańcowy,
RNK, RNKb, RNKp	- rozgałęźny narożno – krańcowy,
KKb	- krańcowo-krańcowy,
ROK, ROKb	- rozgałęźny odporowo - krańcowy,
RONK, RONKb	- rozgałęźny odporowo - narożno - krańcowy.

3.1. Oznaczenie słupów przelotowych

P - □ / □



3.2. Oznaczenie słupów przelotowo – skrzyżowaniowych

PS - □ / □

siła wierzchołkowa (kN)

długość żerdzi (m)

słup przelotowo – skrzyżowaniowy
dla obostrzenia 2°

3.3. Oznaczenie słupów narożnych

N □ - □ / □

siła wierzchołkowa (kN)

długość żerdzi (m)

wariant uzbrojenia:

1- z izolacją stojącą; konstrukcje KPI – 3,
żerdź o Dw=218÷220mm2- z izolacją stojącą; konstrukcje KSI – 8,
żerdź o Dw=218÷220mm3- z izolacją stojącą; konstrukcje KSI – 8,
żerdź o Dw=263mm4- z izolacją stojącą; konstrukcje KRI – 8,
żerdź o Dw=263mmsłup narożny dla $\alpha \geq 150^\circ$

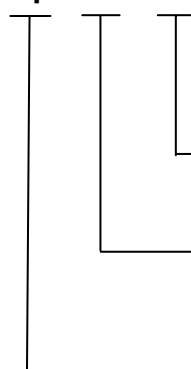
Nb - □ / □

dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup narożny bliźniaczy dla $\alpha \geq 150^\circ$
z izolacją stojącą

Np - □ / □



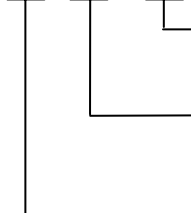
dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup narożny podwójny dla $\alpha \geq 150^\circ$
z izolacją stojącą

3.4. Oznaczenie słupów odporowych

O - □ / □

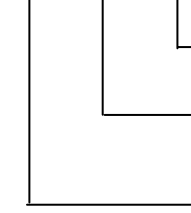


siła wierzchołkowa (kN)

długość żerdzi (m)

słup odporowy

Ob - □ / □



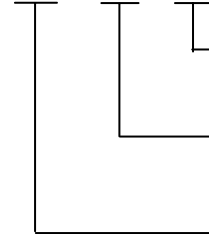
dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup odporowy bliźniaczy

3.5. Oznaczenie słupów odporowo – narożnych

ON - □ / □



siła wierzchołkowa (kN)

długość żerdzi (m)

słup odporowo – narożny

ONb - □ / □

dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup odporowo – narożny bliźniaczy

3.6. Oznaczenie słupów krańcowych

K - □ / □

dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup krańcowy

Kb - □ / □

dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup krańcowy bliźniaczy

Kr - □ / □

dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup krańcowy rozkraczny

3.7. Oznaczenie słupów rozgałęźnych przelotowo – krańcowych

RPK □ - □ / □

siła wierzchołkowa (kN)

długość żerdzi (m)

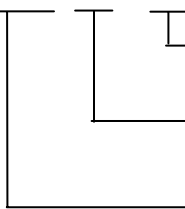
wariant uzbrojenia

1. Konstrukcje KRI-8, żerdź o Dw=263mm

2. Konstrukcje KSI-8, żerdź o Dw=263mm

słup rozgałęźny-przelotowy dla linii głównej
i krańcowy dla linii odgałęźnej

RPKb - □ / □

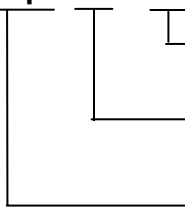


dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

słup rozgałęźny-przełotowy dla linii głównej
i krańcowy dla linii odgałęźnej, bliźniaczy

RPKp - □ / □



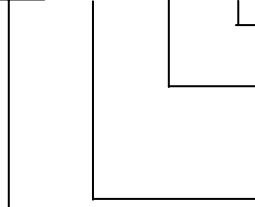
dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m) (o sile użytkowej 10kN)

słup rozgałęźny-przełotowy dla linii głównej
i krańcowy dla linii odgałęźnej, podwójny

3.8. Oznaczenie słupów rozgałęźnych narożno – krańcowych

RNK □ - □ / □



siła wierzchołkowa (kN)

długość żerdzi (m)

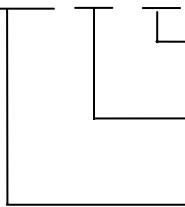
wariant uzbrojenia:

1 z konstrukcją KRI-8 – żerdzie o Dw=263mm

2 z konstrukcją KSI-8 – żerdzie o Dw=218÷220mm

słup rozgałęźny-narożny dla linii głównej
i krańcowy dla linii odgałęźnej

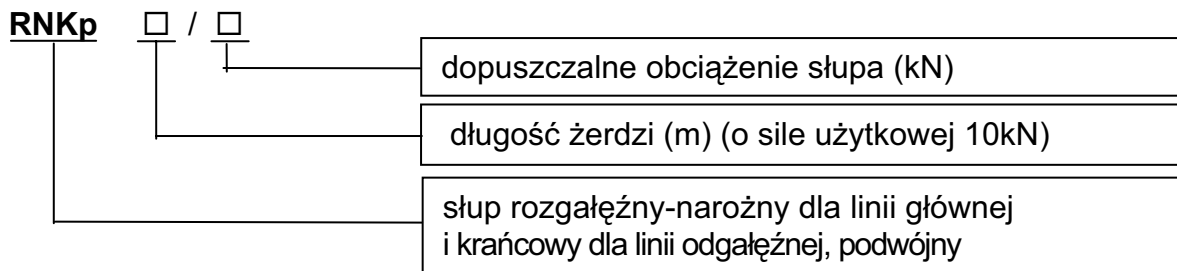
RNKb - □ / □



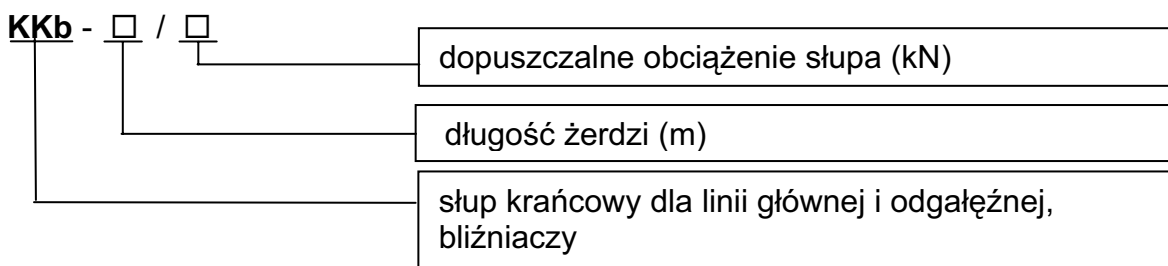
dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

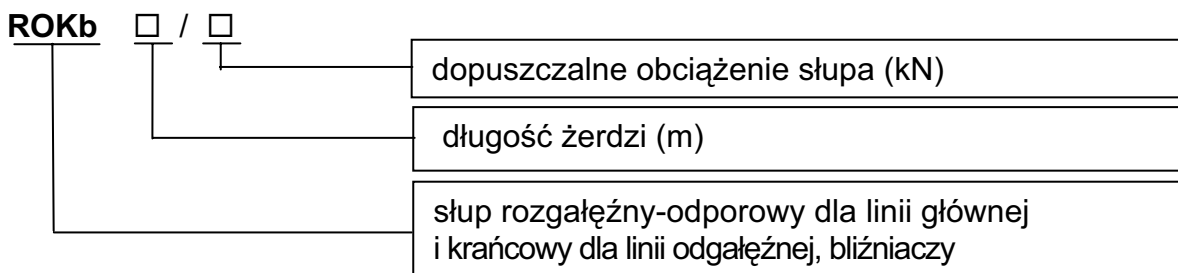
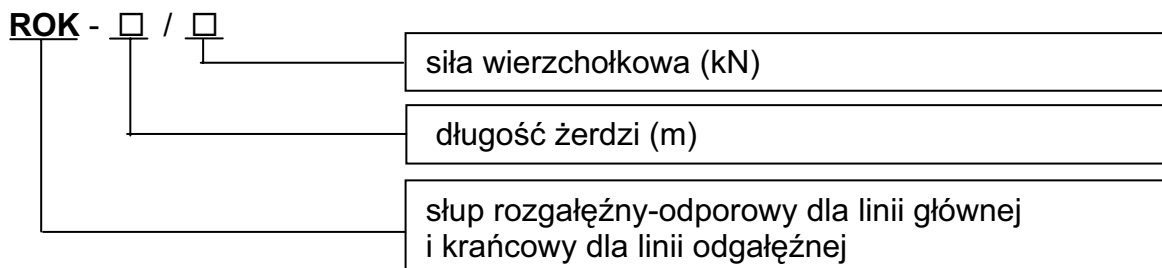
słup rozgałęźny-narożny dla linii głównej
i krańcowy dla linii odgałęźnej, bliźniaczy



3.9. Oznaczenie słupów krańcowo – krańcowych



3.10. Oznaczenie słupów rozgałęźnych odporowo – krańcowych



3.11. Oznaczenie słupów rozgałęźnych odporowo – narożno – krańcowych

RONK - □ / □

siła wierzchołkowa (kN)

długość żerdzi (m)

słup rozgałęźny-odporowo-narożny dla linii głównej i krańcowy dla linii odgałęźnej

RONKb □ - □ / □

dopuszczalne obciążenie słupa (kN)

długość żerdzi (m)

Funkcja słupa dla:

1 – linii głównej odporowa i krańcowa dla linii odgałęźnej
2 – linii głównej krańcowa i odporowa dla linii odgałęźnych

słup rozgałęźny-odporowo-narożny, bliźniaczy

4. OZNACZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

4.1. Oznaczenia konstrukcji

K □ I - □

numer konstrukcji oznaczający kolejny jej wariant

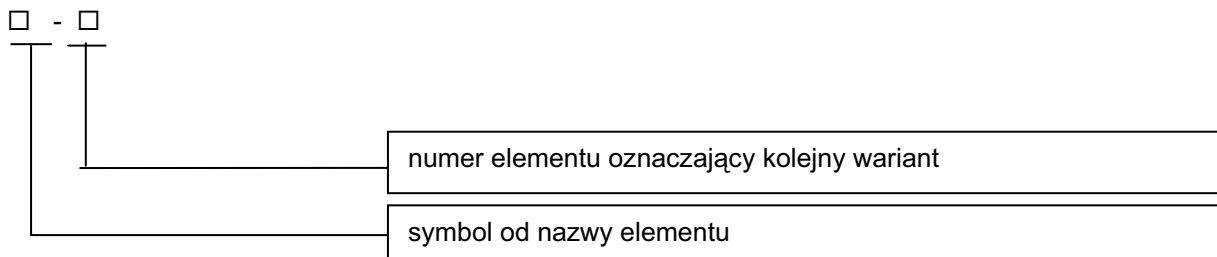
dla linii z przewodami niepełnoizolowanymi

P - przelotowa,
S - skrzyżowaniowa,
N - narożna,
O - odporowa,
K - krańcowa,
R - rozgałęźna.

konstrukcja



4.2. Oznaczenia elementów stalowych



5. ZASADY PROJEKTOWANIA

Opracowane w albumie elementy, takie jak: słupy przewody, izolacja i osprzęt pozwalają na optymalny ich dobór, zależny od warunków klimatycznych i terenowych występujących na trasie projektowanej linii.

W celu prawidłowego doboru tych elementów zalecany jest następujący tok postępowania przy projektowaniu wg niniejszego albumu:

1. Ustalenie strefy wiatrowej, sadyzowej i zabrudzeniowej.
2. Ustalenie rodzaju i przekroju przewodu.
3. Ustalenie typu linii przyjmując odpowiednie naprężenie podstawowe.
4. Ustalenie rodzaju żerdzi.
5. Ustalenie podstawowej wysokości słupa.
6. Ustalenie warunków gruntowych.

Dobór odpowiednich słupów oraz długości przęseł zależy od tych ustaleń i warunków terenowych.

Wymagane parametry słupów, izolatorów oraz osprzętu i konstrukcji należy dobrać z odpowiednich kart albumowych zamieszczonych w niniejszym tomie.

6. DOBÓR ELEMENTÓW LINII**6.1. Przewody**

Zastosowano przewody, których parametry techniczne przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1 Parametry techniczne przewodów

Typ przewodu	Przekrój znamionowy [mm ²]	Przekrój rzeczywisty [mm ²]	Średnica przewodu z izolacją [mm]	Średnica przewodu bez izolacji [mm]	Masa 1) przewodu [kg/km]	Rezystancja przy t=20°C [Ω/km]	Obciążalność długotrwała 2) [A]	Minimalna siła zrywająca [kN]	α x10 ⁻⁶ 1/°C	β x10 ⁻⁶ 1/°C
AALXS	70	70,3	14,5	9,9	267,6/271,	0,484	270/305	21,6	23	16,7
AALXSn	120	118,3	17,4	12,8	419,4/424,	0,284	410/470	37,0	23	16,7
AAAsXS	70	70	14,7	9,9	277/284	0,493	255/290	20,7	23	15,6
AAAsXSn	120	120	17,6	12,8	436/445	0,288	415/475	35,5	23	15,9
AAAsXSnu 3)	70	73,9	14,3	9,7	270	0,493	275/310	20,6	23	16,4
SAX-W 3)	120	128,7	17,6	12,8	425	0,288	380/430	35,2	23	16,4
25-ADX-K	70	65,81	15,1	10	249	0,493	310	18,9	23	17,5
	120	116,99	18,3	13,2	412	0,288	430	32,4	23	17,5

- 1) Masę przewodów podano dla typów: AALXS/AALXSn
AAAsXS/AAAsXSn, AAAsXSnu
- 2) Obciążalność długotrwałą podano dla dwóch okresów:
kwiecień – październik / listopad – październik
- 3) Przewód z żyłą uszczelnioną wzdłużną penetracją wilgoci.

Tablica 2 Podstawowe naprężenia i naciągi przewodów

Typ przewodu	Przekrój znamionowy [mm ²]	Przekrój rzeczywisty [mm ²]	Naprężenie podstawowe [MPa]	Naciąg podstawy na 1 przewód [daN]	Naciąg podstawy na 3 przewody [daN]	Typ linii
AALXS	70	70,3	75	527	1581	L1
AAAsXS		70,0	75	525	1575	
SAX-W		73,9	75	554	1662	
25-ADX-K		65,81	75	494	1482	
AALXS	70	70,3	55	387	1161	L1a
AAAsXS		70,0	55	385	1155	
SAX-W		73,9	55	406	1218	
25-ADX-K		65,81	60	395	1185	
AALXS	120	118,3	65	769	2307	L2
AAAsXS		120,0	65	780	2340	
SAX-W		128,7	60	772	2316	
25-ADX-K		116,99	65	761	2283	
AALXS	120	118,3	50	591,5	1774	L2a
AAAsXS		120,0	50	600	1800	
SAX-W		128,7	45	579	1737	
25-ADX-K		116,99	50	585	1755	



Dla ułatwienia doboru słupów w tabelicy 2 przyjęto szereg typów linii w zależności od przekroju przewodu i zastosowanego naprężenia podstawowego.

Przyjęte podstawowe naprężenia przewodów znacznie ograniczają zakres rozpiętości przęseł zagrożonych wibracją przewodów. Zasady ochrony przed drganiami omówiono w pkt. 10

Tablica 3 Jednostkowe obciążenie wiatrem lub sadzią

Typ przewodu	Przekrój znamionowy	Obciążenie wiatrem		Obciążenie przewodem i sadią na przewodzie	
		Strefa klimatyczna			
	mm ²	W I	W II	S I i S I a	S II i S II a
AALXS AALXS _n	70	$\frac{0,58}{0,63}$	$\frac{0,68}{0,75}$	0,958	1,296
	120	$\frac{0,69}{0,76}$	$\frac{0,82}{0,90}$	1,195	1,574
AAsXS _n AAsXS _{nu}	70	$\frac{0,57}{0,62}$	$\frac{0,68}{0,74}$	0,940	1,276
	120	$\frac{0,68}{0,75}$	$\frac{0,81}{0,89}$	1,170	1,545
SAX-W	70	$\frac{0,56}{0,62}$	$\frac{0,66}{0,74}$	0,933	1,276
	120	$\frac{0,69}{0,76}$	$\frac{0,82}{0,90}$	1,175	1,554
25-ADX-K	70	$\frac{0,59}{0,65}$	$\frac{0,70}{0,77}$	0,934	1,278
	120	$\frac{0,72}{0,79}$	$\frac{0,85}{0,93}$	1,182	1,570

W mianowniku dla wysokości zawieszenia większej od 10m

Obciążenia wiatrem podane w liczniku dotyczą przewodów zawieszonych na wysokości do 10 m, a w mianowniku - dla zawieszenia powyżej 10 m od powierzchni ziemi.

6.2. Rozpiętości przęseł

Dla rozwiązań linii z przewodami niepełnoizolowanymi rozróżnia się następujące rozpiętości przęseł:

a) Rozpiętość przęsła wiatrowego - rozpiętość, którą przyjmuje się dla ustalenia obciążenia słupów przelotowych od parcia wiatru na słup, przewody, izolację i osprzęt. Rozpiętość ta jest średnią arytmetyczną rozpiętości przęseł sąsiadujących na konstrukcji wsporczej. Dla przyjętych rozwiązań słupów przelotowych, w zależności od rodzaju przewodów i stref klimatycznych, rozpiętości te przedstawiono w tabelicy 4.

b) Rozpiętość przęsła nominalnego – rozpiętość, którą przyjmuje się dla ustalenia w terenie płaskim podstawowej wysokości słupów tak, aby przewody podtrzymywane przez nie znajdowały się nad ziemią w środku przęsła, w odległości nie mniejszej niż określona normą N SEP-E-003 oraz PN-E-05100-1:1998 (tablica 9 normy).



Tablica 4 Rozpiętości pręseł wiatrowych

Typ słupa	Dopuszczalne obciążenie daN	Długość żerdzi m	Linia z przewodami						
			Typ linii	6 x 70 mm ² Strefa klimatyczna		Typ linii	6 x 120 mm ² Strefa klimatyczna		
				W I	W II		W I	W II	
P - /6	600 Dw=173mm	10,5	L1	132	108	L2	109	90	
		12		116	95		92	76	
				120	97		100	80	
		600 Dw=218		10,5	106		85	84	67
	12			129	104		107	87	
				114	91		90	72	
	13,5			118	95		98	78	
				104	83		82	65	
	15,0			116	93		96	77	
				102	81		81	63	
	16,5			114	91		95	75	
				100	79		79	62	
	18			112	89		93	73	
		98		77	78		60		
P - /10	1000 Dw=218mm	10,5	234	194	195	162			
		12	219	182	178	148			
			215	177	179	146			
		13,5	202	165	163	133			
	214		176	178	145				
	15,0	200	164	162	132				
		213	174	177	144				
	16,5	199	163	162	131				
		210	171	174	141				
	18	196	159	158	128				
		206	166	171	137				
	P - /6	600 Dw=173	10,5	L1a	132	108	L2a	109	90
			12		123	101		98	80
		600 Dw=218mm			10,5	120		97	100
12			112		90	89		71	
			129		104	107		87	
13,5			120		96	95		77	
			118		95	98		78	
15,0			110		88	87		69	
			116		93	96		77	
16,5			108		86	86		68	
			114		91	95		75	
18			106		84	84		66	
		112	89		93	73			
P - /10		1000 Dw=218	10,5		234	194		195	162
	12		225	187	183	152			
			215	177	179	146			
	13,5		207	170	168	137			
		214	176	178	145				
	15,0	206	169	168	136				
		213	174	177	144				
	16,5	205	167	167	135				
		210	171	174	141				
	18	201	164	161	132				
		206	166	171	137				
	18	198	160	161	129				



Wartości w mianowniku dotyczą rozpiętości w przypadku załomu na słupie przelotowym do 178°. Rozpiętości nominalne wyznaczono z uwzględnieniem rezerwy odległości od ziemi równej 0,5 m na podstawie tabel zwisów przyjmując maksymalny zwis wg wzoru:

$$f_{\max} = h_p - (5 + U/150 + 0,5) \text{ [m]}$$

gdzie: h_p - wysokość zawieszenia dolnego przewodu od ziemi [m],
 U - napięcie znamionowe linii [kV],
 f_{\max} - największy zwis max w temperaturze -5°C + sadź lub przy $+40^{\circ}\text{C}$.

Dla tak ustalonego zwisu odczytuje się z tablic zwisów maksymalną długość przęsła w zależności od przyjętego przewodu, zastosowanego naprężenia i głębokości zakopania słupa.

W tabelicy 5 przedstawiono nominalne rozpiętości przęseł dla słupów przelotowych wyznaczone wg powyższych zasad dla przyjętych w opracowaniu przewodów, naprężeń i stref klimatycznych zgodnie z normą N SEP-E-003 oraz PN-E-05100-1 dla napięcia 20 kV. Dla słupów nie przewidzianych w tabelicy 5 nominalne rozpiętości przęseł należy ustalać indywidualnie, uwzględniając rodzaj izolacji i głębokość posadowienia.

Tablica 5 **Rozpiętości przęseł nominalnych**

Typ słupa	Dopuszczalne obciążenie	Długość żerdzi L	Głębokość zakopania	Typ linii	Przekrój przewodu				
					6 × 70 mm ²		6 × 120 mm ²		
					Strefa klimatyczna		Typ linii	Strefa klimatyczna	
					SI, SIa	SII, SIIa		SI, SIa	SII, SIIa
daN	m	m							
P - /6	600 Dw=218	10,5	1,9	L1	107	93	L2	111	99
		12,0	2,0		132	115		140	123
		13,5	2,1		153	133		163	143
		15,0	2,3		171	148		183	160
		16,5	2,4		188	162		202	175
		18,0	2,4		204	176		220	193
P - /10	1000 Dw=218	10,5	2,3		98	86		102	92
		12,0	2,4		125	109		132	118
		13,5	2,5		148	128		157	139
		15,0	2,6		167	145		178	157
	1000 Dw=263	16,5	2,7		184	159		198	172
		18,0	2,8		200	173		215	189
P - /6	600 Dw=218	10,5	1,9	L1a	90	78	L2a	96	85
		12,0	2,0		112	97		120	106
		13,5	2,1		130	113		141	123
		15,0	2,3		145	125		157	137
		16,5	2,4		160	138		173	151
		18,0	2,4		174	150		190	164
P - /10	1000 Dw=218	10,5	2,3		82	72		88	78
		12,0	2,4		106	92		114	100
		13,5	2,5		125	108		135	119
		15,0	2,6		142	123		153	134
	1000 Dw=263	16,5	2,7		157	135		170	148
		18,0	2,8		170	147		186	161



6.3. Dopuszczalne siły pionowe

Dopuszczalne wypadkowe obciążenia pionowe skierowane w dół pochodzące od zawieszenia przewodów w jednej fazie dla konstrukcji przelotowych oraz narożnych i rozgałęźnych nie mogą przekroczyć wartości 500 daN na 1 przewód fazowy.

Przy dużych różnicach poziomu ustawienia słupów przelotowych lub narożnych z izolacją stojącą należy też zwracać uwagę na mogące wystąpić siły pionowe skierowane w górę. Przy zawieszeniu przelotowym lub narożnym, siła ta nie może przekroczyć ciężaru przewodu. Jeżeli przekracza ciężar przewodu, to należy zastosować słup odporowy lub odporowo-narożny z izolatorami wiszącymi.

Siła pionowa skierowana w górę na słupie odporowym lub odporowo-narożnym nie powinna przekraczać 300 daN na 1 przewód fazowy. Siły wyrywające skierowane w górę sprawdza się dla temperatury -25°C .

6.4. Sekcja odciągowa

Długość sekcji odciągowej nie powinna przekraczać 2 km. W sekcji odciągowej ze względów montażowych nie zaleca się więcej niż dwa załomy linii o kącie załomu $\alpha \geq 150^{\circ}$. Stosowanie większej ilości załomów jest możliwe po uzgodnieniu z wykonawcą i eksploatorem.

6.5. Izolacja i zawieszenie przewodów

W albumie przewiduje się stosowanie izolatorów stojących i wiszących następujących typów:

a) izolatory stojące porcelanowe

LWP8-24-S, LWP12,5-24-S, LWP8-24, LWZ8-24 ZAPEL, Argillon
SDI-37 dystrybutor ENSTO POL,

b) izolatory stojące kompozytowe

ISI-RG-A3+2-P2D, ISI-RG-A3+3-P2D ISOELECTRIC (dystrybutor NECKS ELECTRIC),
PI-7024 KL-N dystrybutor ENSTO POL,
PLI 25A – AFSSW - M01/M24-140 dystrybutor TYCO ELECTRONICS,
P24.12.5. 275. F.O. 02203 FURUKAWA (dystrybutor ELTEL)

c) izolatory wiszące porcelanowe

LP60/5U, LP60/8U, LP 45/5U ZAPEL

d) izolatory wiszące kompozytowe

H.24.100.405.E.E FURUKAWA (dystrybutor ELTEL),
SDI 90.150, SDI 90.280 (dawniej DS-15 EE, DS-28 EE) dystrybutor ENSTO POL,
ISI-SLY-A4-70EE, ISI-SLY-A6-70EE ISOELECTRIC (dystrybutor NECKS ELECTRIC)
EPCI-0376/06-016/TTP-21 dystrybutor TYCO ELECTRONICS

