
Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia

Standard w sieci dystrybucyjnej
Enea Operator sp. z o.o.



Uchwałą nr 310/2025, Zarządu ENEA Operator sp. z o.o.
zatwierdzono do stosowania
z dniem 01.10.2025 r.

Opracowanie zastępuje wersję nr 11.2021-2 zatwierdzoną
Uchwałą nr 407/2021, zmienioną Uchwałą nr 7/2024
Zarządu ENEA Operator sp. z o.o.

*Rada Techniczna ENEA Operator sp. z o.o.
Przewodniczący*

Łukasz Piasek

Wersja 05.2025

Wszelkie prawa do dokumentu przysługują ENEA Operator sp. z o.o. i podlegają ochronie prawnej przewidzianej przepisami prawa, w szczególności przepisami ustawy z dnia 04 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

Użytkownik obowiązany jest do poszanowania praw autorskich pod rygorem odpowiedzialności cywilnoprawnej oraz karnej wynikającej z przepisów prawa polskiego.

Spis treści

1.	WPROWADZENIE.....	3
2.	ZAKRES OPRACOWANIA	3
3.	PRZEPISY I NORMY	3
4.	LINIE KABLOWE NISKICH NAPIĘĆ.....	6
4.1.	Wymagania ogólne	6
4.2.	Kable elektroenergetyczne	6
4.3.	Osprzęt kablowy	8
4.4.	Budowa linii kablowej	10
5.	UZIEMIENIA	11
6.	KABLE ELEKTROENERGETYCZNE – WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE	13
7.	WYMAGANIA DODATKOWE.....	17
8.	DOKUMENTACJA LINII KABLOWEJ NISKIEGO NAPIĘCIA.....	18
8.1.	Dokumentacja projektowa	18
8.2.	Dokumentacja powykonawcza.....	20
9.	BADANIA ODBIORCZE.....	21
10.	ZASTOSOWANIE INNYCH ROZWIĄZAŃ.....	21

ZAŁĄCZNIK NR A-1. ALBUM LINII KABLOWYCH NISKIEGO NAPIĘCIA

Wykaz tablic zawartych w opracowaniu

Tablica 1.	Minimalna średnica rdzenia bębna transportowego w zależności od przekroju żyły .	6
Tablica 2.	Wymagane cechowanie klasy reakcji na ogień dla kabli typu NAYY-J i NAY2Y-J	7
Tablica 3.	Kable elektroenergetyczne przyjęte do stosowania w liniach kablowych nn w ENEA Operator sp. z o.o.....	8
Tablica 4.	Dobór mufy	8
Tablica 5.	Zależność grubości ścianki rury osłonowej na słupie od jej średnicy zewnętrznej....	11
Tablica 6.	Pomiar przekroju żyły roboczej sektorowej. Wzrost poziomu cieczy w cylindrze miarowym w zależności od przekroju i długości próbki żyły roboczej	13
Tablica 7.	Wymiary minimalne żyły sektorowej na potrzeby wstępnej weryfikacji	14
Tablica 8.	Minimalna grubość izolacji z polwinitu	15
Tablica 9.	Powłoka wewnętrzna – wymiary minimalne	15
Tablica 10.	Minimalna grubość powłoki zewnętrznej	16
Tablica 11.	Średnica zewnętrzna kabla	17

1. WPROWADZENIE

Standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o. dla elektroenergetycznych linii kablowych nn (budowanych metodą wykopu otwartego, przecisku, przewiertu) zawiera podstawowe wymagania i rozwiązania techniczne, które powinny spełniać linie kablowe prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz i napięciu nominalnym 0,4 kV instalowane na obszarze działania ENEA Operator sp. z o.o.

Parametry techniczne określone dla poszczególnych elementów linii kablowej w niniejszym dokumencie są wymaganiami minimalnymi.

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania określa wymagania dla linii kablowych nn nowo budowanych, przebudowywanych i remontowanych.

Opracowanie dotyczy:

- kabli elektroenergetycznych nn,
- osprzętu kablowego,
- zasad projektowania,
- zasad wykonywania robót budowlanych,
- zakresu badań odbiorczych linii kablowych nn.

3. PRZEPISY I NORMY

Dokument uwzględnia, w szczególności następujące podstawowe materiały normatywne i regulacje:

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.1994 nr 89. poz. 414, z późniejszymi zmianami).
- [2] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U.2003 nr 80 poz. 717, z późniejszymi zmianami).
- [3] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627, z późniejszymi zmianami).
- [4] Ustawa o wyrobach budowlanych z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz.U. z 2004 nr 92 poz. 881, z późniejszymi zmianami).
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 nr 47, poz. 401).
- [6] Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych oraz ustawy o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2013 poz. 898, z późniejszymi zmianami).
- [7] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U.2019, poz.1830, z późniejszymi zmianami).
- [8] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 18 sierpnia 2020 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz.U. 2020 poz. 1429 , z późniejszymi zmianami).
- [9] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG

- [10] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. 2016 poz. 1966, z późniejszymi zmianami).
- [11] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/65/UE z dnia 8 czerwca 2011r. w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym
- [12] Dyrektywa Delegowana Komisji (UE) 2015/863 z dnia 31 marca 2015 r. zmieniająca załącznik II do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/65/UE w odniesieniu do wykazu substancji objętych ograniczeniem
- [13] N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- [14] N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
- [15] PN-E-05125:1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe -- Projektowanie i budowa
- [16] PN-HD 603 S1 cz. 3G Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV
- [17] PN-HD 631.1 S2 Kable elektryczne -- Osprzęt -- Właściwości materiałów -- Część 1: Wstępne sprawdzanie oraz badania typu mieszanek żywicznych
- [18] PN-EN 50655-1 Kable elektryczne -- Osprzęt -- Właściwości materiałów -- Część 1: Wstępne sprawdzanie oraz badania typu mieszanek żywicznych
- [19] PN-EN 50393 Metody badań i wymagania dotyczące osprzętu do kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe 0,6/1,0 (1,2) kV
- [20] PN-EN 12613 Oznakowanie wizualne ostrzegające z tworzyw sztucznych stosowane podczas układania kabli i rurociągów podziemnych
- [21] PN-EN ISO 1461 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową -- Wymagania i metody badań
- [22] PN-EN ISO 9969 Rury z tworzyw termoplastycznych -- Oznaczenie sztywności obwodowej
- [23] PN-EN 61386-1 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów -- Część 1: Wymagania ogólne
- [24] PN-EN 61386-24 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów -- Część 24: Wymagania szczegółowe -- Systemy rur instalacyjnych układanych w ziemi
- [25] PN-EN 61238-1 Zaciskowe i mechaniczne złącza kabli energetycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 36 kV (Um = 42 kV) -- Część 1: Metody badania i wymagania
- [26] PN-EN IEC 61238-1-1 Zaciskane i śrubowe złączki do kabli energetycznych -- Część 1-1: Metody badań i wymagania dotyczące złączek zaciskanych i śrubowych do kabli

- energetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) badanych na żyłach odizolowanych
- [27] PN-HD 308 S2 Identyfikacja żył w kablach i przewodach oraz w przewodach sznurowych
 - [28] PN-EN 60811-501 Kable i przewody elektryczne oraz światłowodowe -- Metody badań materiałów niemetalowych -- Część 501: Badania mechaniczne -- Sprawdzenie właściwości mechanicznych mieszanek izolacyjnych i powłokowych
 - [29] PN-EN 50575 Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne. Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej
 - [30] PN-EN 60332 Badanie palności kabli i przewodów elektrycznych i światłowodowych
 - [31] PN-HD 605 S2 Kable elektroenergetyczne -- Dodatkowe metody badań
 - [32] PN-HD 605 S3 Kable i przewody elektryczne -- Dodatkowe metody badań
 - [33] DIN SPEC 47640:2019-02 Mufy termokurczliwe do kabli elektroenergetycznych w izolacji z tworzyw sztucznych na napięcie znamionowe 0,6/1 (1,2) kV
 - [34] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. Część D: Roboty instalacyjne elektryczne, zeszyt 4., Runkiewicz L., Linie kablowe niskiego i średniego napięcia, Instytut Techniki Budowlanej, 2018 r.
 - [35] Dobór kabli elektrycznych do zastosowań w budynkach z uwagi na wymagania dotyczące reakcji na ogień, Katarzyna Kaczorek-Chrobak, Andrzej Kolbrecki, Andrzej Borowy, Instytut Techniki Budowlanej, 2022 r.
 - [36] Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE (z późniejszymi zmianami)
 - [37] Dyrektywa 1999/45/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 maja 1999 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do klasyfikacji, pakowania i etykietowania preparatów niebezpiecznych
 - [38] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006

Korzystając z niniejszego Standardu należy każdorazowo sprawdzić aktualność przepisów i norm oraz uwzględnić postanowienia zawarte w najnowszych wydaniach. W przypadku przywołanych powyżej norm zawierających datę, należy każdorazowo uwzględniać postanowienia w nich zawarte. Jeżeli w jakimkolwiek punkcie wymagania niniejszego Standardu są ostrzejsze, aniżeli wymagania zawarte w najnowszych

wydaniach przytoczonych powyżej przepisów i norm lub w ich zastąpieniach, to należy stosować się do wymagań określonych w Standardzie.

Wszystkie obiekty budowlane i urządzenia techniczne będące elementami elektroenergetycznych linii kablowych niskiego napięcia, należy projektować i budować zgodnie z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, oraz zasadami współczesnej wiedzy technicznej.

Wszystkie materiały zabudowywane w sieci ENEA Operator sp. z o.o. powinny być składowane i transportowane zgodnie z wymaganiami producentów i obowiązującymi przepisami [16].

Wykonawca robót budowlano-montażowych zobowiązany jest do realizacji instalacji zgodnie z dokumentacją projektową i pod nadzorem służb ENEA Operator sp. z o.o. Wszystkie przewidziane do zabudowy urządzenia i wyroby budowlane powinny spełniać wymagania Polskich Norm i Norm wskazanych w niniejszym Standardzie, posiadać wymagane prawem certyfikaty, deklaracje oraz gwarancje producenta i powinny być dopuszczone do stosowania zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Wymaga się, aby Wykonawca robót budowlano-montażowych podczas odbioru kabla, który jest przeznaczony do zabudowy w sieci dystrybucyjnej:

- a) przeprowadził kontrolę wizualną kabla na bębnie transportowym polegającą na:
 - sprawdzeniu zgodności cechowania zgodnie z pkt. 4.2.1,
 - weryfikacji stanu powłoki pod kątem jej uszkodzeń,
 - sprawdzeniu zabezpieczenia kabla przed wnikaniem wilgoci – wymaga się, aby końce kabla były zabezpieczone przy użyciu kapturek przeznaczonych do danej średnicy zewnętrznej kabla,
- b) sprawdził średnicę zewnętrzną kabla zgodnie z pkt. 6.2.5.
- c) sprawdził czy kabel został nawinięty na bęben transportowy o prawidłowej średnicy rdzenia, zgodnie z wymaganiem przedstawionym w tabelicy 1.

Tablica 1. Minimalna średnica rdzenia bębna transportowego w zależności od przekroju żyły

Typ kabla i przekrój	Minimalna średnica rdzenia bębna transportowego [mm]	
	Kabel nawinięty przez producenta	Kabel przewinięty
NAYY-J 4x35 RE	465	560
NAYY-J 4x70 SE	555	660
NAY2Y-J 4x150 SE	864	1000
NAY2Y-J 4x240 SE	1044	1200

Poprzez słowa „powinien” lub „należy” użyte w niniejszym Standardzie należy rozumieć „musi” lub „wymaga się”.

4. LINIE KABLOWE NISKICH NAPIĘĆ

4.1. Wymagania ogólne

W sieciach ENEA Operator sp. z o.o., jako podstawowe rozwiązanie dla linii kablowych nn, przyjmuje się kable na napięcie znamionowe 0,6/1,0 kV z czterema żyłami aluminiowymi o izolacji polwinitowej, na której jest naniesiona wytłoczona powłoka wewnętrzna z mieszanki gumowej oraz zewnętrzna powłoka z polietylenu lub polwinitu. Linie kablowe nn należy projektować i budować zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, aktualnymi normami i powszechnie uznanymi zasadami wiedzy technicznej oraz rozwiązaniami przewidzianymi w katalogach.

Stosować rozwiązania techniczne umożliwiające prowadzenie prac w technologii prac pod napięciem (PPN) z uwzględnieniem wymagań zdefiniowanych w Procedurze prac pod

napięciem przy urządzeniach elektroenergetycznych oraz Instrukcji Organizacji Bezpiecznej Pracy (IOBP) obowiązujących w ENEA Operator sp. z o.o.

4.2. Kable elektroenergetyczne

4.2.1. Ogólne wymagania stawiane kablom elektroenergetycznym nn. Szczegółowe wymagania stawiane kablom elektroenergetycznym nn zostały zawarte w punkcie 6.

4.2.1.1. Kable o izolacji i powłoce zewnętrznej z polwinitu (PVC), typu NAYY-J, gdzie:

- (N) kabel zgodny z normą [16],
- (A) żyły robocze kabla aluminiowe o przekrojach: 35 mm², 70 mm² wykonane zgodnie z [16],
- (Y) izolacja kabla z polwinitu wykonana zgodnie z [16], przyjmuje się kolorystykę zgodnie z [27]. Przewody fazowe: L₁ – brązowy, L₂ – czarny, L₃ – szary, przewód PEN: zielono-żółty,
- powłoka wewnętrzna z mieszanki gumowej wytłoczona bezpośrednio na ośrodek kabla (bez separatora) wykonana zgodnie z [16]. Powłoka wewnętrzna nie powinna być sklejona z izolacją żył.
- (Y) powłoka zewnętrzna kabla z polwinitu, odpornego na promieniowanie UV, spełniającego w tym zakresie wymagania [31] pkt. 2.4.23 i [28] lub [32] pkt. 2.4.20 i [28] oraz wymagania przedstawione w pkt. 6.2.4 niniejszego Standardu, wykonana zgodnie z [16, 28].
- (J) z żyłą zielono-żółtą,
- cechowanie kabla, wytłaczane wklęsłe lub wypukłe, zawierające unikalny symbol zakładu produkcyjnego producenta, znak CE i informację o klasie reakcji na ogień zgodnie z [9], [10].

4.2.1.2. Kable o izolacji z polwinitu (PVC) i powłoce zewnętrznej z polietylenu (HDPE), typu NAY2Y-J, gdzie:

- (N) kabel zgodny z normą [16],
- (A) żyły robocze kabla aluminiowe, wykonane zgodnie z [16], o przekroju:
 - podstawowym 150 mm² w oparciu, o który należy prowadzić rozwój sieci kablowej nn-0,4 kV dążąc do jej pracy w strukturze zamkniętej w konfiguracji otwartej, lub
 - opcjonalnym 240 mm² stosowanym w indywidualnych przypadkach jeżeli wynika to z obliczeń technicznych,
- (Y) izolacja kabla z polwinitu wykonana zgodnie z [16], przyjmuje się kolorystykę zgodnie z [27]. Przewody fazowe: L₁ – brązowy, L₂ – czarny, L₃ – szary, przewód PEN: zielono-żółty,
- powłoka wewnętrzna z mieszanki gumowej wytłoczona bezpośrednio na ośrodek kabla (bez separatora) wykonana zgodnie z [16]. Powłoka wewnętrzna nie powinna być sklejona z izolacją żył,
- (2Y) powłoka zewnętrzna kabla wykonana z polietylenu odpornego na promieniowanie UV, spełniającego wymagania [31] pkt. 2.4.23 (dwa cykle) i [28] lub [32] pkt. 2.4.20 i [28], oraz wymagania przedstawione w pkt. 6.2.4 niniejszego Standardu, wykonana zgodnie z [16, 28],
- (J) z żyłą zielono-żółtą,
- cechowanie kabla, wytłaczane wklęsłe lub wypukłe, zawierające unikalny symbol zakładu produkcyjnego producenta, znak CE oraz informację o klasie reakcji na ogień zgodnie z [9], [10].

Tablica 2. Wymagane cechowanie klasy reakcji na ogień dla kabli typu NAYY-J i NAY2Y-J

Cechowanie	Zastosowanie	Wymaganie dodatkowe
E _{ca}	Kabel może zostać wprowadzony do stacji elektroenergetycznej z obsługą wewnętrzną lub budynku stacji 110 kV/SN	Dokument potwierdzający klasę reakcji na ogień dla kabla wydany na podstawie badań/testów przeprowadzonych, nie wcześniej niż 5 lat, zgodnie z [29], [30].
F _{ca}	Kabel stosowany do układania w rowie kablowym również wprowadzony do obiektów z obsługą zewnętrzną	
UWAGA 1. Metody badań w celu wyznaczenia klasy reakcji na ogień zostały podane w tablicy 1. normy PN-EN 50575. UWAGA 2. W przypadku klasy F_{ca}, dopuszcza się badania/testy przeprowadzone przez producenta. W przypadku klasy E_{ca} wymaga się przeprowadzenia badań przez stronę trzecią, jednostkę notyfikowaną lub akredytowaną jednostkę badawczą posiadającą w zakresie akredytacji normę PN-EN 60332-1-2 lub EN 60332-1-2. UWAGA 3. Podane klasy reakcji na ogień są klasami minimalnymi. Określenie wymaganej klasy reakcji na ogień dla kabla w danym obiekcie każdorazowo należy wyznaczyć zgodnie z [9, 10, 29, 30]		

Szczegółowe wymagania stawiane kablom nn zostały zawarte w punkcie 6.

4.2.2. Typoszereg linii kablowych niskiego napięcia przejmowanych do eksploatacji przez ENEA Operator sp. z o.o.

W sieciach kablowych niskiego napięcia na terenie działania ENEA Operator sp. z o.o. należy stosować kable wskazane w tablicy 3.

Tablica 3. Kable elektroenergetyczne przyjęte do stosowania w liniach kablowych nn w ENEA Operator sp. z o.o.

Typ kabla	Liczba żył	Przekrój żył w mm ²	Klasa żyły
NAYY-J	4	35	RE
NAYY-J	4	70	SE
NAY2Y-J	4	150	SE
NAY2Y-J	4	240	SE
Gdzie: R – żyła okrągła, S – żyła sektorowa, E – żyła jednodrutowa.			

4.3. Osprzęt kablowy

4.3.1. Mufy

Do łączenia kabli elektroenergetycznych niskiego napięcia należy stosować **kompletne zestawy muf**. Mufy przelotowe, odgałęźne powinny być przebadane zgodnie z [19], badanie typu II.

Należy stosować kompletne zestawy muf przelotowych termokurczliwych ze złączkami wykonanymi z aluminium lub stopu aluminium, śrubowymi z łbami zrywalnymi niewymiennymi wypełnionymi pastą ochronną spełniającymi wymagania zdefiniowane w normie [25] dla złączek klasy A i/lub w normie [26] dla złączek klasy A1. Nie dopuszcza

się, aby jakakolwiek część śruby po zerwaniu łba zrywalnego wystawała poza korpus złączki (tulei).

Rura termokurczliwa, przewidziana do odtworzenia:

- izolacji kabla – rura grubościenna o skurczu min. 3:1 i grubości ścianki po swobodnym obkurczeniu zgodnie z [33] nie mniejsza niż:
 - 2,4 mm dla kabla o przekroju 35 mm² (wielkość złączki 3)
 - 3,2 mm dla kabla i przekroju 70 mm² (wielkość złączki 4)
 - 4,0 mm dla kabli o przekrojach 150 mm² i 240 mm² (wielkość złączki 6 i 7)
- powłoki kabla – rura grubościenna z wewnętrzną warstwą termotopliwego kleju uszczelniającego o skurczu min. 3:1 i grubości ścianki (mierzonej bez kleju), po swobodnym obkurczeniu nie mniejsza niż 4,0 mm zgodnie z [33].

Wymaga się, aby rura termokurczliwa do odtworzenia powłoki po obkurczeniu na powłoce zapewniała wodoszczelność i charakteryzowała się odpornością mechaniczną, a także odpornością na erozję oraz czynniki środowiskowe w stopniu nie mniejszym niż powłoka zewnętrzna kabla.

Zabrania się stosowania własnych zestawów muf składanych przez Wykonawcę z różnych komponentów.

Przy doborze mufy dla danego przekroju żyły roboczej, zaleca się, aby typoszereg zastosowanej mufy zawierał się w przedziale wyznaczonym przez wartość minimalną i maksymalną, które zostały podane w tablicy 4.

Tablica 4. Dobór mufy

Przekrój żyły roboczej kabla [mm ²]	Wartość minimalna [mm ²]	Wartość maksymalna [mm ²]	Minimalna długość mufy [mm]
35	16	50	500
70	35	150	700
150	70	240	800
240	95	300	800

Wszystkie mufy należy umieszczać w wykopie lub zakrytych kanałach kablowych

Należy ograniczyć liczbę projektowanych, wykonywanych muf na trasie linii kablowej do niezbędnego minimum.

W dokumentacji projektowej mufy należy projektować tak, aby podczas układania kabla dopuszczalna siła ciągnięcia kabla nie została przekroczona – wymóg obowiązuje dla dokumentacji przyjmowanych do opracowania po zatwierdzeniu Standardu (nie dotyczy projektów już realizowanych).

Mufy odgałęźne zalewane żywicą powinny spełniać [17] i/lub [18] i być wyposażone w odpowiednie zaciski pierścieniowe [19], [25], [26]. Każde opakowanie zawierające żywice/mieszanke żywiczną powinno być opisane i oznaczone zgodnie z obowiązującymi przepisami [37, 38].

Mufy odgałęźne powinny być przystosowane do montażu w technologii prac pod napięciem.

Zestaw mufy powinien zawierać wszystkie komponenty wymagane do montażu mufy oraz instrukcję montażu.

Powyższe wytyczne w zakresie szczegółowych wymagań konstrukcyjnych i dokumentów z nimi związanych, w tym w zakresie dotyczącym wymagań dla rury termokurczliwej przewidzianej do odtworzenia izolacji kabla lub powłoki kabla, podlegają weryfikacji przez pracowników Biura Certyfikacji i Kwalifikacji. Wykrycie niezgodności przez pracownika Biura Certyfikacji i Kwalifikacji będzie wpływać na ocenę Producenta i może być podstawą do wymiany mufy na koszt producenta w przypadku, gdy jest to wada ukryta.

4.4. Budowa linii kablowej

4.4.1. Układanie kabla w wykopie kablowym

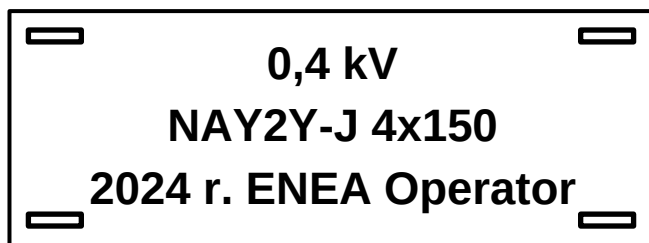
Kabel w wykopie kablowym należy układać zgodnie z wytycznymi podanymi w załączniku A-1 oraz normą [14], a także zasadami podanymi w [34].

W przypadku konieczności ułożenia taśmy uziemiającej, powinna być ona ułożona minimum 10 cm poniżej kabla.

Do obróbki kabla należy stosować narzędzia specjalistyczne, przewidziane do zdejmowania powłok wykonanych z polietylenu.

4.4.2. Oznakowanie linii kablowej

Na kablu ułożonym w ziemi (na całej długości trasy kabla) założyć trwałe oznaczniki wykonane z elastycznego tworzywa sztucznego (rys. 1), zgodnie z wytycznymi podanymi w załączniku A-1. Na oznacznikach należy podać: napięcie nominalne sieci, typ i przekrój kabla, rok budowy linii, nazwę operatora sieci.



Rys. 1. Widok przykładowego oznacznika kablowego
[wysokość 25÷50 mm, szerokość 75÷90 mm, grubość min. 1,0 mm]

4.4.3. Oznakowanie trasy linii kablowej

Trasa linii kablowej (ułożonej metodą wykopu otwartego) powinna być oznaczona na całej długości taśmą ostrzegawczą koloru niebieskiego (perforowaną zgodnie z normą [14]) o szerokości minimum 300 mm i grubości minimum 0,5 mm, umieszczoną na wysokości od 30 cm do 35 cm względem powierzchni zewnętrznej kabla lub osłony kabla; po zagęszczeniu gruntu zgodnie z normą [14]. Taśma ostrzegawcza powinna spełniać wymogi zawarte w normie [20]. Wymaga się, aby perforacja była rozłożona równomiernie/symetrycznie na całej długości i szerokości taśmy.



Rys. 2. Przykładowe widoki perforowanej taśmy ostrzegawczej

4.4.4. Oznakowanie kabli w rozdzielnicy stacyjnej, szafach, złączach kablowych oraz przy stanowiskach słupowych

Na końcach kabli przyłączonych do urządzeń nn należy zainstalować, za pomocą opasek samozaciskowych o szerokości minimum 4,0 mm, oznaczniki powinny być zgodne ze Standardem „Tablice i znaki bezpieczeństwa oraz tablice identyfikacyjne - wzory i zasady ich stosowania w ENEA Operator sp. z o.o.”.

Tablice opisowe kabla nn na stanowiskach słupowych (podejściach kablowych), należy przymocować na wysokości ok. 2,0 m, bezpośrednio do rury osłonowej kabla, powyżej uchwytu mocującego rurę, za pomocą taśmy (stalowej nierdzewnej lub wykonanej z tworzywa sztucznego odpornego na UV o szerokości minimum 4,0 mm).

4.4.5. Układanie wspólnie kilku linii kablowych we wspólnym wykopie kablowym

Dopuszcza się układanie kilku linii kablowych we wspólnym wykopie kablowym pod warunkiem zachowania minimalnych odległości wynikających z normy [14]. Taśmę ostrzegawczą nad torami linii (nad kablami) należy ułożyć, tak jak dla pojedynczego toru linii z zachowaniem zasady, że krawędzie folii będą wystawać co najmniej 5 cm poza zewnętrzną krawędź ułożonych kabli [14].

4.4.6. Zapas kabla

Należy pozostawiać zapas kabla w formie litery „S” o długości minimum 2,0 m przy stanowiskach słupowych. Zabrania się wykonywania zapasów kabla (w tym zapasów żył) w szafach, złączach kablowych, w stacjach SN/nn.

4.4.7. Montaż kabla na słupie, w szafie i złączu kablowym

Instalacja kabla na słupie linii elektroenergetycznej zgodnie z załącznikiem A-1.

Kabel na słupie zamocować zgodnie z zaleceniami zawartymi w aktualnych albumach typizacyjnych.

Kable należy chronić rurą osłonową wykonaną z tworzywa sztucznego typu HDPE (koloru czarnego odpornego na promienie UV), o wytrzymałości na ściskanie min. 750 N zgodnie z [23] i sztywności obwodowej minimum SN8 zgodnie z [22], umieszczonej 0,5 m w gruncie i 2,5 m nad gruntem, przy zachowaniu tolerancji dla podanych wartości +/-0,1 m.

Tablica 5. Zależność grubości ścianki rury osłonowej na słupie od jej średnicy zewnętrznej

Średnica zewnętrzna rury osłonowej [mm]	Minimalna grubość ścianki rury osłonowej [mm]
75	4,5
110	6,0
160	8,0

Rurę osłonową należy zainstalować na słupie za pomocą ramek i taśmy stalowej nierdzewnej (odległość między ramkami nie większa niż 1,0 m). Górny koniec rury zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci za pomocą kształtki uszczelniającej.

Izolacje żył kabla wprowadzonego na słup (na odcinku od palczatki uszczelniającej do zacisków linii napowietrznej lub rozłącznika słupowego) należy chronić przed promieniowaniem UV za pomocą rur termokurczliwych o barwie czarnej zgodnie z rys.7.1, 7.2., 7.3 oraz rys.7.4 zał. A-1.

Stanowiska słupowe, projektować zgodnie z odrębnym Standardem obowiązującym w ENEA Operator sp. z o.o. dotyczącym linii napowietrznych niskiego napięcia.

Na słupie linii w celu ochrony kabla przed przepięciami należy zastosować ograniczniki przepięć, zgodnie z wytycznymi zawartymi w odrębnym Standardzie ENEA Operator sp. z o.o. dotyczącym linii napowietrznych niskiego napięcia.

Instalacja kabla w szafie, złączu kablowym.

Końce kabli o przekroju 35 mm² i 70 mm² należy zabezpieczyć w szafach, złączach kablowych przed wnikaniem wilgoci za pomocą palczatek uszczelniających.

4.4.8. Ochrona kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi w ziemi.

W miejscach określonych przez normę [14] oraz wszędzie tam, gdzie w normalnych warunkach eksploatacyjnych linii kablowej mogą występować naprężenia mechaniczne lub gdzie wynika to z uzgodnień międzybranżowych, w celu zapewnienia właściwej ochrony dla linii kablowych układanych w ziemi, wymagane jest zastosowanie rury osłonowej o średnicy zewnętrznej 75 mm lub 110 mm (dopuszcza się stosowanie rury osłonowej o średnicy 160 mm dla kabla o przekroju 240 mm²), oraz osprzęt wyprodukowany zgodnie z normą [17], [18], [19], [25], [26].

Rury osłonowe instalować zgodnie z wytycznymi podanymi w załączniku A-1.

5. UZIEMIENIA

Materiały użyte do wykonania uziemień ochronno-funkcyjnych powinny spełniać wymogi zawarte w odrębnym Standardzie sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o., pn. „Budowa układów uziomowych w sieci dystrybucyjnej”. Poszczególne elementy instalacji uziemiającej należy łączyć przy użyciu elementów przeznaczonych dla danego systemu uziemiającego zgodnie z wymaganiami określonymi w wyżej wymienionym Standardzie, w taki sposób, aby zostały spełnione postanowienia Standardu pn. „Dobór środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym w sieci SN”.

6. KABLE ELEKTROENERGETYCZNE – WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

6.1. Produkcja kabli

6.1.1. Wymaga się, aby kable były produkowane w zakładach produkcyjnych posiadających nadzór jakościowy na etapie produkcji lub wdrożony System Zarządzania Jakością, zapewniający:

a) stabilność procesów produkcyjnych i powtarzalność parametrów technicznych i jakościowych wyrobów,

- b) pozwalający na identyfikację i identyfikowalność wszystkich elementów składowych kabla w zakresie nazwy materiału, atestu lub świadectwa materiałowego, numeru partii produkcyjnej lub daty dostawy, nazwy dostawcy i producenta materiału,
- c) prawidłowe zabezpieczenie i magazynowanie wyrobów gotowych.

6.1.2. Kable nie powinny zawierać substancji chemicznych zakazanych w Unii Europejskiej. W przypadku zastosowania pierwiastków i/lub substancji chemicznych objętych ograniczeniem związanym z zawartością maksymalnego stężenia dopuszczalnego wagowo w materiałach jednorodnych w karcie wyrobu/specyfikacji technicznej należy podać nazwę pierwiastków i/lub substancji chemicznych wraz z ich wartością maksymalną występującą w danym elemencie kabla.

UWAGA 4. Wymaga się, aby producent kabli lub jego przedstawiciel, wraz z każdą partią kabli, przekazał kupującemu aktualny dokument, zawierający potwierdzenie spełnienia wymagania zawartego w pkt. 6.1.2. w zakresie potwierdzenia braku występowania lub braku przekroczenia dopuszczalnego stężenia substancji chemicznych zakazanych w Unii Europejskiej w kablu energetycznym i jego elementach składowych.

6.2. Budowa i parametry kabla

Wytyczne zawarte w pkt. 6.2 stanowią informację o wymaganych parametrach kabli elektroenergetycznych nn, które podlegają weryfikacji przez pracowników Biura Certyfikacji i Kwalifikacji. Wykrycie niezgodności przez pracownika Biura Certyfikacji i Kwalifikacji będzie wpływać na ocenę Producenta i może być podstawą do wymiany kabla na koszt producenta w przypadku, gdy jest to wada ukryta.

6.2.1. Żyły robocze.

Żyły robocze wykonane z materiału o stanie utwardzenia H11 zgodnie z normą *PN-EN 515 Aluminium i stopy aluminium - Wyroby przerobione plastycznie - Oznaczenia stanów*.

Żyłka robocza aluminiowa okrągła (RE) o przekroju 35 mm² powinna posiadać średnicę nie mniejszą niż 6,68 mm. Pomiar należy przeprowadzić przy użyciu suwmiarki lub mikrometra.

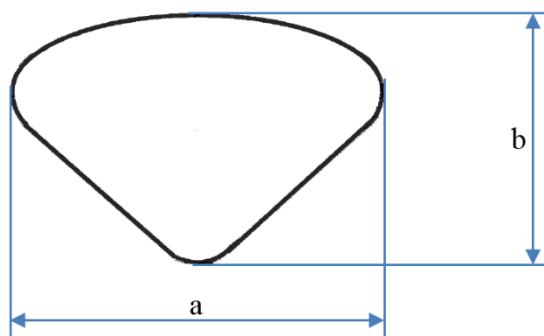
Żyły robocze aluminiowe sektorowe (SE) o przekrojach 70 mm², 150 mm² i 240 mm² powinny posiadać przekrój nie mniejszy niż jego wartość znamionowa. Pomiar należy przeprowadzić przy użyciu cylindra miarowego zgodnego z ISO 4788A w temperaturze otoczenia 20°C ± 2°C na próbce żyły roboczej o długości nie mniejszej niż 150,00 mm, zeszlifowanej prostopadle do jej długości.

Tablica 6. Pomiar przekroju żyły roboczej sektorowej. Wzrost poziomu cieczy w cylindrze miarowym w zależności od przekroju i długości próbki żyły roboczej.

Przekrój żyły roboczej [mm ²]	Długość próbki [mm]	Wymagany min. wzrost poziomu cieczy w cylindrze miarowym [ml]
70	150,00	10,5
70	200,00	14,0
150	150,00	22,5
150	200,00	30,0

240	150,00	36,0
240	200,00	48,0

Dopuszcza się przeprowadzenie weryfikacji wstępnej aluminiowej żyły sektorowej (SE) przy użyciu suwmiarki lub mikrometra dokonując pomiaru szerokości (a) i wysokości (b) żyły roboczej (rys. 3), zgodnie z wytycznymi zawartymi w tablicy 7.



Rys. 3. Wymiary żyły roboczej (SE) podlegające weryfikacji wstępnej

Tablica 7. Wymiary minimalne żyły roboczej sektorowej na potrzeby wstępnej weryfikacji

Wymiar	a [mm]		b [mm]	
Przekrój poprzeczny żyły roboczej [mm ²]	Wartość minimalna	Dopuszczalna wartość minimalna	Wartość minimalna	Dopuszczalna wartość minimalna
70	10,40	9,80 gdy b > 8,30	8,30	7,80 gdy a > 10,40
150	16,20	15,60 gdy b > 12,20	12,20	11,60 gdy a > 16,20
240	21,90	21,30 gdy b > 15,80	15,80	15,20 gdy a > 21,90

Wymiary maksymalne żyły sektorowej („a” i „b”, na rys. 3) nie powinny przekraczać wartości 1,5 mm powyżej wartości minimalnej podanej w tablicy 7. Przykład: dla żyły sektorowej o przekroju 150 mm², dla wymiaru „a” dopuszcza się wartość 17,70 mm, a dla wymiaru „b” wartość 13,70 mm.

Pomiar rezystancji żyły roboczej przy prądzie stałym należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 60228 uwzględniając wyznaczenie temperaturowego współczynnika przeliczeniowego k_t dla żył aluminiowych zgodnie z wzorem:

$$k_{t,Al} = \frac{248}{228 + t} = \frac{1}{1 + 0,00403(t - 20)}$$

gdzie:

t - temperatura żyły podczas pomiaru wyrażona w stopniach Celsjusza z dokładnością nie mniejszą niż 0,5°C,

6.2.2. Izolacja z polwinitu.

Pomiar grubości izolacji powinien zostać wykonany przy użyciu urządzenia lub przyrządu pomiarowego umożliwiającego odczyt z dokładnością 0,01 mm.

Tablica 8. Minimalna grubość izolacji z polwinitu

Przekrój żyły [mm]	Grubość izolacji	
	Wartość minimalna z pojedynczego pomiaru [mm]	Wartość średnia z 6 pomiarów [mm]
4×35 RE	1,2	1,2
4×70 SE	1,4	1,4
4×150 SE	1,7	1,8
4×240 SE	2,0	2,2

W celu wyznaczenia grubości izolacji należy wykonać 6 pomiarów rozpoczynając wykonywanie od miejsca, w którym grubość izolacji jest najmniejsza. Żaden z pomiarów nie może być mniejszy od wartości minimalnej przedstawionej w tablicy 8.

Wynik pomiaru należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie B pkt. B.1 normy IEC 60502-1, tj. dla kabla 4x150 mm² uzyskany wynik na poziomie:

- 1,75 mm zaokrąglamy do wartości 1,8 mm – grubość izolacji zgodna,
- 1,74 mm zaokrąglamy do wartości 1,7 mm – grubość izolacji niezgodna.

Powyższy przykład dotyczy zaokrąglania wartości średniej z 6 pomiarów.

6.2.3. Powłoka wewnętrzna wytłoczona bezpośrednio na ośrodek kabla (bez separatora).

Tablica 9. Powłoka wewnętrzna – wymiary minimalne

Przekrój żyły [mm]	Minimalna grubość wytłaczanej powłoki wewnętrznej [mm]
4×35 RE	0,6
4×70 SE	0,6
4×150 SE	0,7
4×240 SE	0,8

Pomiar grubości powłoki wewnętrznej powinien zostać wykonany przy użyciu urządzenia lub przyrządu umożliwiającego odczyt co najmniej z dokładnością 0,01 mm.

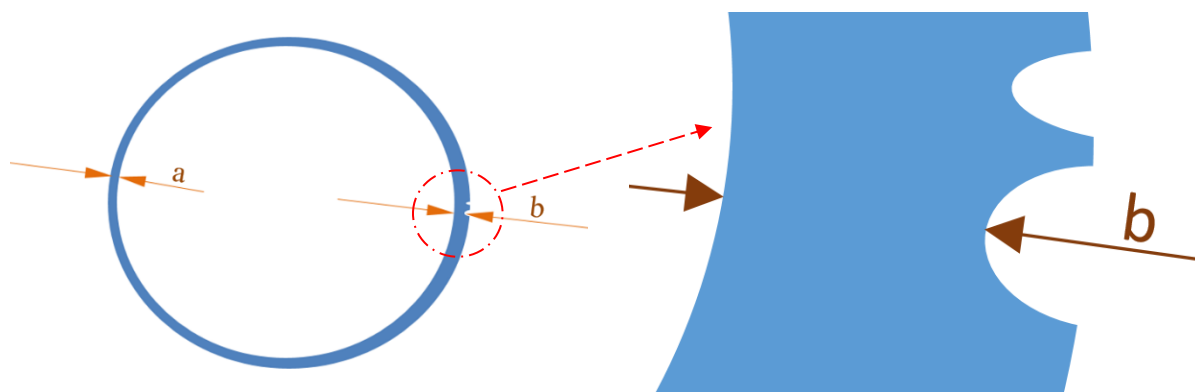
Wynik pomiaru należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie B pkt. B.1 normy IEC 60502-1, tj. dla kabla 4x150 mm² uzyskany wynik na poziomie:

- 0,65 mm zaokrąglamy do wartości 0,7 mm – grubość powłoki wew. zgodna,
- 0,64 mm zaokrąglamy do wartości 0,6 mm – grubość powłoki wew. niezgodna.

6.2.4. Powłoka zewnętrzna

W celu dokonania pomiaru grubości powłoki zewnętrznej należy przygotować 3 próbki powłoki i dla każdej z nich określić miejsce, w którym jest ona najcieńsza i wykonać pomiary jej grubości zarówno w miejscu gdzie jest ona najcieńsza, jak i w miejscu cechowania (rys. 4). Pomiar należy przeprowadzić przy użyciu projektora optycznego lub mikroskopu pomiarowego umożliwiającego odczyt z dokładnością co najmniej

0,01 mm zgodnie z pkt 4.2. normy PN-EN 60811-202:2012, a odczytana wartość powinna być nie mniejsza niż wartość przedstawiona w tabelicy 10.



Rys. 4. Pomiar grubości powłoki zewnętrznej: a) najmniejsza grubości powłoki dla pojedynczego pomiaru, b) najmniejsza grubość powłoki w miejscu cechowania

Tablica 10. Minimalna grubość powłoki zewnętrznej

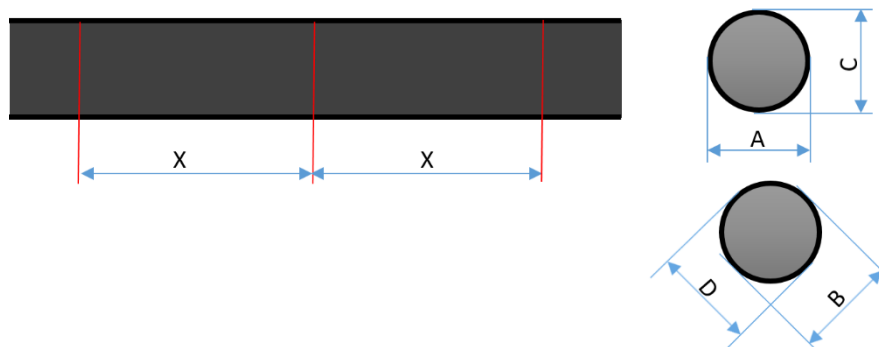
Przekrój żyły [mm]	Minimalna grubość powłoki (a) [mm]	Minimalna grubość powłoki (b) [mm]
4×35 RE	1,8	1,8
4×70 SE	2,1	2,0
4×150 SE	2,5	2,4
4×240 SE	2,9	2,7

Wynik pomiaru należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie B pkt. B.1 normy IEC 60502-1, tj. dla kabla 4x150 mm² uzyskany wynik (a) na poziomie:

- 2,45 mm zaokrąglamy do wartości 2,5 mm – grubość powłoki zgodna,
- 2,44 mm zaokrąglamy do wartości 2,4 mm – grubość powłoki niezgodna.

6.2.5. Średnica zewnętrzna kabla

W celu potwierdzenia zgodności średnicy zewnętrznej kabla należy wykonać trzy pomiary, w punktach oddalonych od siebie o odległość X (rys. 5) wynoszącą 300 mm ±100 mm, przy użyciu suwmiarki lub mikrometra umożliwiających odczyt z dokładnością 0,01 mm. Pojedynczy pomiar średnicy „S” składa się z 4 pomiarów cząstkowych A, B, C, D przesuniętych względem siebie promieniowo w osi poprzecznej kabla o kąt 45° ± 3° (rys.5). Każdy z trzech pomiarów średnicy kabla „S” powinien być zgodny z wymaganiami przedstawionymi w tabelicy 11.



$$S = (A+B+C+D)/4$$

Rys. 5. Pomiar średnicy zewnętrznej kabla. Oznaczenie miejsc pomiarowych

Tablica 11. Średnica zewnętrzna kabla

Przekrój żyły [mm]	Minimalna średnica [mm]	Maksymalna średnica [mm]
4×35 RE	27	31
4×70 SE	32	37
4×150 SE	43	48
4×240 SE	52	59

Wartości podane w tablicy 11 są wartościami granicznymi dla wyliczonej z 4 pomiarów cząstkowych średnicy zewnętrznej kabla, którą należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie B, pkt. B.1 normy IEC 60502-1, tj. wyliczoną średnicę kabla należy zaokrąglić do 0,1 mm.

Przykładowo dla kabla 4x150 mm² wyliczony wynik z 4 pomiarów cząstkowych na poziomie:

- 42,95 mm zaokrąglamy do wartości 43,0 mm – średnica kabla zgodna,
- 42,94 mm zaokrąglamy do wartości 42,9 mm – średnica kabla niezgodna.

7. WYMAGANIA DODATKOWE

Należy stosować wyroby fabrycznie nowe, wyprodukowane nie wcześniej niż w roku poprzedzającym rok zlecenia lub zawarcia umowy z wykonawcą, z zastrzeżeniem, iż na dzień ich instalacji powinny posiadać parametry deklarowane przez producenta.

Przedmioty materialne powinny posiadać certyfikaty i raporty z badań wystawione przez jednostki akredytowane przez PCA lub równoważne jednostki z terenu UE, będące sygnatariuszami wielostronnych porozumień w ramach organizacji takich jak:

- IAF MLA (International Accreditation Forum Multilateral Recognition Arrangement),
- ILAC MRA (International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement),
- EA MLA (European co-operation for Accreditation Multilateral Arrangement),

które potwierdzą ich wykonanie z wymaganiami jakościowymi, technicznymi i montażowymi zawartymi w normach, w tym właściwych normach, o których mowa w pkt. 3 niniejszego dokumentu.

Wyniki weryfikacji zawarte w raporcie z badań, powinny potwierdzać, że wyrób/ próbka wyrobu przekazana do badań jest zgodna z wymaganiami przedmiotowej normy i niniejszego Standardu,

W celu uznania, że wyrób spełnia wymagania danej normy, wymaga się, aby w raporcie była wskazana data przyjęcia próbek do badań. W celu potwierdzenia, że producent posiada niezbędne zasoby do wyprodukowania wyrobu zgodnego, spełniającego wymagania danej normy, wymaga się, aby próbka wyrobu / próbki wyrobu pochodziły z tej samej partii produkcyjnej i zostały dostarczone do badań w tym samym dniu.

Deklaracja zgodności wystawiona przez producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela albo importera powinna zawierać co najmniej dane wskazane w pkt. 6.1 normy PN-EN ISO/IEC 17050-1:2010 oraz załączniku dyrektywy unijnej (np. załącznik

nr 4 Dyrektywy 2014/35/UE), w którym zostały zdefiniowane minimalne wymagania dla deklaracji zgodności UE. Deklaracja właściwości użytkowych (DoP) powinna zawierać wszystkie informacje wymagane przez [10], załącznik nr 2 oraz [29], załącznik ZZ.2.2.3. Deklaracje wystawione przez producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela albo importera powinny potwierdzać zgodność z postanowieniami:

- Dyrektywy LVD 2014/35/UE,
- Rozporządzenia CPR 305/2011,
- Dyrektywy RoHS 2011/65/UE i RoHS III 2015/863,
- Rozporządzenia (WE) nr 1907/2006 (REACH),

jeśli mają zastosowanie. Deklaracja zgodności wystawiona przez producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela albo importera powinna potwierdzać zgodność z wymaganiami normatywnymi wymienionymi w pkt 3 mającymi zastosowanie do danego wyrobu, przedmiotu materialnego.

Gwarancja wykonania robót budowlanych oraz okres gwarancji na dostarczone elementy linii kablowej, w tym kabel, co najmniej 60 miesięcy od daty odbioru linii kablowej.

8. DOKUMENTACJA LINII KABLOWEJ NISKIEGO NAPIĘCIA

8.1. Dokumentacja projektowa

Dokumentacja projektowa dla nowo budowanych linii kablowych nn oraz istniejących linii kablowych nn w zakresie wymaganym dla wykonania przebudowy, remontu linii powinna zawierać część prawną i część techniczną.

8.1.1. Część prawna

Część prawna dokumentacji projektowej powinna zawierać:

- a) decyzje, pozwolenia, uzgodnienia wynikające z aktów prawnych obowiązujących na dzień opracowania dokumentacji projektowej,
- b) wypisy właścicieli działek z rejestru gruntów lub wydruk z elektronicznych ksiąg wieczystych, w tym zestawienie zbiorcze właścicieli działek z przypisanym odpowiednio wykazem numerów ewidencyjnych działek, z dopiskiem w przypadku ustanowionej służebności przesyłu na rzecz EOP,
- c) dokumenty potwierdzające możliwość posadowienia urządzeń linii nn i eksploatacji tych urządzeń zgodnie z ich przeznaczeniem (oryginały w dokumentacji przekazanej Inwestorowi),
- d) dokument potwierdzający prawo do dysponowania nieruchomościami na cele budowlane, zgodnie z wymogami prawa budowlanego,
- e) oświadczenie projektanta o jej zgodności ze Standardami. Oświadczenie obejmuje:
 - zestawienie Standardów na podstawie, których została opracowana dokumentacja,
 - zestawienie ewentualnie wydanych decyzji o zastosowaniu rozwiązania lub rozwiązań innych niż ujęte w Standardach,
 - wyszczególnienie zastosowania innych rozwiązań niż ujęte w Standardach,
 - identyfikację dokumentacji projektowej, do której oświadczenie się odnosi,
 - podpis imienny wraz z oznaczeniem uprawnień.

8.1.2. Część techniczna

Dokumentacja projektowa powinna być wykonana w języku polskim i przekazana w uzgodnieniu z ENEA Operator sp. z o.o. w postaci elektronicznej albo papierowej przy zachowaniu następującej liczby egzemplarzy:

a) W przypadku, gdy dla wykonania robot budowlanych wymagane jest uzyskanie pozwolenia na budowę albo ENEA Operator sp. z o.o. uzna za konieczne jego uzyskanie:

- projekt budowlany w części obejmującej projekt zagospodarowania terenu, projekt architektoniczno-budowlany (jeżeli wymagany): 2 egzemplarze wraz z pozwoleniem na budowę (oryginał + kopia) oraz zapis cyfrowy, jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office przekazany, np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA,
- projekt budowlany, w zakresie projektu technicznego (jeżeli wymagany): 1 egzemplarz oraz zapis cyfrowy, jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office, a także w formacie edytowalnym CAD, w zakresie części liniowej i geodezyjnej, przekazane np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA,
- projekt techniczny: 2 egzemplarze oraz zapis cyfrowy jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office, a także w formacie edytowalnym CAD, w zakresie części liniowej i geodezyjnej przekazane, np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA,
- oryginały dokumentów potwierdzających możliwość posadowienia urządzeń linii i eksploatacji tych urządzeń zgodnie z ich przeznaczeniem, zawarte w jednym egzemplarzu, w pozostałych kopie,
- przedmiar robót, jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office oraz w formacie edytowalnym: .ath, .xls przekazane, np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA,
- informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, w przypadkach gdy jej opracowanie jest wymagane na podstawie odrębnych przepisów, dołączona do projektu budowlanego,

b) W przypadku, gdy dla wykonania robót budowlanych nie jest wymagane uzyskanie pozwolenia na budowę:

- plany, rysunki lub inne dokumenty umożliwiające jednoznaczne określenie rodzaju i zakresu robót budowlanych podstawowych oraz uwarunkowań i dokładnej lokalizacji ich wykonywania: 3 egzemplarze oraz zapis cyfrowy, jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office przekazany, np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA,
- przedmiar robót, jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office oraz w formacie edytowalnym: .ath, .xls przekazane, np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA.
- projekty, pozwolenia, uzgodnienia i opinie wymagane odrębnymi przepisami w tym, oryginały zgód, oświadczeń właścicieli nieruchomości (użytkowników wieczystych), zawarte w jednym egzemplarzu, w pozostałych kopie oraz zapis cyfrowy, jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office przekazany, np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA.

Kosztorys inwestorski, jako czytelny pojedynczy edytowalny plik PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office oraz w formacie edytowalnym: .ath, .xls przekazane, np. przez dysk wirtualny cloud GK ENEA, w tym jako odrębny dokument specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB), w formacie pojedynczego edytowalnego pliku PDF lub w formacie innym rozpoznawanym przez Microsoft Office.

W przypadku, gdy zamówiona dokumentacja projektowa i kosztorys inwestorski wykonane i przekazane będą w uzgodnieniu z Zamawiającym w postaci elektronicznej,

na nośniku cyfrowym lub poprzez dysk wirtualny (cloud) należy dodatkowo przekazać wersje edytowalne, odpowiednio zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. a) i b) powyżej

8.2. Dokumentacja powykonawcza

Wymagana zawartość dokumentacji powykonawczej dla nowo budowanych linii kablowych nn oraz dla istniejących linii kablowych nn, w zakresie wymaganych dla wykonania przebudowy, remontu linii:

- a) decyzje, pozwolenia, uzgodnienia, protokoły odbiorów wynikające z aktów prawnych obowiązujących na dzień realizacji inwestycji oraz uzgodnień międzybranżowych zawartych w projekcie, dokumentacji technicznej,
- b) oświadczenie wykonawcy o zakończeniu robót budowlanych,
- c) oświadczenie wykonawcy, że linia została pobudowana zgodnie z technologią budowy linii kablowej oraz wytycznymi zawartymi w niniejszym opracowaniu,
- d) protokół z odbioru robót ulegających zakryciu w zakresie linii kablowej,
- e) kopia mapy projektowej z naniesionymi uzgodnionymi (przez inwestora i projektanta) zmianami, miejscami połączeń kabli (lokalizacja muf), naniesionymi przepustami, profilami skrzyżowań z naniesionymi zmianami, zestawienia montażowego z naniesionymi zmianami, wniosków na zajęcie i umieszczenie urządzeń w działkach drogowych,
- f) inwentaryzacja geodezyjna linii kablowej nn i współrzędne (x,y,z) obiektów elektroenergetycznych w wersji elektronicznej w postaci plików tekstowych „txt”: Opis (numer punktu, którego współrzędne opisujemy), X, Y, Z (Z – głębokość ułożenia kabla, przepustów). Między opisem/numerem i współrzędnymi należy wstawić znak przecinka, natomiast każdy punkt współrzędnych należy oddzielić od następnego i poprzedniego wyłącznie znakiem „enter”. Części dziesiętne należy podawać po kropce.
Opis/numer powinien identyfikować kolejność współrzędnej oraz typ linii nn. Numeracja winna być zgodna z numeracją punktów na szkicu/mapie załączonej do dokumentacji. Pomiar współrzędnych geodezyjnych należy wykonać w szczególności dla punktów: skrzyżowań z drogami, posadowienia słupów (oś, fundamenty), węzłów kablowych, załamań linii, itd.
Współrzędne geodezyjne należy przekazać w układzie współrzędnych PL1992 lub 2000.
Oświadczenie geodety o wykonaniu inwentaryzacji i przedłożeniu do PODGiK,
- g) protokoły z badań odbiorczych,
- h) świadectwa, atesty, certyfikaty zastosowanych materiałów (wyłącznie w formie elektronicznej na nośniku cyfrowym),
- i) dokumenty potwierdzające uregulowanie ewentualnych rekompensat,
- j) dokumenty potwierdzające przekazanie materiałów z demontażu do ENEA Operator sp. z o.o. lub dokumenty z utylizacji,
- k) zdjęcia wybudowanych urządzeń, opisane w sposób umożliwiający ich zidentyfikowanie i właściwe przypisanie do obiektu w systemie mapowym ENEA Operator sp. z o.o.,

Zaleca się, aby wszystkie dokumenty składające się na dokumentację powykonawczą, a niebędące częścią projektu budowlanego, były zeskanowane i zapisane na nośniku cyfrowym. Dokumenty powinny być opisane w sposób umożliwiający ich zidentyfikowanie.

9. BADANIA ODBIORCZE

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- pomiar rezystancji izolacji kabla,

- sprawdzenia ciągłości żył roboczych,
- protokół pomiaru wartości rezystancji uziemień,

protokół pomiaru ze skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

ENEA Operator sp. z o.o. wykonuje pomiar skuteczności ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym po załączeniu linii pod napięcie.

10. ZASTOSOWANIE INNYCH ROZWIĄZAŃ

ENEA Operator sp. z o.o. dopuszcza zastosowanie rozwiązań innych niż przedstawione w przedmiotowym opracowaniu pn. „Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia”, stanowiącym Standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o. w zakresie nowo budowanych, przebudowywanych i remontowanych linii nn.

Decyzja o zastosowaniu rozwiązania lub rozwiązań innych niż ujęte w niniejszym opracowaniu, na wniosek strony zainteresowanej, każdorazowo indywidualnie podejmowane i ewidencjonowane będą przez Dyrektora właściwego Rejonu Dystrybucji. Przy czym w przypadku zadania realizowanego na obszarze dwóch jednostek będzie miało miejsce wzajemne uzgodnienie.

Wnioski zatytułowane: „Zastosowanie rozwiązań innych niż przedstawione w opracowaniu pn. „Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia” (wersja XX.XXXX); Standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.”, uzasadniające brak możliwości zastosowania podstawowego rozwiązania lub rozwiązań technicznych przedstawionych w niniejszym opracowaniu można składać do ENEA Operator sp. z o.o. do siedziby właściwego Rejonu Dystrybucji.

**Załącznik nr A-1 do Standardu w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator
sp. z o.o. dotyczącego linii kablowych niskiego napięcia.**

**ALBUM LINII KABLOWYCH
NISKIEGO NAPIĘCIA**

LK - nn

Maj 2025 r.

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

	strona
1. Przedmiot i zakres opracowania	3
2. Podstawa opracowania	3
3. Budowa kabli niskiego napięcia	4
4. Parametry elektryczne i dobór kabli	5
4.1. Rezystancja żył kabli	5
4.2. Dobór kabli	5
4.2.1. Podstawowe parametry sieci elektroenergetycznej	5
4.2.2. Warunki układania kabla	6
4.2.3. Warunki techniczne przyjmowane w ENEA Operator do określenia obciążalności zwarciowej i długotrwałej linii kablowych	7
4.2.4. Temperatuty graniczne i obciążalność zwarciowa	8
4.2.5. Procedura doboru przekroju żył	9
4.2.6. Dobór osprzętu kablowego	10
5. Zasady projektowania linii kablowych	11
5.1. Założenia podstawowe	11
5.1.1. Wybór trasy kabla	11
5.1.2. Napięcie znamionowe i przekrój żył kabla	12
5.1.3. Wybór typu kabla	12
5.1.4. Ochrona kabli	13
5.2. Zasady układania kabli	13
5.2.1. Wymagania ogólne	13
5.2.2. Temperatura kabli przy ich układaniu	14
5.2.3. Zakończenie i łączenie kabli	14
5.2.4. Połączenie żył roboczych,	14
5.2.5. Wyznaczenie siły ciągnięcia kabla	14
5.3. Ochrona przeciwporażeniowa	14
5.4. Układanie kabli bezpośrednio w ziemi	15
5.4.1. Wymagania ogólne	15
5.4.2. Głębokość ułożenia kabli w ziemi	16
5.4.3. Układanie warstwowe kabli w ziemi	16
5.4.4. Zaciąganie kabli podczas układania	16

5.4.5.	Oznakowanie linii kablowej	20
5.4.5.1.	Oznaczniki kabli	20
5.4.5.2.	Oznakowanie trasy linii kablowej	20
5.4.6.	Wyznaczenie siły ciągnięcia kabla	23
5.4.7.	Projektowanie linii kablowych wzdłuż ulic i dróg	25
5.5.	Układanie kabli w osłonach otaczających umieszczonych w ziemi	25
5.6.	Układanie rur osłonowych	26
5.6.1.	Układanie rur HDPE w gruncie	26
5.6.2.	Zagęszczenie gruntu	29
5.6.3.	Dobór osłony rurowej	30
5.7.	Odległości między kablami nie należącymi do tej samej linii kablowej	31
5.8.	Odległości kabli od innych urządzeń podziemnych	34
5.9.	Skrzyżowania i zbliżenia kabli z kablami i innymi obiektami lub przeszkodami naturalnymi	35
5.9.1.	Skrzyżowania i zbliżenia kabli z kablami	35
5.9.2.	Skrzyżowania i zbliżenia kabli z rurociągami	35
5.9.3.	Skrzyżowania z drogami kołowymi i torowiskami	36
5.9.4.	Skrzyżowania linii kablowych z rzekami i innymi szlakami wodnymi	38
6.	Wprowadzenie kabli nn na słupy linii napowietrznych	38
7.	Ochrona kabli od przepięć	41

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania są wytyczne projektowania linii kablowych niskiego napięcia ze szczególnym uwzględnieniem kabli typu NAYY-J i NAY2Y-J stosowanych w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o. o.

Zakres opracowania obejmuje:

- zestawienie podstawowych parametrów elektrycznych wybranych kabli elektroenergetycznych,
- przedstawienie procedury doboru kabli wraz z określeniem parametrów umożliwiających dokonanie wyboru,
- omówienie rodzajów i doboru osprzętu kablowego ochronnego (osłony otaczające),
- przedstawienie zasad i sposobów projektowania linii kablowych ułożonych w ziemi z uwzględnieniem wszelkiego rodzaju przeszkód terenowych (obiektów budowlanych oraz instalacji technologicznych) wraz z określeniem sposobów rozwiązywania skrzyżowań i zbliżeń z tymi obiektami,
- przykłady rozwiązań wprowadzenia kabli na słupy linii napowietrznych.

Album zawiera materiały pomocnicze w postaci: tablic z parametrami wybranych kabli, rysunki gotowych rozwiązań poszczególnych fragmentów instalacji, tablice doboru osprzętu (rur HDPE), instrukcje montażu podstawowych elementów linii kablowych.

Przy opracowaniu albumu wykorzystano, ustalenia i zasady ujęte w normach i publikacjach oraz w katalogach i opracowaniach producentów kabli elektroenergetycznych i osprzętu kablowego.

Jeżeli w jakimkolwiek punkcie wymagania zawarte w niniejszym opracowaniu są bardziej rygorystyczne, aniżeli wymagania zawarte w najnowszych wydaniach przytoczonych przepisów i norm lub w ich zastąpieniach, w informacjach wskazywanych przez producentów elementów linii kablowych, to należy stosować się do wymagań określonych w Standardzie w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o. o., w tym zawartych w niniejszym opracowaniu.

2. Podstawa opracowania

Merytoryczną podstawę stanowią:

- a) norma N SEP-E-004:2004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.”,
- b) „Ochrona sieci elektroenergetycznych od przepięć..” PTPIREE Poznań 2005 r.,
- c) „Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia” Standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o. o.,
- d) katalogi i dane techniczne producentów kabli,

- dokumentacja typizacyjna i opracowania własne Biura Projektów Energetycznych „Energolinia” w Poznaniu,
- normy oraz literatura techniczna – wyszczególnione na końcu opracowania.

3. Budowa kabli niskiego napięcia

W tablicy 3.1 ujęto podstawowe dane obejmujące: typ kabla, liczbę i przekrój żył, średnicę zewnętrzną oraz masę dla kabli niskiego napięcia typu NAYY-J i NAY2Y-J. Przy tabeli opisano budowę i związaną z budową symbolikę kabla, podano też parametry związane z układaniem kabla takie jak: minimalny promień gięcia, maksymalna siła ciągnięcia kabla.

Tablica 3.1 Kable elektroenergetyczne o izolacji z polwinitu i powłoce zewnętrznej:

- z polwinitu typu NAYY-J 0,6/1kV,
- z polietylenu typu NAY2Y-J 0,6/1kV, gdzie:
- N - kabel wykonany zgodnie z normą PN-HD 603 S1 cz.3G,
- A - żyły kabla aluminiowe: R - okrągłe, S - sektorowe, E - jednodrutowe,
- Y - izolacja kabla z polwinitu,
- powłoka wewnętrzna z mieszanki gumowej wytłoczona bezpośrednio na ośrodek kabla (bez separatora),
- Y - powłoka zewnętrzna kabla z polwinitu (dla NAYY-J),
- 2Y - powłoka zewnętrzna kabla z polietylenu (dla NAY2Y-J),
- J - z żyłą PEN zielono-żółtą.

Przyjmuje się kolorystykę oznaczenia na izolacji żył kabla zgodnie z normą PN-HD 308 S2

Żyła	Kolor
fazowa L ₁	brązowy
fazowa L ₂	czarny
fazowa L ₃	szary
ochrono-neutralna PEN	zielono-żółty

Przekrój żył [mm ²]	Średnica zew. min. [mm]	Masa [kg/km]	Max. siła ciągnięcia (opończa) [kN]	Min. promień gięcia, [m]
NAYY-J 0,6/1kV				
4×35RE	27,0	1058	2,2	0,35
4×70SE	32,0	1463	3,1	0,5
NAY2Y-J 0,6/1kV				
4x150SE	43,8	2749	5,8	0,65
4×240SE	53,7	4341	8,4	0,80

UWAGA: Maksymalna siła ciągnięcia za pomocą opończy nie powinna być większa niż podana przez producenta kabla w specyfikacji technicznej. W przypadku, gdy producent dopuszcza ciągnięcie kabla z siłą większą niż podana w tablicy 3.1 jako maksymalną siłę ciągnięcia należy przyjąć wartość podaną w tablicy 3.1.”

4. Parametry elektryczne i dobór kabli

4.1. Rezystancja żył kabli

Rezystancję żył dla wielożyłowych kabli niskiego napięcia niezbędną do wykonania obliczeń (przy stanach normalnych i zwarciovych) na etapie projektowania linii, ujęto w tablicy 4.1.

4.2. Dobór kabli

W celu prawidłowego doboru kabla należy zebrać i przeanalizować informacje dotyczące sieci, w której ten kabel będzie eksploatowany oraz warunków instalowania.

4.2.1. Podstawowe parametry sieci elektroenergetycznej

Do parametrów sieci elektroenergetycznej, które należy uwzględnić przy doborze kabla należą:

- napięcie nominalne i częstotliwość systemu,
- najwyższa wartość napięcia w sieci,
- czas zwarcia doziemnego,
- obciążalność prądowa długotrwała, cyklicznie zmienna oraz w warunkach zakłóceńowych lub przeciążenia,
- wartość prądów zwarciovych symetrycznych i niesymetrycznych przy zwarciach wielofazowych oraz doziemnych,
- intensywność wyładowań atmosferycznych i spowodowanych przez nie awarii.

Tablica 4.1. Rezystancja żył kabli elektroenergetycznych wielożyłowych na napięcie znamionowe 0,6/1kV o izolacji z polwinitu wg PN-EN 60228

Przekrój znamionowy żyły [mm²]	Maksymalna wartość rezystancji żył aluminiowych [Ω/km]		
	prąd stały	prąd przemienny	
		w temperaturze	
	20°C	70°C	90°C
35	0,868	1,043	1,113
70	0,443	0,5323	0,5680
150	0,206	0,2475	0,2641
240	0,125	0,1502	0,1603

4.2.2. Warunki układania kabla

Oceniając warunki układania kabla należy określić:

- długość, typ i napięcie znamionowe kabla,
- inne warunki szczegółowe

Układanie kabli w ziemi lub w osłonach otaczających umieszczonych w ziemi:

- warunki środowiskowe mające wpływ na dobór rodzaju powłok
- zbliżenia z innymi kablami lub innymi źródłami ciepła,
- długość przepustów,
- liczbę przepustów, wewnętrzną średnicę, odległość między nimi oraz materiał,
- z których są wykonane.

Układanie kabli w przestrzeniach napowietrznych:

- temperatura powietrza: najniższa, najwyższa,
- sposób mocowania,
- stopień nasłonecznienia.

4.2.3. Warunki techniczne przyjmowane w ENEA Operator do określenia obciążalności zwarciorowej i długotrwałej linii kablowych

Ze względu na warunki napięciowe występujące w sieci:

W sieciach o napięciu nominalnym 0,4 kV należy stosować kable na napięcie znamionowe 0,6/1,0 kV o napięciu probierczym min. 4,0 kV (AC 50Hz 5 min.).

Ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

Dla określenia obciążalności zwarciorowej, długotrwałej kabla, należy przyjmować następujące założenia:

- maksymalna temperatura żyły przed zwarcie +70°C,
- dopuszczalna temperatura żyły przy zwarcie +160°C,
- temperatura gruntu +20°C,
- temperatura powietrza +25°C,
- głębokość ułożenia 0,7÷1,1 m,
- oporność cieplna właściwa gruntu 1,0 K•m/W,
- współczynnik obciążenia: w ziemi - 0,7, w powietrzu - 1,0.

Dopuszczalne długotrwałe obciążenie kabla należy określić korzystając z tablicy 4.2.

Tablica 4.2 Obciążalność zwarciorowa i długotrwała kabli typu NAYY-J, NAY2Y-J 0,6/1,0 kV

Typ kabla	Obciążalność zwarciorowa kabla	Obciążalność długotrwała wg PN-HD 603 S1 cz.3G	
		w ziemi	powietrzu
	[kA/s]	[A]	
NAYY-J 4x35	2,59	123	100
NAYY-J 4x70	5,18	179	152
NAY2Y-J 4x150	11,10	275	246
NAY2Y-J 4x240	17,76	364	338
Przyjęto: – głębokość ułożenia kabla w ziemi 0,7-1,1 m, – temperatura otoczenia w: gruncie +20°C, powietrzu +25°C, – współczynnik obciążenia kabla: w ziemi - 0,7, w powietrzu - 1,0, – oporność cieplną właściwą gruntu 1,0 K•m/W,			

4.2.4. Temperatury graniczne i obciążalność zwarciova

Wartości graniczne temperatury żył kabli elektroenergetycznych przy obciążeniu trwałym i przy zwarcu podano w tablicy nr 4.3.

Wartości temperatury otoczenia do wyznaczenia obciążalności prądowej kabli można przyjąć wg tablicy 4.4.

Dopuszczalna jednosekundowa gęstość prądu zwarcia żył roboczych kabli elektroenergetycznych z żyłami aluminiowymi wyznaczona przy założeniu nagrzewania adiabatycznego podana jest w tablicy 4.5.

Tablica 4.3 Temperatura graniczna żył kabli elektroenergetycznych

Rodzaj kabla	Temperatura graniczna dopuszczalna [°C]	
	długotrwale	przy zwarcu
Kable o izolacji polwinitowej do 300 mm ²	70	160

Tablica 4.4 Obliczeniowa temperatura otoczenia, przyjęta do wyznaczania obciążalności prądowej kabli elektroenergetycznych

Miejsce zainstalowania kabla	Obliczeniowa temperatura otoczenia [°C]
Kable ułożone w powietrzu i przestrzeniach zewnętrznych, w miejscach osłoniętych od bezpośredniego działania promieni słonecznych	+25
Kable ułożone w pomieszczeniach zamkniętych	+25
Kable ułożone w ziemi	+20

Tablica 4.5 Dopuszczalna jednosekundowa gęstość prądu zwarcia żył roboczych kabli elektroenergetycznych z żyłami aluminiowymi o izolacji polwinitowej, w zależności od początkowej temperatury żyły roboczej

Temperatura żył kabla przed zwarciem [°C]	Przekrój żył [mm ²]	Dopuszczalna temp. żyły przy zwarcu [°C]	Gęstość prądu zwarcowego Jednosekundowego [A/mm ²]
20	≤ 300	160	99
30		160	95
40		160	90
50		160	85
60		160	81
70		160	76

4.2.5. Procedura doboru przekroju żył

Dane dotyczące obciążalności długotrwałej kabli NAYY-J, NAY2Y-J układanych bezpośrednio w ziemi lub w powietrzu, podane są w tablicy 4.2.

Uwaga:

Należy uwzględnić możliwość zmniejszenia obciążalności przy ułożeniu w rurach i przepustach - mnożąc przez współczynnik 0,85.

Kable prowadzone w powietrzu:

- temperatura otoczenia + 25°C.

4.2.6 Dobór osprzętu kablowego.

W liniach kablowych ENEA Operator należy stosować osprzęt kablowy o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 0,6/1 kV, spełniający minimalne wymagania określone w Standardzie Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia.

Ogólne wytyczne w zakresie doboru osprzętu kablowego:

Osprzęt kablowy należy dobierać do:

- typu kabla,
- przekroju i rodzaju żył kabla,
- napięcia znamionowego kabla,
- warunków technicznych, w jakich linia kablowa będzie pracowała,
- technologii wykonania instalacji.

Mufy kablowe

Przy projektowaniu miejsc instalacji muf na trasie projektowanej linii kablowej, należy uwzględnić:

- przebieg trasy linii kablowej (liczbę oraz wartość kątów załomu trasy linii kablowej),
- sposób uchwycenia kabla podczas rozciągania,
- dopuszczalną siłę ciągnięcia kabla dla przyjętego sposobu uchwycenia kabla.

Nie jest wskazane projektowanie muf kablowych w miejscach gdzie:

- występuje stałe obciążenie na grunt lub narażenia mechaniczne, np. w pasach drogowych,
- na skarpach,
- na kątach załomu trasy linii kablowej,
- w miejscach, gdzie występuje intensywne uzbrojenie w infrastrukturę podziemną,
- w strefach ochronnych innych urządzeń technicznych.

Dobór osłon rurowych

W liniach kablowych ENEA Operator należy stosować osłony rurowe spełniające minimalne wymagania określone w Standardzie Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia.

Liczbę, jak i długość projektowanych osłon rurowych na trasie linii kablowej należy ograniczyć do niezbędnego minimum. Dodatkowe osłony stosować w miejscach:

- określonych przez normę N SEP-E-004:2004,
- gdzie w normalnych warunkach eksploatacyjnych mogą występować naprężenia mechaniczne w gruncie lub wynika to z:
 - uzgodnień międzybranżowych,
 - planowanej rozbudowy sieci.

Rury osłonowe z tworzywa sztucznego typu, PP, HDPE mogą być wykonane, jako:

- jednowarstwowe z gładką ścianką wewnętrzną,
- trójwarstwowe,
- dwuwarstwowe (z karbowaną ścianką zewnętrzną i gładką ścianką wewnętrzną),
- dwudzielne (stosować wyłącznie dla istniejącej infrastruktury przy zbliżeniach, skrzyżowaniach).

Sposób łączenia rur osłonowych może być realizowany za pomocą:

- złącza kielichowego,
- złączek z elementami uszczelniającymi,
- poprzez zgrzewanie.

Końce rur osłonowych należy zabezpieczyć przed zamulaniem, gniazdowym wkładem uszczelniającym odpornym na oddziaływanie wilgoci oraz nieoddziałującym negatywnie na uszczelniane elementy. Nie dotyczy to rur o długości do 3 m układanych jako osłona kabla na skrzyżowaniach/zbliżeniach z istniejącą infrastrukturą techniczną lub roślinnością.

Rury osłonowe instalowane metodą wykopu otwartego, należy układać w wykopie kablowym uwzględniając wymagania w zakresie oznakowania jak dla linii kablowej. W przypadku budowy kanalizacji wielotorowej należy stosować uchwyty dystansowe w odległościach od 1,5 m do 2,0 m. Dopuszcza się stosowanie multikanalów wykonanych z tworzywa sztucznego typu HDPE. Taśmę/ taśmy ostrzegawcze należy układać nad każdą rurą ochronną, multikanalem uwzględniając wymagania w zakresie oznakowania jak dla linii kablowej.

W przypadku osłon rurowych o długości ponad 12 m dla kabli o przekroju 240 mm² dopuszcza się stosowanie rury osłonowej o średnicy zewnętrznej 160 mm. Średnica rury musi umożliwić swobodną instalację kabla w osłonie.

Dopuszcza się wykonanie dodatkowego rezerwowego przepustu na trasie linii kablowej, jeżeli wynika to z:

- uzgodnień międzybranżowych,
- planowanej rozbudowy sieci.

5. Zasady projektowania linii kablowych.

Każdorazowo, przed przystąpieniem do opracowania projektu linii kablowej należy sprawdzić aktualność norm i przepisów oraz zapoznać się z zapisami Standardu w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o. o. „Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia”.

W niniejszym opracowaniu podstawowo oparto się na wymaganiach normy N SEP-E-004:2004 "Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa."

W albumie przytoczono podstawowe zasady projektowania linii kablowych, natomiast szczegóły zawarte są w obowiązujących: przepisach prawa, rozporządzeniach, normach, Standardach.

5.1. Założenia podstawowe.

5.1.1. Wybór trasy kabla.

Ustalając przebieg trasy kabla należy uwzględnić:

- minimalizację narażeń na uszkodzenia mechaniczne, szkodliwy wpływ czynników zewnętrznych i dostęp do kabli w czasie eksploatacji,
- ograniczenie liczby skrzyżowań i zbliżeń z innymi urządzeniami,
- ograniczenie prowadzenia kabli przez pomieszczenia i strefy zagrożone wybuchem lub pożarem,

- prowadzenie kabli wzdłuż dróg, ulic lub przez trawniki, w pasach do tego przeznaczonych,
- wzdłuż rzek i brzegów jezior trasa powinna być wyznaczona poza miejscami narażonymi na podmywanie przez wodę,
- warunki terenowe związane z wodami gruntowymi, nie zaleca się projektowanie linii kablowych na terenach gdzie czasowo lub systematycznie utrzymuje się wysoki poziom wód gruntowych,
- linie rezerwowe zaleca się prowadzić innymi trasami niż linie podstawowe.

5.1.2. Napięcie znamionowe i przekrój żył kabla

W sieciach o napięciu nominalnym 0,4 kV należy stosować kable na napięcie znamionowe 0,6/1kV.

Przekroje żył należy dobierać z uwzględnieniem obciążalności długotrwałej i wytrzymałości zwarciowej zgodnie z typoszeregiem podanym w tablicy 5.1

Tablica 5.1 Kable elektroenergetyczne przyjęte do stosowania w liniach nn w ENEA Operator

Typ kabla	Liczba żył	Przekrój żył, mm ²	Klasa żyły
NAYY-J	4	35 ¹⁾	RE
NAYY-J	4	70 ³⁾	SE
NAY2Y-J	4	150 ²⁾	SE
NAY2Y-J	4	240 ³⁾	SE

Gdzie: R – żyła okrągła, S – żyła sektorowa, E – żyła jednodrutowa.

¹⁾ – kable przeznaczone wyłącznie do wykonania przyłączy elektroenergetycznych,

²⁾ – podstawowy przekrój kabla w oparciu o który należy prowadzić rozwój sieci kablowej nn - dążąc do jej pracy w strukturze zamkniętej w konfiguracji otwartej,

³⁾ – opcjonalny przekrój kabla stosowany w indywidualnych przypadkach jeżeli wynika to z obliczeń technicznych.

5.1.3. Wybór typu kabla

O wyborze typu kabla decyduje charakter środowiska, w którym będzie zlokalizowana trasa kablowa.

Należy przestrzegać następujących zasad:

- jeżeli mogą wystąpić naprężenia rozciągające to należy stosować kable opancerzone drutami,
- w miejscach narażonych na przemieszczenie gruntu oraz w strefach działania prądów błędnych należy stosować kable w osłonach z tworzyw sztucznych,
- w przypadkach uzasadnionych żyły kabli np. sygnalizacyjnych winny być chronione przed oddziaływaniem zewnętrznych pól elektromagnetycznych,
- przy układaniu kabli w wodzie i pod wodą należy stosować kable opancerzone o osłonie antykorozyjnej wytłoczonej z tworzyw,

w tunelach kablowych, kanałach, osłonach otaczających i pomieszczeniach należy stosować kable o zwiększonej odporności na rozprzestrzenianie się płomienia.

5.1.4. Ochrona kabli

W zależności od charakteru, rozległości i intensywności zagrożenia należy przewidywać ochronę kabli przed:

- a) uszkodzeniami mechanicznymi - w szczególności należy osłaniać kable ułożone:
 - na mostach, wiaduktach i przyczółkach,
 - na wysokości nie przekraczającej 250 cm w miejscach dostępnych dla osób nie należących do obsługi urządzeń elektrycznych,
 - w ziemi pod drogami, torami itp.
- b) korozją i prądami błędzącymi w środowisku o wysokim stopniu korozyjności lub w strefach działania prądów błędzących należy przewidzieć kable o osłonach zewnętrznych odpornych na korozję i prądy błędzące, co powinno zostać uzgodnione z ENEA Operator sp. z o. o. na etapie sporządzania dokumentacji projektowej.

5.2. Zasady układania kabli

5.2.1. Wymagania ogólne

Kable należy układać w sposób uniemożliwiający ich uszkodzenie. Przy układaniu powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii oraz powinny być przestrzegane zasady ochrony środowiska.

Kable ułożone obok siebie nie powinny się stykać.

Dopuszcza się stykanie ze sobą na całej długości kabli sygnalizacyjnych z kablami do 1 kV przyłączanymi do tego samego odbiornika:

- elektroenergetycznych jednożyłowych stanowiących jedną linię,
- elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych.

Zastosowana technologia układania kabli powinna uniemożliwiać:

- tarcie zewnętrznej warstwy kabla o ściany lub dno wykopu, kanału lub tunelu,
- przekroczenie dopuszczalnej siły naciągu,

przypadkowe uszkodzenie powłoki izolacyjnej kabla.

Po zakończeniu robót budowlanych trasa linii kablowej powinna być zinwentaryzowana geodezyjnie oraz odpowiednio oznakowana. Te dwa elementy mają istotny wpływ na bezpieczeństwo osób prowadzących prace ziemne (w późniejszym terminie) w pobliżu infrastruktury elektroenergetycznej oraz na prawdopodobieństwo uszkodzenia linii kablowej.

5.2.2. Temperatura kabli przy ich układaniu

Nie zaleca się budowy linii kablowych, jeżeli temperatura utrzymuje się poniżej 0°C.

Zabrania się rozciągania kabli, montażu osprzętu kablowego, jeżeli temperatura utrzymuje się poniżej - 5°C bez zgody ENEA Operator sp. z o. o.

5.2.3 Zakończenie i łączenie kabli

Końce kabli o napięciu znamionowym do 1 kV należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci. Połączenia kabli należy wykonywać za pomocą muf kablowych dostosowanych do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył oraz warunków otoczenia.

Na końcach kabli przyłączonych do urządzeń nn należy zainstalować, za pomocą opasek samozaciskowych o szerokości minimum 4 mm, oznaczniki zgodnie ze standardem „Tablice i znaki bezpieczeństwa oraz tablice identyfikacyjne - wzory i zasady ich stosowania w ENEA Operator sp. z o.o.”

5.2.4. Połączenie żył roboczych

Własności elektryczne połączeń żył określone są w przedmiotowych normach.

5.2.5. Wyznaczenie siły ciągnięcia kabla

Projektowana długość poszczególnych odcinków linii kablowych nie powinna powodować przekroczenia dopuszczalnej siły ciągnięcia kabla podczas jego rozciągania, szczególnie te zagadnienia opisano w punkcie 5.4.6.

5.3. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa elektroenergetycznych linii kablowych musi być bezwzględnie dostosowana do systemów ochrony przeciwporażeniowej stacji zasilających lub odbiorczych czy też odbiorników, do których te linie są wprowadzone. Ochrona nie może być rozpatrywana indywidualnie tylko dla samego kabla.

Zagadnienia ochrony przeciwporażeniowej w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia zawarte są w opracowaniu PTPIREE przyjętym do stosowania w EOP pt. "Zasady ochrony przed porażeniem w stacjach SN-nn, SN-SN i SN oraz w liniach nn w spółkach OSD w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji".

5.4. Układanie kabli bezpośrednio w ziemi

5.4.1. Wymagania ogólne

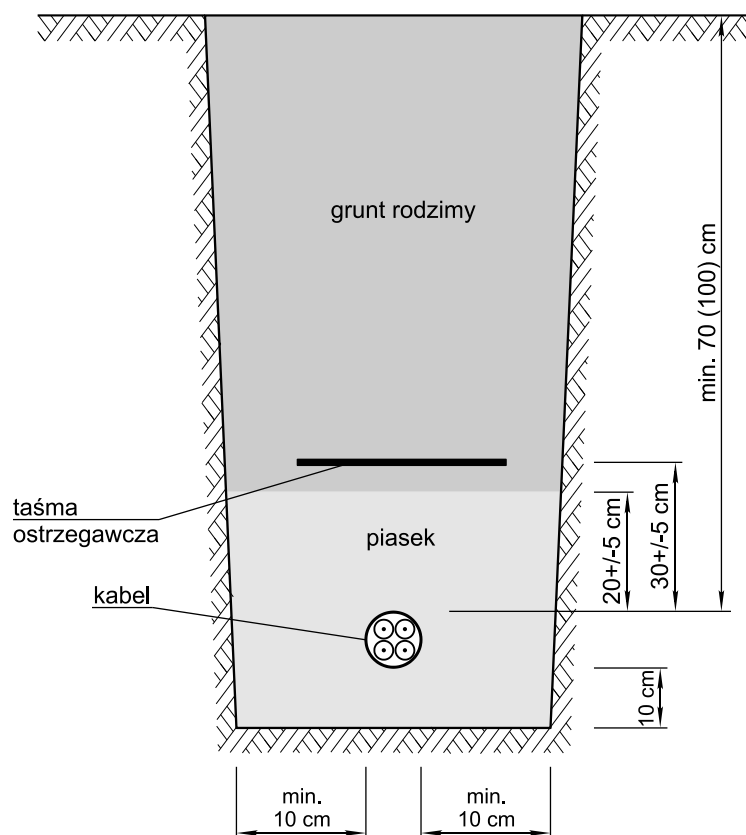
Kable należy układać na dnie wykopu, jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości 20 cm z tolerancją ± 5 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 5 cm, oraz przykryć taśmą ostrzegawczą z tworzywa sztucznego. Zgodnie z normą N SEP-E-004:2004 odległość taśmy ostrzegawczej od kabla powinna wynosić 30 cm z tolerancją ± 5 cm. Wskazane jest stosowanie taśmy perforowanej, zapewniającej lepsze wnikanie wody opadowej do gruntu, spełniającej minimalne wymagania określone w Standardzie Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia.

Szczegóły układania kabla w wykopie przedstawiono na rysunku 5.1.

UWAGA:

Stosować piasek budowlany: gliniasty lub pylasty. Zabrania się stosowania żwiru.

Stosowanie warstwy piasku nie jest wymagane, jeżeli inwestycja realizowana jest na obszarze, gdzie występuje grunt: mineralny, drobnoziarnisty, mało spoisty lub niespoisty taki jak: piasek, piasek gliniasty, pyły, pył piaszczysty, po wyrażeniu zgody przez ENEA Operator sp. z o.o..



Rys. 5.1 Przykładowy przekrój wykopu kablowego.

Wymiar w nawiasie dotyczy kabla ułożonego w ziemi na użytkach rolnych

5.4.2. Głębokość ułożenia kabli w ziemi

Zgodnie z postanowieniami normy N SEP-E-004 oraz ze Standardem w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o. kable nn należy układać na głębokości, mierzonej od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabli co najmniej:

- 70 cm – z wyjątkiem kabli ułożonych w ziemi na użytkach rolnych, leśnych, zadrzewionych,
- 100 cm – w przypadku kabli ułożonych w ziemi na użytkach rolnych, leśnych, zadrzewionych.

Dopuszcza się inne głębokości ułożenia kabla, jeżeli wynikają one z uzgodnień międzybranżowych. Jeżeli głębokości te nie mogą być zachowane, np. przy wprowadzeniu kabla do budynku, przy skrzyżowaniu lub obejściu podziemnych urządzeń, dopuszczalne jest ułożenie kabla na mniejszej głębokości, jednak na tym odcinku kabel należy chronić osłoną otaczającą, np. rurą.

Głębokość ułożenia kabla przy skrzyżowaniu z drogami kołowymi, drogami kolejowymi, rzekami i innymi wodami powinna spełniać wymagania podane w punkcie 5.9.3 i 5.9.4.

5.4.3. Układanie warstwowe kabli w ziemi

W terenach miejskich o gęstym uzbrojeniu podziemnym często z uwagi na ograniczony pas terenu zachodzi konieczność układania kabli w dwóch lub więcej warstwach. Dopuszcza się układanie kabli nn bezpośrednio w ziemi, w dwóch lub więcej warstwach. Głębokość ułożenia górnej warstwy kabli, wg pkt. 5.4.2.

Pionowa odległość między warstwami nie może być mniejsza niż 15 cm, licząc między punktami najbardziej zbliżonymi na powierzchni kabli.

Zaleca się w górnej warstwie kabli pozostawić miejsce na ułożenie dodatkowych kabli na tej samej trasie.

5.4.4. Zaciąganie kabli podczas układania

Na etapie realizacji budowy linii kablowej występuje szereg czynników, które mogą spowodować uszkodzenia mechaniczne układu izolacyjnego kabla, co z kolei ma wpływ na przyspieszenie procesów destrukcyjnych układu izolacyjnego kabla, w wyniku działania czynników elektrycznych, czy środowiskowych.

Uszkodzenia mechaniczne mogą powstawać w wyniku:

- przekroczenia dopuszczalnej siły ciągnięcia kabla w trakcie jego układania,
- wykorzystania narzędzi, urządzeń, maszyn nieprzeznaczonych do rozwijania kabli,
- niezachowania dopuszczalnych promieni gięcia i załomu trasy linii kablowej
- układania kabla w temperaturze niższej niż zalecana przez producenta kabla,
- niepoprawnego zabezpieczenia kabla przed otarciami o twarde i ostre przedmioty.

W celu uniknięcia uszkodzenia, zarówno przy wprowadzaniu do przepustów kablowych jak i przy układaniu bezpośrednio w ziemi, kabel nn powinien być ciągnięty za pomocą uchwytu do ciągnięcia za powłokę zewnętrzną kabla, tzw. opończy kablowej.

Na kabel w trakcie jego zaciągania będzie oddziaływać siła skręcająca pochodząca od liny stalowej wyciągarki. Naprężenia mechaniczne wywołane tą siłą skręcającą, dodatkowo narażają kabel na uszkodzenia.

Dlatego pomiędzy liną wyciągarki a elementem uchwycenia kabla należy stosować łącznik obrotowy (krętlik). Na wartość siły ciągnięcia kabla wpływa również miejsce ustawienia wyciągarki.

Wyciągarkę po ustawieniu trzeba odpowiednio zakotwiczyć tak, aby podczas zaciągania kabla jej położenie nie uległo zmianie. Wyciągarka powinna być wyposażona w sprawny, automatyczny ogranicznik siły ciągnięcia, wyłączający napęd po przekroczeniu nastawionej wartości siły. Należy zwrócić uwagę na dwa pojęcia i odróżniać dopuszczalny promień gięcia kabla od promienia łuku załomu trasy kabla. Dopuszczalny promień gięcia kabla, to promień, który musi być zachowany, kiedy nie działa siła wzdłużna np. przy wprowadzaniu kabla do urządzeń energetycznych, np. do rozdzielnic, czy na słup linii napowietrznej.

Natomiast promień łuku załomu trasy kabla jest to promień ugięcia kabla na trasie linii kablowej w trakcie zaciągania kabla, kiedy działa siła wzdłużna, wynikająca z jego ciągnięcia przez wyciągarkę. Zaleca się tak ustawiać rolki kątowe w wykopie, aby promień ugięcia kabla nie był mniejszy niż 0,8 m - niezależnie od przekroju żył roboczych.

O ile wytyczne Inwestora nie stanowią inaczej, przy realizacji inwestycji polegającej na budowie linii kablowej należy stosować się do przedstawionych poniżej wytycznych.

Dopuszczalna temperatura

Nie zaleca się budowy linii kablowych, jeżeli temperatura utrzymuje się poniżej 0°C.

Ręczne przenoszenie kabla

Dopuszcza się ręczne przenoszenie kabla pod warunkiem, że:

- kabel będzie uchwycony przez pracowników w obie dłonie,
- kabel w trakcie przenoszenia nie będzie ocierał o podłoże lub inne elementy,
- w trakcie przenoszenia kabla zostaną zachowane minimalne promienia gięcia,
- masa przenoszonych kabli na jednego pracownika nie będzie przekraczać 25 kg,
- odległość pomiędzy pracownikami nie będzie większa niż 4 m.

Zabrania się niesienia kabla na ramieniu.

Mechaniczne zaciąganie kabla, dopuszczalne wartości przy rozciąganiu kabla

Dopuszczalny promień załomu trasy linii kablowej, oraz dopuszczalny promień gięcia kabla (w poziomie, pionie), oraz siłę ciągnięcia podano w tablicy 5.2.

Tablica 5.2 Maksymalna siła ciągnięcia oraz dopuszczalny promień załomu trasy linii kablowej i gięcia kabli NAYY-J 0,6/1kV , NAY2Y-J 0,6/1kV

Liczba i przekrój znamionowy żyły roboczej, n × mm ²	NAYY-J i NAY2Y-J		
	Dopuszczalny promień załomu trasy linii kablowej [m]	Minimalny dopuszczalny promień gięcia kabla [m]	Maksymalna siła ciągnięcia kabla [kN]
4×35 RE	0,8	0,35	2,2
4x70 SE		0,50	3,1
4×150 SE		0,65	5,8
4×240 SE		0,80	8,4
Maksymalna dopuszczalna wartość siły kątowej			1,4

Wyciągarka

Wyciągarkę należy ustawić tak, aby w czasie zaciągania kabla nie zmieniała swojego pierwotnego położenia. Przed uruchomieniem wyciągarki należy ustawić ogranicznik siły zaciągania kabla na wymaganą wartość. Prędkość zwijania liny wyciągarki należy regulować płynnie od zera do pożądanej prędkości, ale nie przekraczać 25 m/min. W trakcie zaciągania kabla należy prowadzić nadzór nad realizowanym zadaniem.

Zaleca się stosowanie wyciągarek z rejestratorem siły.

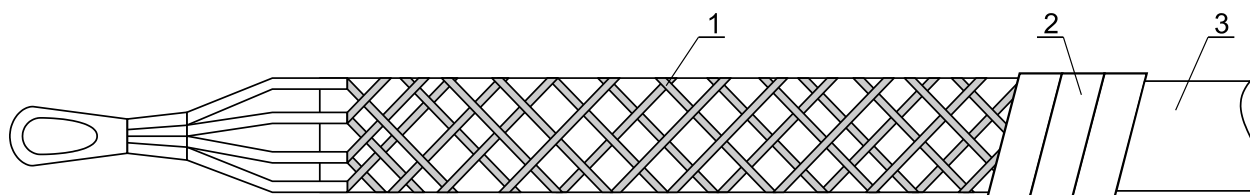
Krętlik

Linę wyciągarki z uchwytem kabla należy łączyć za pomocą krętlika z łożyskiem ślizgowym. Zaleca się zredukowanie siły ciągnięcia kabla co kilkadziesiąt metrów podczas układania kabla, ze względu na swobodną pracę krętlika - zluźowanie.

Zabrania się stosowania krętlików z łożyskiem tocznym, przeznaczonych do linii napowietrznej.

Uchwycenia kabla

Za powłokę kabla poprzez zastosowanie opończy kablowej (Rys. 5.2).



Rys.5.2 Mocowanie opończy kablowej na kablu

1 – opończa kablowa, 2 – taśma zabezpieczająca opończę, 3 – kabel

Odcinanie końca kabla

Długości odcinanych odcinków kabla:

- 110% długości opończy kablowej
- min. 0,5m w przypadku zaciągania kabla za żyłę (przy użyciu głowicy kablowej).

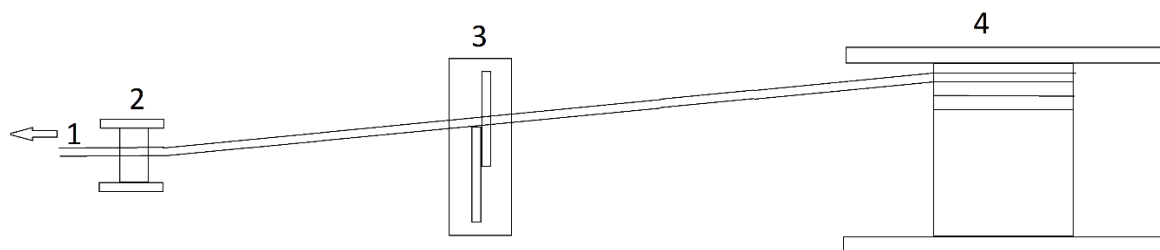
Rolki

Zaciągany kabel należy rozciągać po rolkach:

- typu „V”
- przelotowych,
- kątowych
- innego typu w razie potrzeby.

Rolki typu V

Pomiędzy bębnem z kablem a rolką wskazane jest stosowanie rolki/rolek typu „V” (rys. 5.3)


Rys 5.3 Ustawienie rolek typu V

1 – kabel, 2 – rolka przelotowa, 3 – rolka typu V, 4 – bęben z kablem

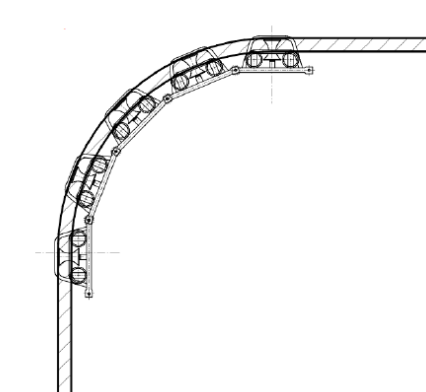
Rolki przelotowe

Rozmieszczone w wykopie kablowym na prostych odcinkach trasy linii kablowej, w takiej odległości od siebie, aby zaciągany kabel nie ocierał o podłoże (rys. 5.4).


Rys. 5.4 Ustawienie rolek przelotowych

Rolki kątowe

Rozmieszczone na całej długości łuku załomu trasy linii kablowej zgodnie z rysunkiem 5.5. Dopuszczalna siła kątowa działająca na rolkę nie może być większa niż 1,4 kN / rolkę.


Rys.5.5 Rozmieszczenie rolek kątowych na trasie załomu linii kablowej

Rolki innego typu

Stosować wg potrzeby.

Ustawienie bębna z kablem

Bęben z kablem lub bębny z kablami w miarę możliwości należy ustawiać prostopadle i symetrycznie do osi trasy linii kablowej, dodatkowo należy pamiętać aby:

- odwijany kabel odchodził z górnej części bębna,
- odległość podłoża od tarczy bębna wynosiła min. 0,3 m,
- oś bębna kablowego była wypoziomowana i wycelowana za pomocą stożków centrujących
- istniała możliwość kontroli prędkości obracania się bębna kablowego w trakcie rozwijania kabla.

Układanie kabla w wykopie kablowym

Kabel należy układać w warstwie piasku budowlanego (gliniastego lub pylastego), zabrania się stosowania żwiru. Stosowanie warstwy piasku nie jest wymagane, jeżeli inwestycja realizowana jest na obszarze, gdzie występuje grunt: mineralny, drobnoziarnisty, mało spoisty lub niespoisty taki jak: piasek, piasek gliniasty, pyły, pył piaszczysty. Minimalną głębokość ułożenia kabli w gruncie podano w tablicy 5.3, o ile uzgodnienia zawarte w projekcie nie stanowią inaczej.

Tablica. 5.3 Minimalna głębokość ułożenia kabli

Poza użytkami: rolnymi, leśnymi, zadrzewionymi	Na użytkach rolnych, leśnych, zadrzewionych
min. 70 cm	min. 100 cm

W gruncie rodzimym służącym do zasypania rowu kablowego nie mogą znajdować się: kamienie, gruzy oraz inne ostre materiały lub elementy.

5.4.5. Oznakowanie linii kablowej**5.4.5.1. Oznaczniki kabli**

Na kablu (na całej długości trasy kabla) założyć czytelne, trwałe oznaczniki kablowe wykonane z elastycznego tworzywa sztucznego zgodnie ze Standardem obowiązującym w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o. Informacja podana na oznaczniku powinna być widoczna, (wysokość znaku min. 5 mm), czytelna (nie dopuszcza się nanoszenia informacji w formie pisma odręcznego), trwała (nieścieralna w procesie pocierania palcem lub tkaniną bawełnianą zamoczoną w cieczy/roztworze o wartości pH $6,0 \div 8,0$), naniesiona mechanicznie/maszynowo. Oznaczniki należy rozmieścić w odległości nie większej niż 5 m jeden od drugiego (oznacznik mocowany do kabla w układzie poziomym opaskami samozaciskowymi o szerokości min. 4 mm).

UWAGA: Zabrania się stosowania oznaczników w postaci zalaminowanej kartki papieru z nadrukiem. Dodatkowo oznaczniki zakładać przy mufach oraz z każdej strony przepustu kablowego.

5.4.5.2. Oznakowanie trasy linii kablowej

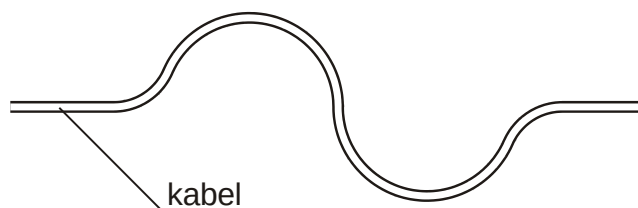
Trasa linii kablowej (ułożonej metodą wykopu otwartego) powinna być oznaczona na całej długości taśmą ostrzegawczą koloru niebieskiego, spełniającą wymogi określone w Standardzie Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia względem powierzchni zewnętrznej kabla lub osłony kabla.

Układanie kilku linii kablowych we wspólnym rowie kablowym

Dopuszcza się układanie kilku linii kablowych we wspólnym rowie kablowym pod warunkiem zachowania minimalnych odległości wynikających z normy N SEP-E-004:2004. Taśmę należy układać spełniając wymogi określone w Standardzie Elektroenergetyczne linie kablowe niskiego napięcia.

Zapas kabla

Należy pozostawić zapas kabla w formie litery „S” o długości minimum 2,0 m przy stanowiskach słupowych (wg rys. 5.6).



Rys. 5.6 Przykład wykonania zapasu kabla przy stanowisku słupowym

Oslony rurowe w gruncie

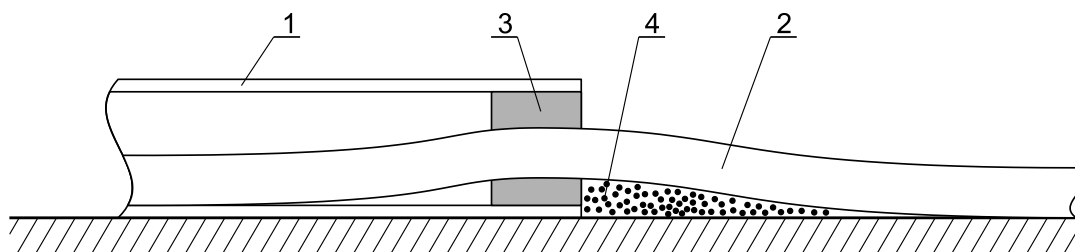
Przed wprowadzeniem kabla do rury osłonowej najpierw należy sprawdzić jej drożność, wszelkie zanieczyszczenia z przepustu należy usunąć, np. poprzez przeciągnięcie walcowej szczotki. Rekomenduje się, aby przed rurą osłonową wykonać wgłębienie w ziemi, aby uniemożliwić dostanie się piasku do rury osłonowej.

Przy wprowadzaniu i wyprowadzaniu kabla z rury osłonowej, powłoka kabla nie może ocierać o krawędź rury osłonowej, należy stosować wpusty rurowe.

W celu zmniejszenia siły tarcia podczas zaciągania kabla w rurach osłonowych należy stosować materiał poślizgowy, obojętny dla powłoki kabla, dedykowany do kabli elektroenergetycznych. Zabrania się stosowania płynu do mycia naczyń.

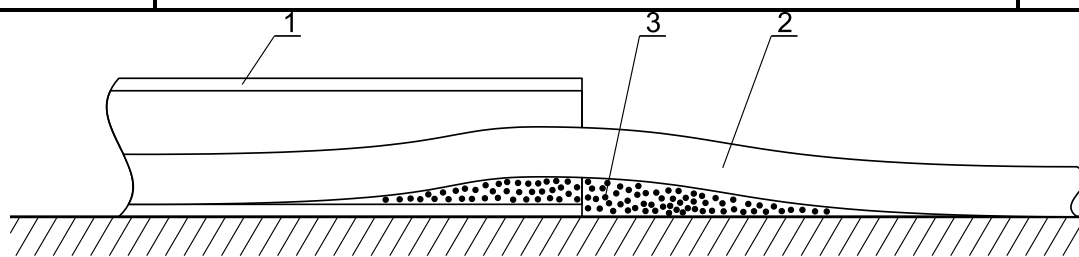
Zabezpieczenia końców osłon rurowych

Końce elementów osłonowych kabla należy zabezpieczyć przed zamulaniem, gniazdowym wkładem uszczelniającym odpornym na oddziaływanie wilgoci oraz nieoddziałującym negatywnie na uszczelniane elementy, zgodnie z rysunkiem 5.7. Zabezpieczenia nie wymagają rury osłonowej o długości do 3 m układanej, jako osłona kabla na skrzyżowaniach/zbliżeniach z istniejącą infrastrukturą techniczną lub roślinnością, wprowadzenie i wyprowadzenie kabla należy wykonać zgodnie z rysunkiem 5.8.



Rys.5.7 Sposób uszczelnienia końca rury osłonowej gniazdowym wkładem

1 – rura osłonowa, 2 – kabel 3 – uszczelnienie w postaci wkładu gniazdowego, 4 - piasek pod kabel (zagęszczony)



Rys. 5.8 Wprowadzenie i wyprowadzenie kabla z rury osłonowej o długości do 3 m
1 – rura osłonowa, 2 – kabel, 3 – piasek pod kabel (mocno ubity)

Rury osłonowe należy układać w rowie kablowym uwzględniając wymagania w zakresie oznakowania jak dla linii kablowej. Taśmę ostrzegawczą należy układać nad każdą rurą ochroną, multikanalem uwzględniając wymagania w zakresie oznakowania jak dla linii kablowej.

Płyty ochronne

Na etapie realizacji inwestycji, w miejscach gdzie w dokumentacji projektowej nie przewidziano zastosowania osłon rurowych przy zbliżeniu lub skrzyżowaniu z inną infrastrukturą, za zgodą ENEA Operator sp. z o. o. dopuszcza się stosowanie płyt ochronnych, co powinno zostać powykonawczo odwzorowane w dokumentacji.

Płyty ochronne wykonane z tworzywa sztucznego PE lub PCV o:

- grubości minimum 2 mm,
- szerokości minimum 250mm
- długości od 500 mm do 1000 mm,
- ryflowane, perforowane.

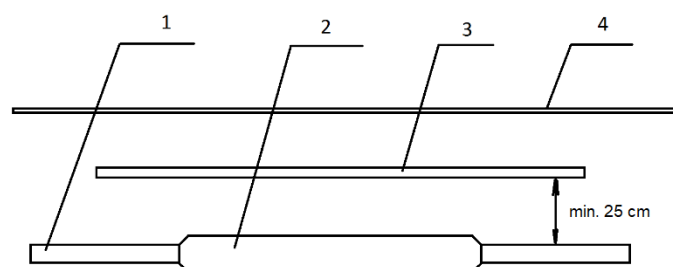
Przynajmniej jedna strona płyty powinna być koloru niebieskiego.

Poszczególne płyty powinny mieć możliwość łączenia ze sobą.

Mufy kablowe

Mufy kablowe, o ile jest to możliwe, należy instalować w miejscach łatwo dostępnych, na prostych odcinkach linii kablowej, poza strefami ochronnymi innej infrastruktury sieciowej, pasami drogowymi, skarpami naturalnymi lub sztucznymi. Mufy należy zabudowywać w gruncie lub zamkniętych kanałach kablowych.

W sytuacjach wyjątkowych dopuszcza się instalacje mufy kablowej przelotowej w gruncie wymagającym zagęszczenia mechanicznego, pod warunkiem zastosowania dodatkowej osłony w postaci płyty ochronnej z PE, PCV, o minimalnych parametrach technicznych jak w punkcie "Płyty ochronne", umieszczonej 25 cm nad kablem - na podsypce piaskowej (rys 5.9).



Rys. 5.9 Ochrona mufy przed uszkodzeniami mechanicznymi w gruntach wymagających zagęszczenia mechanicznego

1 – kabel, 2 – mufa, 3 – płyta ochronna, 4 – taśma ostrzegawcza

5.4.6. Wyznaczenie siły ciągnięcia kabla

Projektowana długość poszczególnych odcinków linii kablowych nie powinna powodować przekroczenia dopuszczalnej siły ciągnięcia kabla podczas jego rozciągania, zgodnie z zależnością poniżej:

$$F_c > F_t$$

gdzie:

F_c - dopuszczalna siła ciągnięcia kabla tablica 5.4,

F_t - całkowita siła tarcia obliczona wg wzorów podanych w tablicy 5.5.

Przyjęte założenia techniczne do obliczeń, należy podać w dokumentacji projektowej.

Założenia techniczne do obliczeń:

- sposób uchwycenia kabla (za powłokę kabla),
- wartość kąta/ kątów oraz długości łuków załomu trasy linii kablowych,
- przyjęty współczynnik μ ,
- kierunek rozciągania kabla.

Dopuszczalną siłę ciągnięcia kabla dla sposobu uchwycenia kabla za powłokę oraz masę kabla podano w tablicy 5.4, natomiast wybrane wzory służące do obliczenia siły tarcia jak i siły kątowej w tablicy 5.5.

Tablica 5.4 Dopuszczalna maksymalna siła ciągnięcia kabla

Liczba i przekrój znamionowy żył $n \times \text{mm}^2$	NAYY-J, NAY2Y-J	
	Orientacyjna masa kabla w kg/km	Maksymalna siła ciągnięcia kabla (opończa) F_c , [kN]
4x35 RE	1058	2,2
4x70 SE	1463	3,1
4x150 SE	2749	5,8
4x240 SE	4341	8,4
Maksymalna dopuszczalna wartość siły kątowej		1,4

„UWAGA: Maksymalna siła ciągnięcia za pomocą opończy nie powinna być większa niż podana przez producenta kabla w specyfikacji technicznej. W przypadku, gdy producent dopuszcza ciągnięcie kabla z siłą większą niż podana w tablicy 5.4 jako maksymalną siłę ciągnięcia należy przyjąć wartość podaną w tablicy 5.4.”

Tablica 5.5 Wzory do obliczeń sił tarcia

Charakterystyka linii kablowej	Wzór
Na prostych odcinkach trasy linii kablowej, wykop poziomy	$F_t = 9,81 \cdot m \cdot L \cdot \mu$ [N]
Na prostych odcinkach trasy linii kablowej, wykop lub przepust pochylony pod kątem nie większym niż 25%	$F_t = 9,81 \cdot m \cdot (\mu \cdot L + /-h)$ [N]
Wartość siły tarcia kabli o rolki kątowne na załomie trasy kablowej	$F_t = (k-1)F_t$ [N]
Wartość siły kątownej	$F_R = \frac{(k \cdot F_t)}{n(R_w + 0,15)}$ [N/rolkę]
Gdzie: m – masa jednostkowa kabla [kg/m], L – długość danego odcinka wykopu lub przepustu [m], μ – współczynnik tarcia wg tablicy 5.6, F_t – suma wartości sił tarcia na wszystkich odcinkach trasy od jej początku do danego załomu [N], k – współczynnik wg tablicy 5.7, n – liczba rolek na załomie trasy linii kablowej, R_w – długość promienia łuku wykopu [m].	

Tablica 5.6 współczynniki tarcia

Podłoże kabla	Wartość μ
rolki kablowe	0,10 - przy rozstawie do 4 m
rura PCV	0,30 – brak materiału poślizgowego 0,20 – z materiałem poślizgowym
rura HDPE	0,35 – brak materiału poślizgowego 0,25 – z materiałem poślizgowym
rura azbestowo-cementowa	0,40 – brak materiału poślizgowego 0,30 – z materiałem poślizgowym
Powłoka uprzednio ułożonego kabla	0,40 – brak materiału poślizgowego 0,20 – z materiałem poślizgowym

Tablica 5.7 Wartość współczynnika k

α [°]	współczynnik μ - 0,10
15	1,03
30	1,05
45	1,08
60	1,11
75	1,14
90	1,17

5.4.7. Projektowanie linii kablowych wzdłuż ulic i dróg.

Na etapie realizacji dokumentacji projektowej przebieg trasy linii kablowej wzdłuż ulic i dróg uzgodnić z zarządcą/właścicielem.

5.5. Układanie kabli w osłonach otaczających umieszczonych w ziemi

W osłonach otaczających - rurach, blokach lub kanalizacji kablowej układa się przede wszystkim kable nieopancerzone. Wyjątek stanowią kable opancerzone wprowadzone do krótkich odcinków rur, przy skrzyżowaniach lub obejściach przeszkód terenowych.

Układane w ziemi rury lub bloki tworzące kanalizację kablową, jak również ciągi kilku rur (np. przy długich przepustach kablowych) powinny być ze sobą szczelnie łączone, aby nie dopuścić do przenikania wody i ich zamulania.

Ponadto rury i bloki należy układać z co najmniej 0,1% spadkiem umożliwiającym odprowadzenie wody kondensacyjnej.

Głębokość umieszczenia osłon otaczających w ziemi mierzona od powierzchni terenu do górnej powierzchni osłony linii kablowej o napięciu nie wyższym niż 30 kV, powinno wynosić co najmniej:

- 40 cm - przy układaniu kabli pod chodnikami,
- 80 cm - przy układaniu kabli w części dróg i ulic przeznaczonych do ruchu kołowego.

Dopuszcza się zmniejszenie podanych głębokości, jeżeli wymusza to:

- konstrukcja istniejących budowli na trasie kabla,
- przeszkoda, której nie można usunąć lub obejść z zachowaniem powyżej podanych odległości.

W jednej rurze lub otworze bloku powinien być ułożony tylko jeden kabel (z wyjątkiem kabli jednożyłowych do 30 kV tworzących układ wielofazowy, kabli sygnalizacyjnych oraz kabla elektroenergetycznego i kabli sygnalizacyjnych przyłączonych do tego samego urządzenia, które mogą być umieszczone w jednej rurze lub w jednym otworze bloku).

Średnica wewnętrzna rury lub otworu w bloku powinna być równa co najmniej 1,5 – krotnej zewnętrznej średnicy wprowadzonego kabla. W przypadku ułożenia kilku kabli w jednej rurze lub otworze bloku powierzchnia przekroju otworu nie powinna być mniejsza niż trzykrotna suma powierzchni przekrojów ułożonych kabli.

Miejsca wprowadzenia kabli do rur i otworów bloków powinny być uszczelnione gniazdowym wkładem uszczelniającym (dławica czopowa), odpornym na oddziaływanie wilgoci zapobiegającym zamulaniu uszczelnianych elementów infrastruktury i nie oddziałującym negatywnie na uszczelniane elementy.

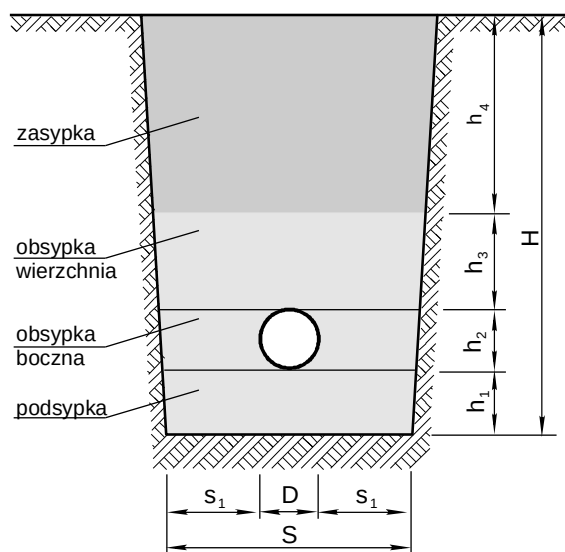
5.6. Układanie rur osłonowych

5.6.1. Układanie rur HDPE w gruncie

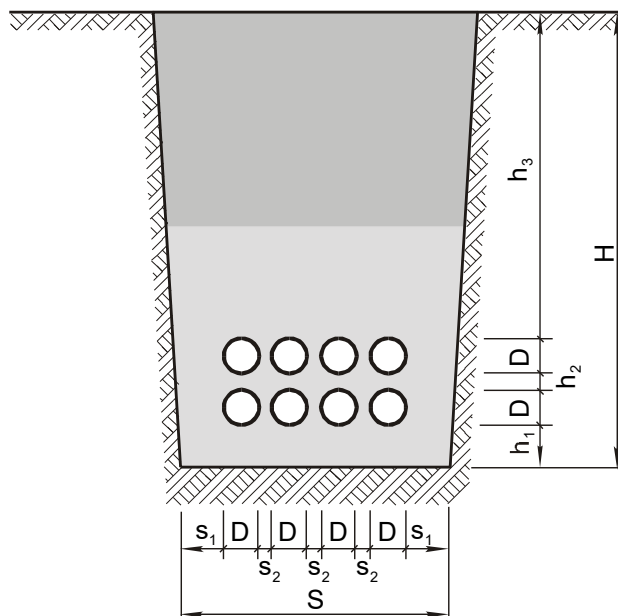
Szczegóły układania rur w gruncie przedstawiono na rys. nr 5.10, 5.11.

W celu prawidłowego ułożenia rur w gruncie należy zastosować się do poniższych wytycznych:

- podsyпка – grubość podsyпки (h_1) nie powinna być mniejsza niż 10 cm, a w gruntach skalistych powinna wynosić 15 cm,
- obsypka boczna – odległość między boczną częścią osłony rurowej a ścianą wykopu (s_1) powinna wynosić co najmniej 10 cm, natomiast wysokość obsypki (h_2) powinna zawierać się w przedziale $10 \text{ cm} \leq h_2 \leq D$,
- obsypka wierzchnia – grubość obsypki (h_3) nie powinna być mniejsza niż 10 cm,
- zasypka – odległość między górną częścią osłony rurowej a powierzchnią gruntu (h_3+h_4) powinna wynosić, co najmniej 50 cm, a w przypadku osłon dzielonych układanych pod drogą (h_3+h_4) ≥ 70 cm i uwzględnić napięcie znamionowe kabla i miejsce jego ułożenia.



Rys. 5.10. Układanie rur w gruncie



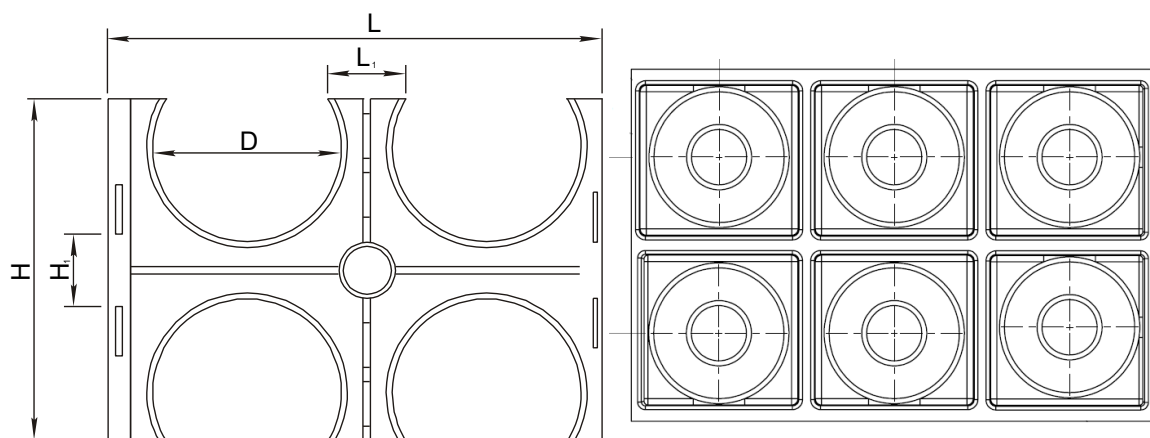
Rys. 5.11. Kanalizacja wielotorowa

Podczas układania kanalizacji wielotorowej należy zachować następujące odległości:

- a) w płaszczyźnie pionowej – $h_2 \geq 2 \text{ cm}$, h_3 - jak pkt 5.6.1d,
- b) w płaszczyźnie poziomej – $s_1 \geq 10 \text{ cm}$,
- c) w płaszczyźnie poziomej – $s_2 \geq 3 \text{ cm}$, a w przypadku osłon dzielonych $s_2 \geq 5 \text{ cm}$.

Uwaga: W przypadku układania rur metodą wykopu otwartego stosować taśmę ostrzegawczą zgodnie z kryteriami przyjętymi dla kabla.

W celu ułatwienia układania kanalizacji wielotorowej oraz zapewnienia ww. odległości zaleca się stosowanie w odstępach ok. 1,5-2,0 m uchwytów dystansowych pokazanych np. na rys. nr 5.12. Dzięki specjalnym połączeniom, uchwyty można montować w zestawy o dowolnej ilości. Uchwytów dystansowych nie stosuje się w przypadku rur dzielonych.



Rys. 5.12. Przykładowe uchwyty dystansowe

L – długość uchwyty,

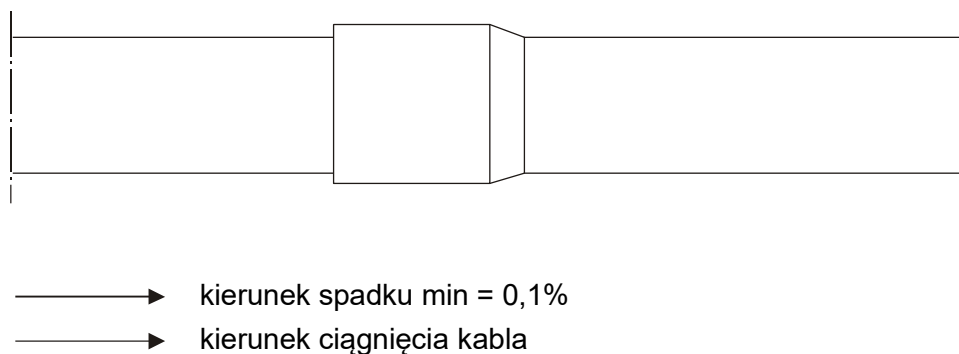
H – wysokość uchwyty,

D – średnica odpowiadająca zewnętrznej średnicy rury,

L_1 – odległość zależna od typu uchwyty, jednak nie mniejsza niż 3 cm,

H_1 - odległość zależna od typu uchwyty, jednak nie mniejsza niż 2 cm.

Rury należy układać ze spadkiem wynoszącym, co najmniej 0,1%.



Rys. 5.13. Pochylenie kanalizacji

Bezpośrednio przed montażem rur wykonanych z polietylenu, należy je chronić przed nadmiernym nagrzaniem promieniami słonecznymi.

Oslony dzielone powinny być ułożone w gruncie tak, aby zamki znajdowały się w pozycji poziomej.

5.6.2. Zagęszczenie gruntu

W celu uniknięcia osiadania gruntu w przyszłości oraz zapewnienia prawidłowej współpracy pomiędzy rurą a gruntem, zaleca się zagęszczenie gruntu do wartości podanych w dokumentacji projektowej. W przypadku układania osłon dzielonych, zagęszczenie podsypki i obsypki nie powinno być mniejsze niż podane przez producenta osłony.

Uwaga: W przypadku zagęszczenia gruntu znajdującego się nad rurą, przy wykorzystaniu płyty wibracyjnej, minimalna grubość warstwy ochronnej powinna wynosić 25 cm.

5.6.3. Dobór osłony rurowej

Zgodnie ze Standardem w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.

Należy stosować rury osłonowe koloru niebieskiego oraz osprzęt do rur, o odporności na uderzenia klasy N (normalna) i ściskanie wyrażoną w niutonach nie mniejszą niż:

- 450 N - rury układane w ziemi bez stałego obciążenia mechanicznego,
- 600 N - rury układane na odcinkach, gdzie występuje zbliżenie z inną infrastrukturą,
- 750 N - rury układane na odcinkach, gdzie występują skrzyżowania.

Podstawowa średnica zewnętrzna osłony rurowej powinna wynosić 75 lub 110 mm. Szczególne przypadki zostały zdefiniowane w pkt 4.2.6.

5.7. Odległości między kablami nie należącymi do tej samej linii kablowej

Najmniejsze dopuszczalne odległości pionowe na skrzyżowaniu i poziome przy zbliżeniu kabli ułożonych bezpośrednio w ziemi podano w tablicy 5.8.

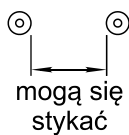
Tablica 5.8 Odległości między ułożonymi bezpośrednio w ziemi kablami nie należącymi do tej samej linii kablowej.

Lp.	Charakterystyka kabli krzyżujących się i zbliżających	Najmniejsza dopuszczalna odległość, [cm]	
		Pionowa na skrzyżowaniu	Pozioma przy zbliżeniu
1	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV z kablami o tym samym napięciu znamionowym lub kablami sygnalizacyjnymi	15	5*
2	Kable sygnalizacyjne i kable przeznaczone do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego przeznaczenia	5	mogą się stykać
3	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi o napięciu znamionowym $1 \text{ kV} < U_N \leq 30 \text{ kV}$	15	25
4	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym $1 \text{ kV} < U_N \leq 30 \text{ kV}$ z kablami tego samego przedziału napięć znamionowych		10
5	Kable różnych użytkowników o napięciu znamionowym do 30 kV		25
6	Kable z mufami innych kabli	nie dopuszcza się	jak lp. 1-5

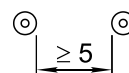
* za wyjątkiem przypadków omówionych w pkt. 5.2.1.

Ilustrację wymagań zawartych w tablicy 5.8 przedstawiono na rys. 5.14 i 5.15.

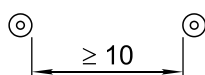
a)



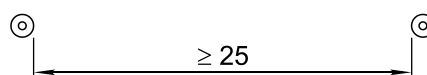
b)



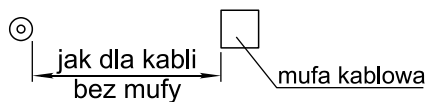
c)



d)

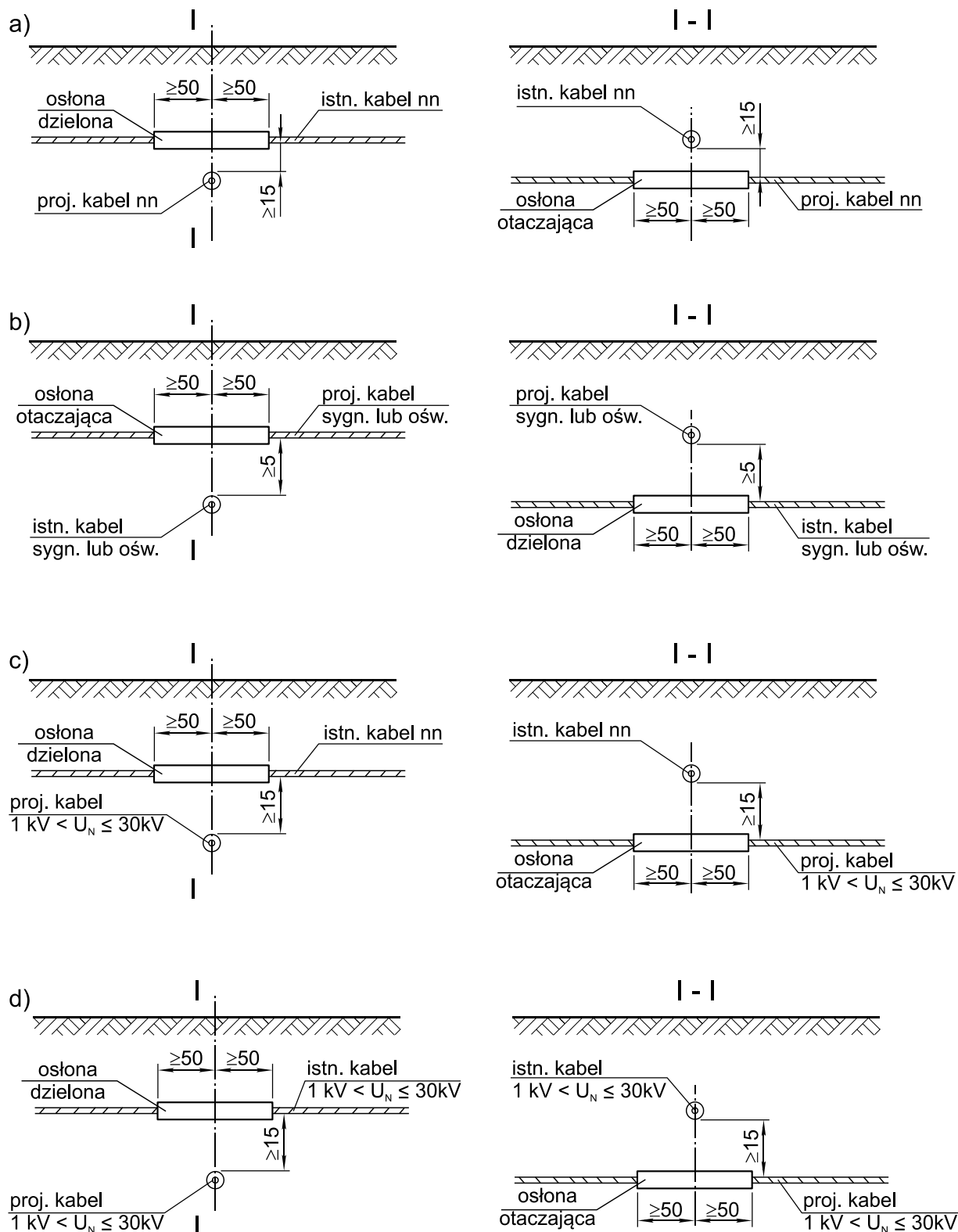


e)



Rys. 5.14 Odległości (w cm) między kablami ułożonymi w ziemi przy zbliżeniach wg N SEP-E-004:2004:

- a) zbliżenie kabli wg lp. 2 tablica 5.8,
- b) zbliżenie kabli wg lp. 1 tablica 5.8,
- c) zbliżenie kabli wg lp. 4 tablica 5.8,
- d) zbliżenie kabli wg lp. 3 i 5 tablica 5.8,
- e) zbliżenie kabli wg lp. 6 tablica 5.8.



Rys. 5.15 Przykładowe przekroje skrzyżowań kabli ułożonych w ziemi wg N SEP-E-004:2004

- a) skrzyżowanie kabli wg lp. 1 tablica 5.8,
- b) skrzyżowanie kabli wg lp. 2 tablica 5.8,
- c) skrzyżowanie kabli wg lp. 3 tablica 5.8,
- d) skrzyżowanie kabli wg lp. 4 i 5 tablica 5.8.

Uwaga: wymiary podano w cm

5.8. Odległości kabli od innych urządzeń podziemnych

Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych podano w tablicy 5.9.

Tablica 5.9 Odległości kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych, wg N SEP-E-004:2004.

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Kable o napięciu znamionowym $U_N \leq 30$ kV.	
		Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm.	
		Pionowa na skrzyżowaniu	Pozioma przy zbliżeniu
1	Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłe, gazowe z gazami niepalnymi	25 + średnica rurociągu	25 + średnica rurociągu
2	Rurociągi z gazami palnymi, gazociągi z gazem ziemnym	20 ³⁾	połowa strefy kontrolowanej, wymaganej dla tego gazociągu ¹⁾
3	Zbiorniki z gazami i cieczami palnymi	nie mogą się krzyżować	200
4	Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	nie mogą się krzyżować	40
5	Sciany budynków i inne budowle, np. przyczółki, z wyjątkiem urządzeń wyszczególnionych w lp. 1, 2, 3, 4	nie mogą się krzyżować	50 ²⁾
6	Skrajna szyna trakcji	100 - między osłoną kabla i stopą szyny; 50 - między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego	250 ²⁾
7	Urządzenia do ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	wg PN-86/E-05003/01. Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.	

1) Szerokość stref kontrolowanych dla gazociągów - zgodnie z Rozporządzeniem Min.Gospodarki z dn. 26.04.2013r. Dziennik Ustaw Poz. 640,

2) Dopuszcza się zmniejszenie odległości podanych w tablicy 5.9 pod warunkiem zastosowania osłon otaczających i uzgodnienia odstępstwa z użytkownikami obiektów,

3) Zgodnie z Rozporządzeniem Min. Gospodarki z dn. 26.04.2013r. Dziennik Ustaw Poz. 640.

Uwaga do poz. 7:

Odległość kabla od uziomu piorunochronnego nie powinna być mniejsza niż 100 cm.

Jeżeli rezystancja uziemienia piorunochronnego jest mniejsza od 10 Ω , dopuszcza się zmniejszenie odległości do:

- 75 cm - dla kabli elektroenergetycznych o napięciu do 1 kV i telekomunikacyjnych,
- 50 cm - dla kabli elektroenergetycznych o napięciu powyżej 1 kV.

Jeżeli zachowanie wymaganych odstępów jest niemożliwe, należy w miejscu zbliżenia ułożyć przegrodę izolacyjną o grubości co najmniej 5 mm (np. osłona HDPE), tak aby odległość w ziemi między kablem a uziomem, mierzona wokół przegrody była nie mniejsza niż 0,1 m.

5.9. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z kablami i z innymi obiektami lub przeszkodami naturalnymi

5.9.1. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z kablami

Skrzyżowania kabli z kablami, podobnie jak z innymi urządzeniami podziemnymi zaleca się projektować pod kątem zbliżonym do 90°.

Każdy z krzyżujących się kabli ułożony bezpośrednio w ziemi powinien być chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania. Zaleca się wykonanie ochrony kabla w postaci osłon otaczających umieszczonych na krzyżowanych kablach.

Przy skrzyżowaniach linia wyższego napięcia powinna być zakopana głębiej niż linia niższego napięcia, a linia elektroenergetyczna lub sygnalizacyjna głębiej niż linia telekomunikacyjna.

W przypadku gdy z uzasadnionych powodów wymagane odległości nie mogą być zachowane, dopuszcza się ich zmniejszenie pod warunkiem, że każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożony bezpośrednio w ziemi będzie chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości co najmniej 50 cm w obie strony od skrzyżowania osłoną otaczającą, a przy zbliżeniu przegrodą.

5.9.2. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z rurociągami

Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami. Jeżeli kabel jest ułożony pod rurociągiem, to miejsce skrzyżowania należy oznaczyć przez ułożenie taśmy ostrzegawczej z tworzywa sztucznego (pkt 5.4.5.2.) nad kablem i na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania.

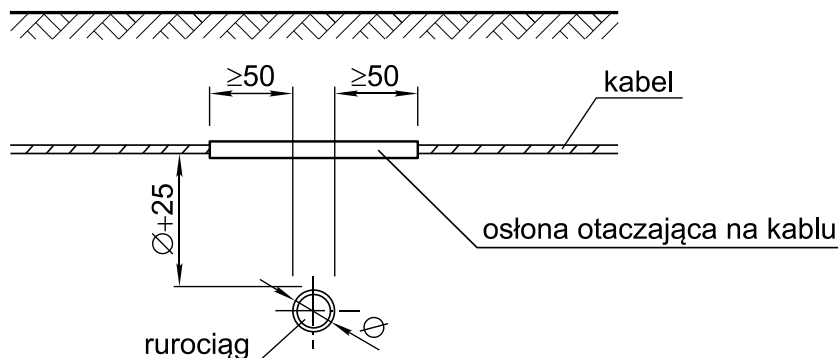
Skrzyżowanie powinno być wykonane pod kątem zbliżonym do 90°.

W miejscu skrzyżowania z rurociągiem kabel powinien być zabezpieczony osłoną otaczającą. Kolizje kabli (skrzyżowania, zbliżenia) z rurociągami, należy każdorazowo uzgadniać z właścicielem rurociągu. Uzgodnienie powinno określać miejsce kolizji oraz techniczne jej rozwiązanie, (zabezpieczenia kabla lub rurociągu, odległości między kolidującymi urządzeniami).

Przykładowy przekrój skrzyżowania kabla elektroenergetycznego pokazano na rys. 5.16.

Dopuszcza się zmniejszenie wymaganych odległości podanych w tabl. 5.9 pod warunkiem:

- wykonania osłony otaczającej kabel, jeżeli kabel jest ułożony nad rurociągiem,
- zastosowania osłony otwartej nad kablem, jeżeli kabel jest ułożony pod rurociągiem.



Rys. 5.16 Przekrój skrzyżowania rurociągu wodociągowego, ściekowego, ciepłego lub gazowego z kablem elektroenergetycznym o napięciu $U_N \leq 30$ kV, wymiary w cm

5.9.3. Skrzyżowania z drogami kołowymi i torowiskami.

Skrzyżowania linii kablowych z drogami kołowymi i torowiskami zaleca się projektować pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w najwęższym miejscu krzyżowanego obiektu.

W miejscach skrzyżowań z drogami o trwałym podłożu (ulice, tory trakcyjne), zaleca się ułożenie rur rezerwowych lub bloków z otworami rezerwowymi w celu umożliwienia ułożenia kabli dodatkowych lub wymiany kabli uszkodzonych bez rozkopywania dróg.

Na etapie projektu, skrzyżowania powinny być uzgodnione z właścicielem drogi lub torowiska, zarówno w zakresie lokalizacji, jak i sposobu jego realizacji.

Najczęstszym warunkiem stawianym przez właściciela, dotyczącym realizacji skrzyżowania (zwłaszcza z drogami o trwałej nawierzchni lub torowiskami) jest metoda przewiertu lub przecisku co narzuca zaprojektowanie odpowiedniej osłony kabla.

Z uwagi na mogące występować w miejscach skrzyżowania z drogami i torowiskami naprężenia mechaniczne oraz drgania, kable należy chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi odpowiednimi osłonami (mechanicznie wytrzymałe rury, bloki betonowe lub kanały).

Minimalna odległość pionowa między górną częścią osłony otaczającej lub kablem a górną powierzchnią drogi powinna być nie mniejsza niż 80 cm dla kabli o napięciu $U_N \leq 30$ kV. Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego winna wynosić co najmniej 50 cm dla kabli o $U_N \leq 30$ kV.

Osłony otaczające powinny wystawać poza:

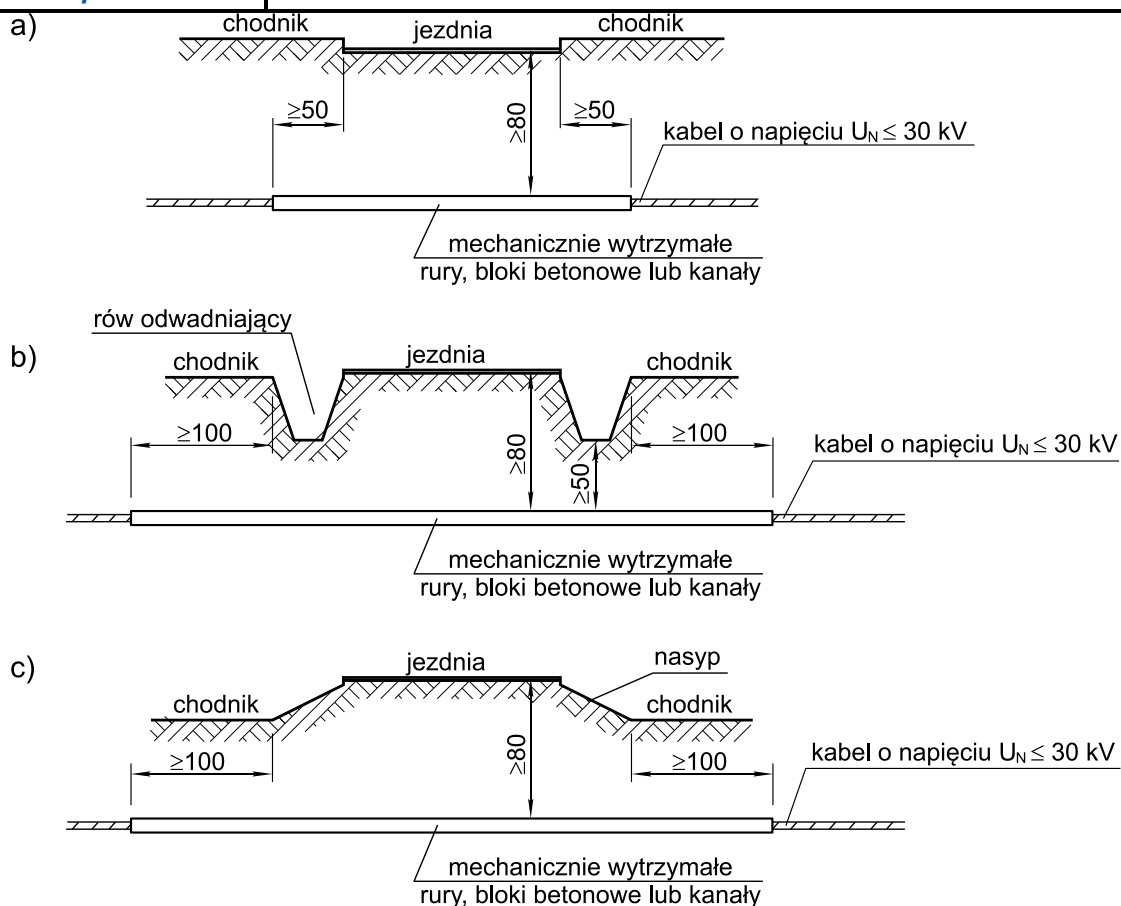
- krawężnik lub krawędź jezdni na długość co najmniej 50 cm z każdej strony dla kabli do 30 kV,
- rów odwadniający lub nasyp drogi co najmniej 100 cm z każdej strony bez względu na wartość napięcia.

Kable elektroenergetyczne krzyżujące tory szynowe muszą być dodatkowo chronione przed wpływem prądów błędzących. Decydują tu własności ochronne zewnętrznych powłok kabla.

Minimalne odległości między osłoną kabla i stopą szyny oraz osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego tor kolejowy lub tramwajowy, podane są w tablicy 5.9.

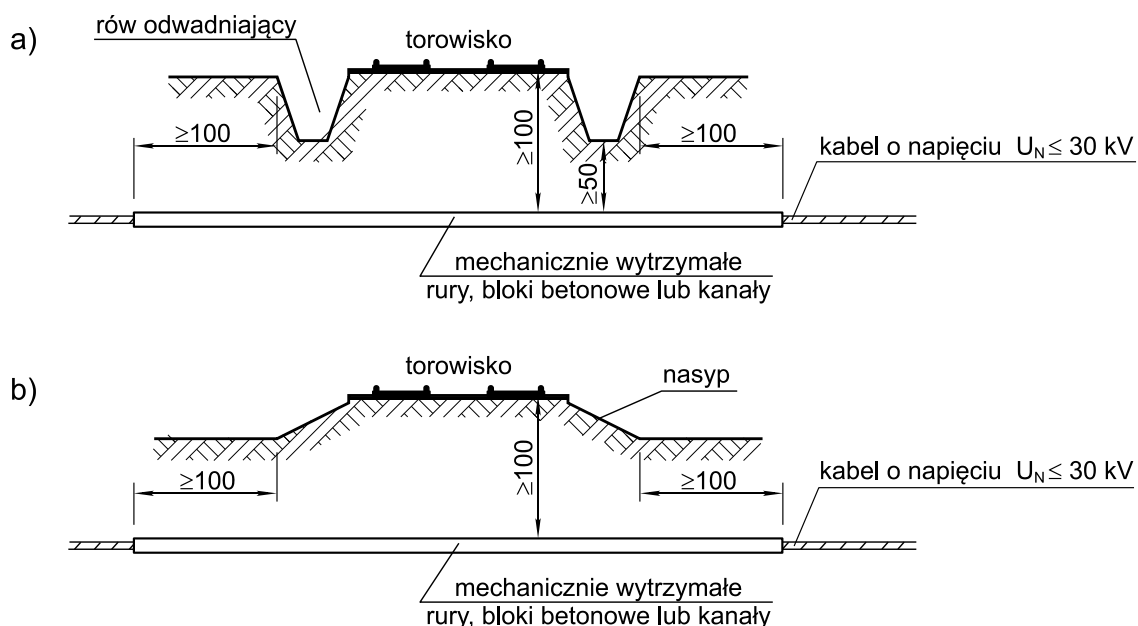
Osłony otaczające powinny wystawać na długość co najmniej 100 cm z każdej strony toru poza krawędź toru lub nasypu.

Przykładowe przekroje skrzyżowań kabli z drogami kołowymi oraz torowiskami przedstawiono na rys. 5.17. i 5.18. Wymiary podano w cm.



Rys. 5.17 Przykładowe przekroje skrzyżowań kabli elektroenergetycznych:

- a) z drogą kołową z krawężnikami (ulicą),
- b) z drogą kołową z rowami odwadniającymi,
- c) z drogą kołową na nasypie.



Rys. 5.18 Przykładowe przekroje skrzyżowań kabli elektroenergetycznych:

- a) z torowiskiem z rowami odwadniającymi,
- b) z torowiskiem na nasypie.

Podstawą do wykonania przewiertu, przecisku pod drogą, torowiskiem jest profil skrzyżowania, umieszczony w dokumentacji projektowej.

5.9.4. Skrzyżowania linii kablowych z rzekami i innymi szlakami wodnymi.

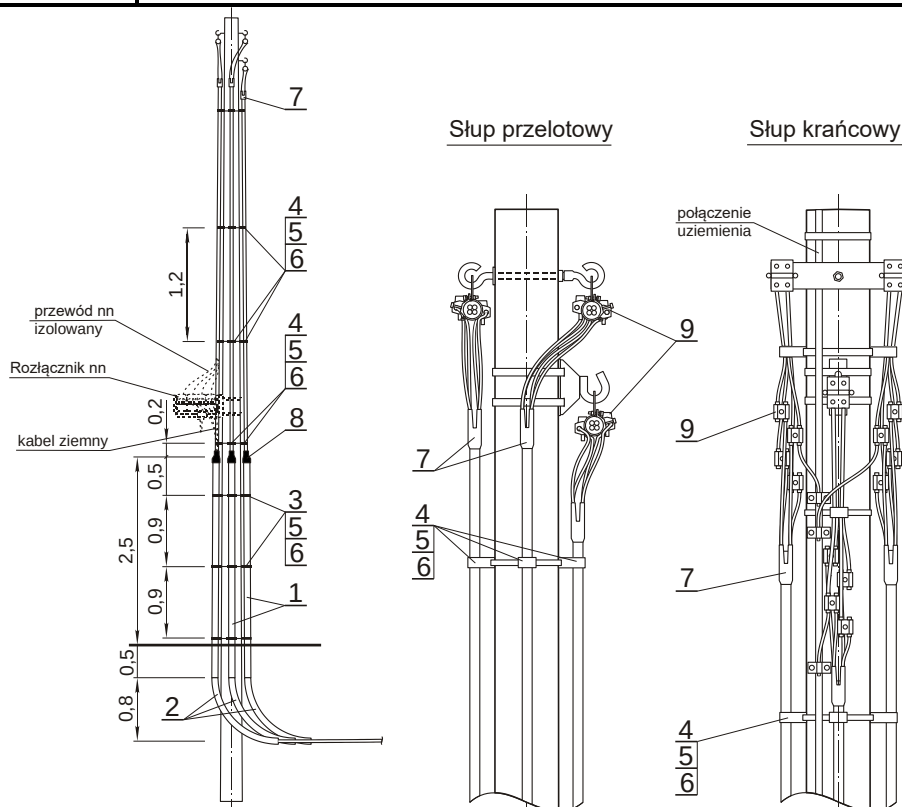
Na etapie realizacji dokumentacji projektowej, profil skrzyżowania linii kablowej z rzekami i innymi szlakami wodnymi uzgodnić z zarządcą/właścicielem.

Podstawą do wykonania przewiertu, przecisku pod rzeką jest profil skrzyżowania, umieszczony w dokumentacji projektowej.

6. Wprowadzenie kabli nn na słupy linii napowietrznych

W praktyce bardzo często zachodzi potrzeba wprowadzenia kabli na słup linii napowietrznej, np. w przypadku: zmiany linii kablowej na napowietrzną, skablowania odcinka linii napowietrznej, wprowadzenia kabli na słup stacji transformatorowej SN/nn.

W niniejszym rozdziale pokazano przykładowo wybrane rozwiązania, które można stosować w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.



Rys. 6.1. Wprowadzenie kabli nn na słupy P i K linii napowietrznej izolowanej - zestawienie materiałów – strona 40

Uwagi:

- 1) Kabel układać na słupie zgodnie z normą N SEP-E-004.
- 2) Kabel elektroenergetyczny wprowadzany na słup linii napowietrznej może być przyłączony do przewodów linii bezpośrednio lub za pomocą łącznika słupowego nn zgodnie z tabelą 5.10.

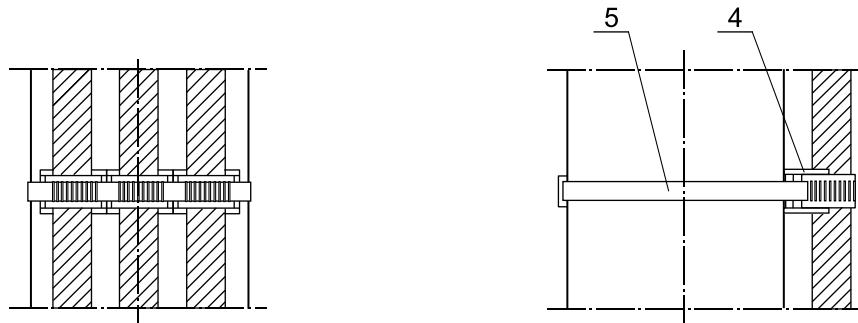
Tabela 5.10 Zakres poszczególnych sposobów przyłączenia kabla do przewodów linii napowietrznej

Dopuszcza się przyłączenie kabla do przewodów linii napowietrznej:	Typ kabla
• bezpośrednio (zacisk nn) – przykład na rys. 7.2	NAYY-J 4x35 mm ²
• bezpośrednio (zacisk nn, przykład rys. 7.2) lub za pośrednictwem łącznika słupowego* (rys. 7.3) lub zacisków nn (rys. 7.4) lub poprzez szafę kablową SK lub szafę kablową pomiarową SKP - decyduje ENEA Operator	NAYY-J 4x70 mm ² NAY2Y-J 4x150 mm ²
• za pośrednictwem łącznika słupowego* (rys. 7.3) lub zacisków nn (rys. 7.4) lub poprzez szafę kablową SK lub szafę kablową pomiarową SKP – decyduje ENEA Operator	NAY2Y-J 4x240 mm ²
Uwaga: pomiędzy przewodami linii napowietrznej a rozłącznikiem słupowym lub zaciskami na kablu stosować przewód izolowany, np. NFA2X 4x □ mm² (AsXSn 4x □ mm²) o przekroju nie mniejszym niż przekrój przewodu linii napowietrznej. Przykłady połączeń przedstawiono na rys. 7.2, 7.3 i 7.4 * – w przypadku, gdy kabel ze słupa jest wprowadzony do złącza lub szafy kablowej w obrębie słupa stosowanie łącznika słupowego nie jest obligatoryjne.	

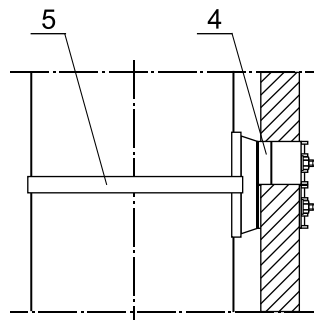
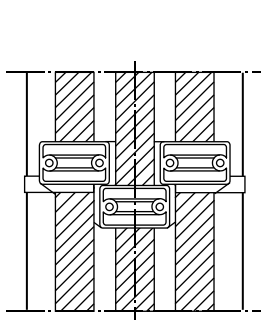
Rysunki: 7.2, 7.3, 7.4 o których mowa w tabeli powyżej, przedstawiają linię izolowaną. Dla połączeń linii kablowej z linią napowietrzną nieizolowaną, należy stosować analogiczne rozwiązania wykorzystując dedykowane zaciski nn, zapewniające szczelność połączenia i ochronę izolacji żyły przed UV.

Przykładowe szczegóły mocowania

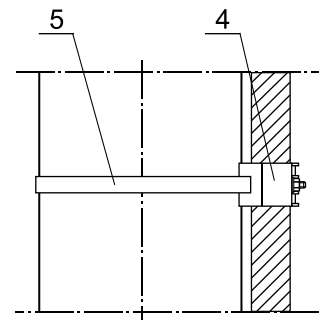
Trzy uchwyty pojedyncze



Uchwyt potrójny



Uchwyt pojedynczy



Rys. 6.2. Szczegóły mocowania kabli do żerdzi słupa

Zestawienie materiałów

9	Zacisk odgałęźny przebijający izolację	☐	☐	szt.	☐	☐	
8	Kształtka uszczelniająca	☐	☐	szt.	1	-	Do poz. 1
7	Czteropalczatka uszczelniająca	☐	☐	szt.	☐	-	Do uszczelnienia kabla 1 szt. dla 1 kabla
6	Klamerka	☐	☐	szt.	☐	0,015	Do poz. 5, 1 szt. / 1 zwój taśmy
5	Taśma stalowa 20x0,4	☐	☐	m	☐	0,07	Do mocowania poz. 1, 3 i 4
4	Uchwyt dystansowy do kabla	☐	☐	szt.	☐	0,03	Sposób mocowania str. 40
3	Ramka do mocowania rury	RK ☐	☐	szt.	☐	☐	3 szt. dla 1 rury
2	Kolanko ochronne HDPE 90° R=800 mm	Ø ☐	☐	szt.	☐	☐	Do poz. 1
1	Ośłona rurowa HDPE dł. 3,0 m do kabla	Ø ☐	☐	szt.	☐	☐	Ø min. 50 mm, gr. ścianki min.4,3 mm
Lp.	Wyszczególnienie	Producent		Jedn.	Ilość	Masa jedn., [kg]	Uwagi

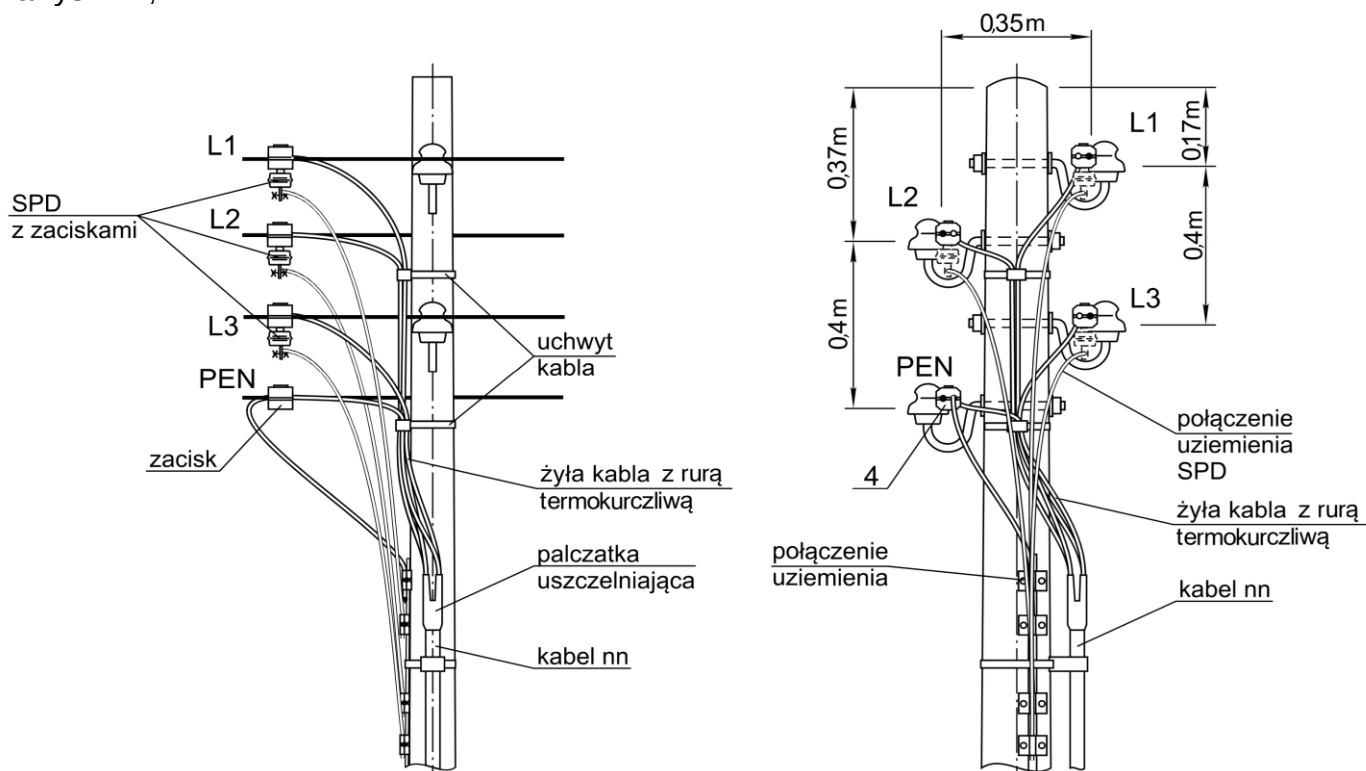
7. Ochrona kabli od przepięć

Ochronę kabli elektroenergetycznych od przepięć należy realizować zgodnie z wytycznymi podanymi w standardach ENEA Operator.

Wartość rezystancji uziemienia odgromowego słupów linii nn nie może przekraczać 10 Ω .

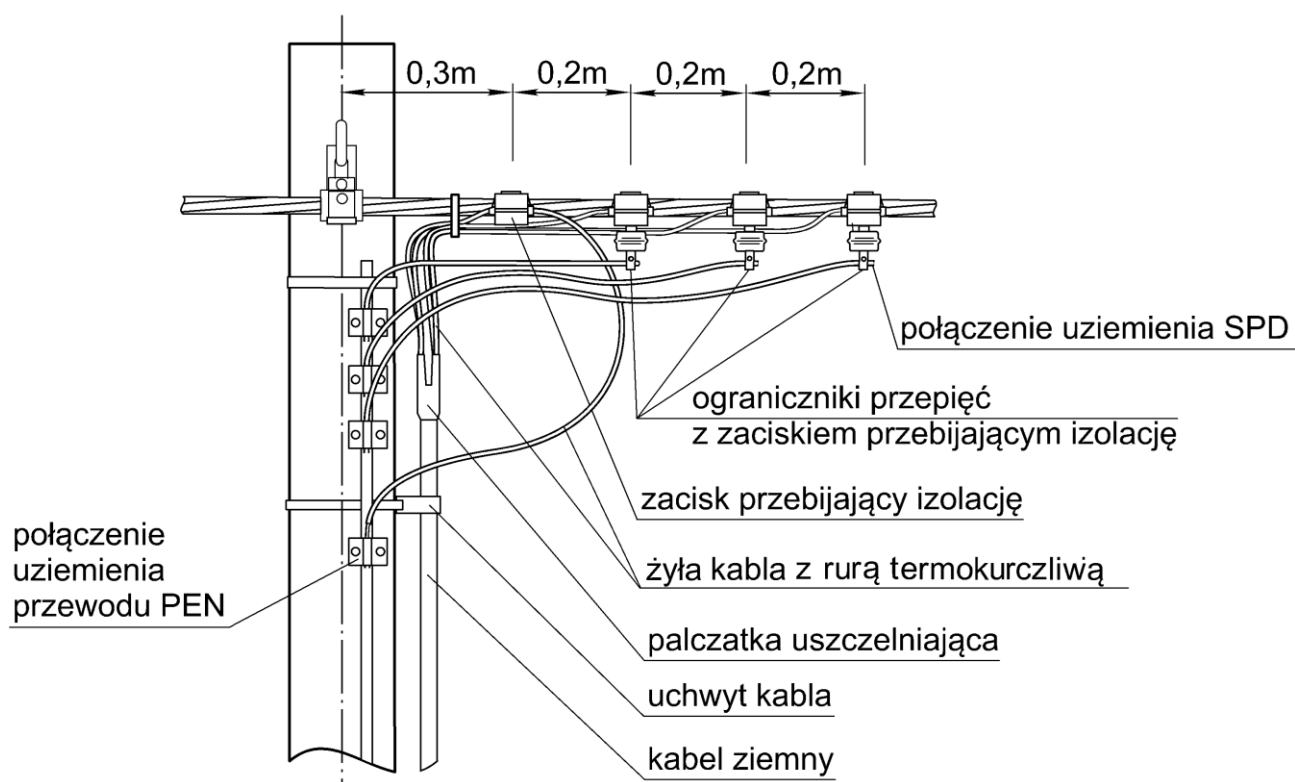
Przy doborze ograniczników przepięć należy uwzględnić rodzaj chronionego urządzenia oraz warunki sieciowe.

Przykłady instalowania ograniczników przepięć nn (SPD) przedstawiono na rys. 7.1, 7.2.

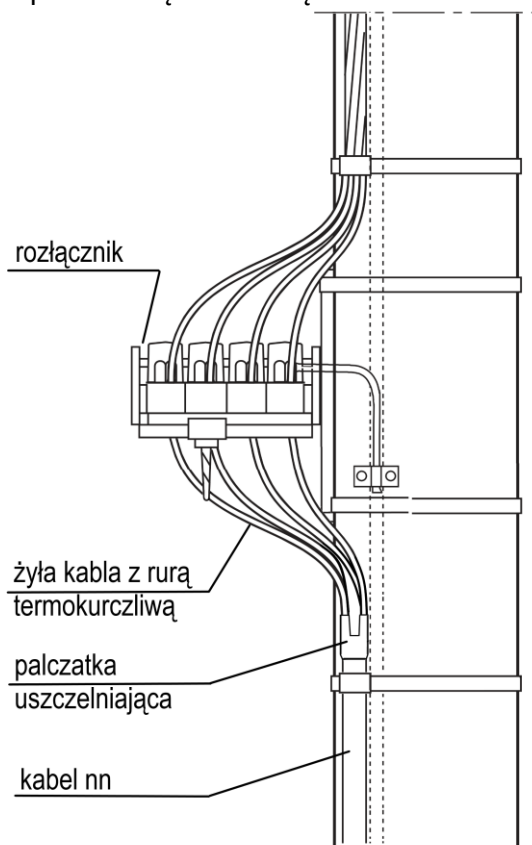


Rys. 7.1. Ograniczniki przepięć (SPD) na słupie przelotowym P linii nn
- połączenie linii kablowej z linią napowietrzną z przewodami gołymi.

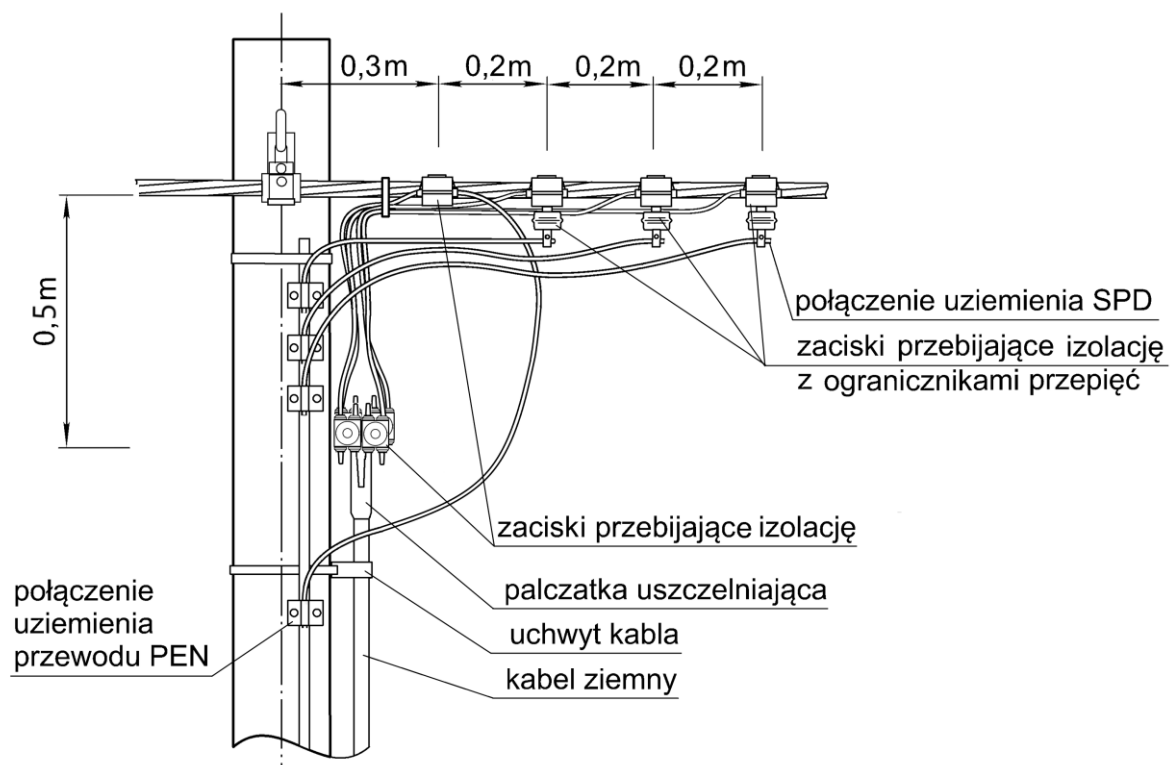
Słup przelotowy



Rys. 7.2. Ograniczniki przepięć (SPD) na słupie P linii nn
- połączenie linii kablowej z linią napowietrzną izolowaną.



Rys. 7.3. Rozłącznik na słupie
- wprowadzenie linii kablowej do rozłącznika.



Rys. 7.4. Połączenie linii kablowej z linią napowietrzną za pośrednictwem zacisków.