
Elektroenergetyczne linie kablowe średniego napięcia

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



Uchwałą nr 202/2026 Zarządu ENEA Operator sp. z o.o.
zatwierdzono do stosowania
z dniem 01.07.2026 r.

Opracowanie zastępuje wersję nr 12.2023 zatwierdzoną
Uchwałą nr 7/2024 Zarządu ENEA Operator sp. z o.o.

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

Łukasz Piasek

Wersja 03.2026

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	4
2	ZAKRES OPRACOWANIA	4
3	PRZEPISY I NORMY	4
4	LINIE KABLOWE ŚREDNIEGO NAPIĘCIA	7
4.1	Wymagania ogólne	7
4.2	Kable elektroenergetyczne	7
4.3	Zastosowanie kabli	8
4.4	Dobór kabli	8
5	OSPRZĘT KABLOWY	9
5.1	Wymagania ogólne dla muf i głowic kablowych	9
5.2	Mufy przelotowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej	9
5.3	Mufy przejściowe do łączenia kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej z trójżyłowymi o izolacji papierowej	9
5.4	Głowice kablowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej	9
5.5	Montaż osprzętu kablowego	10
6	BUDOWA LINII KABLOWEJ	10
6.1	Układanie kabli	10
6.2	Oznakowanie linii kablowej	10
6.3	Oznakowanie trasy linii kablowej	10
6.4	Oznakowanie kabli w stacjach transformatorowych, złączach/szafach kablowych przy stanowiskach słupowych	11
6.5	Układanie kilku linii kablowych we wspólnym rowie kablowym	11
6.6	Zapas kabla	11
6.7	Instalacja kabla na słupie / stacji słupowej	11
6.8	Ochrona kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi w ziemi	12
7	UZIEMIENIE ŻYŁ POWROTNYCH	12
8	KABLE ELEKTROENERGETYCZNE – WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE	13
8.1	Produkcja kabli	13
8.2	Budowa i parametry kabla	13
9	WYMAGANIA W ZAKRESIE OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ	18
10	WYMAGANIA DODATKOWE	18
11	DOKUMENTACJA LINII KABLOWEJ ŚREDNIEGO NAPIĘCIA	19
11.1	Dokumentacja projektowa	19
11.2	Dokumentacja powykonawcza	21
12	BADANIA ODBIORCZE	22
13	WYMAGANIA DLA KANALIZACJI OPTOTELEKOMUNIKACYJNEJ	22
13.1	Wymagania ogólne z zakresie układania rurociągu kablowego kabla optotelekomunikacyjnego (wtórnik światłowodowego)	22
13.2	Ułożenie wtórnika	22
13.3	Rury ochronne w ziemi	23
13.4	Wymagania do projektu w zakresie sieci optotelekomunikacyjnej	23
13.5	Wymagania w zakresie dokumentacji powykonawczej	23
14	ZASTOSOWANIE INNYCH ROZWIĄZAŃ	23
	ZAŁĄCZNIK NR O-1. OSPRZĘT KABLOWY	23

Spis tablic i rysunków

Tablica 1. Minimalna średnica rdzenia bębna transportowego w zależności od przekroju żyły	7
Tablica 2. Wymagane cechowanie klasy reakcji na ogień dla kabli średniego napięcia	8
Tablica 3. Kable elektroenergetyczne przyjęte do stosowania	
Tablica 4. Grubość ścianki rury osłonowej na słupie	12
Tablica 5. Najmniejsze i największe średnice żył wielodrutowych o określonej liczbie drutów	14
Tablica 6. Grubość izolacji z polietylenu sieciowanego	15
Tablica 7. Maksymalna rezystancja żyły powrotnej o długości 1 km	16
Tablica 8. Minimalna grubość powłoki zewnętrznej	17
Tablica 9. Średnica zewnętrzna kabla	18
Rys. 1. Widok przykładowego oznacznika kablowego	10
Rys. 2. Przykładowe widoki dodatkowej taśmy ostrzegawczej	11
Rys. 3. Sposób przyłączenia żył powrotnych kabla do instalacji uziemiającej	13
Rys. 4. Metodologia pomiaru grubości izolacji w celu wyznaczenia wartości średniej	15
Rys. 5. Pomiar grubości powłoki zewnętrznej	17
Rys. 6. Pomiar średnicy zewnętrznej kabla. Oznaczenie miejsc pomiarowych	17
Tablica O-1. Mufy przelotowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej	24
Tablica O-2. Mufy przejściowe do łączenia kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej z trójżyłowymi o izolacji papierowej	24
Tablica O-3. Głowice kablowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej (wnętrzne, napowietrzne)	24

1 WPROWADZENIE

Standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o. dla elektroenergetycznych linii kablowych SN (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 15 kV i 20 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 SN nowo budowanych, przebudowywanych i remontowanych.

Opracowanie dotyczy:

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

Niniejsze opracowanie nie dotyczy prac związanych z usuwaniem awarii w liniach kablowych SN wykonanych kablami o izolacji papierowo-olejowej.

3 PRZEPISY I NORMY

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

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2025 poz.418).
- [2] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717, z późniejszymi zmianami).
- [3] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. 2019 poz. 1396, z późniejszymi zmianami).
- [4] Ustawa o wyrobach budowlanych z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 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] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie oceny systemów oceny zgodności, wymagań, jakie powinny spełniać notyfikowane jednostki uczestniczące w ocenie zgodności, oraz sposobu oznaczania wyrobów budowlanych oznakowaniem CE. (Dz.U. Nr 195, poz. 2011).
- [7] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U.2019, poz.1830).
- [8] Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 7 lipca 2021 r. zmieniające rozporządzenie 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. 2021 poz. 1304).

- [9] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/3110 z dnia 27 listopada 2024 r. w sprawie ustanowienia zharmonizowanych zasad wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylenia rozporządzenia (UE) nr 305/2011 (Dz.U. L z 18.12.2024)
- [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] PN-HD 629.1 S2 : – termin stosowania do dnia 31.12.2026r. Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6(7,2) kV do 20,8/36(42) kV - Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej
- [12] PN-HD 629.1 S3 Wymagania dotyczące badań osprzętu kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe od 3,6/6(7,2) kV do 20,8/36(42) kV – Część 1: Osprzęt do kabli o izolacji wytłaczanej
- [13] PN-HD 629.2 S2 Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6(7,2) kV do 20,8/36(42) kV - Część 2: Kable o izolacji papierowej i przesyczonej
- [14] N SEP-E-004:2022-08 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
- [15] PN-E-05125:1976 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe - Projektowanie i budowa
- [16] PN-EN 61238-1:2004 termin stosowania do dnia 31.12.2026r. Zaciskowe i mechaniczne złącza kabli energetycznych na napięcie znamionowe nieprzekraczające 36 kV ($U_m = 42$ kV) – Część 1: Metody badania i wymagania
- [17] PN-EN IEC 61238-1-3 Zaciskane i śrubowe złączki do kabli energetycznych. – Część 1-3: Metody badań i wymagania dotyczące złączek zaciskanych i śrubowych do kabli energetycznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) do 36 kV ($U_m = 42$ kV) badanych na żyłach odizolowanych
- [18] PN-HD 620 S3 cz. 10R Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej na napięcia znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV i nieprzekraczające 20,8/36 (42) kV
- [19] PN-EN 12613 Oznakowanie wizualne ostrzegające z tworzyw sztucznych stosowane podczas układania kabli i rurociągów podziemnych
- [20] PN-EN ISO 9969 Rury z tworzyw termoplastycznych – Oznaczenie sztywności obwodowej
- [21] PN-EN 61386-1 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów – Część 1: Wymagania ogólne
- [22] PN-EN 61386-24 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów – Część 24: Wymagania szczegółowe – Systemy rur instalacyjnych układanych w ziemi
- [23] 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
- [24] PN-HD 605 S2 Kable elektroenergetyczne – Dodatkowe metody badań
- [25] PN-HD 605 S3 Kable i przewody elektryczne. Dodatkowe metody badania

- | | | |
|-------------|----------------------|--|
| [26] | PN-EN 50575 | Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne - Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej |
| [27] | PN-EN 60332 | Badanie palności kabli i przewodów elektrycznych i światłowodowych |
| [28] | PN-EN 60228 | Żyły przewodów i kabli |
| [29] | PN-EN 60811-201:2012 | Kable i przewody elektryczne oraz światłowodowe – Metody badań materiałów niemetalowych – Część 201: Badania ogólne – Pomiar grubości izolacji |
| [30] | | 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. |
| [31] | | 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. |
| [32] | | Zasady ochrony przed przepięciami linii i stacji elektroenergetycznych WN, SN oraz nn w spółkach OSD. PTPIREE 2020 |

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 średniego napięcia, należy projektować i budować zgodnie z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, oraz zasadami współczesnej wiedzy technicznej.

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 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 kapturków przeznaczonych do danej średnicy zewnętrznej kabla,
- b) sprawdził średnicę zewnętrzną kabla zgodnie z pkt. 8.2.5.
- c) sprawdził czy kabel został nawinięty na bęben transportowy o prawidłowej średnicy rdzenia, zgodnie z wymaganiem przedstawionym w tablicy 1.

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

Przekrój \ Typ kabla	Minimalna średnica rdzenia bębna transportowego [mm]			
	Kabel nawinięty przez producenta		Kabel przewinięty	
	XUHAKXS1 XnUHAkXS1	XRUHAKXS1 XnRUHAKXS1	XUHAKXS1 XnUHAkXS1	XRUHAKXS1 XnRUHAKXS1
1 x 70 RMC	700	720	1000	1000
1 x 150 RMC	780	800	1100	1100
1 x 240 RMC	880	880	1200	1200

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

4 LINIE KABLOWE ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

4.1 Wymagania ogólne

W sieciach ENEA Operator sp. z o.o. jako podstawowe rozwiązanie dla linii kablowych SN przyjmuje się system trzech kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej z polietylenu sieciowanego ułożonych w układzie trójkątnym. Linie kablowe SN należy budować zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, aktualnymi normami i powszechnie uznanymi zasadami wiedzy technicznej oraz rozwiązaniami przewidzianymi w katalogach.

4.2 Kable elektroenergetyczne

4.2.1 Ogólne wymagania stawiane kablom elektroenergetycznym SN o izolacji wytłaczanej z polietylenu sieciowanego typu:

- a) XUHAKXS1 (XnUHAkXS1), XRUHAKXS1 (XnRUHAKXS1), spełniającym wymogi normy **[18]**

Gdzie:

- (X) powłoka zewnętrzna kabla z polietylenu HDPE, odpornego na promieniowanie UV, spełniającego w tym zakresie wymagania **[24]** pkt. 2.4.23 oraz wymagania przedstawione w pkt. 8.2.4 niniejszego Standardu, wykonana zgodnie z **[18]**.
- (Xn) uniepalniona powłoka zewnętrzna kabla wykonana z polietylenu HDPE (X), co najmniej w klasie reakcji na ogień Eca.
- (R) uszczelnienie poprzeczne
- (U) uszczelnienie wzdluzne,
- (H) kabel o promieniowym rozkładzie pola elektromagnetycznego,
- (A) żyła robocza kabla wykonana z aluminium, okrągła wielodrutowa zagęszczona (RMC) o przekrojach: 70 mm², 150 mm², 240 mm², w drugiej klasie giętkości wykonana zgodnie z **[18]**,
- (K) kabel wykonany zgodnie z normą **[18]**,
- (XS) izolacja kabla z polietylenu sieciowanego wykonana zgodnie z **[18]**,
- (1) typ kabla zgodnie z **[18]**

Tablica 2. Wymagane cechowanie klasy reakcji na ogień dla kabli średniego napięcia

Cechowanie	Zastosowanie	Wymaganie dodatkowe
Eca	Kabel 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 [26] i [27].
Fca	Kabel stosowany do układania w rowie kablowym oraz wprowadzany do stacji elektroenergetycznej 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 Fca, dopuszcza się badania/testy przeprowadzone przez producenta. W przypadku klasy Eca wymaga się przeprowadzenia badań przez stronę trzecią, niezależne laboratorium lub laboratorium producenta pod warunkiem, że posiada ono akredytację na wykonywanie badań zgodnie z PN-EN 60332-1-2 lub EN 60332-1-2.		

Szczegółowe wymagania stawiane kablom SN zostały zawarte w punkcie 8.

4.2.2 Typoszereg kabli średniego napięcia przejmowanych do eksploatacji przez ENEA Operator sp. z o.o.

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

Tablica 3. Kable elektroenergetyczne przyjęte do stosowania w liniach kablowych SN w ENEA Operator

Napięcie znamionowe kabla U_0/U w kV	Typ kabla		Przekrój żyły kabli w mm ²	
			roboczej	powrotnej
12/20	XUHAKXS1 XnUHAkXS1	XRUHAKXS1 XnRUHAKXS1	70	25
12/20	XUHAKXS1 XnUHAkXS1	XRUHAKXS1 XnRUHAKXS1	150	25
12/20	XUHAKXS1 XnUHAkXS1	XRUHAKXS1 XnRUHAKXS1	240	25

4.3 Zastosowanie kabli

Kable o izolacji wytłaczanej z polietylenu sieciowanego typów: XUHAKXS1 (XnUHAkXS1), XRUHAKXS1 (XnRUHAKXS1) stanowią podstawowe rozwiązanie techniczne w sieciach kablowych w ENEA Operator sp. z o.o. i przeznaczone są do układania bezpośrednio w ziemi, przeciskach, przewiertach, powietrzu (przy wprowadzeniu kabla na słup), budynkach lub kanałach kablowych.

4.4 Dobór kabli

Dobór kabli zgodnie z wytycznymi podanymi w załączniku A-1.

5 OSPRZĘT KABLOWY

5.1 Wymagania ogólne dla muf i głowic kablowych.

Osprzęt kablowy powinien spełniać wymogi zawarte w normie [11] lub [12], [13], [16] lub [17] oraz posiadać cechę umożliwiającą identyfikację zakładu produkcyjnego producenta. Zestaw kablowy powinien zawierać wszystkie komponenty wymagane do montażu mufy, głowicy kablowej i ich instrukcję montażu.

5.2 Mufy przelotowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej.

Do łączenia kabli elektroenergetycznych średniego napięcia o izolacji wytłaczanej należy stosować kompletne zestawy muf kablowych, spełniające wymagania określone w normie [11] lub [12], badania typu: [B1(I) + B2] oraz dodatkowe wymagania zawarte w tabeli O-1 w załączniku nr O-1.

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

5.3 Mufy przejściowe do łączenia kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej z trójżyłowymi o izolacji papierowej.

Do łączenia kabli elektroenergetycznych średniego napięcia o izolacji wytłaczanej z kablami o izolacji papierowo-olejowej należy stosować kompletne zestawy muf kablowych, spełniające wymagania określone w normie [13], badania typu: [B1(I) + B2] oraz dodatkowe wymagania zawarte w tabeli O-2 w załączniku nr O-1.

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).

5.4 Głowice kablowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej.

Do przyłączenia kabli elektroenergetycznych średniego napięcia o izolacji wytłaczanej należy stosować kompletne zestawy głowic kablowych wewnętrznych, napowietrznych, spełniające wymagania normy [11] lub [12], badania typu: [A1 + A2 + A3] oraz dodatkowe wymagania zawarte w tabeli O-3 w załączniku nr O-1.

Głowice konektorowe powinny być dotykowo bezpieczne i zapewniać odprowadzanie ładunków powierzchniowych. Muszą one spełniać wymagania normy [11] lub [12]:

- dla głowic na przepusty typu C (630 A) badania typu: [D1 + D2],
- dla głowic na przepusty typu A (250 A) badania typu: [D1 + D2],
- dla głowic na przepusty typu A (250 A) z „okiem eksploatacyjnym” (ang. *operating eye*) badania typu: [D1 + D2 + D3].

Wymiary interfejsu typu A i typu C zgodnie z normą PN-EN 50180.

W przypadku zastosowania głowic konektorowych z sensorami dopuszcza się stosowanie wyłącznie sensorów napięciowych posiadających wspólne badania z głowicą kablową konektorową wg tabeli 10 normy [11] lub wg tabeli 16 normy [12] wykonane przez akredytowane laboratorium. Montaż i demontaż może być wykonywany wyłącznie przez osoby przeszkolone, legitymujące się stosownymi dokumentami w tym zakresie.

5.5 Montaż osprzętu kablowego.

Montaż osprzętu kablowego może być wykonywany wyłącznie przez osoby przeszkolone w danej technologii, legitymujące się stosownymi (aktualnymi) dokumentami w tym zakresie. Inwestor zastrzega sobie prawo wglądu do dokumentów na etapie realizacji inwestycji lub po jej realizacji, w przypadku negatywnego protokołu z badania linii kablowej.

6 BUDOWA LINII KABLOWEJ

6.1 Układanie kabli.

Kable w wykopie kablowym należy układać zgodnie z wytycznymi podanymi w załączniku A-1 oraz normą [14].

Dopuszcza się:

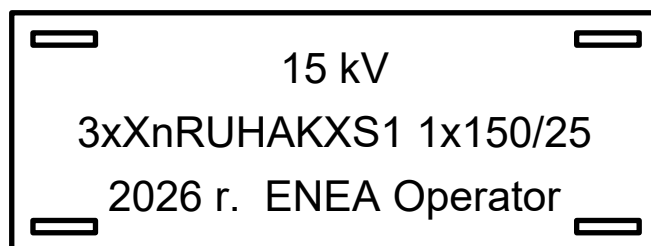
- układanie we wspólnym rowie kablowym linii kablowej oraz kanalizacji optotelekomunikacyjnej (wtórnika),
- układanie kabla metodą wykopu otwartego na terenach zadrzewionych (w tym lasach) pod warunkiem, że kabel zostanie zabezpieczony w przypadku takiej konieczności przed uszkodzeniami mechanicznymi od korzeni drzew oraz podrostów.

Długość odcinka linii kablowej nie powinna przekraczać 12 km.

6.2 Oznakowanie linii kablowej.

Na kablu ułożonym w ziemi (na całej długości trasy kabla) założyć czytelne, trwałe oznaczniki wykonane z 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.



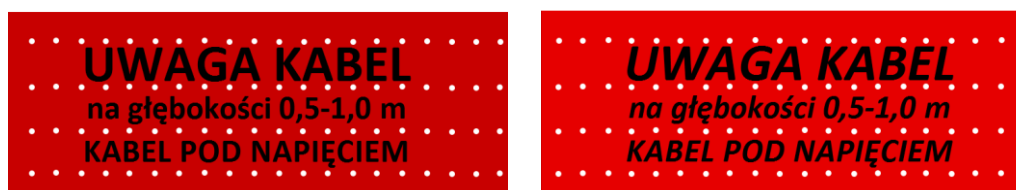
Rys. 1. Widok przykładowego oznacznika kablowego
[wysokość 25-50 mm, szerokość 75-90 mm, grubość min. 1,0 mm]

6.3 Oznakowanie trasy linii kablowej.

Trasa linii kablowej (ułożonej metodą wykopu otwartego) powinna być oznaczona na całej długości taśmą ostrzegawczą koloru czerwonego (perforowaną wg [14]) o szerokości minimum 300 mm i grubości minimum 0,5 mm umieszczoną na wysokości 30 ± 5 cm względem powierzchni zewnętrznej kabla lub osłony kabla po zagęszczeniu gruntu zgodnie z normą [14]. Taśma ostrzegawcza powinna spełniać wymogi zawarte w normie [19].

Dodatkowa taśma ostrzegawcza koloru czerwonego (perforowana wg [14]) z nadrukowanym na czarno napisem o treści: *UWAGA KABEL; na głębokości 0,5÷1,0 m; KABEL POD NAPIĘCIEM*, umieszczona na głębokości od 30 cm do 35 cm poniżej powierzchni gruntu.

Grubość taśmy ostrzegawczej minimum 0,5 mm, szerokość minimum 300 mm, długość napisu do 600 mm, odległość między kolejnymi napisami nie większa niż 300 mm, wielkość liter: napisu o treści: „*UWAGA KABEL*” – 49÷50 mm, napisu o treści: „*na głębokości 0,5÷1,0 m*”; „*KABEL POD NAPIĘCIEM*” – 33÷34 mm (rys. 2). Taśma ostrzegawcza powinna spełniać wymogi zawarte w normie [19]. Wymaga się, aby perforacja była rozłożona równomiernie/symetrycznie na całej długości i szerokości taśmy oraz nie wpływała na zmniejszenie czytelności treści napisu (rys. 2).



Rys. 2. Przykładowe widoki dodatkowej taśmy ostrzegawczej

6.4 Oznakowanie kabli w stacjach transformatorowych, złączach/szafach kablowych przy stanowiskach słupowych.

Należy wykonać zgodnie z odrębnym standardem obowiązującym w ENEA Operator sp. z o.o. Na kablach przyłączonych do rozdzielnicy SN (stacyjnej bądź w złączach/szafach kablowych) należy umieścić oznaczniki kablowe, zawierające następujące informacje: numer eksploatacyjny linii, kierunek (np. numer stacji/szafy/złącza kablowego, numer słupa, numer łącznika sieciowego) oraz typ linii kablowej. Tablice opisowe kabla SN na stanowiskach słupowych (podejściach kablowych), należy przymocować zgodnie z postanowieniami Standardu pn. „Zasady numeracji i oznaczania obiektów sieciowych”.

6.5 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 [14]. Taśmę/ taśmy ostrzegawcze nad każdym torem linii (nad kablami) należy ułożyć, tak jak dla pojedynczego toru linii.

6.6 Zapas kabla.

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

6.7 Instalacja kabla na słupie / stacji słupowej.

Kabel na słupie/ stacji słupowej, zamocować zgodnie z zaleceniami zawartymi w aktualnych albumach typizacyjnych oraz wytycznymi podanymi poniżej,

- kable należy osłonić rurą osłonową wykonaną z tworzywa sztucznego typu HDPE (koloru czarnego odpornego na promienie UV), o wytrzymałości na ściskanie min.750N

zgodnie z [21] i sztywności obwodowej minimum SN8 zgodnie z [20], umieszczonej minimum 0,5 m w gruncie i minimum 2,5 m nad gruntem.

Tablica 4. 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 kształtek trójpalczastych,
- kabel do żerdzi, powyżej rury osłonowej, przymocowywać za pomocą uchwytów dystansowych kablowych, odległość między uchwytami nie większa niż 1,5 m,
- na słupie linii / stacji słupowej w celu ochrony kabla przed przepięciami należy zastosować ograniczniki przepięć. Dobór ograniczników przepięć wykonać zgodnie z wytycznymi zawartymi w odrębnych standardach ENEA Operator dotyczących: linii napowietrznych średniego napięcia oraz stacji słupowych,
- stanowiska słupowe, projektować zgodnie z odrębnym standardem obowiązującym w ENEA Operator dotyczącym linii napowietrznych średniego napięcia,
- mostki wykonać przewodem w osłonie izolacyjnej o przekroju nie mniejszym niż 70 mm².

W przypadku wymiany istniejącego słupa na słup z głowicami kablowymi lub dobudowy słupa z głowicami kablowymi w liniach jednotorowych z przewodami gołymi lub w osłonie, należy stosować wymagania zawarte w załączniku nr 1 do standardu linii napowietrznych średniego napięcia.

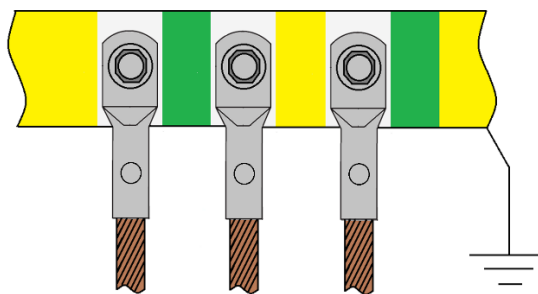
6.8 Ochrona kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi w ziemi.

W celu zapewnienia właściwej ochrony mechanicznej dla linii kablowych układanych w ziemi, należy stosować rury osłonowe o średnicy zewnętrznej min. 160 mm oraz osprzęt wyprodukowany zgodnie z normą [20], [21], [22], 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.

RURY OSŁONOWE NALEŻY INSTALOWAĆ ZGODNIE Z WYTTCZNYMI PODANYMI W ZAŁĄCZNIKU A-1.

7 UZIEMIENIE ŻYŁ POWROTNYCH

Żyłę powrotną kabla należy obustronnie przyłączyć do instalacji uziemiającej urządzenia lub stanowiska słupowego, za pomocą końcówek kablowych w technologii śrubowej/zrywalnej, zgodnie z rysunkiem nr 3 (połączenie powinno zapewniać styk metaliczny). Zabrania się łączenia żył powrotnych linii kablowej i przyłączenia ich za pomocą jednego zacisku do instalacji uziemiającej.



Rys. 3. Sposób przyłączenia żył powrotnych kabla do instalacji uziemiającej

8 KABLE ELEKTROENERGETYCZNE – WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

8.1 Produkcja kabli.

8.1.1 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 wyrobu końcowego/gotowego - kabla,
- 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.

8.1.2 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: Wymaga się, aby producent kabli lub jego przedstawiciel, wraz z każdą partią kabli, przekazał kupującemu aktualny dokument, zawierający potwierdzenie spełnienia wymagania zawartego w pkt. 8.1.2. w zakresie potwierdzenia braku występowania lub braku przekroczenia dopuszczalnego stężenia substancji chemicznych zakazanych w Unii Europejskiej w kablu energetycznym i jego elementach składowych.

8.2 Budowa i parametry kabla.

Wytyczne zawarte w pkt. 8.2 stanowią informację o wymaganych parametrach kabli elektroenergetycznych SN, które podlegają weryfikacji przez pracowników Biura Certyfikacji. Wykrycie niezgodności przez pracownika Biura Certyfikacji będzie wpływać na ocenę Producenta i może być podstawą do wymiany kabla na koszt producenta w przypadku, gdy jest to wada ukryta.

8.2.1 Żył główna

W celu dokonania pomiaru średnicy żyły wielodrutowej (RMC) należy wykonać dwa pomiary cząstkowe przesunięte względem siebie promieniowo w osi poprzecznej żyły

o kąt $90^\circ \pm 3^\circ$ przy użyciu urządzenia lub przyrządu pomiarowego umożliwiającego odczyt z dokładnością 0,01 mm.

Tablica 5. Najmniejsze i największe średnice żył wielodrutowych o określonej liczbie drutów zgodnie z [28]

Przekrój znamionowy [mm ²]	Średnica minimalna [mm]	Średnica maksymalna [mm]	Min. liczba drutów Al w żyłce wielodrutowej [szt.]
70	9,3	10,2	12
150	13,7	15,0	15
240	17,6	19,2	30

Wartości podane w tablicy 5 są wartościami granicznymi dla wartości średniej wyliczonej z 2 pomiarów cząstkowych średnicy żyły głównej kabla, którą należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie C pkt. C.1 normy IEC 60502-2, tj. wyliczoną średnicę żyły głównej należy zaokrąglić do 0,1 mm.

Przykładowo dla kabla o przekroju znamionowym żyły głównej wynoszącym 150 mm² uzyskany wynik na poziomie:

- 13,65 mm zaokrąglamy do wartości 13,7 mm – średnica zgodna,
- 13,64 mm zaokrąglamy do wartości 13,6 mm – średnica niezgodna.

Pomiar rezystancji żyły głównej przy prądzie stałym należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami normy [28] uwzględniając wyznaczenie temperaturowego współczynnika przeliczeniowego k_t dla żył aluminium zgodnie z wzorem:

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

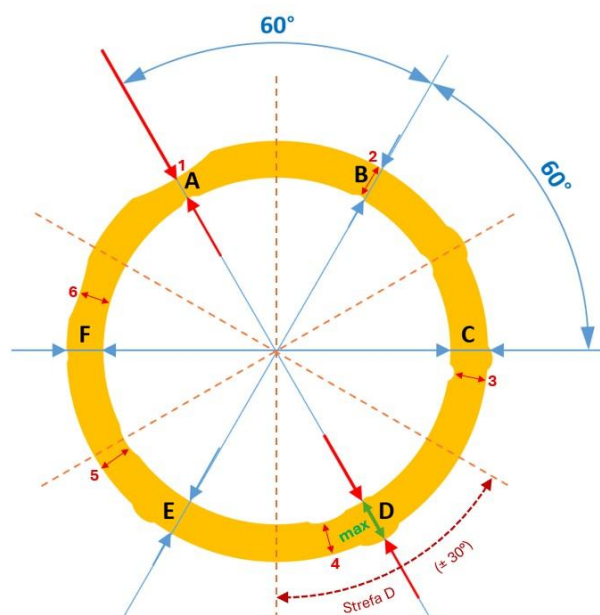
gdzie:

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

8.2.2 Izolacja kabla

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

W celu wyznaczenia średniej wartości dla grubości izolacji należy wykonać 6 pomiarów (rys. 4) rozpoczynając ich wykonywanie od miejsca, w którym grubość izolacji jest najmniejsza (A).



Rys. 4. Metodologia pomiaru grubości izolacji zgodnie z [18, 19, 30]

$$S_{\text{śr}} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6}{6}$$

gdzie:

- $S_{\text{śr}}$ – wartość średnia grubości izolacji: $\geq 5,5$ mm,
- p_1 - minimalna grubość izolacji po obwodzie,
- p_2, p_3, p_4, p_5, p_6 , - minimalna wartość grubości powłoki w odpowiednich strefach pomiarowych: B, C, D, E, F

$$\Delta S = \text{max} - p_1$$

ΔS – różnica między wartością maksymalną, a minimalną grubości izolacji: $\leq 0,70$ mm,

Wymaga się, aby maksymalna różnica między wartością minimalną, a maksymalną grubością izolacji na jej obwodzie nie przekraczała 0,7 mm. Wartość minimalna dla średniej z 6 pomiarów nie może być mniejsza od wartości wskazanej w tablicy 6.

Tablica 6. Grubość izolacji z polietylenu sieciowanego

Przekrój znamionowy żyły głównej [mm ²]	Wartość minimalna dla średniej z 6 pomiarów [mm]	Różnica między wartością maksymalną i minimalną w grubości izolacji [mm]
70	5,5	$\leq 0,70$
150		
240		

Wartości średnia z sześciu pomiarów jest wartością graniczną grubości izolacji, którą należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie C pkt. C.1 normy IEC 60502-2, tj. wyliczoną średnicę żyły głównej należy zaokrąglić do 0,1 mm.

Uzyskany wynik dla średniej grubości izolacji z polietylenu sieciowanego na poziomie:

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

8.2.3 Żyłą powrotną

Wymaga się, aby geometryczny przekrój poprzeczny miedzianych elementów składowych żyły powrotnej nie był mniejszy od jej przekroju znamionowego. Pomiar przekroju poprzecznego elementów składowych żyły powrotnej (druty + taśma) powinien zostać wykonany przy użyciu urządzenia lub przyrządu pomiarowego umożliwiającego odczyt z dokładnością 0,01 mm.

Sumaryczny wynik, na który składają się wartości przekroju wszystkich elementów miedzianych żyły powrotnej należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie C pkt. C.1 normy IEC 60502-2, tj. wyliczoną przekrój poprzeczny żyły powrotnej należy zaokrąglić do 0,1 mm, tj. dla żyły powrotnej 25 mm² otrzymany wynik:

- 24,95 mm zaokrąglamy do wartości 25,0 mm – żyła powrotna zgodna,
- 24,94 mm zaokrąglamy do wartości 24,9 mm – żyła powrotna niezgodna.

Pomiar rezystancji żyły powrotnej przy prądzie stałym należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami normy [28] uwzględniając wyznaczenie temperaturowego współczynnika przeliczeniowego k_t dla żył miedzianych zgodnie z wzorem:

$$k_{t,Cu} = \frac{254,5}{234,5 + t} = \frac{1}{1 + 0,00393 \cdot (t - 20)}$$

gdzie:

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

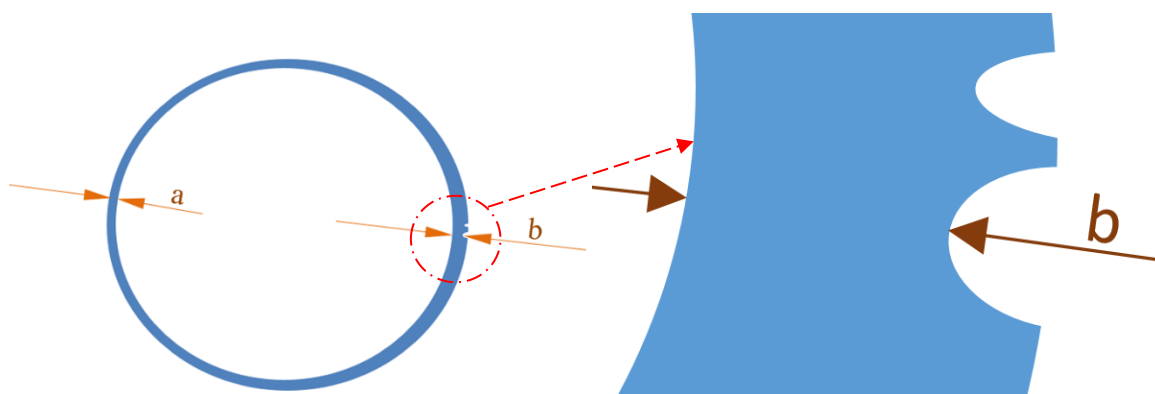
Maksymalna rezystancja żyły powrotnej mierzona przy prądzie stałym w temperaturze 20°C nie może być większa niż przedstawiona w tabelicy 7.

Tablica 7. Maksymalna rezystancja żyły powrotnej o długości 1 km przy pomiarze prądem stałym w temperaturze 20°C

Przekrój znamionowy żyły powrotnej [mm ²]	Maksymalna rezystancja w temperaturze 20°C na długości 1 km [Ω]
25	0,714

8.2.4 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 6 pomiarów na obwodzie w celu wyznaczenia średniej wartości jej grubości, uwzględniając miejsce gdzie jest ona najcieńsza (a), jak i miejsce cechowania (b) (rys 5). Pomiar należy przeprowadzić przy użyciu projektora optycznego lub mikroskopu pomiarowego umożliwiającego odczyt z dokładnością 0,01 mm zgodnie z pkt 8.1.2. normy PN-EN 60811-1-1:1999, a odczytana wartość powinna być nie mniejsza niż wartość przedstawiona w tabelicy 8.



Rys. 5. Pomiar grubości powłoki zewnętrznej S_p

$$S_p = \frac{(5 * a) + b}{6}$$

gdzie:

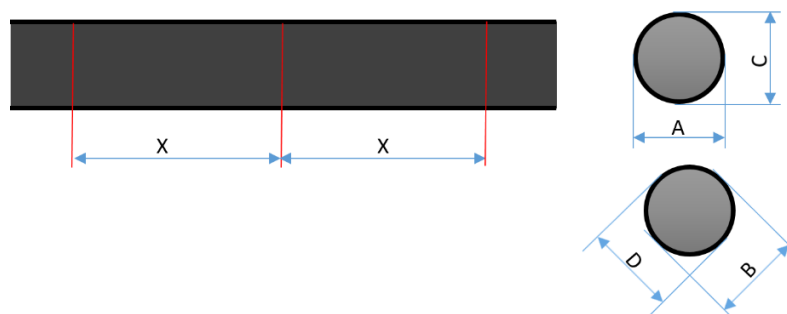
- S_p – grubość powłoki zewnętrznej
- a – minimalna grubość powłoki dla pojedynczego pomiaru po obwodzie, poza cechowaniem
- b – grubość powłoki w miejscu cechowania

Tablica 8. Minimalna grubość powłoki zewnętrznej

Przekrój żyły [mm ²]	Minimalna wartość dla średniej grubości powłoki $(5a + b)/6$ [mm]	Minimalna grubość powłoki (b) [mm]
70	2,50	2,10
150	2,50	2,10
240	2,50	2,10

8.2.5 Średnica zewnętrzna kabla

W celu potwierdzenia zgodności średnicy zewnętrznej kabla ENEA Operator sp. z o.o. wykonuje trzy pomiary, w punktach oddalonych od siebie o odległość X (rys. 6) wynoszącą $300 \text{ mm} \pm 100 \text{ mm}$, przy użyciu suwmiarki, o szerokości szczęki pomiarowej wynoszącej $3,0 \text{ mm} \div 3,5 \text{ mm}$, umożliwiającą odczyt z dokładnością $0,01 \text{ mm}$. Pojedynczy pomiar średnicy „S” składa się z 4 pomiarów cząstkowych A, B, C, D przesuniętych względem siebie promieniowo w osi poprzecznej kabla o kąt $45^\circ \pm 3^\circ$ (rys.6). Każdy z trzech pomiarów średnicy kabla powinien być zgodny z wymaganiami przedstawionymi w tablicy 9.



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

Rys. 6. Pomiar średnicy zewnętrznej kabla. Oznaczenie miejsc pomiarowych

Tablica 9. Średnica zewnętrzna kabla

Typ kabla	XUHAKXS1 XnUHAkXS1	XRUHAKXS1 XnRUHAkXS1	XUHAKXS1 XnUHAkXS1	XRUHAKXS1 XnRUHAkXS1
Przekrój żyły głównej [mm ²]	Minimalna średnica [mm]		Maksymalna średnica [mm]	
70	30,4	30,4	35,2	35,5
150	33,2	33,4	39,2	39,5
240	38,2	38,2	44,1	44,3

Wartości podane w tablicy 9 są wartościami granicznymi dla wyliczonej z 4 pomiarów cząstkowych średnicy zewnętrznej kabla, którą należy zaokrąglić zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w Aneksie C pkt. C.1 normy IEC 60502-2, tj. wyliczoną średnicę kabla należy zaokrąglić do 0,1 mm.

Przykładowo dla kabla 150 mm² wyliczony wynik z 4 pomiarów cząstkowych na poziomie:

- 32,95 mm zaokrąglamy do wartości 33,0 mm – średnica kabla zgodna,
- 32,94 mm zaokrąglamy do wartości 32,9 mm – średnica kabla niezgodna.

9 WYMAGANIA W ZAKRESIE OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

Elektroenergetyczne linie kablowe średniego napięcia będące własnością ENEA Operator instalowane w obiektach budowlanych powinny spełniać wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej określone w przepisach techniczno-budowlanych.

10 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 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),
- 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.

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 [26].

Deklaracje wystawione przez producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela albo importera powinny potwierdzać zgodność z postanowieniami:

- Dyrektywy CPR II 3110/2024,
- 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.

11 DOKUMENTACJA LINII KABLOWEJ ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

11.1 Dokumentacja projektowa.

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

11.1.1 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 SN 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.

11.1.2 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 jej 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 wykonawczy: 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.

11.2 Dokumentacja powykonawcza.

Wymagana zawartość dokumentacji powykonawczej dla nowo budowanych linii kablowych SN oraz dla istniejących linii kablowych SN, w zakresie wymaganym 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 linii kablowej przed zasypaniem,
- e) kopia:

mapy projektowej z naniesionymi uzgodnionymi (przez inwestora i projektanta) zmianami, miejscami połączeń kabli (lokalizacja muf), naniesionymi przepustami, profilu skrzyżowań z naniesionymi zmianami, zestawienia montażowego z naniesionymi zmianami, wniosków na zajęcie i umieszczenie urządzeń w działkach drogowych,

- f) inwentaryzacja geodezyjna linii kablowej SN 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 SN. 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, załamania 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.

Dokumentacja powykonawcza powinna być wykonana w języku polskim i przekazana w uzgodnieniu z ENEA Operator sp. z o.o. w postaci elektronicznej lub papierowej (2 egzemplarze) oraz na nośniku cyfrowym (płyta CD/DVD lub pendrive) lub poprzez dysk wirtualny (cloud) jako czytelny skan PDF szt. 1 (w dokumentacji należy wyróżnić/nanieść zmiany dokonane podczas wykonywania robót budowlanych).

12 BADANIA ODBIORCZE

Zakres badań odbiorczych obejmuje:

- pomiar rezystancji izolacji żyły roboczej kabla,
- sprawdzenia ciągłości żyły roboczej oraz powrotnej kabla,
- próby napięciowej szczelności powłoki zewnętrznej kabla,
- próby napięciowe izolacji żyły roboczej kabla,
- pomiaru współczynnika strat dielektrycznych $\tan \delta$,
- pomiaru poziomu wyładowań niezupełnych w linii kablowej.

13 WYMAGANIA DLA KANALIZACJI OPTOTELEKOMUNIKACYJNEJ

13.1 Wymagania ogólne z zakresie układania rurociągu kablowego kabla optotelekomunikacyjnego (wtórnika światłowodowego).

W uzgodnieniu z zarządzającym siecią telekomunikacyjną w ENEA Operator (Dyrektorem Departamentu Teleinformatyki), w trakcie prowadzenia inwestycji związanej z budową nowej lub przebudową, remontem istniejącej sieci kablowej SN, w przypadku gdy koncepcja rozwoju sieci telekomunikacyjnej pokrywa się z obszarem inwestycji kablowej, należy przewidzieć ułożenie wtórnika światłowodowego.

W uzgodnionych miejscach należy projektować i umieszczać we wspólnym rowie kablowym z kablami SN rurę ochronną typu HDPE do sieci optotelekomunikacyjnej o średnicy (o ile dokumentacja projektowa nie stanowi inaczej) minimum 40 mm i grubości ścianki min. 3,7 mm, (zgodnie z rysunkiem nr 5.1 załącznika A-1)

Dopuszcza się możliwość ułożenia dwóch lub więcej rur do sieci optotelekomunikacyjnej, obok siebie, przy zachowaniu kolorowych wyróżników na zewnętrznej powierzchni poszczególnych rur.

13.2 Ułożenie wtórnika.

Połączenia odcinków rur HDPE tworzących kanalizację optotelekomunikacyjną powinny być wykonane za pomocą złączek skręcanych, jednakże w miarę możliwości należy

dążyć do ograniczenia liczby złączy tak, aby odcinki były jak najdłuższe. Ciąg kanalizacji optotelekomunikacyjnej powinien być szczelny i zabezpieczony przed przypadkowym uszkodzeniem.

Oddzielną rurę do kanalizacji optotelekomunikacyjnej należy wprowadzić z zapasem do: pomieszczenia technicznego w budynku elektroenergetycznej stacji transformatorowej 110 kV/SN, stacji transformatorowych prefabrykowanych SN/nn oraz na stanowiska słupowe SN i stacje transformatorowe słupowe SN/nn.

Na stanowiskach słupowych SN i stacjach transformatorowych słupowych SN/nn rurę HDPE umieścić w dodatkowej rurze ochronnej odpornej na działanie promieni UV zainstalowanej na wysokości minimum 2,5 m nad ziemią i min. 0,5 m pod ziemią. Końce rury należy uszczelnić i zabezpieczyć.

13.3 Rury ochronne w ziemi.

Dopuszcza się układanie rury optotelekomunikacyjnej oraz rury optotelekomunikacyjnej wraz z kablem światłowodowym w jednym przepuście kablowym razem z kablem elektroenergetycznym.

13.4 Wymagania do projektu w zakresie sieci optotelekomunikacyjnej.

W projekcie technicznym należy nanieść: przebieg trasowy infrastruktury światłowodowej.

13.5 Wymagania w zakresie dokumentacji powykonawczej.

Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać:

- inwentaryzację geodezyjną sieci optotelekomunikacyjnej,
- protokół z próby szczelności rurociągu optotelekomunikacyjnego.

14 ZASTOSOWANIE INNYCH ROZWIĄZAŃ

ENEA Operator sp. z o.o. dopuszcza zastosowanie rozwiązań innych niż przedstawione w niniejszym opracowaniu.

Decyzja o zastosowaniu rozwiązania lub rozwiązań innych niż ujęte w niniejszym dokumencie, na wniosek strony zainteresowanej, każdorazowo indywidualnie podejmowana będzie przez Dyrektora Oddziału 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 średniego 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 Oddziału Dystrybucji.

ZAŁĄCZNIK NR O-1. OSPRZĘT KABLOWY

Tablica O-1. Mufy kablowe przelotowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej

Technologia	Odtworzenie			Wysterowanie pola elektrycznego	Odtworzenie powłoki
	ciągłości żyły głównej	izolacji - technologia	ciągłości żyły powrotnej		
zimnokurczliwa	złączki śrubowe ze stopu aluminium, mosiężne U_m 36 kV, z łbami zrywalnymi, niewymiennymi, wypełnione pastą ochronną. Zakres: 50-150 mm ² 70-150mm ² 120-240 mm ²	zimnokurczliwa	rękaw miedziany pocynowany lub plecionka miedziana pocynowana do przekroju żyły min. 25 mm ² z zaciskami sprężynowymi,	zintegrowane z izolacją	zimnokurczliwe
termokurczliwa		termokurczliwa		zintegrowane z izolacją, nasuwki lub rury termokurczliwe oddzielnie lub w postaci jednego elementu realizującego funkcję sterowanie na końcach ekranów	grubościenna rura termokurczliwa ¹⁾
hybrydowa		nasuwana, zimnokurczliwa lub termokurczliwa			

1) rury o skurczu 3:1 i grubość ścianki po całkowitym obkurczeniu minimum 4 mm

Tablica O-2. Mufy przejściowe do łączenia kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej z trójżyłowymi o izolacji papierowej

Technologia	Odtworzenie			Wysterowanie pola elektrycznego	Odtworzenie powłoki
	ciągłości żyły głównej	izolacji - technologia	ciągłości żyły powrotnej		
termokurczliwa	złączki śrubowe z przegrodą ze stopu aluminium, mosiężne, z łbami zrywalnymi, niewymiennymi, wypełnione pastą ochronną	termokurczliwa	- wykorzystując druty żyły powrotnej kabla jednożyłowego oraz zacisk sprężynowy, - rękaw lub plecionka miedziana pocynowany oraz złączka śrubowa.	zintegrowane z izolacją, nasuwki lub rury termokurczliwe oddzielnie lub w postaci jednego elementu realizującego funkcję sterowanie na końcach ekranów	grubościenne rury termokurczliwa ¹⁾

1) rury o skurczu 3:1 i grubość ścianki po całkowitym obkurczeniu minimum 4 mm

Tablica O-3. Głowice kablowe do kabli jednożyłowych o izolacji wytłaczanej (wnętrzowe, napowietrzne)

Technologia	Końcówka kablowa	Wysterowanie pola elektrycznego	Żyła powrotna	Odtworzenie powłoki
zimnokurczliwa	śrubowe ze stopu aluminium, mosiężne, U_m 36 kV, z łbami zrywalnymi, niewymiennymi, wypełnione pastą ochronną Zakres: 25-95 mm ² 95-240 mm ²	zintegrowane z prefabrykatem głowicy	śrubowe ze stopu aluminium, mosiężne, z łbami zrywalnymi na prąd zwarciový min. 5 kA/1s do przekroju 16, 25 mm ²	zimnokurczliwe
termokurczliwa		zintegrowane z izolacją, taśma, płat lub nasuwki sterujące na końcach ekranów		termokurczliwe
nasuwana		zintegrowane z prefabrykatem głowicy		nasuwane

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

ALBUM LINII KABLOWYCH ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

LK - SN

Wersja 03.2026

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

	strona
1. Przedmiot i zakres opracowania	3
2. Podstawa opracowania	3
3. Budowa kabli średniego napięcia	4
4. Parametry elektryczne i dobór kabli	5
4.1. Rezystancja, pojemność i indukcyjność 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 przekrojów żył	9
4.2.6. Dobór osprzętu kablowego	10
5. Zasady projektowania linii kablowych	12
5.1. Założenia podstawowe	12
5.1.1. Wybór trasy kabla	12
5.1.2. Napięcie znamionowe i przekrój żył kabla	12
5.1.3. Wybór typu kabla	13
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, żył powrotnych, powłok metalowych i pancerzy kabli	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	21
5.4.5.1.	Oznaczniki kabli	21
5.4.5.2.	Oznakowanie trasy linii kablowej	21
5.4.6.	Wyznaczenie siły ciągnięcia kabla	24
5.4.7.	Projektowanie linii kablowych wzdłuż ulic i dróg	26
5.5.	Układanie kabli w osłonach otaczających umieszczonych w ziemi	26
5.6.	Układanie rur osłonowych	27
5.6.1.	Układanie rur HDPE w gruncie	27
5.6.2.	Zagęszczenie gruntu	29
5.6.3.	Dobór osłony rurowej	30
5.7.	Odległości między kablami nienależącymi do tej samej linii kablowej	30
5.8.	Odległości kabli od innych urządzeń podziemnych	33
5.9.	Skrzyżowania i zbliżenia kabli z kablami i innymi obiektami lub przeszkodami naturalnymi – ogólne wytyczne	34
5.9.1.	Skrzyżowania i zbliżenia kabli z kablami	34
5.9.2.	Skrzyżowania i zbliżenia kabli z rurociągami	34
5.9.3.	Skrzyżowania z drogami kołowymi i torowiskami	35
5.9.4.	Skrzyżowania linii kablowych z rzekami i innymi szlakami wodnymi – ogólne wytyczne	37
6.	Wprowadzenie kabli SN na słupy linii napowietrznych	37
7.	Ochrona kabli od przepięć	43
8.	Literatura	44
9.	Zestawienie opracowań typizacyjnych w ENEA Operator zawierających elementy linii kablowych SN	45

1. PRZEDMIOT I ZAKRES ALBUMU

Przedmiotem opracowania są wytyczne projektowania linii kablowych średniego napięcia ze szczególnym uwzględnieniem kabli typu, XUHAKXS1 (XnUHAKXS1) i XRUHAKXS1 (XnRUHAKXS1) zgodnie z zapisem Standardu 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, rysunków gotowych rozwiązań poszczególnych fragmentów instalacji, tablic doboru osprzętu (rur HDPE), instrukcji 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 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.”,
- b) „Ochrona sieci elektroenergetycznych od przepięć. Wskazówki wykonawcze.”, PTPIREE, Poznań 2005 r.,
- c) „Elektroenergetyczne linie kablowe średniego napięcia”, Standard w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.,
- d) katalogi i dane techniczne producentów kabli,
- e) katalogi i dane techniczne producentów osprzętu,
- f) dokumentacja typizacyjna i opracowania własne Biura Projektów Energetycznych „Energolinia” w Poznaniu,
- g) normy oraz literatura techniczna – wyszczególnione na końcu opracowania.

3. BUDOWA KABLI ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

W tablicy 3.1 ujęto podstawowe dane kabli średniego napięcia typu, XUHAKXS1 oraz XRUHAKXS1.

Tablica 3.1 **Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej z polietylenu sieciowanego**

Liczba i przekrój znamionowy żyły roboczej / powrotnej, [n × mm ²]	XUHAKXS1, XRUHAKXS1, 12/20kV			
	Masa ok., [kg/km]	Maksymalna siła ciągnięcia [kN]		Minimalny promień gięcia, [m]
		za żyłę,	opończą	
1×70 RMC / 25	1050	2,1	1,6	0,53
1×150 RMC / 25	1500	4,5	3,4	0,60
1×240 RMC / 25	1850	7,2	5,5	0,65

„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.”

typu: XUHAKXS1 (XnUHAKXS1), XRUHAKXS1 (XnRUHAKXS1) 12/20 kV, gdzie:

- (X) powłoka zewnętrzna kabla z polietylenu HDPE, odpornego na promieniowanie UV, spełniającego w tym zakresie wymagania PN-HD 605 S2 pkt. 2.4.23 oraz wymagania przedstawione w pkt. 8.2.4 niniejszego Standardu, wykonana zgodnie z HD 620 S3 cz. 10R
- (Xn) uniepalniona powłoka zewnętrzna kabla wykonana z polietylenu HDPE (X), co najmniej w klasie reakcji na ogień Eca,
- (R) uszczelnienie poprzeczne,
- (U) uszczelnienie wzdluzne,
- (H) kabel o promieniowym rozkładzie pola elektromagnetycznego,
- żyła robocza kabla wykonana z aluminium, okrągła wielodrutowa zagęszczona (RMC) o przekrojach: 70 mm², 150 mm², 240 mm², w drugiej klasie giętkości wykonana zgodnie z PN-EN 60228,
- (K) kabel wykonany zgodnie z normą PN-HD 620 S3 cz.10R,
- (XS) izolacja kabla z polietylenu sieciowanego XLPE,
- (1) typ kabla.

4. PARAMETRY ELEKTRYCZNE I DOBÓR KABLI.

4.1. Rezystancja, pojemność i indukcyjność kabli.

Parametry elektryczne kabli na napięcie znamionowe 12/20 kV, stosowanych w sieci ENEA Operator podano w tablicy 4.1 i 4.2.

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,
- sposób uziemienia punktu neutralnego i czas zwarcia doziemnego,
- obciążalność prądowa długotrwała, cyklicznie zmienna oraz w warunkach zakłóceń lub przeciążenia,
- wartość prądów zwarciovych przy zwarciach doziemnych pojedynczych i podwójnych przez ziemię oraz symetrycznych i czasy ich przepływu,
- intensywność wyładowań atmosferycznych i spowodowanych przez nie awarii.

Tablica 4.1 Parametry elektryczne kabli elektroenergetycznych jednożyłowych na napięcie znamionowe 12/20 kV, stosowanych w sieci ENEA Operator

Przekrój znamionowy żyły głównej [mm ²]	Rezystancja żyły głównej		Rezystancja żyły powrotnej		Rezystancja zerowa R ₀ [Ω/km]	Reaktancja zerowa X ₀ 20 kV [Ω/km]	Pojemność C 20 kV [μF/km]	Reaktancja pojemnościowa X _c 20 kV [kΩ/km]
	DC 20°C	AC 90°C	DC 20°C	AC 90°C				
	[Ω/km]	[Ω/km]	[Ω/km]	[Ω/km]				
70	0,443	0,568	0,714	0,890	1,45	0,076	0,18	18,1
150	0,206	0,265	0,714	0,890	0,71	0,061	0,23	13,8
240	0,125	0,161	0,714	0,890	0,60	0,054	0,27	11,6

Tablica 4.2 Parametry elektryczne kabli elektroenergetycznych jednożyłowych na napięcie znamionowe 12/20 kV, stosowanych w sieci ENEA Operator – cd.

Przekrój znamionowy żyły głównej	Pojemnościowy prąd zwarcia z ziemią przy napięciu znamionowym kabla 20 kV	Pojemnościowy prąd zwarcia z ziemią przeliczony do napięcia nominalnego sieci 15 kV	Prąd ładowania I_c 20 kV	Indukcyjność L	Reaktancja Indukcyjna X_L	Impedancja
				układ ułożenia kabli - trójkąt ¹⁾		
				układ ułożenia kabli - płaski ²⁾		
[mm ²]	[A/km]	[A/km]	[A/km]	[mH/km]	[Ω/km]	[Ω/km]
70	2,25	1,69	0,66	0,420	0,132	0,583
				0,710	0,222	0,610
150	2,82	2,11	0,87	0,370	0,116	0,289
				0,640	0,200	0,331
240	3,39	2,54	1,04	0,340	0,108	0,194
				0,600	0,187	0,247

Gdzie:

- 1) – powłoki kabli w układzie trójkątnym stykają się ze sobą,
- 2) – odległość między kablami w układzie płaskim - 70 mm.

UWAGA:

W tablicy 4.1 i 4.2. podano normatywne parametry elektryczne kabli. W przypadku konieczności wykonania szczegółowych obliczeń technicznych, należy skorzystać z danych podawanych przez producenta.

4.2.2. Warunki układania kabla.

Oceniając warunki układania kabla należy określić:

- długość, typ i napięcie znamionowe kabla,
- sposób ułożenia – dotyczy kabli jednożyłowych,
- sposób połączenia metalowych powłok / żył powrotnych między sobą oraz z ziemią,
- inne warunki szczególne.

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

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

Układanie kabli w przestrzeniach napowietrznych:

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

Układanie kabli w kanałach i tunelach:

- wymiary tuneli i sposób wentylowania,
- zbliżenia z innymi kablami lub źródłami ciepła,
- wzajemne rozmieszczenie kabli.

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

a) Ze względu na warunki napięciowe występujące w sieci:

W sieciach o napięciu nominalnym 15, 20 kV należy stosować kable i osprzęt kablowy na napięcie znamionowe 12/20 kV o znormalizowanym poziomie izolacji dla napięcia udarowego piorunowego min. 125 kV.

b) Ze względu na obciążalność prądową zwarciową i długotrwałą:

Standardowo dla określenia obciążalności zwarciowej i długotrwałej kabla, należy przyjmować następujące założenia:

- maksymalna temperatura żyły przed zwarcie +90°C,
- dopuszczalna temperatura żyły przy zwarcie +250°C,
- temperatura gruntu +20°C,
- temperatura powietrza +25°C,
- głębokość ułożenia kabla 0,7÷1,1 m,
- oporność cieplna właściwa gruntu 1,0 K•m/W,
- współczynnik obciążenia: w ziemi – 0,7, w powietrzu – 1,0,
- kable ułożone w trójkąt stykają się.

Obciążalność zwarciową oraz długotrwałą dla kabli na napięcie znamionowe 12/20 kV stosowanych w sieci ENEA Operator podano w tablicy 4.3.

Tablica 4.3 **Obciążalność zwarciorowa i długotrwała kabli 12/20kV**

Przekrój znamionowy żyły głównej [mm ²]	Obciążalność zwarciorowa żyły		Obciążalność długotrwała kabla (wg PN-HD 620 S3 cz. 10R)	
			Kabel ułożone w ziemi	Kabel zainstalowany w powietrzu
	główna	powrotna	układ ułożenia kabli trójkątny	układ ułożenia kabli trójkątny
	[kA/s] (czas zwarcia 1 s)		[A]	
70	6,6	5,3	260	248
150	14,1	5,3	398	392
240	22,6	5,3	523	527

Dopuszczalną jednosekundową gęstość prądu zwarcia żył określono dla:

- maksymalnej temperatury żyły przed zwarcie +90°C,
- dopuszczalnej temperatury żyły przy zwarcie +250°C.

Dopuszczalne długotrwałe obciążenie określono dla:

- temperatury gruntu +20°C,
- temperatury powietrza +25°C,
- głębokości ułożenia kabla 0,7 ÷ 1,1 m,
- oporności cieplnej właściwej gruntu 1,0 K•m/W,
- współczynnika obciążenia: w ziemi – 0,7, w powietrzu – 1,0,
- powłoki kabli ułożonych w trójkąt stykają się.

4.2.4. Temperatury graniczne i obciążalność zwarciorowa.

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.

Obciążalność zwarciorową żył powrotnych kabli elektroenergetycznych o izolacji z polietylenu sieciowanego na napięcie znamionowe 12/20kV podano w tablicy 4.6.

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 XLPE

Temperatura żyły kabla przed zwarcie, [°C]	Gęstość prądu zwarciego jednosekundowego, [A/mm ²] dla temperatury granicznej 250°C
20	120
30	116
40	113
50	109
60	105
70	102
80	98
90	94

Tablica 4.6 Obciążalność zwarcia żył powrotnych kabli elektroenergetycznych o izolacji z polietylenu sieciowanego na napięcie znamionowe 12/20kV

Przekrój żyły powrotnej z drutów miedzianych, [mm ²]	Czas trwania zwarcia, [s]								
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0
	Obciążalność zwarcia, [kA]								
25	15,3	11,1	9,1	7,2	5,8	5,3	4,4	3,9	3,3

4.2.5. Procedura doboru przekroju żył.

Dane dotyczące obciążalności długotrwałej kabli aluminiowych, stosowanych w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o., na napięcie 12/20kV, podane są w tablicy 4.3.

4.2.6 Dobór osprzętu kablowego.

W liniach kablowych ENEA Operator należy stosować osprzęt kablowy o napięciu znamionowym nie mniejszym niż 12/20 kV, spełniający minimalne wymagania określone w Standardzie w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.

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, takich jak: warunki zabrudzeniowe, narażenia mechaniczne itp.

Mufy kablowe

Przy projektowaniu miejsc instalacji muf przelotowych 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.

Głowice kablowe

Głowice napowietrzne

Przy doborze głowic napowietrznych należy uwzględnić warunki zabrudzeniowe występujące na obszarze instalacji głowicy.

Głowice wtykowe (konektorowe)

Sensory

Dopuszcza się instalację sensora napięciowego na głowicy konektorowej, jeżeli posiada wspólne badania z głowicą konektorową.

Ogranicznik przepięć

Dopuszcza się instalację ogranicznika przepięć na głowicy konektorowej, jeżeli ogranicznik przepięć jest kompatybilny z głowicą konektorową i spełnia stosowne normy dla ograniczników przepięć.

Instalacja głowicy sprzęgającej

Dopuszcza się instalację głowicy konektorowej sprzęgającej na istniejącej głowicy konektorowej przyłączonej do rozdzielnicy, szafy, przy zachowaniu:

- kompatybilności w zakresie materiałowej i smarowej (jeden producent),
- zaprojektowany system musi posiadać wspólne badania.

Dobór osłon rurowych

W liniach kablowych ENEA Operator należy stosować osłony rurowe spełniające minimalne wymagania określone w Standardzie w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator.

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,
- gdzie w normalnych warunkach eksploatacyjnych mogą występować naprężenia mechaniczne w gruncie lub wynika to z uzgodnień międzybranżowych.

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 metrów, 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 metrów dopuszcza się stosowanie większej średnicy zewnętrznej niż 160 mm. Dobrana średnica 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 średniego napięcia”.

W niniejszym opracowaniu podstawowo oparto się na wymaganiach normy N SEP-E-004 "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 projektowania 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 15 i 20 kV należy stosować kable na napięcie znamionowe 12/20 kV. Przekroje żył winny być dobierane z uwzględnieniem obciążalności długotrwałej i wytrzymałości zwarciowej, zgodnie z typoszeregiem podanym w tablicy 5.1.

Tablica 5.1 Kable elektroenergetyczne przyjęte do stosowania w poszczególnych typach sieci w ENEA Operator

Typ kabla	Żyła robocza aluminiowa	Żyła powrotna miedziana
	[mm ²]	[mm ²]
w liniach kablowo-napowietrznych		
XUHAKXS1 (XnUHAKXS1) XRUHAKXS1 (XnRUHAKXS1)	70	25
	150	25
	240 ^{*)}	25
w liniach kablowych		
XUHAKXS1 (XnUHAKXS1) XRUHAKXS1 (XnRUHAKXS1)	70	25
	150	25
	240	25
wyprowadzenia linii z GPZ		
XUHAKXS1 (XnUHAKXS1) XRUHAKXS1 (XnRUHAKXS1)	150	25 (50) ^{*)}
	240	25 (50) ^{*)}
* opcjonalny przekrój żyły roboczej/powrotnej 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 błędzących 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 nienależących 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.

Linie kablowe ułożone obok siebie nie powinny się stykać.

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 o inne elementy umożliwiające uszkodzenie kabla.

Kable jednożyłowe należy tak układać, aby nagrzewanie kabli przez indukowane prądy było jak najmniejsze.

Osłony otaczające kable jednożyłowe oraz ich zamocowania powinny być wykonane z materiału niemagnetycznego.

Dopuszcza się stosowanie takich osłon i mocowań z materiału magnetycznego jeżeli nie tworzą one zamkniętych obwodów magnetycznych.

5.2.2. Temperatura kabli przy ich układaniu.

Temperatura kabli przy układaniu (ustalona) powinna być nie niższa od wartości podanej przez producenta. Nie zaleca się budowania linii kablowej w temperaturze poniżej 0°C bez zgody ENEA Operator sp. z o.o.

5.2.3. Zakończenie i łączenie kabli.

Kable należy zakańczać głowicami kablowymi oraz łączyć za pomocą muf kablowych dostosowanych do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył oraz warunków otoczenia, mufy powinny spełniać wymagania podane w Standardzie w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.

5.2.4. Połączenia żył roboczych, żył powrotnych, powłok metalowych i pancerzy kabli.

Własności elektryczne połączeń żył określone są w normie PN-90/E-06401. Metalowe powłoki, żyły powrotne oraz pancerze łączonych odcinków kabli powinny być połączone metalicznie ze sobą oraz z metalowymi kadłubami muf, głowic oraz z uziemieniem. Obciążalność zwarciova połączeń metalowych powłok kabli, żył powrotnych i pancerzy powinna być nie mniejsza niż obciążalność zwarciova łączonych elementów.

5.2.5. Wyznaczenie siły ciągnięcia kabla.

Projektowana długość poszczególnych odcinków linii kablowych nie powinna powodować przekroczenia dopuszczalnej siły ciągnięcia kabla podczas jego rozciągania, szczegółowo 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.

UWAGA: W przypadku nie stosowania rurociągu kabla optotelekomunikacyjnego, zachować odstęp od kabla do ściany wykopu – 10 cm

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 SN należy układać na głębokości, mierzonej od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabli co najmniej:

- 80 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 punktach 5.9.3 ÷ 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 o napięciu do 30 kV 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 powinien być ciągnięty jednym z trzech sposobów jak niżej, za pomocą:

sposób 1 – specjalnej głowicy kablowej, lub

sposób 2 – uchwytu zaprasowywanego do ciągnięcia za żyłę roboczą kabla, albo

sposób 3 – uchwytu do ciągnięcia za powłokę zewnętrzną kabla, tzw. opończy kablowej.

Prawidłowe wykonanie instalacji kabla wymaga dobrania właściwej wartości siły ciągnięcia, zależnej od sposobu uchwycenia kabla. Dla kabli przyjętych do stosowania w sieci ENEA Operator sp. z o.o. w zakresie sposobu ciągnięcia kabla oraz maksymalnej siły ciągnięcia należy przyjąć wymagania określone przez producentów, pod warunkiem że nie stoją one w sprzeczności z wymaganiami normy **[19]**.

Na kabel w trakcie jego zaciągania niezależnie od zalecanego sposobu jego uchwycenia, 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 rozdzielnicy 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 SN o izolacji z polietylenu nie był mniejszy niż 1,2 m – niezależnie od przekroju żyły roboczej.

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

Dopuszczalna temperatura

Stosować się do wymagań zdefiniowanych w pkt. 5.2.2.

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 kabla,
- masa przenoszzonego kabla 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 5.3. Dla kabli przyjętych do stosowania w sieci ENEA w zakresie sposobu ciągnięcia kabla oraz maksymalnej siły ciągnięcia należy przyjąć wymagania określone przez producentów, pod warunkiem że nie stoją one w sprzeczności z wymaganiami normy [19].

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.

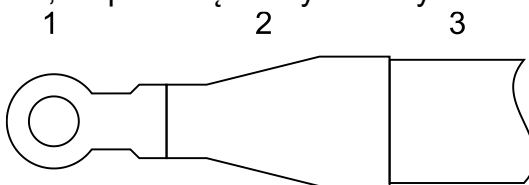
Krętlik

Linę wyciągarki z uchwytem kabla należy łączyć za pomocą krętlika z łożyskiem ślizgowym. Zabrania się stosowania krętlików z łożyskiem tocznym, przeznaczonych do linii napowietrznej.

Uchwycenia kabla

Uchwycenie kabla za żyłę główną może być realizowane poprzez zastosowanie:

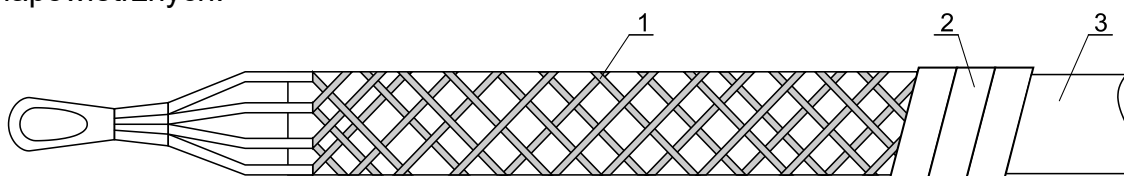
- oczka ciągnącego, zainstalowanego przez producenta kabla,
- głowicy ciągnącej,
- zaprasowanej końcówki kablowej, przy czym koniec kabla należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci, brudu, za pomocą taśmy lub rury termokurczliwej (rys. 5.2)



Rys. 5.2 **Sposób zabezpieczenia kabla**

1 – końcówka kablowa, 2 – element zabezpieczający, 3 – kabel

- opończy kablowej pojedynczej lub potrójnej. Zabrania się stosowania opończy do linii napowietrznych.



Rys. 5.3 **Mocowanie opończy kablowej na kablu**

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

Odcinanie końca kabla

Długości odcinanych odcinków kabla:

- 0,5 m w przypadku ciągnięcia za żyłę główną kabla,
- 110% długości opończy kablowej, lub
- min. 0,7 m w przypadku niezabezpieczonego końca kabla przed wnikaniem wilgoci.

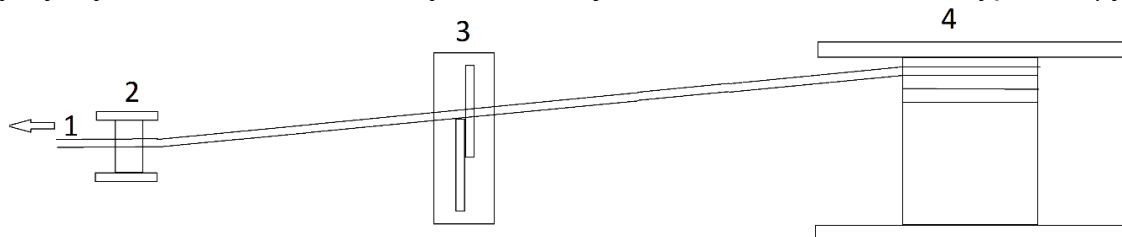
Rolki

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. 5.4).



Rys. 5.4 Ustawienie rolek typu V (widok z góry)

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

Rolki przelotowe

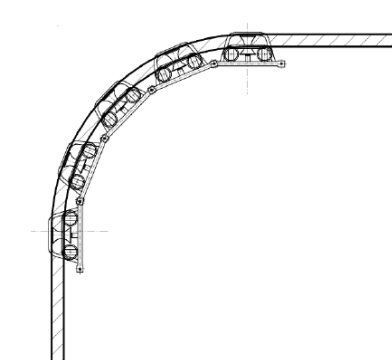
Rozmieszczone w wykopie kablowym na prostych odcinkach trasy linii kablowej, w takiej odległości od siebie, aby zaciągany kabel nie ocierał o podłoże (rys. 5.5).



Rys. 5.5 Ustawienie rolek przelotowych

Rolki kątowe

Rozmieszczone na całej długości łuku załomu trasy linii kablowej zgodnie z rys. 5.6. Dopuszczalna siła kątowa działająca na rolkę niezależnie od sposobu uchwycenia kabla nie może być większa niż 1,4 kN / rolkę.



Rys. 5.6 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,
- istniała możliwość kontroli prędkości obracania się bębna kablowego w trakcie rozwijania kabla.

Układanie kabla w wykopie kablowym

Kabel należy układać w warstwie piasku, zabrania się stosowania żwiru.

Stosowanie warstwy piasku nie jest wymagane za zgodą ENEA Operator sp. z o.o., jeżeli inwestycja realizowana jest na obszarze, gdzie występuje grunt mineralny, taki jak: piasek, i nie występują frakcje bardzo gruboziarniste i gruboziarniste o ziarnach powyżej 2 mm.

Minimalną głębokość ułożenia kabli w gruncie podano w tablicy 5.4, jeżeli uzgodnienia zawarte w projekcie nie stanowią inaczej.

Tablica 5.4 **Minimalna głębokość ułożenia kabli**

Poza użytkami: rolnymi, leśnymi, zadrzewionymi	Na użytkach: rolnych, leśnych, zadrzewionych
min. 80 cm	min. 100 cm

Trójkątne wiązki kabli jednożyłowych należy spinać izolacyjnymi opaskami kablowymi samozaciskowymi o szerokości minimum 4,0 mm nie rzadziej niż co 2,0 m. W gruncie rodzimym służącym do zasypania rowu kablowego nie mogą znajdować się: kamienie, grzyby 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 ÷ 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 taśmami ostrzegawczymi koloru czerwonego, spełniającymi wymogi określone w Standardzie w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator. Głębokość ułożenia taśm ostrzegawczych podano w tablicy 5.5.

Tablica 5.5 **Głębokość ułożenia taśm ostrzegawczych**

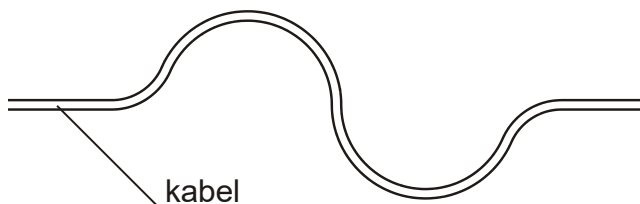
Poza użytkami: rolnymi, leśnymi, zadrzewionymi	Na użytkach: rolnych, leśnych, zadrzewionych
od 25 cm do 35 cm nad powierzchnią zewnętrzną kabla lub osłony kabla	od 25 cm do 35 cm nad powierzchnią zewnętrzną kabla lub osłony kabla
od 30 cm do 35 cm względem powierzchni ziemi taśma z napisem: „UWAGA KABEL – na głębokości 0,5÷1,0 m KABEL POD NAPIĘCIEM”	

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. Taśmę/taśmy ostrzegawcze nad każdym torem linii (nad kablami) należy ułożyć tak, jak dla pojedynczego toru linii.

Zapas kabla

Należy pozostawić zapas kabla w formie litery „S” o długości min. 2,0 m przy stanowiskach słupowych.



Rys. 5.7 Przykład wykonania zapasu kabla przy stanowisku słupowym

Oslony rurowe w gruncie

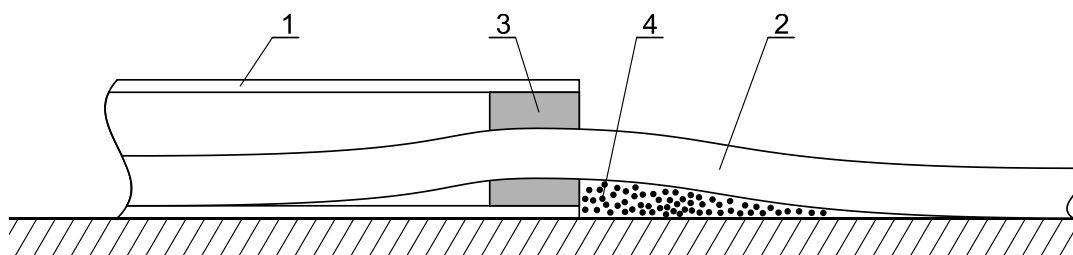
Przed wprowadzeniem kabla do rury osłonowej, najpierw należy sprawdzić jej drożność, wszelkie zanieczyszczenia z przepustu należy usunąć, np. poprzez przeciągnięcie walcowej szczotki, rekomenduje się, aby przed rurą osłonową wykonać wgłębienie w ziemi, aby uniemożliwić dostanie się piasku do rury osłonowej

Przy wprowadzaniu i wyprowadzaniu kabla z rury osłonowej, powłoka kabla nie może ocierać o krawędź rury osłonowej - należy stosować rolki do koryt lub przejście kablowe z rolkami osłonowymi.

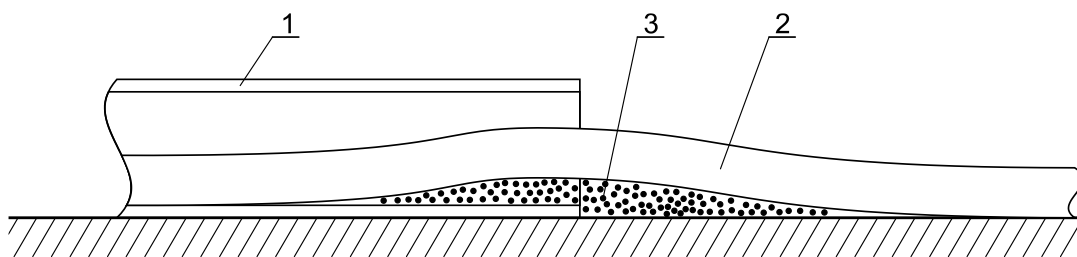
W celu zmniejszenia siły tarcia podczas zaciągania kabla w rurach osłonowych należy stosować materiał poślizgowy, obojętny dla powłoki kabla dedykowany do kabli elektroenergetycznych. Zabrania się stosowania płynu do mycia naczyń.

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 rys. 5.8. 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 rys. 5.9.



Rys. 5.8 Sposób uszczelnienia końca rury osłonowej gniazdowym wkładem
1 – rura osłonowa, 2 – kabel, 3 – uszczelnienie w postaci wkładu gniazdowego,
4 – piasek pod kabel (zagęszczony)



Rys. 5.9 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/taśmy ostrzegawcze 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 250 mm,
- długości od 500 mm do 1 000 mm,
- ryflowane, perforowane.

Przynajmniej jedna strona płyty powinna być koloru czerwonego.

Poszczególne płyty powinny mieć możliwość łączenia ze sobą.

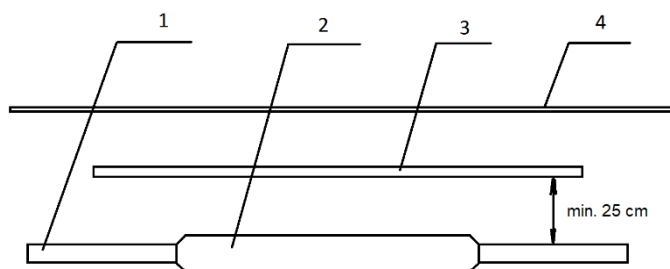
Mufy kablowe

Mufy kablowe należy instalować w miejscach łatwo dostępnych, na prostych odcinkach linii kablowej, poza strefami ochronnymi innej infrastruktury sieciowej, pasami drogowymi, skarpami naturalnymi lub sztucznymi.

W sytuacjach wyjątkowych dopuszcza się instalacje mufy kablowej w gruncie wymagającym zagęszczenia mechanicznego, pod warunkiem zastosowania dodatkowej osłony w postaci płyty ochronnej z PE, PCV, umieszczonej 25 cm nad kablem – na podsypce piaskowej (rys. 5.10) o minimalnych wymiarach: szerokość 250 mm, długość 1 000 mm.

Tablica 5.6 **Zasady doboru wymiarów płyty ochronnej**

Mufa	Minimalna wymagana	
	szerokość	długość
	[mm]	
przelotowa	2 x średnica mufy + 100 mm, ale nie mniej niż 250 mm	długość projektowanej mufy + 400 mm ¹⁾ , ale nie mniej niż 1 000 mm
przejściowa	średnica mufy + 100 mm, ale nie mniej niż 250 mm	
1) dopuszcza się łączenie dwóch płyt ochronnych		



Rys. 5.10 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:

$$F_c > F_t$$

F_c – dopuszczalna siła ciągnięcia kabla podana w tabelicy 3.1

F_t – całkowita siła tarcia obliczona wg wzorów podanych w tabelicy 5.7

Przyjęte założenia techniczne do obliczeń należy podać w dokumentacji projektowej.

Założenia techniczne do obliczeń:

- sposób uchwycenia kabla (za żyłę, powłokę kabla),
- sposób ciągnięcia kabla (pojedynczo każdą żyłę, wszystkie trzy równolegle),
- wartość kąta/kątów oraz długości łuków załomu trasy linii kablowych,
- przyjęty współczynnik μ ,
- kierunek rozciągania kabla.

Dla kabli przyjętych do stosowania w sieci ENEA Operator w zakresie sposobu ciągnięcia kabla oraz maksymalnej siły ciągnięcia należy przyjąć wymagania określone przez producentów, pod warunkiem że nie stoją one w sprzeczności z wymaganiami normy [19] i niniejszego dokumentu.

Wzory służące do obliczenia siły tarcia, jak i siły kątowej podano w tabelicy 5.7

Tablica 5.7 **Dopuszczalna maksymalna siła ciągnięcia kabla**

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 5.8, F _t – suma wartości sił tarcia na wszystkich odcinkach trasy od jej początku do danego załomu [N], k – współczynnik wg tablicy 5.9, n – liczba rolek na załomie trasy linii kablowej, R _w – długość promienia łuku wykopu [m].	

 Tablica 5.8 **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 5.9 **Wartość współczynnika k**

kąt załomu trasy linii 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 wkładem uszczelniającym, odpornym na oddziaływanie wilgoci i nie oddziałującym negatywnie na uszczelniane elementy.

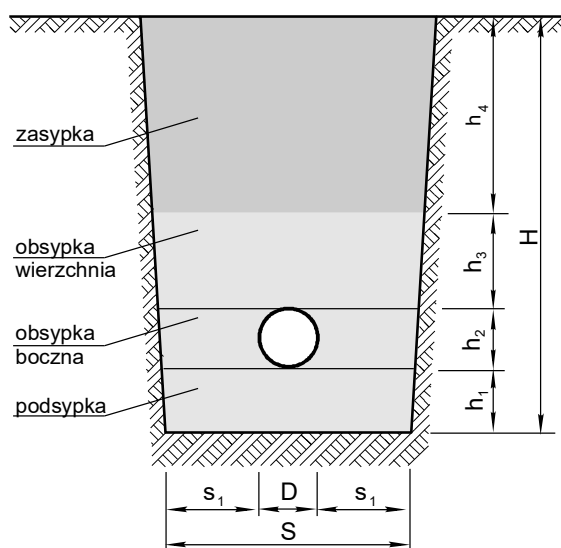
5.6. Układanie rur osłonowych.

5.6.1. Układanie rur HDPE w gruncie.

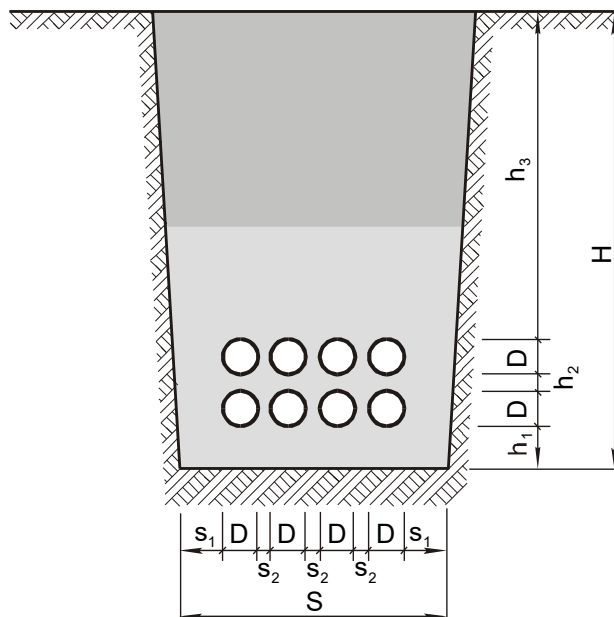
Szczegóły układania rur w gruncie przedstawiono na rys. 5.11 i 5.12. Szczegóły dotyczące materiału poszczególnych warstw podano w 5.4.1 .

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: $(h_3+h_4) \geq 70 \text{ cm}$ i uwzględnić napięcie znamionowe kabla i miejsce jego ułożenia.



Rys. 5.11 Układanie rur w gruncie



Rys. 5.12 Kanalizacja wielotorowa

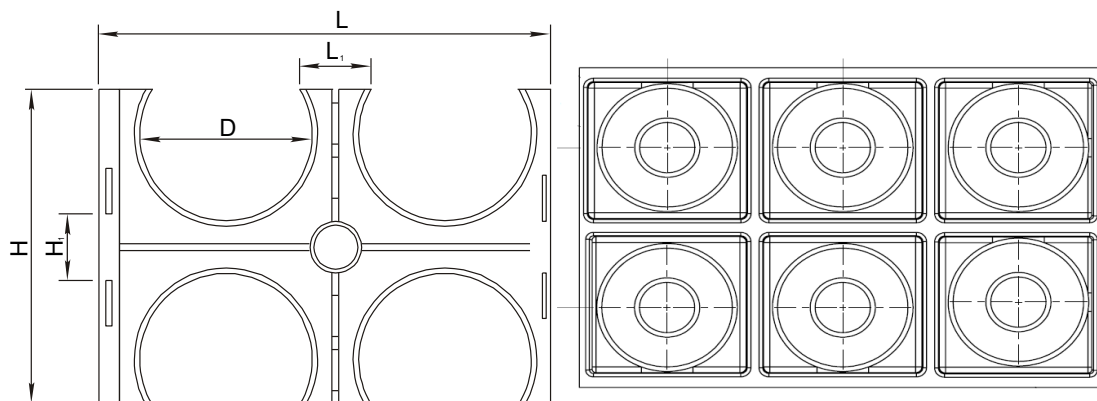
Podczas układania kanalizacji wielotorowej należy zachować następujące odległości:

- a) w płaszczyźnie pionowej – $h_2 \geq 2 \text{ cm}$, h_3 – jak pkt 5.7.1d,
- 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. 5.13. Dzięki specjalnym połączeniom uchwyty można montować w zestawy o dowolnej ilości.

Uchwytów dystansowych nie stosuje się w przypadku rur dzielonych.


Rys. 5.13 Przykładowe uchwyty dystansowe

L – długość uchwyty,

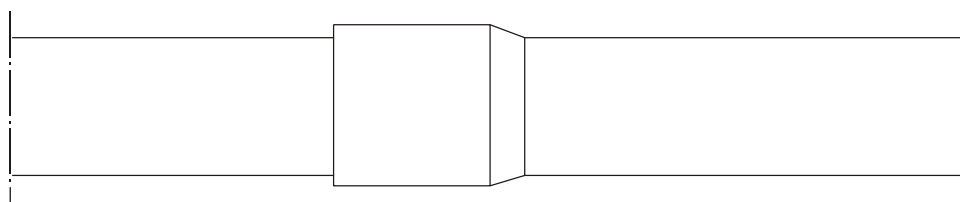
H – wysokość uchwyty,

D – średnica odpowiadająca zewnętrznej średnicy rury,

L₁ – odległość zależna od typu uchwyty, jednak nie mniejsza niż 3 cm,

H₁ – odległość zależna od typu uchwyty, jednak nie mniejsza niż 2 cm.

Rury zaleca się układać ze spadkiem co najmniej 0,1%.



—————> kierunek spadku min = 0,1%

—————> kierunek ciągnięcia kabla

Rys. 5.14. Pochylenie kanalizacji

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

Osłony 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 czerwonego oraz osprzęt do rur, o odporności na uderzenia klasy N (normalna) i ściskanie nie mniejszej 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.

Średnica zewnętrzna osłony rurowej powinna wynosić min. 160 mm.

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

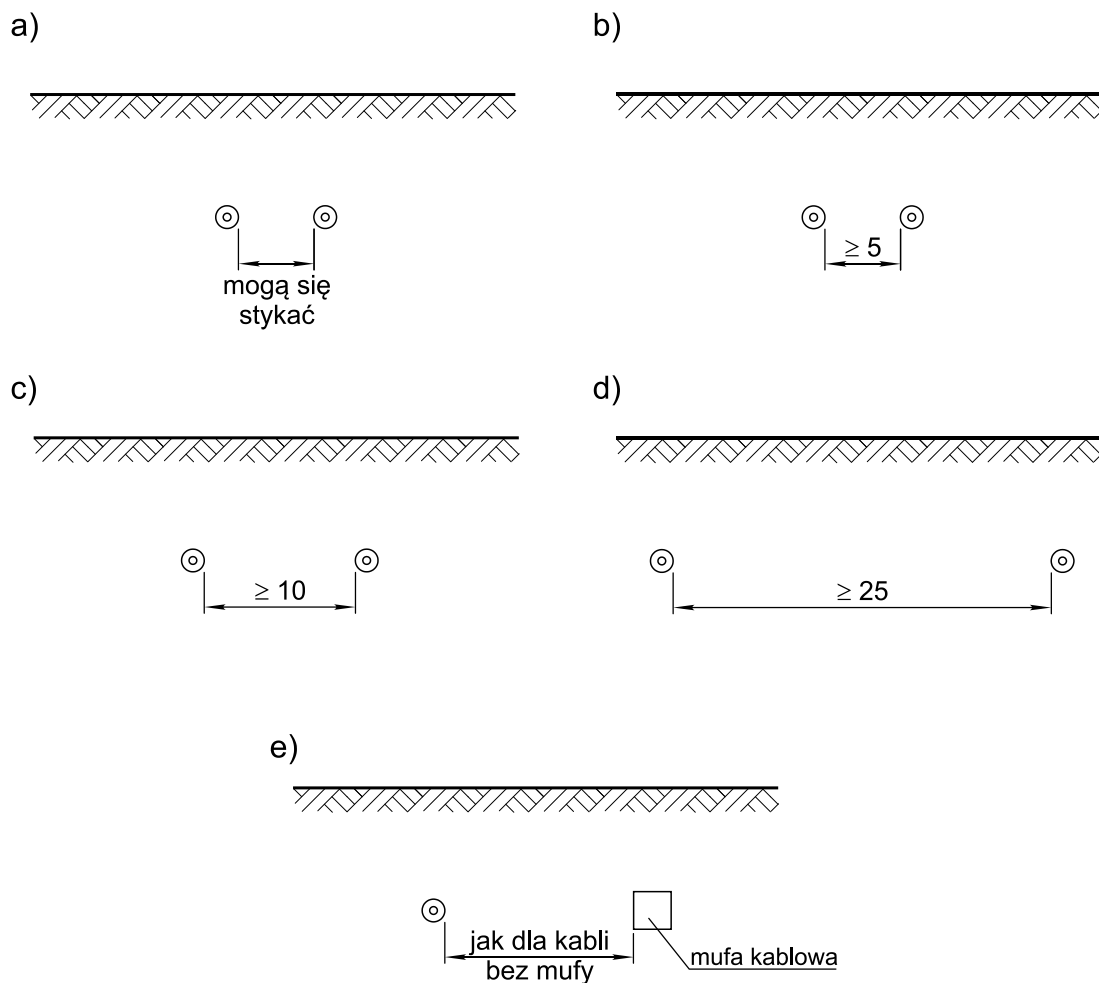
Najmniejsze dopuszczalne odległości pionowe na skrzyżowaniu i poziome przy zbliżeniu kabli ułożonych bezpośrednio w ziemi podano w tablicy 5.11.

Tablica 5.11 **Odległości między ułożonymi bezpośrednio w ziemi kablami nie należącymi do tej samej linii kablowej, wg N SEP-E-004**

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

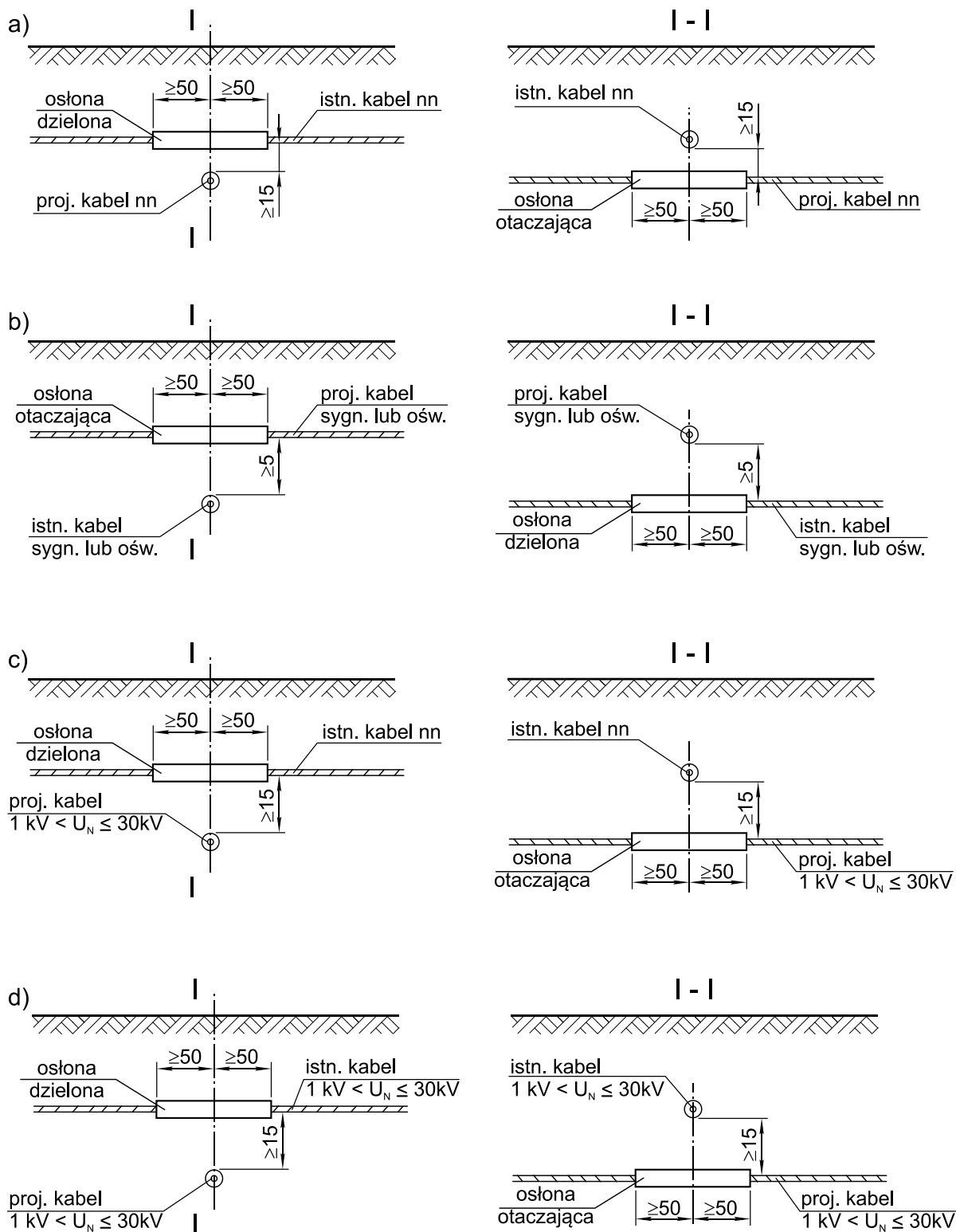
* za wyjątkiem przypadków omówionych w pkt. 5.2.1

Ilustrację wymagań zawartych w tablicy 5.11 przedstawiono na rys. 5.15 i 5.16.



Rys. 5.15 Odległości (w cm) między kablami ułożonymi w ziemi przy zbliżeniach wg N SEP-E-004:

- a) zbliżenie kabli wg Lp. 2, tablica 5.11,
- b) zbliżenie kabli wg Lp. 1, tablica 5.11,
- c) zbliżenie kabli wg Lp. 4, tablica 5.11,
- d) zbliżenie kabli wg Lp. 3 i 5, tablica 5.11,
- e) zbliżenie kabli wg Lp. 6, tablica 5.11.



Rys. 5.16 Przykładowe przekroje skrzyżowań kabli ułożonych w ziemi wg N SEP-E-004:

- a) skrzyżowanie kabli wg Lp.1, tablica 5.11,
- b) skrzyżowanie kabli wg Lp.2, tablica 5.11,
- c) skrzyżowanie kabli wg Lp.3, tablica 5.11,
- d) skrzyżowanie kabli wg Lp.4 i 5, tablica 5.11.

UWAGA: wymiary 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 5.12.

Tablica 5.12 Odległości kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych, wg N SEP-E-004

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość, [cm] kabli o napięciu znamionowym $U_N \leq 30$ kV	
		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	Ściany 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. 26.04.2013 r. Dziennik Ustaw poz. 640

²⁾ dopuszcza się zmniejszenie odległości podanych w tablicy 6.35 pod warunkiem zastosowania osłon otaczających i uzgodnienia odstępu z użytkownikami obiektów

³⁾ zgodnie z Rozporządzeniem Min. Gospodarki z dn. 26.04.2013 r. 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 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 - ogólne wytyczne.

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 rurociągiem na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania.

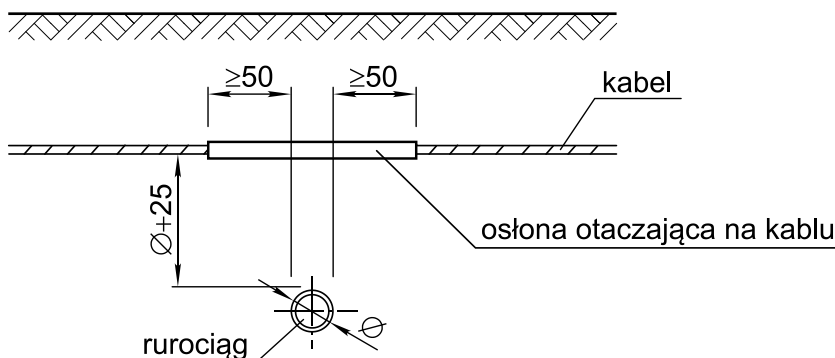
Skrzyżowanie powinno być wykonane pod kątem zbliżonym do 90°.

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. 5.17.

Dopuszcza się zmniejszenie wymaganych odległości podanych w tablicy 5.12 pod warunkiem:

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



Rys. 5.17 Przekrój skrzyżowania rurociągu wodociągowego, ściekowego, ciepłego lub gazowego z gazem niepalnym z kablem elektroenergetycznym o napięciu $U_N \leq 30 \text{ kV}$ (wymiar 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 największym 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 $U_N \leq 30 \text{ kV}$.

Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 50 cm dla kabli o $U_N \leq 30 \text{ kV}$.

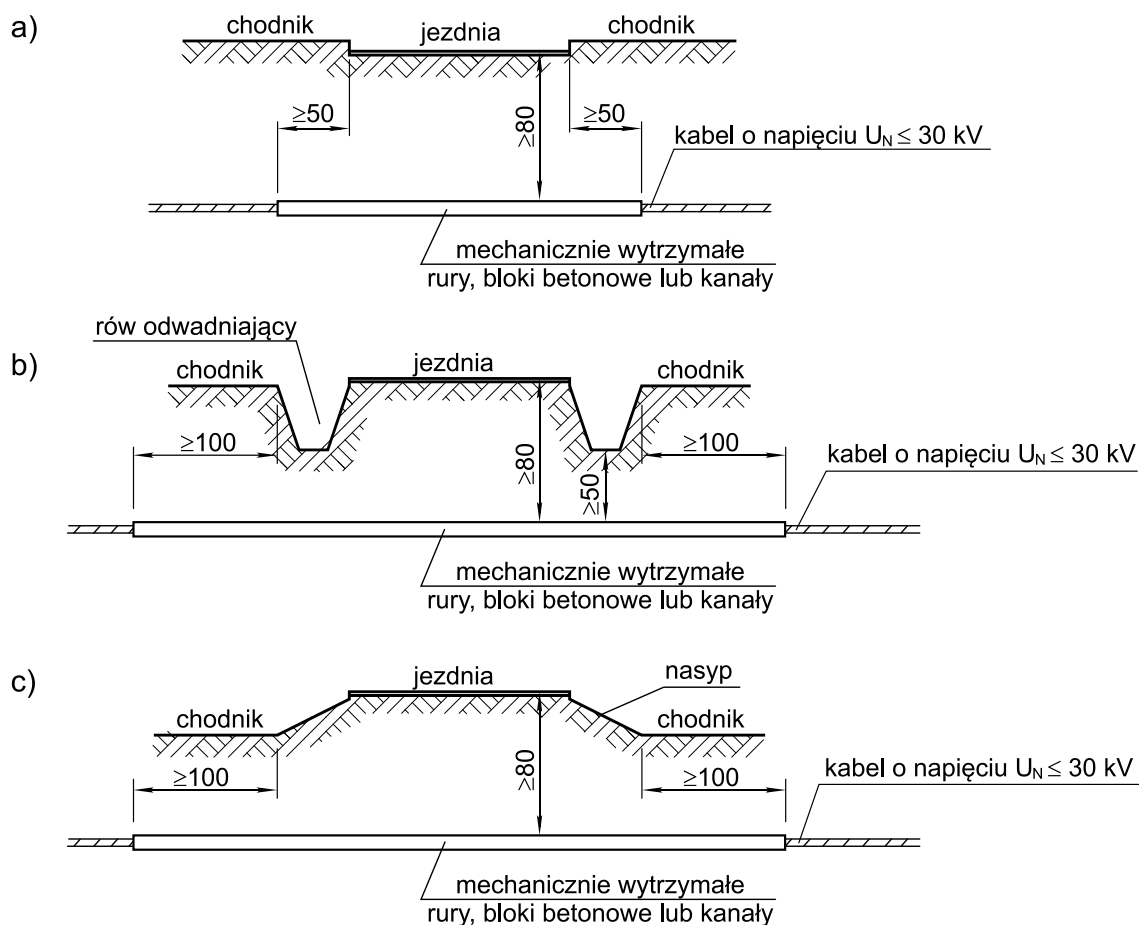
Osłony otaczające powinny wystawać poza:

- krawężnik lub krawędź jezdni na długość co najmniej 50 cm z każdej strony,
- rów odwadniający lub nasyp drogi na długość co najmniej 100 cm z każdej strony.

Kable elektroenergetyczne krzyżujące tory szynowe muszą być dodatkowo chronione przed wpływem prądów błędnych. 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 5.12.

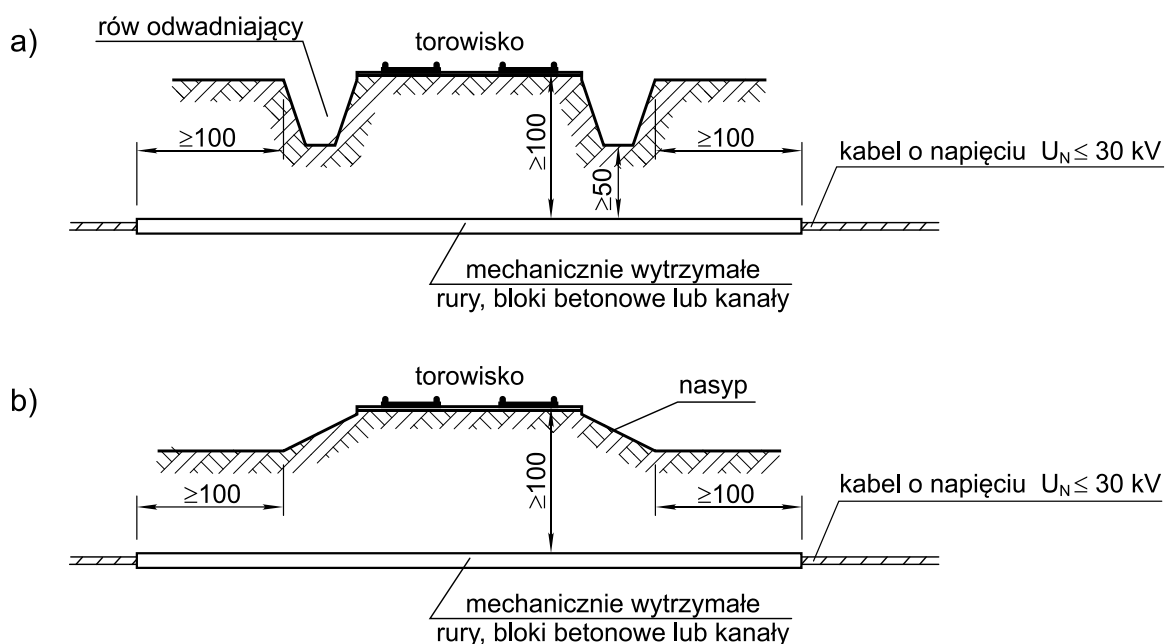
Osłony otaczające powinny wystawać na długość co najmniej 100 cm z każdej strony toru poza krawędź toru lub nasypu.

Przykładowe przekroje skrzyżowań kabli z drogami kołowymi oraz torowiskami przedstawiono na rys. 5.18. i 5.19. Wymiary podano w cm.



Rys. 5.18 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. 5.19 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 – ogólne wytyczne.

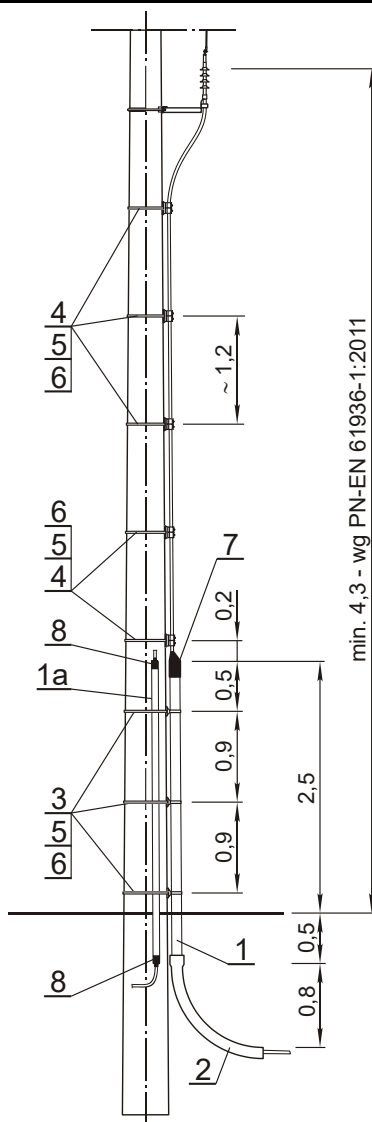
Na etapie realizacji dokumentacji projektowej, profil skrzyżowania linii kablowej z rzekami i innymi szlakami wodnymi należy uzgodnić z zarządcą/właścicielem.

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

6. WPROWADZENIE KABLI SN 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 rozwiązania stosowane przez ENEA Operator, które można adaptować do konkretnych sytuacji.



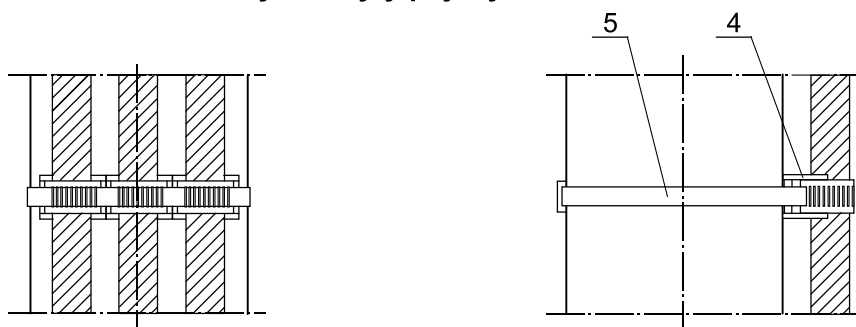
Rys. 6.1. Wprowadzenie kabli SN na słup linii napowietrznej

UWAGA: Kabel układać na słupie zgodnie z normą N SEP-E-004.

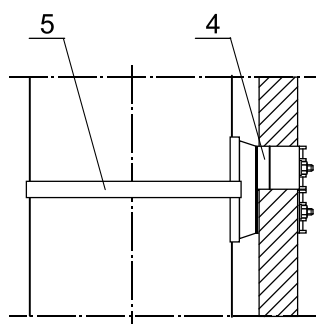
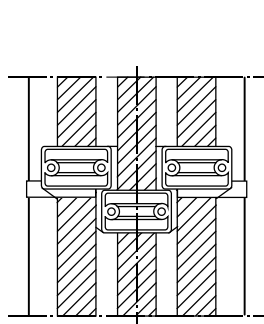
Lp.	Wyszczególnienie		Producent	Jedn.	Ilość	Masa jedn., [kg]	Uwagi
1	Ośłona rurowa HDPE dł. 3,0 m do kabla	Ø 160	□	szt.	1	□	Øzew. 160 mm
1a	Ośłona rurowa HDPE dł. 3,0 m do przewodu optotelekomunikacyjnego	Ømin. 75	□	szt.	1	□	w przypadku wprowadzenia przewodu optotelekomunikacyjnego
2	Kolanko ochronne HDPE 90° R=800 mm	Ø 160	□	szt.	□	□	do poz. 1
3	Ramka do mocowania rury	RK□	□	szt.	3	□	ilość dla 1 rury
4	Uchwyt dystansowy do kabla	□	□	szt.	□	0,03	sposób mocowania – str. 42
5	Taśma stalowa 20x0,4 mm	□	□	m	□	0,07	do mocowania poz. 1, 1a, 3 i 4
6	Klamerka	□		szt.	□	0,015	do poz. 5; 1 szt. / 1 zwój taśmy
7	Trójpalczatka uszczelniająca	□	□	szt.	1	-	do poz. 1
8	Rura termokurczliwa dł. 0,2 m	□	□	szt.	2	-	do poz. 1a

Przykładowe szczegóły mocowania

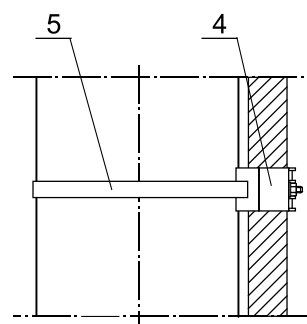
Trzy uchwyty pojedyncze



Uchwyt potrójny

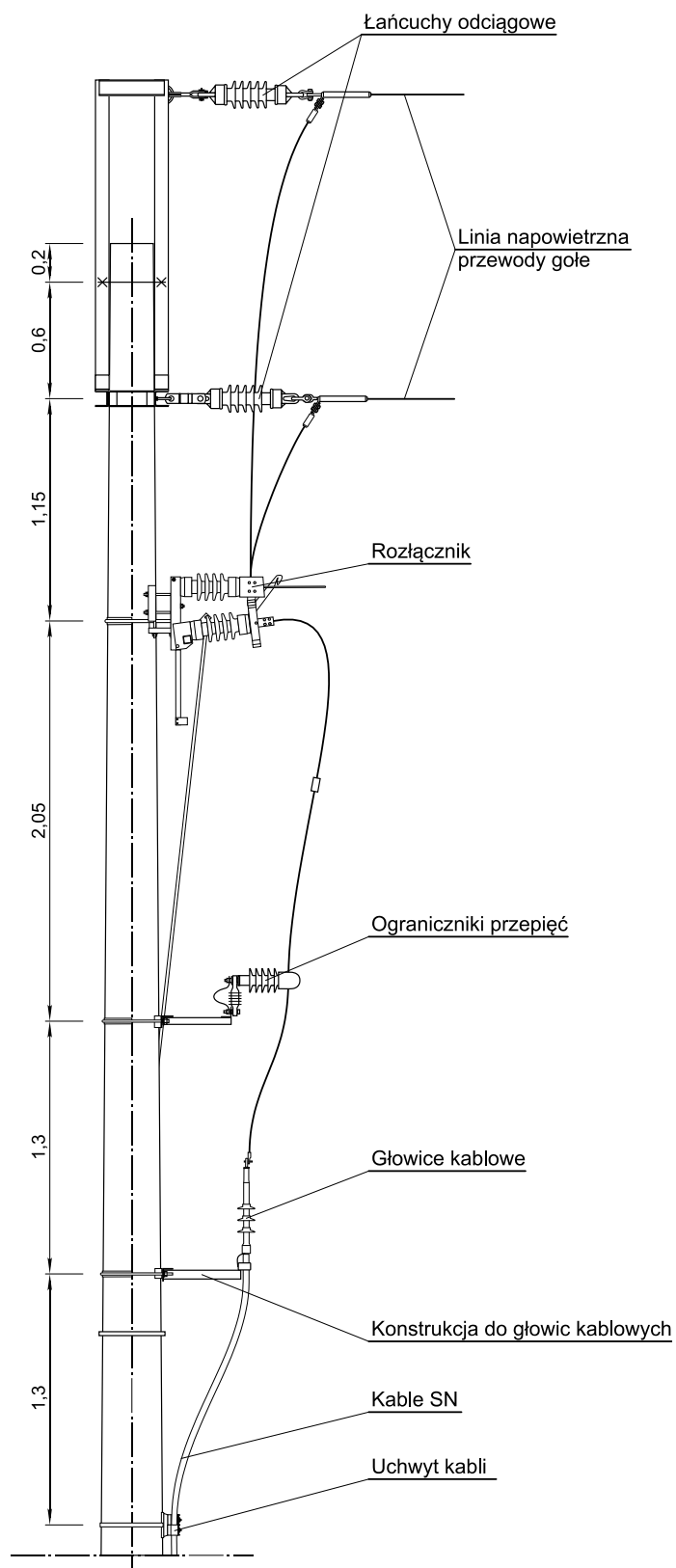


Uchwyt pojedynczy

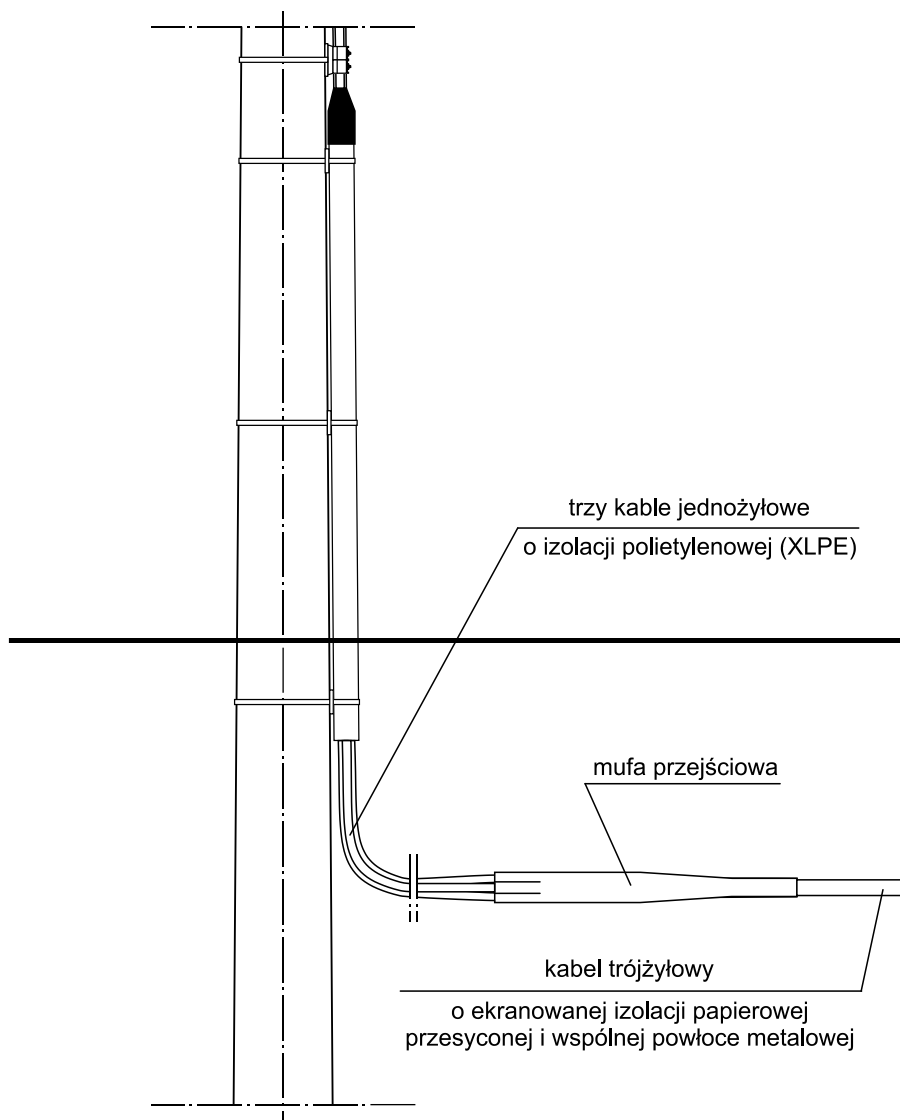


Rys. 6.2 Szczegóły mocowania kabli do żerdzi słupa

Zestawienie materiałów – str. 38.

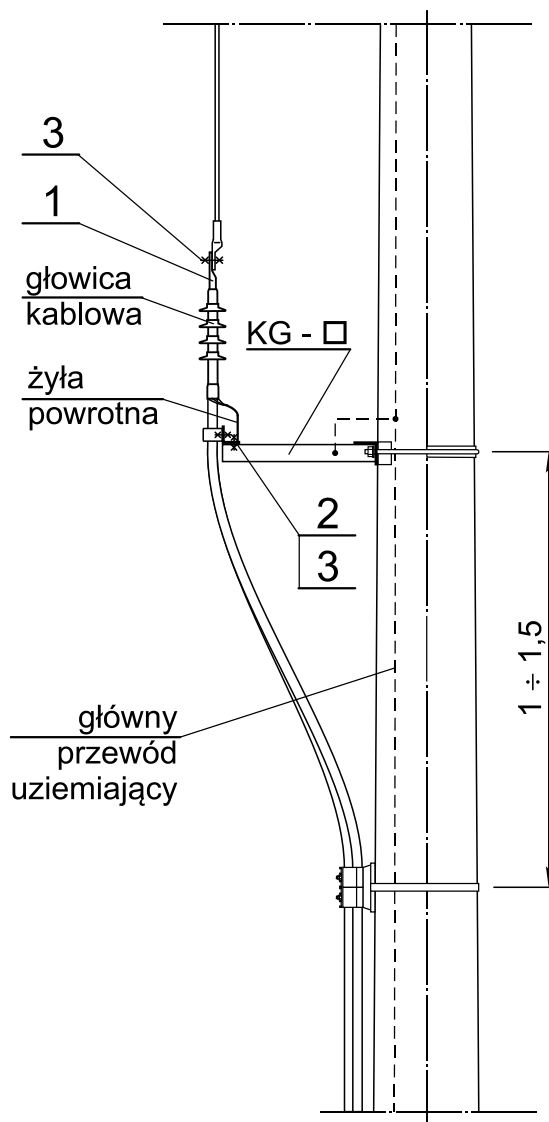


Rys. 6.3 Uzbrojenie słupa krańcowego linii SN z głowicami kablowymi i rozłącznikiem. Rozłącznik wg Standardu obowiązującego w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.



Rys. 6.4 Przykład zastosowania mufy przejściowej

UWAGA: Stosować kompletne zestawy muf przejściowych zgodnie ze Standardem w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator sp. z o.o.


Rys. 6.5 Przykład zamocowania głowic kablowych

UWAGI:

1. Końcówki poz. 1 i 2 należy zamawiać, jeżeli nie są ujęte w zestawie głowic.
2. Żyły powrotne należy przyłączyć do instalacji uziemiającej stanowiska słupowego, stosując końcówki kablowe poz. 2, każdą żyłę niezależnie. Zabrania się łączenia żył powrotnych ze sobą i przyłączania ich jednym zaciskiem do instalacji uziemiającej.

Lp.	Wyszczególnienie			Producent, nr normy	Jedn.	Ilość	Masa jedn., [kg]	Uwagi	
1	Końcówka kablowa	do M12	□	□	szt.	3	□	do żyły roboczej	wg Standardu Enea Operator
2	Końcówka kablowa miedziana cynowana galwanicznie do M12		□	□	szt.	3	□	do żyły powrotnej	
3	Śruba ocynkowana z nakrętką, podkładką okrągłą i sprężystą		M12x35	PN-EN 15048-1	szt.	6	0,07	do poz. 1 i 2	

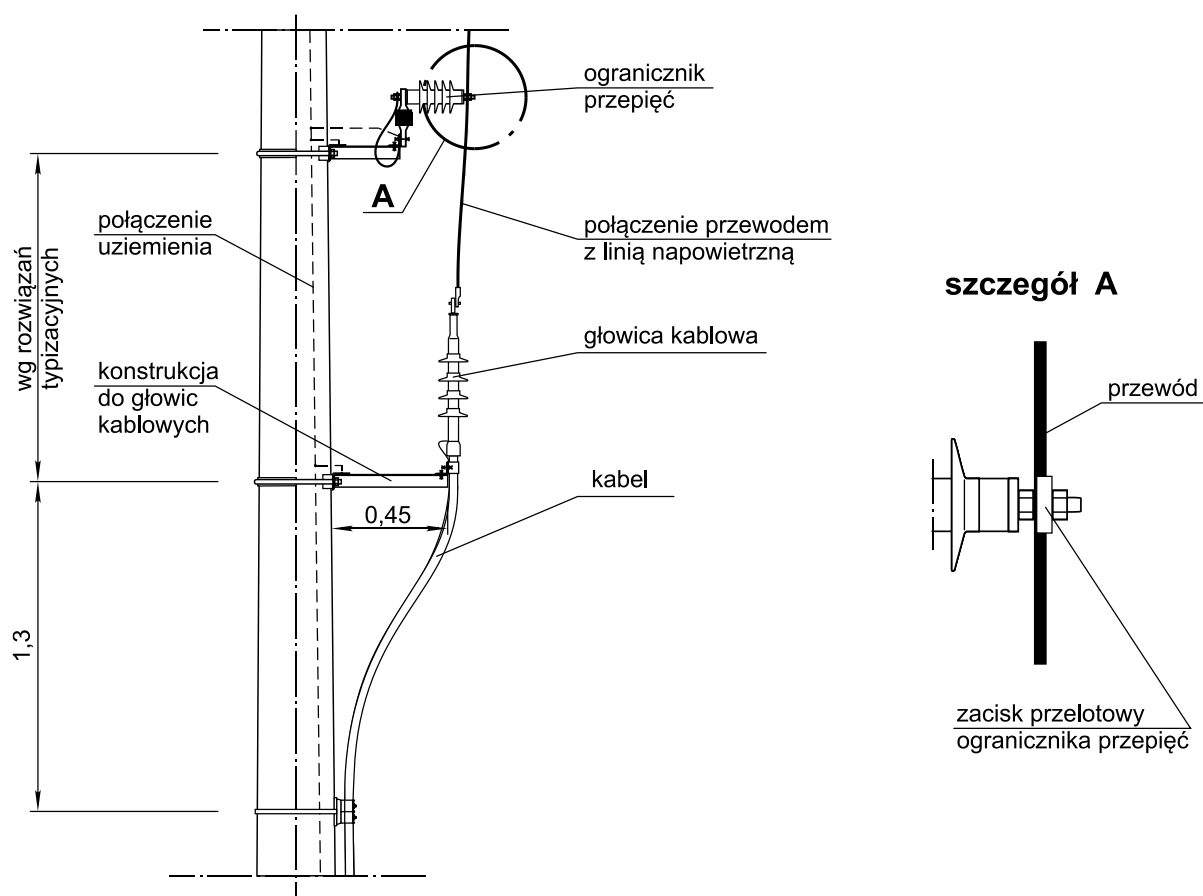
7. OCHRONA KABLI OD PRZEPIĘĆ

Ochronę kabli elektroenergetycznych od przepięć należy rozwiązywać podstawowo w oparciu o opracowanie PTPIREE w Poznaniu, pt. „Ochrona sieci elektroenergetycznych od przepięć. Wskazówki wykonawcze”, 2005 r.

Linie kablowe średniego napięcia należy chronić ogranicznikami przepięć umieszczonymi przy głowicach kablowych w miejscu połączenia z linią napowietrzną z przewodami gołymi, przewodami w osłonie lub przewodami pełnoizolowanymi.

Przy doborze ograniczników przepięć należy uwzględnić rodzaj chronionego urządzenia oraz warunki sieciowe (czas trwania zwarcia doziemnego) i środowiskowe.

Przykład instalowania ograniczników przepięć przedstawiono na rys. 7.1.



Rys. 7.1. Ograniczniki przepięć na słupie kablowym linii napowietrznej SN, wymagane odległości pomiędzy poszczególnymi elementami uzbrojenia słupa wg albumu ENEA Operator sp. z o.o.

8. LITERATURA

Książki, publikacje

1. Laskowski L., Masztak R., Stokłosa J., *Zasady budowy linii kablowych*, Poznań, 1999.
2. Lenartowicz R., *Warunki techniczne wykonywania i odbioru robót budowlanych. Linie kablowe niskiego i średniego napięcia.*, Warszawa, 2011.
3. Szewczykowski M., *Podstawowe zagadnienia związane z zagrożeniami podczas układania kabli*, materiały szkoleniowe.
4. Zawodniak J.J., *Mechaniczne uszkodzenia izolacji polietylenowej kabli SN oraz metody ich ograniczania*, 2016.

Normy i rozporządzenia:

1. N SEP-E-004 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*
2. PN-E-01002:1997 *Słownik terminologiczny elektryki. Kable i przewody.*
3. N SEP-E-001:2012 *Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.*
4. PN-E-90410 (1994) *Kable elektroenergetyczne o izolacji z polietylenu usieciowanego na napięcie znamionowe od 3,6/6 kV do 18/30 kV. Ogólne wymagania i badania.*
5. PN-EN 60617 *Symbole graficzne stosowane w schematach elektrycznych.*
6. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 czerwca 2014 r. w sprawie przepisów techniczno – budowlanych dotyczących autostrad płatnych.
7. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, z dnia 29 stycznia 2016 r.
8. Ustawa o drogach publicznych z dnia 21 marca 1985 r. (Dz.U. 1985 nr 14 poz. 60 z późniejszymi zmianami).
9. Norma PN-76/E-05125 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.*
10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe, z dnia 26 kwietnia 2013 r.
11. PTPIREE, *Ochrona sieci elektroenergetycznych od przepięć. Wskazówki wykonawcze*, Poznań, 2005.
12. Katalogi i dane techniczne producentów kabli.
13. Katalogi i dane techniczne producentów osprzętu ochronnego do kabli.
14. Dokumentacja typizacyjna i opracowania własne Biura Projektów Energetycznych „Energolinia” w Poznaniu.

9. ZESTAWIENIE OPRACOWAŃ TYPIZACYJNYCH W ENEA OPERATOR ZAWIERAJĄCYCH ELEMENTY LINII KABLOWYCH SN.

1. Albumy słupów dla linii napowietrznych jednotorowych średniego napięcia z przewodami gołymi oraz w osłonie stanowiące załączniki do Standardu pn.: "Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia".