



**WYTYCZNE DO BUDOWY
SYSTEMÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH
W PGE DYSTRYBUCJA S.A.**

Data zatwierdzenia: 2023/04/05
Obowiązuje od: 2023/04/05

TOM 3

LINIE NAPOWIETRZNE ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

Wersja 1-2023

Zatwierdzono


PGE Dystrybucja S.A.
Wiceprezes Zarządu
Jan Franja


Wszelkie prawa do powielania, rozpowszechniania całości lub jakiegokolwiek części niniejszego opracowania przysługują PGE Dystrybucja S.A. i podlegają pełnej ochronie prawnej przewidzianej stosownymi przepisami prawa. Każdy z użytkowników zobowiązany jest do poszanowania praw autorskich.

SPIS TREŚCI

1 Wstęp	3
2 Zakres opracowania	3
3 Normy i przepisy – Tom 9 Wytycznych	3
4 Oznakowania i opisy – Tom 10 Wytycznych	3
5 Linie napowietrzne SN	3
5.1 Systemy linii napowietrznych SN	3
5.2 Przewody linii napowietrznych SN.	3
5.3 Sposób oznakowania przewodów.	5
5.4 Konstrukcje wsporcze linii napowietrznych SN	5
6 Podstawowe wymagania dla elementów konstrukcyjnych	8
6.1 Posadowienie słupów, ustoje	8
7 Wymagania dotyczące izolacji	8
7.1 Wymagania podstawowe dla izolacji 15 i 20 kV	8
7.2 Izolacja porcelanowa	9
7.3 Izolacja kompozytowa	9
7.4 Izolacja szklana	9
8 Podstawowy osprzęt	10
8.1 Osprzęt do linii napowietrznych nieizolowanych	10
8.2 Osprzęt do linii napowietrznych izolowanych w osłonie	11
8.3 Ograniczniki przepięć	12
8.4 Uziemienia	12
8.5 Łączniki	13

1 WSTĘP

Celem „Wytycznych do budowy systemów elektroenergetycznych w PGE Dystrybucja S.A.” (zwanych dalej Wytycznymi), jest ujednolicenie rozwiązań technicznych stosowanych w PGE Dystrybucja S.A. przy projektowaniu i budowie nowych oraz modernizacji i utrzymaniu istniejących sieci elektroenergetycznych.

Parametry techniczne urządzeń określone w Wytycznych są wymaganiami minimalnymi.

Decyzje w sprawie szczegółowych rozwiązań technicznych podejmowane są przez kompetentne służby poszczególnych Oddziałów odpowiedzialnych za zarządzanie majątkiem sieciowym.

Należy stosować urządzenia elektroenergetyczne:

1. spełniające wymagania norm i obowiązujących przepisów,
2. posiadające niezbędne dokumenty (np. Deklaracje Zgodności CE – wyrób spełnia wymagania Dyrektyw „Nowego Podejścia Unii Europejskiej” certyfikaty, atesty, oceny techniczne, poświadczenia certyfikatu wydanego za granicą), potwierdzające podane przez producenta właściwości techniczne, uwzględniające wykonanie badania Akredytacji na zgodność z daną przedmiotową normą, wydane przez jednostkę posiadającą odpowiedni zakres akredytacji udzielony przez Polskie Centrum Akredytacji lub jednego z sygnatariuszy Wielostronnych Porozumień EA MLA, IAF MLA, ILAC MRA w zakresie respektowania udzielanych akredytacji (w takim przypadku niezbędne jest potwierdzenie przystąpienia jednostki akredytującej do Porozumienia o Współpracy Międzynarodowej). Badania typu muszą być przedstawione na żądanie PGE Dystrybucja S.A.

2 ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie określa podstawowe wymagania i rozwiązania techniczne stawiane liniom napowietrznym średniego napięcia (do 20 kV). Dla linii o napięciu 30 kV należy stosować analogiczne rozwiązania o parametrach odpowiednich do poziomu napięcia.

3 NORMY I PRZEPISY – TOM 9 WYTYCZNYCH

4 OZNAKOWANIA I OPISY – TOM 10 WYTYCZNYCH

5 LINIE NAPOWIETRZNE SN

W PGE Dystrybucja S.A. linie średniego napięcia nowe i modernizowane należy budować jako kablowe. Odstępstwo od powyższego powinno być uzasadnione szczegółową analizą korzyści.

5.1 Systemy linii napowietrznych SN.

Linie napowietrzne należy wykonywać w systemie trójprzewodowym w układzie:

- a) pionowym,
 - b) płaskim,
- jako:
- a) jednotorowe, wielotorowe,
 - b) jednonapięciowe, wielonapięciowe.

5.2 Przewody linii napowietrznych SN.

Do budowy i remontu linii napowietrznych SN należy stosować:

1. Przewody aluminiowe stopowe niepełnoizolowane.
2. Przewody pełnoizolowane, kable uniwersalne.
3. Minimalny przekrój przewodów linii magistralnych wynikający z obliczeń, lecz nie mniejszy niż 70 mm².
4. Minimalny przekrój przewodów stosowanych w odgałęzieniach linii wynikający z obliczeń, lecz nie mniejszy niż 50 mm².
5. Zabrania się stosowania przewodów AFL w osłonie izolacyjnej (AFLwsXS i AFLwsXSn) oraz przewodów nieizolowanych.

6. Dopuszcza się stosowanie przewodów nieizolowanych wyłącznie przy odbudowie sieci w ramach usuwania awarii przy braku innych możliwości przywrócenia zasilania lub jeśli linia przeznaczona jest do przebudowy/demontażu w najbliższym czasie.
7. Na odgałęzieniach linii dopuszcza się stosowanie kabli uniwersalnych o min. przekroju 10 mm² Cu.
8. Parametry przewodów:

Lp.	Typ przewodu	Wyszczególnienie	Wymagania	Zgodność wykonania z normą
1	AAsXSn / SAX-W (przewód napowietrzny SN w osłonie izolacyjnej)	Napięcie znamionowe	12/20 kV	PN-EN 50397-1:2007/ PN-EN 50397-1:2021-04
		Konstrukcja przewodu	Przewód elektroenergetyczny samonośny niepełnoizolowany	
		Powłoka izolacyjna przewodu	Polietylen usieciowany [XLPE], uodporniony na działanie promieni UV oraz rozprzestrzenianie się płomienia,	
		Materiał żyły przewodu	Stop aluminium AlMgSi	
		Temperatura żył dopuszczalna długotrwale	90 °C	
		Przekroje przewodów: 1x50 mm ² 1x70 mm ² 1x95 mm ² 1x120 mm ²	Prąd dopuszczalny długotrwale [lato/zima] 210 A / 235 A 255 A / 290 A 345 A / 390 A 415 A / 475 A	
2	BLX-T (przewód napowietrzny SN w osłonie izolacyjnej z trójwarstwową konstrukcją izolacji z powłoką izolacyjną z polietylenu usieciowanego)	Napięcie znamionowe	24 kV	PN-EN 50397-1:2007/ PN-EN 50397-1:2021-04
		Konstrukcja przewodu	Przewód elektroenergetyczny samonośny niepełnoizolowany	
		Materiał żyły przewodu	Stop aluminium AlMgSi	
		Izolacja żyły	Żyła pokryta warstwą półprzewodzącą, następnie warstwą izolacyjną z polietylenu usieciowanego [XLPE]	
		Powłoka izolacyjna przewodu	Polietylen usieciowany [XLPE] uodporniony na UV i czynniki atmosferyczne	
		Zabezpieczenie przeciwwilgociowe	Żyła robocza z wytłaczaną wzdłużną barierą przeciwwilgociową	
		Temperatura żył dopuszczalna długotrwale	70 °C	
		Przekroje przewodów: 1x50 mm ² 1x70 mm ² 1x120 mm ²	Prąd dopuszczalny długotrwale [lato/zima] 190 A / 220 A 285 A / 325 A 465 A / 530 A	
3	BLL-T/ GREENPAS/ CCST EKOPAS (przewód napowietrzny SN w osłonie izolacyjnej z trójwarstwową konstrukcją izolacji z powłoką izolacyjną z polietylenu termoplastycznego)	Napięcie znamionowe	24 kV	PN-EN 50397-1:2007/ PN-EN 50397-1:2021-04
		Konstrukcja przewodu	Przewód elektroenergetyczny samonośny niepełnoizolowany	
		Materiał żyły przewodu	Stop aluminium AlMgSi	
		Izolacja żyły	Żyła pokryta warstwą półprzewodzącą, następnie warstwą izolacyjną z polietylenu termoplastycznego [LDPE]	
		Powłoka izolacyjna przewodu	Polietylen termoplastyczny [HDPE] uodporniony na UV i czynniki atmosferyczne	

		Zabezpieczenie przeciwwilgociowe	Żył robocza z wytłaczaną wzdłużną barierą przeciwwilgociową.	
		Temperatura żył dopuszczalna długotrwale	70 °C	
		Przekroje przewodów: 1x50 mm ² 1x70 mm ² 1x95 mm ² 1x120 mm ²	Prąd dopuszczalny długotrwale [lato/zima] 165 A / 191 A 228 A / 283 A 326 A / 372 A 404 A / 461 A	
4	SAXKA/SAXKA-W (kabel napowietrzny w pełnej izolacji z linką nośną)	Napięcie znamionowe	12/20 kV	IEC 60502-2
		Konstrukcja kabla	Izolowany kabel napowietrzny z linką nośną stalową ocynkowaną	
		Budowa	Kabel 3 żyłowy owinięty wokół linki nośnej	
		Materiał żyły	Stop aluminium	
		Zabezpieczenie przeciwwilgociowe	z uszczelnieniem promieniowym, wzdłużnym	
		Żył powrotna	Taśma aluminiowa,	
		Powłoka izolacyjna kabla	Polietylen usieciowany XLPE uodporniony na UV i warunki atmosferyczne	
		Temperatura żył dopuszczalna długotrwale	90 °C	
		Przekroje przewodów: 3x70 mm ² 3x120 mm ² 3x185 mm ²	Prąd dopuszczalny długotrwale [w temp. otoczenia 30 °C] 225 A 315 A 400 A	

5.3 Sposób oznakowania przewodów.

Wymaga się, aby na zewnętrznej powłoce przewodów izolowanych/niepełnoizolowanych w odstępach nie większych niż 1 m, wykonane w sposób trwały były następujące oznaczenia:

- symbol przewodu,
- napięcie znamionowe,
- liczba i przekrój żył roboczych,
- rok produkcji,
- znacznik bieżącej długości przewodu,
- identyfikacja producenta.

5.4 Konstrukcje wsporcze linii napowietrznych SN.

Do budowy i modernizacji linii napowietrznych SN:

- Jako standardowe rozwiązanie należy stosować słupy betonowe wirowane.
- W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie słupów stalowych (rurowe, kratowe) oraz kompozytowych i drewnianych.
- Dopuszcza się stosowanie słupów typu ŻN przy odbudowie sieci w ramach usuwania awarii przy braku innych możliwości przywrócenia zasilania lub jeśli linia przeznaczona jest do przebudowy/demontażu w najbliższym czasie.

5.4.1 Słupy betonowe.

5.4.1.1 Dane znamionowe – żerdzie wirowane strunobetonowe typu E, EPV, ELV.

Lp.	Parametry	Wymagania	Zgodność wykonania z normą
1	Długość żerdzi	12, 13,5, 15, 16,5 i 18 m	PN-EN 12843:2008
2	Wytrzymałość na przenoszenie siły wierzchołkowej	od 4,3 kN do 35 kN	
3	Wykonanie	Bez szwu podłużnego w formach nierozbieralnych wyciskanych	
4	Klasa betonu $\geq$	C 40/50	
5	Klasa ekspozycji betonu z uwagi na korozję spowodowaną karbonatyzacją	XC4	PN-EN 206+A1:2016-12
6	Klasa ekspozycji betonu z uwagi na oddziaływanie przemiennego zamrażania i rozmrażania	XF2	
7	Zabezpieczenie przed opadami atmosferycznymi	Kapturki termokurczliwe*	

* - dopuszcza się zastosowanie innego rozwiązania w zakresie zastosowania kapturki termokurczliwej – uszczelniającego do zabezpieczenia przed opadami atmosferycznymi wierzchołka żerdzi wirowanych strunobetonowych pod warunkiem iż kaptur ten będzie:

- spełniał funkcję zabezpieczenia przed wnikaniem wody,
- trwale zamocowany,
- odporny na działanie promieni UV,
- odporny na temperaturę pracy w granicach: -30°C - $+50^{\circ}\text{C}$.

5.4.1.2 Pozostałe wymagania.

Wszystkie elementy metalowe słupów/żerdzi muszą być zabezpieczone przed korozją poprzez ocynkowanie ogniowe o grubości powłoki zgodnie z PN-EN ISO 1461 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową - Wymagania i metody badań.

5.4.1.3 Sposób oznakowania.

- Wszystkie znaki oraz napisy informacyjne powinny być wykonane w sposób trwały.
- Każdy słup powinien posiadać oznakowanie znakiem CE i być identyfikowany za pomocą płytki identyfikacyjnej, wykonanej zgodnie z normą PN-EN 12843:2008.
- Płytki identyfikacyjne powinny być wykonane z materiału nieoddziałującego korozyjnie. Powinny one być trwale zamocowane do słupa.
- Każda żerdź wirowana powinna posiadać w widocznym miejscu tabliczkę znamionową zawierającą następujące informacje:
 - typ i rodzaj słupa,
 - nazwa lub znak producenta,
 - rok produkcji,
 - oznakowanie CE.
- Każdy słup wirowany powinien posiadać kolorystyczne oznaczenie na stopie i wierzchołku wytrzymałości przenoszonej siły wierzchołkowej zgodnie z poniższą tabelą:

Siła wierzchołkowa (kN)	Oznaczenie kolorem
4,3	niebieski
6,0	czarny
10,0	czerwony
12,0	żółty
15,0	zielony
17,5	pomarańczowy
20,0	brązowy
25,0	fioletowy
30,0	szary
35,0	szary

Dopuszcza się inne oznaczenie kolorystyczne, jednoznacznie identyfikujące wytrzymałości przenoszonej siły wierzchołkowej. W takim wypadku w karcie katalogowej musi być zamieszczona tabela czytelnie opisująca stosowane oznaczenie kolorystyczne.

5.4.2 Słupy kompozytowe.

5.4.2.1 Dane znamionowe – żerdzie kompozytowe.

1. Żerdzie kompozytowe muszą być wykonane z kompozytu poliestrowo szklanego z tkanin i mat szklanych rowingowych z udziałem żywic poliestrowych lub standardowych włókien szklanych połączonych w procesie nawijania włókien ciągłych za pomocą poliuretanowych żywic termoutwardzalnych.
2. Górna część słupa musi posiadać osłonę zapobiegającą przedostawaniu się wody do wnętrza słupa. Jako podstawowy kolor żerdzi przyjmuje się kolor zbliżony do betonu (RAL7042).
3. W uzasadnionych przypadkach istnieje możliwość stosowania innych kolorów z palety RAL lub innych imitujących środowisko w którym montowany jest słup.
4. Zewnętrzna powłoka żerdzi powinna być odporna na promieniowanie UV.
5. Żerdzie kompozytowe powinny posiadać parametry zgodnie z poniższą tabelą.

Wymiary			Minimalna siła wierzchołkowa (kN)	Zgodność wykonania z normą
Długość	Maksymalna średnica wierzchołka (mm) Maksymalna średnica stopy (mm)	Maksymalna średnica wierzchołka (mm) Maksymalna średnica stopy (mm)		
12	230	390	6	PN-EN 40-7

6. Materiał kompozytowy żerdzi wraz z powłoką zewnętrzną ma posiadać następujące parametry:

- zawartość włókna szklanego $\geq 45\%$, wg PN-EN ISO 3451-1:2019-04,
- odporność ogniowa – klasa palności HB, wg ASTM D635:2014,
- absorpcja wody $\leq 10\%$, wg PN-EN ISO 62:2008,
- wytrzymałość na rozciąganie > 300 MPa, wg PN-EN ISO 527-4:2000,
- wytrzymałość na zginanie przy ekspozycji na czynniki zewnętrzne wg PN-EN ISO 178:2019-06,
- twardość > 40 HBa, wg PN-EN 59:2016-03,
- rezystywność powierzchniowa $\geq 1 \cdot 10^{10} \Omega m$, wg ASTM D257:1991,
- rezystywność skrośna $\geq 1 \cdot 10^{10} \Omega \cdot cm$, wg ASTM D257:1991,
- wytrzymałość dielektryczna ≥ 5 kV/mm, wg PN-EN 60243-1:2013.

Nie dopuszcza się stosowania wbudowanych w żerdziach kompozytowych zacisków i przewodów uziemiających.

5.4.2.2 Sposób oznakowania.

1. Wszystkie znaki oraz napisy informacyjne powinny być wykonane w sposób trwały.
2. Każdy słup powinien posiadać oznakowanie znakiem CE i być identyfikowany za pomocą płytki identyfikacyjnej, wykonanej zgodnie z normą PN-EN 12843:2008.
3. Płytki identyfikacyjne powinny być wykonane z materiału nieoddziałującego korozyjnie. Powinna ona być trwale zamocowana do słupa.

5.4.3 Słupy drewniane.

1. Żerdzie drewniane wykonane z drewna impregnowanego metodą ciśnieniowo-próżniową.
2. Górna część słupa zabezpieczona daszkiem chroniącym czubek słupa przed penetracją wody w głąb materiału drzewnego.
3. Wysokość słupa minimum 12 metrów.

4. Każdy słup powinien być wykonany zgodnie z normą PN-EN 14229:2010.
5. Każda żerdź oznakowana tabliczką przymocowaną na stałe, zawierającą następujące informacje: rok produkcji, nazwę producenta i środek impregnacyjny. Tabliczka wykonana z materiału nieoddziałającego korozyjnie.

6 PODSTAWOWE WYMAGANIA DLA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

1. Należy stosować konstrukcje stalowe dobrane do odpowiedniego układu i rodzaju przewodów w oparciu o rozwiązania katalogowe.
2. Wszystkie elementy i konstrukcje stalowe oraz osprzęt metalowy należy zabezpieczać przed korozją poprzez ocynkowanie ogniowe o grubości powłoki zgodnie z normą PN-EN ISO 1461.

6.1 Posadowienie słupów, ustoje.

- 6.1.1 Przy wykonywaniu posadowienia słupów (niezależnie od typu żerdzi) zaleca się stosowanie otworów wierconych, zasypanych w zależności od kategorii gruntu i wytrzymałości słupów gruntem rodzimym lub betonem.
- 6.1.2 Dla słupów wymagających ustojów, w szczególności dla słupów mocnych, stosuje się certyfikowane ustoje wykonane z odpowiednio dobranych elementów prefabrykowanych.
- 6.1.3 Podziemne elementy stalowe i betonowe (w przypadku gdy nie są zabezpieczone w procesie produkcyjnym) należy zabezpieczyć przed agresywnością gruntu.
- 6.1.4 Dane znamionowe – płyty i belki ustojowe:

Lp.	Parametry	Wymagania	Zgodność wykonania z normą
1	Klasa betonu $\geq$	C 30/35	PN-EN 13369:2005 / EN 14991:2007
2	Wytrzymałość stali na rozciąganie $\geq$	550 N/mm ²	
3	Granica plastyczności stali $\geq$	500 N/mm ²	

Lp.	Typ belki / płyty	Masa [kg]	Wymiary [cm]
1	Belka ustojowa B-60	21	60x19,5
2	Belka ustojowa B-80	36	80x19,5
3	Belka ustojowa B-90	72	90x25x40
4	Belka ustojowa B-100	42÷45	100x19,5x10
5	Belka ustojowa B-150	120÷140	150x25x40
6	Płyta ustojowa U-85	77	85x60
7	Płyta ustojowa U-130	156	130x60
8	Płyta stopowa	14	30x30

7 WYMAGANIA DOTYCZĄCE IZOLACJI

7.1 Wymagania podstawowe dla izolacji 15 i 20 kV.

- 7.1.1 Izolacja wsporcza – izolatory stojące:
 1. Kompozytowe.
 2. Porcelanowe.
- 7.1.2 Izolacja odciągowa – izolatory wiszące:
 1. Kompozytowe.
 2. Porcelanowe.
 3. Szklane.

7.2 Izolacja porcelanowa.

7.2.1 Opis parametrów i budowy izolatorów porcelanowych:

Lp.	PARAMETR	WARTOŚĆ WYMAGANA	
1	Napięcie robocze	24 kV	36 kV
2	Wytrzymałość na rozciąganie izolatorów wiszących $\geq$	45 kN	
3	Znamionowe napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe $\geq$	125 kV	170 kV
4	Wytrzymałość na zginanie izolatorów wsporczych $\geq$	8 kN	6 kN
5	Masa porcelanowa	C 130	
6	Rodzaj okucia	Stop aluminium / żeliwo cynkowane ogniowo	
7	Grubość powłoki okucia żeliwnego $\geq$	85 μ m	
8	Minimalna znamionowa droga upływu	480 mm	600 mm
9	Spoiwo	metaliczne ołowiuowo-antymonowe	
10	Klosze	o profilu aerodynamicznym	
11	Kąt pochylenia kloszy Górny Dolny	$\geq 5^\circ$ $\geq 2^\circ$	
12	Kolor	Brązowy / zielony	

7.3 Izolacja kompozytowa.

7.3.1 Opis parametrów i budowy izolatorów kompozytowych:

Lp.	PARAMETR	WARTOŚĆ WYMAGANA	
1	Napięcie robocze	24 kV	36 kV
2	Wartości znamionowego obciążenia mechanicznego izolatorów wiszących SML $\geq$	70 kN	
3	Wytrzymałość na zginanie izolatorów wsporczych $\geq$	8 kN	
4	Znamionowe napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe	125 kV	170 kV
5	Materiał rdzenia	pręt szklano-epoksydowy ECR	
6	Materiał osłony i klosza	guma silikonowa LSR lub HTV wykonana metodą wtryskową	
7	Rodzaj okucia izolatorów wiszących	stalowe, cynkowane ogniowo	
8	Grubość powłoki okucia $\geq$	85 μ m	
9	Minimalna znamionowa droga upływu $\geq$	480 mm	700 mm
10	Wewnętrzna szerokość ucha przy okuciu (dot. izolatorów wiszących, okucie owalne)	22 + 24 mm	
11	Kąt pochylenia kloszy Górny Dolny	$\geq 5^\circ$ $\geq 2^\circ$	

7.4 Izolacja szklana.

1. Parametry elektryczne, mechaniczne, wymiarowe i antykorozyjne łańcuchów z izolacją szklaną, nie powinny być gorsze od parametrów izolacji porcelanowej.
2. Wymagana pełna zamienność izolatorów tzn. możliwość zamiany bez wymiany osprzętu.
3. Łańcuch powinien zawierać co najmniej dwa ogniwa, przy założeniu że jedno ogniwo wytrzyma pełne napięcie linii.

8 PODSTAWOWY OSPRZĘT

Należy stosować materiały oraz osprzęt podany w opracowaniach katalogowych i albumach typizacyjnych.

1. Linie z przewodami niepełnoizolowanymi:
 - a) uchwyty odciągowe – nie wymagające zdejmowania izolacji z przewodu,
 - b) tłumiki drgań eolских,
 - c) osprzęt przeciwłukowy i przeciwprzepięciowy w wykonaniu uniemożliwiającym inicjowanie zwarć przez ptaki,
 - d) osłony ochronne przed ptakami,
 - e) klipsy ochronne przed gałęziami,
 - f) zaciski przebijające izolację,
 - g) złączki,
 - h) uchwyty do zakładania uziemiaczy przenośnych.
2. Linie izolowane:
 - a) uchwyty odciągowe – samozakleszczające się złączki, montowane na lince nośnej,
 - b) uchwyty przelotowe – śrubowe, montowane na lince nośnej,
 - c) osłony izolacyjne - instalowane w miejscu zainstalowania uchwytów przelotowych dla dodatkowej osłony mechanicznej,
 - d) mufy – wykonane z materiałów odpornych na działanie warunków atmosferycznych, z zastosowaniem samozaciskających się złączek do łączenia przewodu nośnego,
 - e) głowice – z dodatkowym uszczelnieniem miejsca połączenia z kablem, uwzględniające fakt montowania ku dołowi,
 - f) pozostały osprzęt kablowy (złączki, uchwyty do mocowania kabli na słupie, końcówki kablowe) jak dla kabli elektroenergetycznych.
3. Linie z kablami uniwersalnymi:
 - a) osprzęt kablowy, (głowice, mufy, złączki, uchwyty do mocowania kabli na słupie, końcówki kablowe) w wersji napowietrznej,
 - b) uchwyty odciągowe z zastosowaniem łącznika odciągowego i spirali odciągowej, zakładane na zewnętrzną powłokę kabla,
 - c) uchwyty przelotowe i narożne.

8.1 Osprzęt do linii napowietrznych nieizolowanych.

8.1.1 Wymagania ogólne.

1. Wszystkie elementy zawierające żelazo, za wyjątkiem wykonanych ze stali nierdzewnej, powinny być chronione przez cynkowanie metodą zanurzeniową. Średnia oraz minimalna lokalna grubość powłoki cynkowej powinna być zgodna z PN-EN ISO 1461.
2. Wszystkie części osprzętu powinny mieć starannie wykonane i gładkie powierzchnie. Nie dopuszcza się wad w postaci: niejednorodności materiału, jam, przegrzań, czy mikropęknięć.
3. Elementy połączenia przegubowego powinny być wykonane z materiałów o dużej odporności na ścieranie.
4. Dla połączeń przegubowych rozwiązania konstrukcyjne powinny uniemożliwiać rozłączenie się tych połączeń w czasie eksploatacji. Połączenia gniazdowo - główkowe powinny być zabezpieczone przed rozłączeniem zawleczką sprężystą. Połączenia śrubowe powinny być zabezpieczone przed odkręceniem się.
5. Połączenia i uchwyty przenoszące naciąg powinny być tak skonstruowane, aby przepływ prądu w warunkach eksploatacji oraz w warunkach zwarcia nie powodował pogorszenia własności mechanicznych oraz elektrycznych uchwytu.
6. Każdy zestaw powinien zawierać wszystkie niezbędne elementy wymagane do montażu (śruby, zawleczki, itp.).

8.1.2 Opisy i oznaczenia.

1. Wszystkie znaki oraz napisy (wyłącznie w języku polskim), powinny być wykonane w sposób trwały, zapewniający czytelność w czasie całego okresu eksploatacji.

2. Wymagane opisy na wyrobach (zgodnie z PN-EN 61284:2002) w zależności od rodzaju osprzętu co najmniej:
 - a) nazwa lub znak firmowy producenta,
 - b) typ lub numer katalogowy (oznaczenie umożliwiające identyfikację),
 - c) zakres przekrojów,
 - d) obciążenie niszczące,
 - e) data produkcji.

8.2 Oprzęt do linii napowietrznych izolowanych w osłonie.

8.2.1 Wymagania dla osprzętu do linii napowietrznych izolowanych.

1. Zaciski jednostronne przebijające izolację - do realizowania połączeń między przewodami gołymi linii głównej a przewodami izolowanymi typu PAS linii odgałęźnej.
 - a) Konstrukcja:
 - materiał: aluminium stopowe odporne na korozję lub miedź stopowa ocynowana,
 - śruby, nakrętki i podkładki galwanizowane na gorąco,
 - konstrukcja zacisku: wieloigłowa lub kurtynowa grzebieniowa,
 - kształt dolnej części zacisku powinien umożliwiać zamocowanie zacisku w kluczu czołowym,
 - zacisk powinien być fabrycznie nasmarowany pastą stykową,
 - zacisk ze śrubami dociskowymi z nasadkami z łbem zrywalnym,
2. Zaciski dwustronne przebijające izolację
 - a) Zastosowanie:
 - do realizowania połączeń między przewodami izolowanymi linii głównej typu PAS, a przewodami izolowanymi linii odgałęźnej.
 - b) Konstrukcja:
 - zaciski hermetyczne, wykonane z poliamidu z dodatkiem włókna szklanego o wysokiej odporności mechanicznej, odpornego na zmienne warunki atmosferyczne i promieniowanie UV, lub z osłoną zacisku wykonaną z tworzywa odpornego na zmienne warunki atmosferyczne i promieniowanie UV,
 - śruba ściągająca wykonana ze stali cynkowanej ogniowo lub ze stali nierdzewnej,
 - moment dokręcający uzyskany przez zastosowanie śrub z łbami zrywalnymi,
 - możliwość przyłączania przewodu odgałęźnego z lewej lub z prawej strony zacisku,
 - jednoczesne przebijanie linii głównej i odgałęźnej,
 - możliwość przymocowania osłonki końca przewodu do zabezpieczenia drugiego końca przewodu.
3. Uchwyty przelotowo-narożne
 - a) Zastosowanie:
 - do zawieszania przewodów typu PAS na słupach przelotowych i narożnych dla kąta załomu linii do 90°.
 - b) Budowa:
 - obudowa wykonana ze stali cynkowanej ogniowo lub ze stali nierdzewnej,
 - rolki metalowe lub wykonane z tworzywa sztucznego pomocne przy przeciąganiu przewodu,
 - elementy gumowe odporne na promieniowanie UV,
 - średnica przewodu: 50-120 mm²,
 - maksymalna siła zrywająca 30 kN,
 - elementy wprowadzające napięcie: izolowany zacisk przebijający izolację.
4. Uchwyty odciągowe
 - a) Zastosowanie:
 - do mocowania przewodów typu PAS.

b) Budowa:

- otwarta obudowa zewnętrzna wykonana z tworzywa sztucznego o wysokiej wytrzymałości mechanicznej i klimatycznej, odpornego na promieniowanie UV lub stopu aluminium odpornego na korozję i promieniowanie UV,
- wewnętrzne szczęki klinujące i mocujące przewód bez uszkodzenia izolacji wykonane z tworzywa sztucznego,
- zaczep otwieralny z nierdzewnej linki stalowej, pręta stalowego cynkowanego ogniowo lub pręta ze stali nierdzewnej,
- zakres przekrojów przewodów 50 -70 mm².

5. Elementy wprowadzające napięcie

- izolowany zacisk przebijający izolację znajdujący się na linie lub przecie zaczepu.

8.3 Ograniczniki przepięć

Należy stosować beziskiemnikowe warystorowe ograniczniki przepięć w osłonie silikonowej typu LSR lub HTV. Dobór ograniczników przepięć dokonywać zgodnie z wytycznymi pt. „Ochrona sieci elektroenergetycznych od przepięć” – opracowanie pod patronatem PTPIREE Poznań 2005 rok.

8.3.1 Podstawowe parametry ograniczników przepięć

Ip	Parametr	Wymagana wartość			
1	Napięcie znamionowe sieci	15 kV	20 kV	30 kV	
2	Napięcie znamionowe $U_r \geq$	21 kV	30 kV	36 kV	45 kV
3	Napięcie trwałej pracy $U_c \geq$	17,5 kV	24 kV	29 kV	36 kV
4	Znamionowy prąd wyładowczy (8/20 μ s)	10 kA			
5	Wytrzymałość na udar prądowy długotrwały (2000 μ s) $\geq$	250 A			
6	Zdolność pochłaniania energii $\geq$	3,3 kJ / kV U_c			
7	Klasa rozładowania linii wg PN/IEC 99-4	1			
8	Wytrzymałość zwarciova $\geq$	20 kA/0,2 s			
9	Napięcie obniżone (udar 8/20 μ s; 10 kA) $\leq$	63 kV	100 kV	120 kV	140 kV
10	Graniczny prąd rozładowczy (4/10 μ s)	100 kA			
11	Częstotliwość znamionowa	50 Hz			
12	Wewnętrzne wyładowania niezupełne $\leq$	5 pC			
13	Temperatura pracy	- 40 °C do + 40 °C			
14	Wytrzymałość na moment zginający $\geq$	200 Nm			
15	Minimalna droga upływu	460 mm	600 mm	700 mm	800 mm

1. Wyposażone we wskaźnik zadziałania.

2. Akcesoria dodatkowe opcjonalne:

Odlącznik, podstawa izolacyjna, kompletne zaciski od strony przewodu fazowego i uziemiającego.

8.4 Uziemienia

1. Parametry uziemienia powinny być dobrane do miejsca posadowienia słupa (parametry gruntu, warunki zwarciove).

2. Uziemienia słupów projektować jako otokowe, taśmowo-prętowe, których podstawowymi elementami są:

- a) pręty stalowe o średnicy min. 16 mm ocynkowane ogniowo lub miedziowane o średnicy min. 14,2 mm,
- b) taśma stalowa ocynkowana ogniowo zgodnie z PN-EN ISO 1461 lub miedziowana o wymiarach min 25x4 mm,
- c) druty stalowe miedziowane o średnicy nie mniejszej niż 8 mm,

Grubość powłok powinna wynosić:

- a) przy miedziowaniu dla prętów – min. 250 μ m,
- b) dla taśm stalowych pomiedziowanych - 60 μ m,

- c) dla drutów stalowych pomiedziowanych o średnicy 8 mm – min. 250 μm , o średnicy 10 mm dla drutów – min. 70 μm ,
- d) przy ocynkowaniu ogniowym dla prętów 85 μm , dla taśm – zgodnie z PN-EN ISO 1461.
- d) w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie uziemień wykonanych z prętów miedzianych,
- e) poszczególne elementy instalacji należy łączyć przy użyciu osprzętu przeznaczonego dla danego systemu (ocynkowanego lub miedzianego) stosując:
 - połączenia rozłączalne (np.: złącza kontrolne) złączki krzyżowe wykonane ze stali nierdzewnej
(Materiał: blacha stalowa nierdzewna o grubości min 2 mm, 4 śruby wykonane ze stali nierdzewnej (min M8),
 - nierozłączalne (zgrzewanie egzotermiczne),
- f) pręty zbrojeniowe w słupach wirowanych nie mogą pełnić funkcji elementów systemu uziomowego,
- g) taśmę uziemiającą zabezpieczyć na odcinku od górnej krawędzi fundamentu do około 0,5 metra poniżej poziomu gruntu np. poprzez założenie i obkurczenie na niej rury termokurczliwej z klejem.

8.5 Łączniki

1. W magistralach (trzonach) linii należy stosować rozłączniki bez uziemników a w punktach promieniowego rozgałęzienia sieci rozłączniki z uziemnikami. Rozłącznik-uziemnik winny zapewnić trzy stabilne (blokowane) stany pracy aparatu (zamknięty-otwarty-uziemiony).
2. Przed stacjami należy instalować łączniki z uziemnikami.
3. Mając na uwadze przyjętą politykę ochrony środowiska, wskazanym jest stosowanie rozwiązania bezpiecznego dla dużych ptaków (np. bocianów) dlatego zaleca się instalowanie łączników pod przewodami.
4. Stosowanie łączników sterowanych zdalnie opisuje Tom 8 Wytucznych.
5. Podstawowe parametry łączników napowietrznych SN (nie dotyczy łączników zdalnie sterowanych – Tom 8 Wytucznych):

Lp.	Oznaczenie	ROZŁĄCZNIKI	
		dla sieci 15 i 20 kV	dla sieci 30 kV
1.	Napięcie znamionowe	24 kV	36 kV
2.	Prąd znamionowy ciągły	400 A	
3.	Prąd znamionowy zwarciový szczytowy	40 kA	25 kA
4.	Prąd znamionowy zwarciový 1-sek.	16 kA	10 kA
5.	Napięcie probiercze udarowe-piorunowe izolacji doziemnej i międzybiegunowej / międzystykowej	125/145 kV	170/195 kV
6.	Znamionowe napięcie probiercze przemienne doziemnej i międzybiegunowej / międzystykowej	50/60 kV	70/80 kV
7.	Temperatura otoczenia	od - 25°C do +40°C	