

**ELEKTROENERGETYCZNE I SYGNALIZACYJNE
LINIE KABLOWE.
PROJEKTOWANIE I BUDOWA
NORMA N-SEP-E-004**

Autorzy:

**mgr inż. Ludwik Latocha
Andrzej Ceglarek
mgr inż. Henryk Domagała
dr inż. Adam Rynkowski
mgr inż. Franciszek Spyra
mgr inż. Leon Wieczorek**

Grudzień 2011 r.

SPIS TREŚCI¹

1.	Wstęp.....	4
1.1	Zakres normy.....	4
1.2	Normy powołane	4
1.3	Określenia	4
1.3.1	Linia kablowa	4
1.3.2	Trasa linii kablowej	4
1.3.3	Napięcie znamionowe linii kablowej.....	4
1.3.4	Osprzęt elektroenergetycznej linii kablowej	4
1.3.5	Odległość.....	4
1.3.6	Odległość pozioma	5
1.3.7	Odległość pionowa	5
1.3.8	Skrzyżowanie	5
1.3.9	Zbliżenie	5
1.3.10	Ośłona linii kablowej	5
1.3.11	Pomieszczenie kablowe	5
1.3.12	Kanał kablowy	5
1.3.13	Tunel kablowy.....	5
1.3.14	Szyb kablowy.....	5
1.3.15	Estakada kablowa	5
1.3.16	Drabinka kablowa	5
1.3.17	Korytka kablowe.....	5
1.3.18	Studzienka kablowa	6
1.3.19	Ściana przeciwpożarowa	6
1.3.20	Przegroda przeciwpożarowa	6
1.3.21	Grodź przeciwpożarowa	6
1.3.22	Ośłona trudno palna	6
1.3.23	Pozostałe określenia.....	6
2.	Wymagania ogólne	6
2.1	Własności urządzeń i materiałów.....	6
2.1.1	Kable, osprzęt i materiały pomocnicze	6
2.1.2	Ośłony linii kablowych	6
2.1.3	Tunele i pomieszczenia kablowe	6
2.1.4	Kanały kablowe	6
2.1.5	Szyby kablowe	6
2.1.6	Estakady kablowe	7
2.1.7	Ośłony otaczające	7
2.1.8	Studzienki kablowe.....	7
2.2	Wybór trasy linii kablowej	7
2.3	Dobór kabli.....	8
2.3.1	Napięcie znamionowe kabli	8
2.3.2	Przekrój żył kabli	8
2.3.3	Izolacja żył.....	8

¹⁾Zachowano numerację stron z projektu normy

2.3.4	Powłoki, pancerze i osłony kabli	8
2.3.5	Rodzaje kabli układanych w wodzie i pod wodą	8
2.3.6.	Rodzaje kabli przeznaczonych do układania w tunelach kablowych, kanałach w pomieszczeniach	8
2.4	Ochrona kabli	9
2.4.1	Ochrona kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi	9
2.4.2	Ochrona kabli przed korozją	9
2.4.3	Ochrona kabli przed prądami błądzącymi	9
2.4.4	Ochrona kabli przed promieniami ultrafioletowymi	9
2.5	Zasady układania kabli	9
2.5.1	Wymagania ogólne	9
2.5.2	Temperatura kabli przy układaniu	9
2.5.3	Zginanie kabli	9
2.5.4	Układanie kabli	10
2.5.5	Pionowe lub pochyłe układanie kabli	10
2.6	Zakończenia i łączenia kabli	10
2.6.1	Zakończenia kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, tzn. $U_N \leq 1 \text{ kV}$	10
2.6.2	Zakończenia kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, tzn. $U_N > 1 \text{ kV}$	10
2.6.3	Łączenie kabli	11
2.6.4	Dobór muf i głowic	11
2.6.5	Miejsce instalowania muf	11
2.6.6	Własności muf i głowic	11
2.6.7	Połączenia żył roboczych, żył powrotnych, powłok metalowych i pancerzy kabli	11
	2.6.7.1 Własności elektryczne połączeń	11
	2.6.7.2 Wykonanie połączeń	11
2.6.8	Ochrona przeciwporażeniowa	11
2.7	Oznaczanie linii kablowych	12
2.7.1	Oznaczenie kabli	12
2.7.2	Oznaczenie trasy	12
3.	Układanie kabli w ziemi	12
3.1	Układanie kabli bezpośrednio w ziemi	12
3.1.1	Wymagania ogólne	12
3.1.2	Głębokość ułożenia kabli w ziemi	13
3.1.3	Układanie warstwowe kabli	13
3.1.4	Układanie kabli wzdłuż dróg i ulic	13
3.1.5	Odległości	13
	3.1.5.1 Odległości między kablami nie należącymi do tej samej linii kablowej	13
	3.1.5.2 Odległości kabli od innych urządzeń podziemnych	14
3.1.6	Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą i z innymi obiektami lub przeszkodami naturalnymi	16
	3.1.6.1 Wymagania ogólne	16
	3.1.6.2 Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli między sobą	16
	3.1.6.3 Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń z rurociągami	16

3.1.6.4	Wykonanie skrzyżowań z drogami kołowymi	16
3.1.6.5	Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z torami szynowymi.....	16
3.1.6.6	Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z rzekami i innymi szlakami wodnymi	16
3.1.6.7	Zbliżenie kabli z urządzeniami do ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	17
3.2	Układanie kabli w osłonach otaczających umieszczonych w ziemi	17
3.2.1	Postanowienia ogólne	17
3.2.2	Głębokość umieszczenia osłon otaczających w ziemi	17
4.	Układanie kabli w kanałach i tunelach.....	18
4.1	Wymagania ogólne	18
4.2	Rozmieszczenie kabli	18
4.3	Odległości między kablami	18
4.4	Mocowanie kabli	18
4.5	Odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabla	19
4.6	Skrzyżowania	19
4.7	Prowadzenie w kanałach i tunelach kabli i rurociągów	19
5.	Układanie kabli na mostach, wiaduktach, molach, nabrzeżach i estakadach kablowych	19
5.1	Wymagania ogólne	19
5.2	Sposoby układania kabli	20
6.	Układanie kabli ognioodpornych	20
7.	Układanie kabli w budynkach	20
7.1	Wymagania ogólne	20
7.2	Sposoby układania kabli	20
7.3	Wprowadzenie kabli do budynków	20
7.4	Przejścia kabli przez ściany i stropy	21
7.5	Odległości między kablami ułożonymi w budynkach	21
7.6	Skrzyżowania kabli z innymi kablami i przewodami.....	21
7.7	Odległości kabli od rurociągów	21
7.8	Pomieszczenia kablowe w budynkach	22
7.9	Szyby kablowe	22
8.	Wymagania pomontażowe.....	22
9.	Badania	24
9.1	Sprawdzenie zgodności wykonania linii kablowej.....	24
9.2	Sprawdzenie zgodności kabli i osprzętu.....	24
9.3	Wykonanie badań pomontażowych	24
9.3.1	Sprawdzenie zgodności faz oraz ciągłości żył roboczych i żył powrotnych.....	24
9.3.2	Pomiar rezystancji izolacji żył kabla	24
9.3.3	Próba napięciowa izolacji żył kabla	24
9.3.4	Próba szczelności osłony/powłoki zewnętrznej.....	24
9.3.5	Pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych	24
9.3.6	Pomiar pojemności kabla	24
9.4	Ocena wyników badań linii kablowej	24

PRZEDMOWA

Norma zawiera wymagania dotyczące projektowania i budowy elektroenergetycznych linii kablowych prądu stałego i przemiennego na napięcie znamionowe nie przekraczające 110 kV oraz sygnalizacyjnych linii kablowych. Zawiera również wymagania dotyczące badań pomontażowych linii kablowych.

W niniejszej normie w stosunku do obecnie obowiązujących wymagań w zakresie projektowania i budowy elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych linii kablowych wprowadzono następujące uzupełnienia:

- uwzględniono nowe konstrukcje kabli,
- zaktualizowano zagadnienia ochrony przeciwpożarowej,
- wprowadzono nowe odległości przy zbliżeniach, skrzyżowaniach i układaniu równoległym kabli oraz układaniu kabli pod drogą,
- zrezygnowano ze szczegółowego opisu montażu osprzętu kablowego,
- wprowadzono nową wartość wymaganej rezystancji izolacji,
- wprowadzono wymóg rejestracji przebiegu próby napięciowej kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 15 kV i nie wyższym niż 30 kV,
- zrezygnowano z preferowania kabli elektroenergetycznych z żyłami aluminiowymi,
- uwzględniono układanie kabli o zwiększonej odporności ogniowej.

Norma nie ma odpowiednika w normach międzynarodowych.

1. Wstęp

1.1 Zakres normy

Przedmiotem normy są zasady projektowania i budowy elektroenergetycznych linii kablowych prądu stałego i przemiennego na napięcie znamionowe nieprzekraczające 110 kV oraz sygnalizacyjnych linii kablowych.

Normę należy stosować przy projektowaniu, budowie i przebudowie linii kablowych wykonanych kablami elektroenergetycznymi i sygnalizacyjnymi.

Norma nie zawiera wszystkich wymagań dotyczących projektowania i budowy linii kablowych w podziemiach kopalń, morzu, na obiektach pływających, na taborze trakcji szynowej i bezszynowej. Normy nie stosuje się w doświadczalnych liniach kablowych.

1.2 Normy powołane

PN-76/E-90250	Kable elektroenergetyczne o izolacji papierowej i powłoce metalowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 23/40 kV. Ogólne wymagania i badania.
PN-93/E-90400	Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 6/6 kV – Ogólne wymagania i badania
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

PN-90/E-06401	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 30 kV (ark. 01-06)
PN-76/E-90300	Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji z tworzyw termoplastycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 18/30 kV. Ogólne wymagania i badania
PN-86/E-05003/01	Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne (norma wycofana)
IEC 60331	Tests for electric cables under fire conditions – circuit integrity
PN-E-01002:1997	Słownik terminologiczny elektryki – Kable i przewody

1.3 Określenia

1.3.1 Linia kablowa

Kabel wielożyłowy lub kable jednożyłowe w układzie wielofazowym albo kilka jedno- lub wielożyłowych kabli połączonych równolegle, łącznie z osprzętem, ułożonych na wspólnej trasie i łączących urządzenia elektryczne jedno- lub wielofazowe albo jedno- lub wielobiegunowe.

1.3.2 Trasa linii kablowej

Pas terenu lub przestrzeń, w którym są ułożone jedna lub więcej linii kablowych.

1.3.3 Napięcie znamionowe linii kablowej

Napięcie międzyprzewodowe w przypadku prądu przemiennego lub międzybiegunowe w przypadku prądu stałego, na które linia kablowa jest zbudowana.

1.3.4 Osprzęt elektroenergetycznej linii kablowej

Zbiór elementów przeznaczonych do łączenia, rozgałęzienia lub zakończenia kabli, np. mufy, głowice, złączki, końcówki.

1.3.5 Odległość

Najmniejszy odstęp między rozpatrywanymi punktami elementów.

1.3.6 Odległość pozioma

Odległość między rzutami prostokątными elementów na płaszczyznę poziomą.

1.3.7 Odległość pionowa

Odległość między rzutami prostokątными elementów na płaszczyznę pionową.

1.3.8 Skrzyżowanie

Miejsce na trasie linii kablowej, w którym jakakolwiek część rzutu linii kablowej na płaszczyznę poziomą lub pionową przecina lub pokrywa jakakolwiek część innej linii kablowej lub innego obiektu podziemnego albo naziemnego lub przeszkód naturalnych na tę samą płaszczyznę.

1.3.9 Zbliżenie

Miejsce na trasie linii kablowej, w którym odległość pozioma między linią kablową a inną linią kablową, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną itp. jest mniejsza niż odległość dopuszczalna dla danych warunków ułożenia bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających i w którym nie występuje skrzyżowanie.

1.3.10 Osłona linii kablowej

Konstrukcja przeznaczona do ochrony kabla przed uszkodzeniem spowodowanym działaniem czynników zewnętrznych. Rozróżnia się następujące rodzaje osłon:

- a) przykrycie – osłona ułożona nad kablem;
- b) przegroda – osłona ułożona wzdłuż kabla, oddzielająca go od sąsiedniego kabla lub innych urządzeń;
- c) osłona otaczająca – osłona wokół kabla, dzielona lub nie dzielona, np. rura;
- d) osłona otwarta – osłona kabla z jednej, dwóch lub trzech stron.

1.3.11 Pomieszczenie kablowe

Pomieszczenie w budynku przeznaczone do ułożenia kabli w celu ich rozproszania do urządzeń elektrycznych.

1.3.12 Kanał kablowy

Kanał w stropie, podłodze lub w ziemi przykryty płytami zdejmowalnymi, przeznaczony do układania w nim kabli, nie przystosowany do poruszania się obsługi w jego wnętrzu.

1.3.13 Tunel kablowy

Tunel przeznaczony do układania w nim kabli i przystosowany do poruszania się obsługi w jego wnętrzu.

1.3.14 Szyb kablowy

Obudowane przejście łączące więcej niż dwie kondygnacje budynku, przeznaczone do ułożenia w nim kabli.

1.3.15 Estakada kablowa

Konstrukcja nadziemna przeznaczona do układania kabli oraz instalacji i urządzeń technologicznych.

1.3.16 Drabinka kablowa

Konstrukcja wsporcza w formie drabinki przeznaczona do układania kabli.

1.3.17 Korytko kablowe

Konstrukcja wsporcza w postaci elementu o trzech ścianach pełnych lub ażurowych przeznaczona do układania kabli.

1.3.18 Studnia kablowa

Pomieszczenie podziemne ułatwiające montaż linii kablowych.

1.3.19 Ściana przeciwpożarowa

Przegroda z drzwiami przeciwpożarowymi służąca do podziału tunelu lub pomieszczenia kablowego na strefy pożarowe, wykonana z materiałów niepalnych.

1.3.20 Przegroda przeciwpożarowa

Przegroda z otworem przełazowym bez drzwi, wykonana w strefie pożarowej tunelu, służąca do ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru w obrębie jednej strefy, wykonana z materiałów niepalnych.

1.3.21 Grodz przeciwpożarowa

Przegroda przeciwpożarowa stosowana w kanałach lub szybach kablowych, wykonana z materiałów niepalnych w całym przekroju poprzecznym kanału lub szybu kablowego.

1.3.22 Osłona trudno palna

Osłona nie podtrzymująca płomienia w temperaturze otoczenia.

1.3.23 Pozostałe określenia

Pozostałe określenia wg PN-E-01002:1997.

2. Wymagania ogólne

2.1 Własności urządzeń i materiałów

2.1.1 Kable, osprzęt i materiały pomocnicze

Kable, osprzęt i materiały pomocnicze stosowane do budowy linii kablowych powinny odpowiadać wymaganiom Polskich Norm. W przypadku braku norm – wymagania techniczne dotyczące kabli i osprzętu powinny być uzgodnione między producentem, projektantem i użytkownikiem linii.

2.1.2 Osłony linii kablowych

Konstrukcja i materiał osłon powinny być tak dobrane, aby chroniły kabel przed zagrożeniami wywołanymi czynnikami zewnętrznymi.

2.1.3 Tunele i pomieszczenia kablowe

Tunele i pomieszczenia kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych i powinny być tak zbudowane, aby przenikanie do ich wnętrza wody i zanieczyszczeń było utrudnione. Tunele powinny mieć:

- odwodnienie,
- przewietrzanie naturalne lub sztuczne z możliwością jego przerywania,
- budowę zapewniającą możliwość ewakuacji ludzi,
- wysokość w świetle co najmniej 200 cm,
- przejścia komunikacyjne o szerokości co najmniej 80 cm.

Tunele o długości przekraczającej 100 m powinny być podzielone przegrodami o odporności ogniowej 60 min na strefy pożarowe o długości nie przekraczającej 100 m. Zaleca się dzielenie poszczególnych stref pożarowych przegrodami przeciwpożarowymi o odporności ogniowej 30 min, na odcinki po około 50 m. Tunele o długości ponad 20 m powinny mieć oświetlenie elektryczne.

2.1.4 Kanały kablowe

Kanały kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych. Płyty powinny być zdejmowalne na całej długości kanału.

Dopuszcza się wykonanie kanałów bez możliwości dostępu z góry na długości nie większej niż 200 cm. Kanały kablowe powinny mieć odwodnienie.

Kanały kablowe, jeżeli nie są na całej długości zasypywane piaskiem, powinny być podzielone na strefy pożarowe przez zastosowanie grodzi przeciwpożarowych. Grodzie nie powinny utrudniać odwodnienia kanałów.

W kanałach kablowych wykonanych na zewnątrz budynków i znajdujących się powyżej poziomu wody gruntowej dopuszcza się dno kanału gruntowe, pokryte na całej powierzchni ubitą warstwą piasku i żwiru o grubości co najmniej 10 cm.

2.1.5 Szyby kablowe

Szyby kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych.

Powinny być dzielone na strefy pożarowe grodziami przeciwpożarowymi o wytrzymałości ogniowej 90 min.

Do każdej strefy pożarowej należy zapewnić dostęp umożliwiający wykonywanie prac eksploatacyjnych.

2.1.6 Estakady kablowe

Konstrukcja estakady powinna mieć odpowiednią wytrzymałość mechaniczną.

Estakady kablowe powinny być wyposażone w odpowiednie półki, drabinki kablowe lub korytka kablowe.

Metalowa konstrukcja estakady powinna być uziemiona.

2.1.7 Osłony otaczające

Konstrukcja osłon otaczających i materiały, z których są wykonane, powinny być odporne na działanie czynników zewnętrznych.

Osłony otaczające powinny być tak ułożone, by nie zbierała się w nich woda i nie następowało ich zamulanie.

Osłony otaczające w ścianach, stropach (tuneli, kanałów lub budynków), po ułożeniu kabli powinny być uszczelnione materiałem niepalnym.

Wnętrza osłon otaczających nie powinny powodować uszkodzeń zewnętrznej warstwy kabla chronionego.

2.1.8 Studnie kablowe

Studnie kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych i powinny być przykryte zdejmowalnymi płytami lub mieć zamykany wąż.

Wielkość studni kablowych powinna umożliwiać przeciąganie, zmianę kierunku ułożenia oraz wykonanie połączeń kabli.

2.2 Wybór trasy linii kablowej

Trasę linii kablowej należy ustalić z uwzględnieniem następujących zasad:

- a) kable powinny być jak najmniej narażone na uszkodzenia mechaniczne i szkodliwe wpływy czynników zewnętrznych, aby zapewnić niezawodność eksploatacji linii i dostęp do kabli w czasie eksploatacji;

- b) liczba skrzyżowań i zbliżeń kabli z innymi urządzeniami na trasie oraz liczba przejść przez ściany, stropy i inne przeszkody powinna być jak najmniejsza;
- c) prowadzenie kabli przez pomieszczenia i strefy zagrożone wybuchem lub pożarem należy ograniczyć do kabli zasilających urządzenia w tych pomieszczeniach lub strefach, jak również należy spełnić warunki określone w odrębnych przepisach;
- d) w przypadku ułożenia kabla w ziemi, trasa kabla powinna być wyznaczona 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.

Linie rezerwowe zaleca się prowadzić innymi trasami niż linie rezerwowane.

2.3 Dobór kabli

2.3.1 Napięcie znamionowe kabli

Napięcie znamionowe kabla powinno być nie mniejsze niż napięcie znamionowe sieci, do której linia wykonana tym kablem ma być włączona.

2.3.2 Przekrój żył kabli

Przekroje żył kabla powinny być tak dobrane, aby dla danych warunków eksploatacji linii kablowej wartość prądu obciążenia kabla była nie większa od wartości obciążalności długotrwałej, a wartość prądu zwarciovego nie powodowała przekroczenia wartości temperatury kabla podanej przez producenta. Dla kabli o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV przekrój żył kabli powinien być również dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia oraz wymagań z zakresu ochrony przeciwporażeniowej.

W przypadku występowania odmiennych warunków odprowadzenia ciepła z kabla na różnych odcinkach trasy linii kablowej przekrój żył roboczych kabla należy dobrać do najbardziej niesprzyjających warunków chłodzenia.

Dopuszcza się dobór przekroju żył kabli bez uwzględniania temperatury dopuszczalnej przy zwarciach w przypadku linii kablowej zasilającej pojedynczy odbiornik, jeżeli:

- a) linia kablowa jest ułożona w taki sposób, że skutki jej uszkodzenia nie przenoszą się na inne linie kablowe;
- b) jest to uzasadnione technicznie i ekonomicznie;
- c) trasa linii kablowej nie przebiega przez pomieszczenia zagrożone wybuchem lub pożarem; nie dopuszcza się układania takich linii we wspólnych kanałach, tunelach, na drabinkach kablowych itp. z innymi kablami.

Przekrój żył roboczych i żyły neutralnej/zerowej kabla powinien być jednakowy.

Dopuszcza się stosowanie kabli czterożyłowych o zmniejszonym przekroju żyły neutralnej/zerowej, jeżeli linia kablowa zasila pojedynczy odbiornik.

2.3.3 Izolacja żył

Nie dopuszcza się stosowania kabli o izolacji papierowej przesyconej syciwem zwykłym (ściekającym).

2.3.4 Powłoki, pancerze i osłony kabli

Powłoki, pancerze i osłony kabli powinny chronić izolację kabla przed szkodliwym oddziaływaniem środowiska występującego na trasie linii kablowej. Przy doborze kabli należy przestrzegać następujących zasad:

- a) jeżeli przewiduje się występowanie w kablach naprężeń rozciągających, to należy stosować kable opancerzone drutami;
- b) w miejscach narażonych na przemieszczenie gruntu oraz w strefach działania prądów błędzących należy stosować kable w osłonach z tworzyw sztucznych;
- c) żyły kabli, np. sygnalizacyjnych, powinny być chronione przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych, jeżeli takie pola mogłyby zakłócić działanie obwodów, które kabel zasila.

2.3.5 Rodzaje kabli układanych w wodzie lub pod dnem rzek, kanałów, zbiorników wodnych itp.

Przy układaniu kabli w wodzie i pod wodą należy stosować kable opancerzone o osłonie antykorozyjnej wytłoczonej z tworzywa.

2.3.6 Rodzaje kabli przeznaczonych do układania w tunelach kablowych, kanałach i w pomieszczeniach

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

Dopuszcza się stosowanie innych kabli pod warunkiem zastosowania skutecznej ochrony przeciwpożarowej.

2.4 Ochrona kabli**2.4.1 Ochrona kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi**

W miejscach, w których w zwykłych warunkach użytkowania przewiduje się występowanie naprężeń mechanicznych mogących spowodować uszkodzenie kabla, kabel należy układać w osłonach. W szczególności należy osłaniać kable:

- a) ułożone na mostach, wiaduktach i przyczółkach;
- b) ułożone na wysokości nie przekraczającej 250 cm w miejscach dostępnych dla osób nie należących do obsługi urządzeń elektrycznych;
- c) ułożone w ziemi pod drogami, torami itp.

Dopuszcza się układanie kabli o napięciu znamionowym nie większym niż 30 kV bez osłon otaczających:

- pod drogami z nawierzchnią rozbieralną,
- pod drogami zbiorczymi, lokalnymi, dojazdowymi z nawierzchnią nierozbieralną pod warunkiem ułożenia równolegle do trasy kablowej wolnej osłony otaczającej.

W miejscach wyjścia z osłon kable należy tak ułożyć i zabezpieczyć, aby nie były narażone na uszkodzenie np. ścinanie i zginanie.

2.4.2 Ochrona kabli przed korozją

W środowisku o wysokim stopniu korozyjności należy stosować kable o powłokach zewnętrznych odpornych na korozję.

2.4.3 Ochrona kabli przed prądami błędzącymi

W strefach działania prądów błędzących należy stosować kable o powłokach lub osłonach odpornych na ich działanie.

2.4.4 Ochrona kabli przed promieniami ultrafioletowymi

Odcinki linii kablowej narażone na działanie promieni UV powinny być osłonięte lub wykonane kablami odpornymi na ich działanie.

2.5 Zasady układania kabli

2.5.1 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 przestrzegane zasady ochrony środowiska. Zastosowana technologia układania kabli powinna uniemożliwiać:

- tarcie zewnętrznej warstwy kabla o ściany lub dno wykopu, kanału albo tunelu;
- przekroczenie dopuszczalnej siły ciągnięcia kabla.

W przypadku mechanicznego układania kabla siła ciągnąca może być przyłożona tylko do żył roboczych kabla. Stosowanie innego sposobu przyłożenia siły ciągnącej jest niedopuszczalne. Maszyna ciągnąca (ciągarzka) powinna być wyposażona w sprzęgło ograniczające dopuszczalną siłę ciągnięcia oraz w dynamometr i urządzenie rejestrujące wartość siły ciągnięcia. Dopuszczalna wielkość (wartość) siły ciągnięcia nie powinna być większa od wartości $F = k \cdot s$, gdzie: s – suma przekrojów żył roboczych ciągniętego kabla, k – współczynnik dla Cu = 50 N/mm², Al = 30 N/mm². Przy innej metodzie układania kabla należy bezwzględnie wykluczyć możliwość uszkodzenia powłoki żyły roboczej lub izolacji kabla. Nie dopuszczalne jest stosowanie pończochy do ciągnięcia kabla.

2.5.2 Temperatura kabli przy układaniu

Temperatura kabli przy układaniu powinna być nie niższa od wartości podanej przez producenta kabli.

2.5.3 Zginanie kabli

Przy układaniu kabel można zginać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być nie mniejszy od podanego przez producenta kabli.

Jeżeli brak danych, to promień gięcia kabla powinien być nie mniejszy niż:

- 25-krotna zewnętrzna średnica kabla w przypadku kabli olejowych i kabli o izolacji polietylenowej o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV,

- 20-krotna zewnętrzna średnica kabla w przypadku kabli jednożyłowych,
- 15-krotna zewnętrzna średnica kabla w przypadku kabli wielożyłowych,
- 10-krotna zewnętrzna średnica kabla w przypadku kabli sygnalizacyjnych.

2.5.4 Układanie kabli

Kable należy układać w taki sposób, aby w normalnych warunkach pracy nie wywoływały niepożądanych zjawisk w innych liniach kablowych.

Kable ułożone obok siebie nie powinny się stykać.

Dopuszcza się stykanie ze sobą na całej długości kabli:

- sygnalizacyjnych z sygnalizacyjnymi,
- sygnalizacyjnych z kablami elektroenergetycznymi do 1 kV przyłączonymi do tego samego odbiornika,
- elektroenergetycznych jednożyłowych stanowiących jednotorową linię kablową,
- elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych.

Dopuszcza się stykanie kabli o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, jeżeli kable te nie rezerwują się wzajemnie.

Kable jednożyłowe o powłokach metalowych, kable jednożyłowe opancerzone lub kable jednożyłowe z żyłą powrotną obciążone prądem przemiennym 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 oraz powinny być dostosowane do sił dynamicznych występujących przy zwarciach w danej linii.

Dopuszcza się stosowanie osłon otaczających i zamocowań wykonanych z materiału magnetycznego, jeżeli nie tworzą zamkniętych obwodów magnetycznych.

W osłonie otaczającej z materiału magnetycznego dopuszcza się ułożenie kabli jednożyłowych tworzących układ trójfazowy.

2.5.5 Pionowe lub pochyłe układanie kabli

Kable ułożone pionowo lub pochyło powinny być tak zamocowane, aby siła naciągu nie wywoływała nadmiernych naprężeń w kablu, nie powodowała osiowego przesunięcia kabla i aby miejsca połączeń, tj. mufy i głowice nie były narażone na naprężenia wzdłużne.

Jeżeli nie można uniknąć siły naciągu w miejscu łączenia kabli opancerzonych drutami to do łączenia tych kabli należy stosować mufy przystosowane do przenoszenia naciągu, umożliwiające połączenie panczerzy obu odcinków kabli. W przypadku łączenia innych kabli należy przy mufie zostawić zapas wystarczający do skompensowania możliwych przesunięć kabla.

2.6 Zakończenia i łączenia kabli

2.6.1 Zakończenia kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, tzn. $U_N \leq 1$ kV
Kable o napięciu znamionowym do 1 kV należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci do ich wnętrza.

2.6.2 Zakończenia kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, tzn. $U_N > 1$ kV

Zakończenia kabli należy wykonywać głowicami kablowymi.

W warunkach wewnętrznych dopuszcza się niestosowanie głowic kablowych na zakończeniach kabli o napięciu do 6 kV o izolacji z PCW, pod warunkiem zabezpieczenia żył roboczych i wnętrza kabla przed wnikaniem wilgoci.

2.6.3 Łączenie kabli

Kable należy łączyć za pomocą muf kablowych.

2.6.4 Dobór muf i głowic

Mufy i głowice powinny być dostosowane do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył oraz warunków otoczenia w miejscu zainstalowania.

Mufy i głowice powinny być dostosowane do warunków zwarciowych występujących w miejscu zainstalowania oraz do ustalonej obciążalności długotrwałej.

W mufach kablowych do kabli o powłoce metalowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, przy łączeniu powłok należy stosować wkładki metalowe, gwarantujące ciągłość i szczelność połączeń.

2.6.5 Miejsce instalowania muf

Nie dopuszcza się instalowania muf w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem. Nie zaleca się stosowania muf w pomieszczeniach, tunelach, kanałach i szybach kablowych; w przypadkach koniecznych zastosowania mufy, nie może być ona wykonana w korpusie żeliwnym. W przypadku układania wiązek kabli składających się z kabli jednożyłowych, zaleca się przesunięcie względem siebie (wzdłuż kabla) muf na poszczególnych kablach.

2.6.6 Własności muf i głowic

Własności muf i głowic wg PN-90/E-06401.

Metalowe wkładki muf powinny być przylutowane szczelnie do powłok metalowych kabli. Miejsca połączeń żył kabli w mufach powinny być izolowane oddzielnie.

Dopuszcza się wykonywanie wspólnej izolacji w mufach kablowych przy łączeniu kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, jeżeli wnętrze mufy jest wypełnione materiałem o właściwościach izolacyjnych i uszczelniających.

2.6.7 Połączenia żył roboczych, żył powrotnych, powłok metalowych i pancerzy kabli

2.6.7.1 Własności elektryczne połączeń

Własności elektryczne połączeń żył wg PN-90/E-06401.

Obciążalność zwarciova połączeń metalowych powłok kabli, żył powrotnych, pancerzy wraz z uziemieniem powinna być nie mniejsza niż obciążalność zwarciova łączonych powłok, żył powrotnych i pancerzy.

2.6.7.2 Wykonanie połączeń

Metalowe powłoki, żyły powrotne oraz pancerze łączonych odcinków kabli powinny być połączone metalicznie ze sobą oraz z metalowymi kadłubami muf, głowic oraz uziemieniem. Układ połączeń powłok metalowych i żył powrotnych kabli jednożyłowych powinien uwzględniać możliwość ograniczenia przepływu prądów w nich indukowanych.

2.6.8 Ochrona przeciwporażeniowa

Uziemienie metalowych korpusów/podstaw głowic powinno być wykonane w sposób widoczny. W przypadku stosowania głowic z materiału izolacyjnego lub bezgłowicowego zakończenia kabla, należy metalowe powłoki, żyły powrotne i pancerze kabli połączyć z uziemieniem. Dopuszcza się niewykonanie połączeń metalowych głowic oraz metalowych powłok, żył powrotnych i pancerzy kabli z uziemieniem jednego końca kabla, jeżeli ma to zapobiec wynoszeniu w warunkach zakłóceńowych potencjału elektrycznego poza teren stacji przez metalowe powłoki, żyły powrotne i pancerze kabli lub ograniczyć prąd w żyłach powrotnych, pod warunkiem zastosowania specjalnych środków do ochrony obsługi przed porażeniem.

Jeżeli zostaną zastosowane specjalne środki ochronne, zapobiegające porażeniu przy dotknięciu zewnętrznych metalowych części linii kablowej, to jest dopuszczalne przerwanie elektrycznej ciągłości tych części wówczas, gdy:

- a) stosuje się mufy izolacyjne w celu zapobieżenia przepływowi prądów obcych przez metalowe części kabla,
- b) ma ono zapobiec połączeniu odizolowanych systemów przez metalowe części kabla.

2.7 Oznaczanie linii kablowych

2.7.1 Oznaczenie kabli

Kable ułożone w ziemi powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy mufach i w miejscach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniu, wejściach do kanałów i osłon otaczających.

Kable ułożone w powietrzu powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki przy głowicach i odbiornikach oraz w takich miejscach i odstępach, aby identyfikacja kabla było jednoznaczna. Oznaczniki kabli ułożonych w kanałach i tunelach należy umieszczać w odstępach nie większych niż 20 m. Na oznacznikach należy umieścić trwałe napisy zawierające co najmniej:

- a) numer ewidencyjny linii,
- b) typ kabla,

- c) znak użytkownika kabla,
- d) rok ułożenia kabla.

W przypadku kabli sygnalizacyjnych dopuszcza się nieumieszczanie na oznacznikach typu kabla.

2.7.2 Oznaczenie trasy

Trasa linii kablowych ułożonych w ziemi powinna być na całej długości oznaczona siatką lub folią perforowaną (do szerokości 25 cm folia może być nieperforowana) o trwałym kolorze:

- niebieskim – kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV, tzn. $U_N \leq 1$ kV;
- czerwonym – kabli elektroenergetycznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, tzn. $U_N > 1$ kV. Grubość folii lub folii perforowanej powinna wynosić co najmniej 0,3 mm, a siatki co najmniej 1,5 mm. Powierzchnia wyperforowanych otworów powinna być nie większa niż 15% powierzchni całkowitej. Wymiar któregośkolwiek z boków lub średnicy otworu siatki lub folii perforowanej powinien być nie większy niż 10 mm, a odległość między otworami powinna być w dowolnym miejscu nie mniejsza niż 1,5 mm.

Folie i siatki powinny być wykonane z tworzywa sztucznego, które w temperaturze 20°C ma wydłużenie przy zerwaniu co najmniej 200%.

Krawędzie folii lub siatki powinny wystawać co najmniej 50 mm poza zewnętrzną krawędź ułożonych kabli. Trasa kabli ułożonych w ziemi na terenach niezabudowanych powinna być oznaczona trwałymi i widocznymi oznacznikami. Na prostej trasie kabla oznaczniki powinny być rozmieszczone w odstępach nie większych niż 100 m. Ponadto należy je umieszczać w miejscach zmiany kierunku ułożenia kabla oraz w miejscach skrzyżowań i zbliżeń.

Przy skrzyżowaniach z rzekami spławnymi i żeglownymi położenie linii kablowych należy oznaczyć na obu brzegach trwałymi tablicami ostrzegawczymi, dobrze widocznymi ze środka rzeki.

3. Układanie kabli w ziemi

3.1 Układanie kabli bezpośrednio w ziemi

3.1.1 Wymagania ogólne

Kable należy układać na dnie wykopu, jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą piasku lub rodzimego gruntu, jak również oznaczyć wg 2.7.2.

Dopuszcza się zamiast piasku stosowanie mieszaniny piasku i cementu o proporcji nie mniejszej niż 13:1. Folia lub siatka powinna znajdować się nad ułożonym kablem na wysokości nie mniejszej niż 25 cm i nie większej niż 35 cm.

W przypadku skrzyżowań oznaczenia linii krzyżujących się powinny znajdować się na tej samej wysokości.

Przy układaniu bednarki uziemiającej w tym samym wykopie, w którym ułożono kabel, bednarkę należy zakopać w dnio rowu kablowego na głębokości co najmniej 10 cm.

3.1.2 Głębokość ułożenia kabli w ziemi

Głębokość ułożenia kabli w ziemi, mierzona prostopadle od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabla, powinna wynosić co najmniej:

- 100 cm – kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV;
- 90 cm – kabli o napięciu znamionowym do 30 kV, ułożonych na użytkach rolnych;
- 80 cm – kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV lecz nie wyższym niż 30 kV, ułożonych poza użytkami rolnymi;
- 70 cm – kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, ułożonych poza użytkami rolnymi;
- 50 cm – kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, ułożonych pod chodnikami, drogą rowerową, przeznaczonych do oświetlenia ulicznego, do oświetlenia znaków drogowych i sygnalizacji ruchu ulicznego oraz reklam itp.

Jeżeli głębokości te nie mogą być zachowane, np. przy wprowadzeniu kabla do budynku, przy skrzyżowaniu lub obejściu urządzeń podziemnych, to dopuszczalne jest ułożenie kabla na mniejszej głębokości, jednak na tym odcinku kabel należy chronić osłoną otaczającą. Głębokość ułożenia kabla w miejscu skrzyżowania z drogami kołowymi, torami szynowymi, rzekami i innymi szlakami wodnymi powinna spełniać wymagania wg 3.1.6.4, 3.1.6.5, 3.1.6.6.

3.1.3 Układanie warstwowe kabli

Dopuszcza się układanie kabli o napięciu znamionowym do 30 kV bezpośrednio w ziemi, w dwóch lub więcej warstwach. Głębokość ułożenia górnej warstwy kabli wg 3.1.2.

Pionowa odległość między warstwami kabli powinna wynosić co najmniej 15 cm.

Nie dopuszcza się warstwowego układania kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV.

3.1.4 Układanie kabli wzdłuż dróg i ulic

Kable należy układać poza częściami dróg i ulic przeznaczonymi do ruchu kołowego, w odległości co najmniej 50 cm od jezdni.

Odległości kabli od pni istniejących drzew lub projektowanego zażrzewienia należy uzgodnić z odpowiednimi władzami terenowymi.

Dopuszcza się układanie w częściach ulic i dróg przeznaczonych do ruchu kołowego kabli w osłonach otaczających na głębokości co najmniej:

- 80 cm – kabli o napięciu znamionowym do 30 kV,
- 100 cm – kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV.

Długość i kształt osłon otaczających kabli ułożonych pod drogami i ulicami musi umożliwić wymianę osłoniętego kabla.

3.1.5 Odległości

3.1.5.1 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 1.

Tablica 1 – Odległości między ułożonymi bezpośrednio w ziemi kablami nie należącymi do tej samej linii kablowej

Lp.	Charakterystyka kabli krzyżujących się i zbliżających	Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm]	
		pionowa na skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
1	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV z kablami o tym samym napięciu znamionowym lub kablami sygnalizacyjnymi	10	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 kV < U_N < 30 kV	15	25
4	Kable elektroenergetyczne jednorodowej linii kablowej o napięciu znamionowym 1 kV < U_N < 30 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
7	Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV z innymi kablami	50	50

* dopuszcza się stykanie kabli zgodnie z zapisem w pkt. 2.5.4

3.1.5.2 Odległości kabli od innych urządzeń podziemnych

Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych podano w tablicy 2.

Tablica 2 – Odległości kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożonych bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm]			
		kable o napięciu znamionowym $U_N < 30$ kV		kable o napięciu znamionowym 30 kV < U_N 110 kV	
		pionowa na skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu	pionowa na skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
1	Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłe, gazowe z gazami niepalnymi	25 + średnica rurociągu	25 + średnica rurociągu	50 + średnica rurociągu	50 + średnica rurociągu
2	Rurociągi z gazami i cieczami palnymi	uzgodnić z właścicielem rurociągu, ale nie mniej niż w lp. 1			
3	Zbiorniki z gazami i cieczami palnymi	nie mogą się krzyżować	200	nie mogą się krzyżować	uzgodnić z właścicielem rurociągu, ale nie mniej niż 250

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm]			
		kable o napięciu znamionowym $U_N < 30$ kV		kable o napięciu znamionowym $30 \text{ kV} < U_N \leq 110$ kV	
		pionowa na skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu	pionowa na skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
4	Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	nie mogą się krzyżować	40	nie mogą się krzyżować	100
5	Budynki i inne budowle, np. przyczółki, z wyjątkiem urządzeń wyszczególnionych w lp. 1, 2, 3, 4	nie mogą się krzyżować	50*	nie mogą się krzyżować	100
6	Skrajna szyna trakcji	100 – między osłoną kabla i stopą szyny; 50 – między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego	250*	120 – między osłoną kabla i stopą szyny; 80 – między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego	250
7	Urządzenia do ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	PN-86/ E-05003/ 01 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne (norma wycofana)			
* Dopuszcza się zmniejszenie odległości podanych w tablicy 2 pod warunkiem zastosowania osłon otaczających i uzgodnienia odstępstwa z użytkownikami obiektów					

3.1.6 Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą i z innymi obiektami lub przeszkodami naturalnymi

3.1.6.1 Wymagania ogólne

Skrzyżowania kabli z drogami, ulicami, torami szynowymi, rzekami, kanałami i szlakami wodnymi oraz urządzeniami podziemnymi i innymi kablami, zaleca się wykonać pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w najwęższym miejscu skrzyżowanego urządzenia.

Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne ułożone bezpośrednio w ziemi powinny być chronione przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości co najmniej po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania, za pomocą osłony.

Zaleca się, aby w czasie budowy linii kablowych w miejscu skrzyżowania z drogami, ulicami, torami szynowymi, za budować rezerwowe przepusty dla potrzeb wymiany w trakcie eksploatacji odcinków linii kablowych.

3.1.6.2 Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli między sobą

Odległości między kablami na skrzyżowaniu i przy zbliżeniu wg tablicy 1.

W przypadku, gdy z uzasadnionych powodów odległości te 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 osłona otaczająca, a przy zbliżeniu przegroda.

3.1.6.3 Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń z rurociągami

Odległości kabli na skrzyżowaniu z rurociągami powinny spełniać wymagania podane w tablicy 2. Dopuszcza się zmniejszenie odległości podanych w tablicy 2 lp. 1 pod warunkiem:

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

3.1.6.4 Wykonanie skrzyżowań z drogami kołowymi

Skrzyżowania kabli z drogami kołowymi należy wykonać wg 2.4.1.

Najmniejsza odległość pionowa między górną częścią osłony otaczającej lub kablem a górną powierzchnią drogi powinna być nie mniejsza niż 80 cm przy układaniu kabli o napięciu znamionowym $U_N \leq 30$ kV, natomiast nie mniejsza niż 100 cm przy układaniu kabli o napięciu znamionowym $U_N > 30$ kV. Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 50 cm w przypadku kabli o napięciu znamionowym $U_N \leq 30$ kV oraz co najmniej 80 cm w przypadku kabli o napięciu znamionowym $U_N > 30$ kV. Osłony otaczające powinny wystawać poza:

- krawężnik lub krawędź jezdni na długość co najmniej 50 cm z każdej strony w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 30 kV oraz co najmniej 100 cm w przypadku kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV;
- rów odwadniający lub nasyp drogi co najmniej 100 cm z każdej strony bez względu na wartość napięcia.

3.1.6.5 Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z torami szynowymi

Skrzyżowania kabli z torami szynowymi należy wykonać wg 2.4.1.

W miejscu skrzyżowania z torami szynowymi należy stosować kable wg 2.4.3.

Najmniejsza odległość między osłoną kabla i stopą szyny trakcyjnej oraz między osłoną kabla a dnem rowu odwadniającego tor kolejowy lub tramwajowy powinna być zgodna z postanowieniami tablicy 2. Osłony otaczające powinny

wystawac na dlugosc co najmniej 100 cm z kazdej strony toru poza krawedz rowu lub nasypu.

3.1.6.6 **Wykonanie skrzyzowan i zblizen kabli z rzekami i innymi szlakami wodnymi**

Kabel powinien byc ulozony na prostym i glebokim odcinku rzeki, na którym dno i brzegi nie podlegaja podmywaniu.

W miejscu wyjscia kabla spod wody nalezy go chronic oslona otaczajaca na odcinku od najnizszego do najwyzszego powodziowego poziomu wody, z dodatkiem co najmniej 50 cm z kazdej strony, ponadto na brzegach rzeki i szlaków wodnych kabel powinien byc umocowany i chroniony przed odslonieciem, które moze powstac na skutek naruszenia linii brzegowej. W przypadku skrzyzowania ze szlakami wodnymi:

- a) splawnymi i zeglownymi, kabel powinien byc zaglebiony na calej dlugosci w dno na co najmniej 100 cm, nie wliczajac w to warstw zamulenia, oraz zasypany zwirem i kamieniami; jezeli dno jest skaliste i glebokosc wody przekracza 4 m, to dopuszczalne jest ulozenie kabla bezposrednio na dnie tak, aby dotykac on dna na calej dlugosci oraz byl zabezpieczony przed przesuwaniem i uszkodzeniem;
- b) niesplawnymi, przy dlugosci skrzyzowania nie przekraczajacej 20 m, kabel o napieciu znamionowym do 30 kV powinien byc ulozony na dnie w oslonie otaczajacej lub zaglebiony w dno na glebokosc 50 cm; przy dlugosci skrzyzowania powyzej 20 m, kabel powinien byc zaglebiony na calej dlugosci w dno na glebokosc co najmniej 50 cm. Niezaleznie od dlugosci skrzyzowania kabel 110 kV powinien byc zaglebiony w dno wykopu na glebokosci co najmniej 100 cm. Dopuszcza sie rowniez wykonanie skrzyzowania ze szlakami niesplawnymi za pomoca estakady kablowej.

3.1.6.7 **Zblizenie kabli z urzadzeniami do ochrony budowli od wyladowan atmosferycznych**

W przypadku koniecznosci ulozenia kabla w ziemi lub kanale w poblizu urzadzen do ochrony budowli od wyladowan atmosferycznych nalezy zastosowac srodki ochronne wg PN-86/E-05003/01.

3.2 **Ukladanie kabli w oslonach otaczajacych umieszczonych w ziemi**

3.2.1 **Postanowienia ogólne**

Oslony otaczajace ulozone w ziemi powinny byc ze soba szczelnie polaczone tak, aby nie przedostawala sie do ich wnetrza woda i aby nie byly zamulane.

W jednej osłonie otaczającej powinien być ułożony tylko jeden kabel; nie dotyczy to kabli jednożyłowych tworzących układ wielofazowy, kabli sygnalizacyjnych oraz kabla elektroenergetycznego i kabli sygnalizacyjnych przyłączonych do tego samego urządzenia – mogą one być umieszczone w jednej osłonie otaczającej. Kable jednożyłowe o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV powinny być ułożone w oddzielnych osłonach otaczających.

Srednica wewnętrzna osłony otaczającej powinna być równa co najmniej 1,5-krotnej zewnętrznej średnicy wprowadzonego kabla, jednak nie mniejsza niż 50 mm. W przypadku ułożenia kilku kabli w jednej osłonie otaczającej powierzchnia otworu nie powinna być mniejsza niż trzykrotna suma powierzchni przekrojów ułożonych kabli.

Miejsca wprowadzenia kabli do osłon otaczających powinny być uszczelnione, a kable zabezpieczone przed uszkodzeniem.

3.2.2 Głębokość umieszczenia osłon otaczających w ziemi

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

- 40 cm – przy układaniu kabli pod chodnikami,
- 80 cm – przy układaniu kabli w częściach 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. Głębokość umieszczenia osłon otaczających w ziemi, mierzona od powierzchni terenu do górnej powierzchni osłony linii kablowej o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV, powinna wynosić co najmniej 100 cm.

4. Układanie kabli w kanałach i tunelach

4.1 Wymagania ogólne

W kanałach i tunelach należy stosować kable wg 2.3.6. Kable można układać na konstrukcjach wsporczych, na ścianach i na dnie kanału lub tunelu.

Dopuszcza się układanie kabli na konstrukcjach lub uchwytych podwieszonych do stropu tunelu. Odległość kabla od ścian powinna wynosić co najmniej 1 cm.

Należy układać kable w miejscach przeznaczonych do poruszania się obsługi. Dopuszcza się układanie kabli na dnie tunelu w przejściach przeznaczonych do poruszania się obsługi pod warunkiem założenia podestu nad kablami.

Przejścia kabli przez przegrody w tunelach powinny być uszczelnione materiałem niepalnym. Dopuszcza się zasypywanie kanałów kablowych piaskiem, szczególnie w przypadkach zagrożenia wybuchem lub pożarem.

4.2 Rozmieszczenie kabli

Kable o różnych napięciach znamionowych do 30 kV lub kable sygnalizacyjne powinny być ułożone na oddzielnych półkach w następującej kolejności od dołu:

- 1) kable sygnalizacyjne,
- 2) kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 kV,
- 3) kable elektroenergetyczne o najwyższym napięciu znamionowym,
- 4) kable elektroenergetyczne o kolejnym niższym napięciu znamionowym.

Dopuszcza się ułożenie obok siebie na wspólnej półce kable:

- a) elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV i sygnalizacyjnych, jeżeli kable te należą do tego samego urządzenia;
- b) elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV i sygnalizacyjnych, jeżeli kable te nie należą do tego samego urządzenia, pod warunkiem umieszczenia pomiędzy nimi przegrody metalowej;
- c) elektroenergetycznych o napięciu wyższym niż 1 kV i kabli sygnalizacyjnych należących do tego samego urządzenia, pod warunkiem umieszczenia pomiędzy nimi przegrody metalowej.

Kable o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV powinny być ułożone odrębnymi trasami. Dopuszcza się ułożenie kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV wspólna trasa, pod warunkiem oddzielenia ich od innych kabli przegrodą ognioodporną o wytrzymałości ogniowej 60 minut.

4.3 Odległości między kablami

Odległość między kablami lub wiązkami kabli elektroenergetycznych o tym samym napięciu znamionowym do 30 kV powinna być nie mniejsza niż:

- a) średnica zewnętrzna ułożonego obok kabla o większej średnicy,
- b) dwukrotna średnica kabla jednożyłowego ułożonego w wiązce kabli tworzących układ wielofazowy. Dopuszcza się zmniejszenie tych odległości wg 2.5.4.

Odległości między kablami elektroenergetycznymi o różnych napięciach znamionowych do 30 kV oraz pomiędzy warstwami kabli elektroenergetycznych o tych samych lub różnych napięciach znamionowych powinny być nie mniejsze niż 15 cm. Dotyczy to również odległości między warstwami kabli elektroenergetycznych i warstwami kabli sygnalizacyjnych.

4.4 Mocowanie kabli

Kable mogą być układane na konstrukcjach wsporczych mocowanych do ścian, stropów lub posadzek. Uchwyty lub wieszaki nie powinny powodować uszkodzeń ani deformacji kabli. Kable układane na ścianach i pod stropami powinny być mocowane za pomocą uchwytów lub wieszaków.

Na konstrukcjach wsporczych poziomych kable mogą być ułożone swobodnie, a na konstrukcjach wsporczych pionowych lub pochyłych powinny być mocowane w sposób uniemożliwiający ich swobodne przemieszczanie.

4.5 Odległości między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabla

Odległość między miejscami zamocowania lub zawieszenia kabla powinna być tak dobrana, aby kabel nie zalał się i nie był nadmiernie naprężony pod własnym ciężarem.

Zaleca się, aby odległość pomiędzy miejscami zamocowania, zawieszenia lub podparcia kabla nie przekraczała:

- 80 cm – przy układaniu poziomym lub pochyłym pod kątem nie większym niż 30° ,
- 120 cm – przy układaniu pionowym lub pochyłym pod kątem większym niż 30° .

Zaleca się mocować kable po obu stronach mufy i pod głowicą kablową.

4.6 Skrzyżowania

Należy unikać wzajemnego krzyżowania się kabli w kanałach i tunelach.

Przy skrzyżowaniach w tunelach i kanałach kabli różnych użytkowników, zaleca się układanie ich na różnych poziomach. W przypadku konieczności skrzyżowania grup kabli ułożonych na przeciwległych ścianach tunelu na jednym poziomie, odległość między warstwami kabli powinna wynosić co najmniej 15 cm.

W miejscu skrzyżowania tuneli lub kanałów położonych na jednym poziomie, kable obu tuneli (kanałów) powinny być oddzielone od siebie osłonami na całej długości skrzyżowania.

4.7 Prowadzenie w kanałach i tunelach kabli i rurociągów

Dopuszcza się wykorzystanie kanałów kablowych i tuneli do prowadzenia w nich rurociągów wodnych, wentylacyjnych, kanalizacyjnych i gazów niepalnych oraz rurociągów z gazami palnymi, jeśli odpowiednie przepisy dotyczące układania rurociągów zezwalają na układanie ich wspólnie z kablami określonych napięć i typów. Tunele lub kanały kablowe, w których są prowadzone rurociągi gazowe, muszą być wyposażone w urządzenie wykrywające i sygnalizujące ulatnianie się gazu z rurociągu (nie dotyczy to rurociągów ze sprężonym powietrzem). Dopuszcza się również ułożenie kabli w kanałach i tunelach rurociągów cieplnych, przy czym przekrój żył i typ tych kabli powinien być dobrany z uwzględnieniem oddziaływania cieplnego.

5 Układanie kabli na mostach, wiaduktach, molach, nabrzeżach i estakadach kablowych

5.1 Wymagania ogólne

Na mostach, wiaduktach, molach i nabrzeżach należy układać kable opancerzone drutami stalowymi.

Dopuszcza się układanie kabli nieopancerzonych w osłonach otaczających lub w kanałach.

Na mostach drewnianych należy układać kable o osłonach z materiału nierozprzestrzeniającego płomieni.

Na mostach, wiaduktach, molach i nabrzeżach należy układać kable tak, aby:

- a) nie powodowały zmniejszenia wytrzymałości mechanicznej mostu, mola, nabrzeża lub wiaduktu;
- b) były chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi podczas użytkowania oraz w czasie prac konserwacyjnych i remontowych mostu, mola, nabrzeża lub wiaduktu.

5.2 Sposoby układania kabli

Na mostach, molach i nabrzeżach kable należy układać:

- w osłonach otaczających,
- na konstrukcjach.
- pod chodnikami,
- w kanałach.

W miejscach narazenia kabli na napreżenia mechaniczne, należy je układać z zapasem umożliwiającym kompensowanie zmian wywołanych warunkami otoczenia.

Na estakadach kable należy układać na konstrukcjach wsporczych wg 4.

Przy budowie linii kablowej na mostach, wiaduktach, molach i estakadach kablowych nie zaleca się wykonywania muf kablowych.

6. Układanie kabli ognioodpornych

Przy projektowaniu i budowie linii kablowych o zwiększonej wytrzymałości ogniowej, należy spełniać wymagania dotyczące odporności ogniowej wynikającej z funkcji linii kablowej i ustalen z inwestorem.

Kable ognioodporne wg IEC 60331 należy układać na konstrukcjach i w uchwytach o wytrzymałości ogniowej nie mniejszej niż trwałość kabla.

Kable ognioodporne prowadzone poziomo lub pochyło pod kątem mniejszym niż 15° od poziomu należy układać w korytkach, na drabinkach lub w uchwytach, natomiast kable ognioodporne prowadzone pochyło pod kątem większym niż 15° od poziomu lub prowadzone pionowo należy mocować w uchwytach przymocowanych do konstrukcji wsporczych lub bezpośrednio do ścian. Konstrukcje wsporcze korytek i drabinek powinny mieć dodatkowo drugi punkt podparcia lub zawieszenia. Kotwy, kolki i sruby mocujące konstrukcje wsporcze i uchwyty powinny mieć odporność ogniową zapewniającą ich poprawne funkcjonowanie do czasu zgodnie z przeznaczeniem.

Trasy kabli należy tak wyznaczać, aby w razie pożaru kable nie były narazone na spadające z góry przedmioty.

7. Układanie kabli w budynkach

7.1 Wymagania ogólne

W budynkach należy układać kable wg 2.3.6. Natomiast przy przejściu przez ściany, stropy i inne przegrody należy stosować osłony z materiałów trudno palnych.

7.2 Sposoby układania kabli

W budynkach kable można układać:

- a) bezpośrednio przy ścianach i pod sufitami na odpowiednio przygotowanych konstrukcjach nosnych,
- b) w kanałach kablowych, w ścianach, stropach, lub pod posadzkami, w osłonach lub bez osłon, w sposób umożliwiający demontaż kabli.

Trwale wmurowanie kabli w ściany, posadzki lub stropy jest niedopuszczalne.

7.3 Wprowadzenie kabli do budynków

Kabel przy wprowadzeniu do budynku powinien być zabezpieczony przed uszkodzeniami mechanicznymi osłoną otaczającą o średnicy wewnętrznej większej o co najmniej 50% od średnicy zewnętrznej kabla. Osłony otaczające powinny przechodzić przez całą grubość fundamentu lub ściany budynku ze spadem w kierunku zewnętrznym. Miejsce wprowadzenia kabla do budynku należy zabezpieczyć przed przedostawaniem się wody do wnętrza budynku.

7.4 Przejścia kabli przez ściany i stropy

Przejścia kabli przez ściany wewnętrzne i stropy budynków należy uszczelnić materiałem trudnopalnym o odporności ogniowej nie mniejszej niż odporność ogniowa ścian lub stropów dzielących pomieszczenia, w którym zostało zastosowane. W przypadku przejścia kabli przez ściany lub stropy oddzielające pomieszczenia wilgotne, niebezpieczne pod względem wybuchowym lub w których istnieją pary i gazy żrące, otwory przepustowe należy wypełnić materiałem odpornym na te czynniki. W pomieszczeniach zagrożonych wybuchem lub pożarem należy wykonać przepusty oddzielne dla każdego kabla. Jeżeli trasa kabla przechodzi przez ściany lub stropy ognioodporne, to konstrukcje wsporcze należy zakończyć z każdej strony w odległości co najmniej 10 cm od ściany lub stropu.

7.5 Odległości między kablami ułożonymi w budynkach

Odległości między kablami ułożonymi w budynkach wg 4.3, natomiast sposób mocowania lub zawieszenia wg 4.4.

7.6 Skrzyżowania kabli z innymi kablami i przewodami

Odległość między krzyżującymi się kablami i przewodami izolowanymi powinna wynosić co najmniej: 5 cm – w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 kV, tzn. $U_N \leq 1$ kV; 15 cm – w przypadku kabli o napięciu znamionowym $1 \text{ kV} < U_N \leq 30$ kV. Kable o napięciu znamionowym $U_N > 30$ kV powinny być oddzielone od innych kabli przezięciem.

7.7 Odległości kabli od rurociągów

Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych od rurociągów w budynkach wg tablicy 3.

Tablica 3 – Odległości kabli od rurociągów w budynkach

Lp.	Rodzaj rurociągu	Najmniejsza dopuszczalna odległość od rurociągów [cm]	
		nie wymagających okresowej konserwacji	wymagających okresowej konserwacji*
1	Rurociągi powietrza sprężonego, wentylacyjne, wodociągowe, gazów palnych o ciśnieniu do 0,04 MPa	20	100
2	Rurociągi ciepłe izolowane wodne i parowe	50	100
3	Rurociągi ciepłe nieizolowane wodne i parowe	120	120
4	Rurociągi z cieczami palnymi	100	150
5	Inne urządzenia technologiczne	100	150

* Odcinki rurociągów z zaworami, zasuwaniami itp. armaturą należy uważać za wymagające okresowej konserwacji

Jezeli zachowanie tych odleglosci z uzasadnionych przyczyn jest niemozliwe, to kable nalezy chronic przed uszkodzeniami mechanicznymi oslonami otaczajacymi na calej dlugosci skrzyzowania lub zblizenia dodajac co najmniej po 50 cm z kazdej strony, a w przypadku rurociagów z plynami palnymi co najmniej po 100 cm.

7.8 Pomieszczenia kablowe w budynkach

Przy układaniu kabli w pomieszczeniach kablowych w budynkach nalezy przestrzegac postanowien wg 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 7.2a, 7.2b, 7.3, 7.4, 7.6.

7.9 Szyby kablowe

Przy układaniu kabli w szymbach kablowych nalezy przestrzegac postanowien wg 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 7.3, 7.4. W szymbach kablowych kable nalezy układac na konstrukcjach wsporczych lub bezposrednio na scianie. Kable do konstrukcji, jak również do sciany, nalezy mocowac za pomoca uchwytów.

Kable powinny byc mocowane pojedynczo.

Dopuszcza sie mocowanie kabli-wiazek w pojedynczym uchwycie kablowym. Dopuszczenie to nie dotyczy kabli ognioodpornych.

Mocowania kabli powinny zapewnic trwalosc mechaniczna i nie powodowac deformacji kabla. Pozostale warunki układania wg 4.

8. Wymagania pomontazowe

8.1 Oznaczenia zyl kabli

Konce poszczególnych zyl kabli elektroenergetycznych powinny byc jednakowo oznaczone. Konce zyl kabli sygnalizacyjnych powinny byc jednoznacznie oznaczone.

8.2 Sprawdzenie zgodnosci faz oraz ciaglosci zyl roboczych i powrotnych

W linii kablowej powinna byc zachowana zgodnosc faz oraz ciaglosc zyl roboczych i powrotnych.

8.3 Sprawdzenie rezystancji izolacji zyl kabli

Rezystancja izolacji kazdej zyly kabla wzgledem pozostalych zwartych, polaczonych z zyła powrotna, powloka metalowa, pancierzem i uziemionych, odniesiona do temperatury 20°C, powinna byc nie mniejsza niz:

- a) w linii kablowej o napieciu znamionowym do 1 kV:
 - 75 MΩ – kabla o izolacji gumowej,
 - 20 MΩ – kabla o izolacji papierowej,
 - 20 MΩ – kabla o izolacji polwinitowej,
 - 100 MΩ – kabla o izolacji polietylenowej,
- b) w linii kablowej o napieciu znamionowym powyzej 1 kV:
 - 50 MΩ – kabla o izolacji papierowej,
 - 40 MΩ – kabla o izolacji polwinitowej,
 - 100 MΩ – kabla o izolacji polietylenowej,
 - 1000 MΩ – kabla o napieciu znamionowym 110 kV.

W kablu o dlugosci powyzej 1 km wartosc rezystancji izolacji przeliczona na 1 km dlugosci linii powinna byc nie mniejsza niz podane powyzej.

8.4 Próba napięciowa izolacji żył kabli

Próbe napięciowa izolacji kabli w linii (wraz z zainstalowanym osprzętem) należy wykonać jednym z podanych niżej rodzajów napięć probierczych:

1. Napięciem przemiennym sinusoidalnym (AC) o stałej amplitudzie i stałej częstotliwości, zawartej między 20 Hz a 300 Hz. Nominalna częstotliwość w tych próbach powinno być 50 Hz (nominalna sieciowa).
2. Napięciem przemiennym cosinusoidalno-prostokątnym (VLF-CP) o stałej amplitudzie i stałej częstotliwości zawartej między 0,01 Hz a 1 Hz. Nominalna częstotliwość napięcia w tych próbach powinno być 0,1 Hz (nominalna VLF). Zmiana biegunowości napięcia powinna zachodzić wg krzywej napięcia przemiennego cosinusoidalnego o częstotliwości 50 Hz.
3. Napięciem stałym lub wyprostowanym (DC ±) o stałej amplitudzie i polaryzacji. Zaleca się stosowanie napięcia stałego o biegunowości dodatniej.

Próbe napięciowa izolacji kabla przeprowadza się poddając go działaniu napięcia probierczego przez określony czas.

Parametry prób napięciowych odnosi się do wartości skutecznej napięcia fazowego linii. Wartość napięcia probierczego oraz czas jego przyłożenia podano w tabeli poniżej:

Lp.	Napięcie znamionowe linii [kV]	Napięcie probiercze	Wartość napięcia [kV]	Czas próby [min]
1	Kable $U_N < 1$ kV	AC	$1,2 \cdot U_0$	10
		VLF-CP01	$1,2 \cdot U_0$	10
		DC	$2,5 \cdot U_0$	10
2	Kable $1 \text{ kV} < U_N \leq 30$ kV	AC	$2 \cdot U_0$	15
		VLF-CP01	$2,5 \cdot U_0$	15
		DC	$3 \cdot U_0$	15
3	Kable $30 \text{ kV} < U_N \leq 110$ kV	AC	$2 \cdot U_0$	30
		VLF-CP01	$2,5 \cdot U_0$	30
		DC	$3 \cdot U_0$	30

Izolacja każdego kabla powinna wytrzymać działanie napięcia probierczego przez cały czas próby bez przeskoków i przebicia.

Próbe napięciowa izolacji kabla należy wykonać na wszystkich kablach linii kablowej. Podczas próby napięciowej żyły pozostałych kabli oraz żyły powrotne i pancerze oraz inne metalowe elementy budowy kabla powinny być zwarte i uziemione.

Dopuszcza się niewykonywanie próby napięciowej izolacji linii kablowej o napięciu znamionowym do 1 kV pod warunkiem wykonania pomiaru rezystancji izolacji miernikiem o napięciu 2,5 kV.

W linii kablowej o napięciu znamionowym $1 \text{ kV} < U_N \leq 30$ kV przy wykonywaniu próby napięciem stałym lub wyprostowanym należy mierzyć prąd upływu każdej żyły. Wartość prądu upływu poszczególnych żył nie powinna przekroczyć 300 $\mu\text{A}/\text{km}$ i nie powinna wzrastać w czasie ostatnich 4 minut próby. Dopuszcza się w liniach kablowych o długości nieprzekraczającej 300 m prąd upływu o wartości nie większej niż 100 μA . Dla kabli o napięciu

znamionowym 110 kV nie normalizuje się prądu upływu. Kable po próbie napięciowej powinny być rozładowywane przez 0,5 godz./km, ale nie krócej jak 0,5 godz.

Po wykonaniu próby napięciowej i rozładowaniu badanego kabla wszystkie żyły kabli oraz żyły powrotne i pancerze oraz inne metalowe elementy budowy kabla powinny być zwarte i uziemione do czasu tuż przed załączeniem do sieci.

8.5 Sprawdzenie szczelności osłony/powłoki zewnętrznej

Na kablach opancerzonych lub kablach z żyłą powrotną i osłoną/powłoką wytłoczoną z tworzywa sztucznego należy wykonać próbe szczelności osłony/powłoki napięciem stałym lub wyprostowanym o wartości 5 kV, jeżeli są to kable o napięciu znamionowym nie wyższym niż 30 kV, natomiast o wartości 10 kV dla kabli o napięciu 110 kV.

Oslona/powłoka powinna wytrzymać napięcie stale lub wyprostowane o wymaganej wartości w czasie 1 minuty bez przebicia lub przeskoku.

8.6 Sprawdzenie rezystancji żył roboczych i powrotnych

Rezystancja żył roboczych i powrotnych kabla powinna być zgodna z danymi producenta. Dla kabla o napięciu znamionowym nie wyższym niż 30 kV wymagania te są nieobligatoryjne.

8.7 Sprawdzenie pojemności kabli

Pojemność kabla powinna być zgodna z danymi producenta.

Dla kabla o napięciu znamionowym nie wyższym niż 30 kV wymagania te są nieobligatoryjne.

9. Badania

9.1 Sprawdzenie zgodności wykonania linii kablowej

Należy sprawdzić zgodność wykonania linii kablowej z:

- projektem budowlanym i wykonawczym,
- wymaganiami niniejszej normy.

9.2 Sprawdzenie zgodności kabli i osprzętu

Sprawdzenie zgodności kabli i osprzętu z wymaganiami norm przedmiotowych lub dokumentów, wg których zostały wykonane, należy stwierdzić na podstawie atestów, protokołów odbioru albo innych dokumentów.

9.3 Wykonanie badań pomontazowych

9.3.1 Sprawdzenie zgodności faz oraz ciągłości żył roboczych i żył powrotnych

Zgodność faz oraz ciągłość żył roboczych i powrotnych należy sprawdzić napięciem stałym o wartości nie wyższej niż 24 V.

9.3.2 Pomiar rezystancji izolacji żył kabla

Pomiar rezystancji izolacji żył kabla należy wykonać miernikiem rezystancji izolacji przy napięciu 2,5 kV. Wartość mierzonej rezystancji należy odczytać w stanie ustalonym miernika.

9.3.3 Próba napięciowa izolacji żył kabla

Próbie napięciowa należy wykonać napięciem stałym, wyprostowanym lub przemiennym o częstotliwości 50 Hz. Dopuszcza się wykonanie próby kabli o izolacji polietylenowej napięciem wolnozmiennym.

9.3.4 Próba szczelności osłony/powłoki zewnętrznej

Sprawdzenie szczelności należy wykonać napięciem stałym lub wyprostowanym.

9.3.5 Pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych

Pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych należy wykonać metodą techniczną lub mostkiem Thomsona.

9.3.6 Pomiar pojemności kabla

Pomiar pojemności kabla należy wykonać mostkiem do pomiaru pojemności.

9.4 Ocena wyników badań linii kablowej

Linie kablowa należy uznać za spełniającą wymagania niniejszej normy, jeżeli wyniki badań wg 9.1, 9.2, 9.3 są pozytywne.
