



Polskie Sieci Elektroenergetyczne

**STANDARDOWA SPECYFIKACJA
TECHNICZNA**

Numer kodowy

PSE-ST.Linia_kablowa_110kV / 2020

TYTUŁ:

LINIA KABLOWA 110 kV

OPRACOWANO:

DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH

**ZATWIERDZONO
DO STOSOWANIA**

.....
Data i podpis

Konstancin-Jeziorna, 2020 r.

Spis treści

1.	Przedmiot i zakres specyfikacji	4
2.	Normy i dokumenty powołane	4
3.	Podstawowe założenia projektowanej linii 110 kV	6
3.1.	Warunki środowiskowe	6
3.2.	Poziomy napięcie	6
3.3.	Wymagana obciążalność prądowa linii kablowej	6
3.4.	Wymagana wytrzymałość zwarciova linii kablowej	7
4.	Trasa, ułożenie i oznakowanie linii kablowej	8
4.1.	Wymagania ogólne dotyczące trasy linii kablowej	8
4.2.	Układanie linii kablowej	8
4.3.	Linia kablowa ułożona w ziemi	9
4.4.	Linia kablowa w przepustach	10
4.5.	Linia kablowa ułożona w kanale kablowym	11
4.6.	Linia kablowa ułożona w tunelu	11
4.7.	Skrzyżowanie linii z obcą infrastrukturą podziemną (nie dotyczy terenu stacji)	11
4.8.	Ścienne przepusty kablowe	13
4.9.	Linia kablowa w budynku stacji elektroenergetycznej (kablowni)	14
4.10.	Studnie kablowe	14
4.11.	Oznaczniki informacyjne linii kablowej	14
4.12.	Oznakowanie trasy linii kablowej	14
5.	Zabezpieczenie linii kablowej przy wprowadzeniu na słup linii napowietrznej i na stanowisko głowic napowietrznych	15
5.1.	Zakończenie linii na słupie linii napowietrznej	15
5.2.	Wprowadzenie na stanowisko głowic napowietrznych	16
6.	Układy połączeń żył powrotnych	16
6.1.	Wymagania ogólne	16
6.2.	Jednostronne uziemienie żył powrotnych (SPB)	17
6.3.	Obustronne uziemienie żył powrotnych (BE)	17
6.4.	Cross - bonding (CB)	17
6.5.	Inne układy	18
6.6.	Ograniczniki przepięć żył powrotnych	18

7.	Pas technologiczny linii kablowej	18
8.	Oddziaływanie linii kablowej na środowisko	19
9.	Badania pomontażowe linii kablowej 110 kV	20
10.	Kable światłowodowe	21
10.1.	Kable światłowodowe i ich kanalizacja	21
10.2.	Badania wykonywane w trakcie budowy i montażu linii światłowodowej	23
10.2.1.	Badania przed pracami instalacyjnymi	23
10.2.2.	Badania i pomiary w czasie budowy	24
10.2.3.	Pomiary wykonywane przy odbiorze linii	24
10.3.	Wprowadzenie kabli światłowodowych na konstrukcje i słupy	24
11.	Dokumentacja techniczna linii kablowej	24

1. Przedmiot i zakres specyfikacji

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania techniczne dotyczące nowobudowanych elektroenergetycznych linii kablowych 110 kV pracujących m.in. jako:

- 1) połączenie dwóch stacji elektroenergetycznych,
- 2) wstawka kablowa w linii napowietrznej,
- 3) połączenie pomiędzy linią napowietrzną a rozdzielnią,
- 4) połączenie rozdzielni z transformatorem.

W zakresie słupów kablowych służących do połączenia linii napowietrznej i linii kablowej, w niniejszej specyfikacji, określono wymagania dotyczące sposobu wprowadzenia kabli, montażu osprzętu kablowego, uziemienia oraz zabezpieczenia elementów linii kablowej. Konstrukcje wsporcze pod głowice kablowe należy projektować zgodnie z PN-EN 50341-1 oraz załącznikiem PN-EN 50341-2-22.

Specyfikacja nie obejmuje zagadnień systemowych, które należy przeanalizować przy kablowaniu linii napowietrznych 110 kV, w tym wyznaczania maksymalnej długości wstawki linii kablowej. Wskazówki w tym zakresie można znaleźć m.in. w Broszurach Technicznych CIGRE TB 250 „General Guidelines for The Integration of a New Underground Cable System in the Network” oraz CIGRE TB 556 “Power System Technical Performance Issues Related to the Application of Long HVAC Cables”.

Integralną częścią niniejszej specyfikacji jest specyfikacja „Linie kablowe 110 kV, Załącznik 1, Kable elektroenergetyczne i osprzęt kablowy 110 kV”, zawierająca wymagania techniczne dotyczące kabli i podstawowego osprzętu kablowego (głowic i muf).

2. Normy i dokumenty powołane

Nowobudowane linie kablowe 110 kV powinny być zaprojektowane i wykonane zgodnie z:

- Niniejszą specyfikacją,
- Normami i dokumentami powołanymi w niniejszej Specyfikacji,
- Obowiązującymi aktami prawnymi dotyczącymi elektroenergetycznych linii kablowych.

Tabela 1. Normy i dokumenty powołane

Lp.	Numer normy/ nazwa dokumentu	Tytuł
1.	IEC 60840: 2020	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) - Test methods and requirements
2.	IEC 60287-1-1	Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1-1: Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses – General.
3.	IEC 60287-1-2	Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1: Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses - Section 2: Sheath eddy current loss factors for two circuits in flat formation.

4.	IEC 60287-1-3	Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1-3: Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses - Current sharing between parallel single-core cables and calculation of circulating current losses.
5.	IEC 60287-2-1	Electric cables - Calculation of the current rating - Part 2-1: Thermal resistance – Calculation of thermal resistance.
6.	IEC 60287-2-2	Electric cables - Calculation of the current rating - Part 2: Thermal resistance - Section 2: A method for calculating reduction factors for groups of cables in free air, protected from solar radiation.
7.	IEC 60287-3-1	Electric cables - Calculation of the current rating - Part 3-1: Operating conditions – Site reference conditions.
8.	IEC 60287-3-3	Electric cables – Calculation of the current rating
9.	IEC 60853-2	Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables. Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages.
10.	IEC 60853-3	Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables – Part 3: Cyclic rating factor for cables of all voltages, with partial drying of the soil.
11.	PN-EN 60228	Żyły przewodów i kabli
12.	IEC 60229	Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function
13.	IEC 60815	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions
14.	IEC 60949	Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects
15.	IEC 61443	Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV)
16.	IEC 69270	High voltage test techniques – Partial Discharge Measurement
17.	IEC 60885-3	Electrical test methods for electric cables Part 3 Test method for partial discharge measurement on lengths of extruded cables
18.	PN-EN 50341-1	Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV - Część 1: Wymagania ogólne - Specyfikacje wspólne
19.	PN-EN 50341-2-22	Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV -- Część 2-22: Krajowe Warunki Normatywne (NNA) dla Polski (oparte na EN 50341-1:2012)
20.	SEP N SEP-E-004	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
21.	Specyfikacja Techniczna PSE S.A.	Wytyczne projektowe dla doboru ograniczników przepięć instalowanych na żyłach powrotnych kabli elektroenergetycznych – wskazówki dla projektantów
22.	Specyfikacja Techniczna PSE S.A.	Ograniczniki przepięć do ochrony osłon kabli elektroenergetycznych
23.	Specyfikacja Techniczna PSE S.A.	Ograniczniki przepięć do sieci 110 kV, 220 kV i 400 kV.
24.	Specyfikacja Techniczna PSE S.A.	Kable światłowodowe
25.	Specyfikacja Techniczna PSE S.A.	Uziemienia linii napowietrznych
26.	Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE S.A.	Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć

27.	IEEE 400.4	IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Rated 5 kV and Above with Damped Alternating Current (DAC) Voltage
28.	Publikacja PTPIREE	Wytyczne Projektowania Linii Kablowych 110 kV Poznań 2019

W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych należy stosować aktualne normy i specyfikacje techniczne. Publikacja PTPIREE została zamieszczona w powyższej tabeli jako źródło wiedzy technicznej, zawierające opis dobrych praktyk projektowania i budowy linii kablowych 110 kV.

3. Podstawowe założenia projektowanej linii 110 kV

3.1. Warunki środowiskowe

Konstrukcja i wykonanie linii kablowej powinny zapewniać jej prawidłową pracę w następujących warunkach środowiskowych:

Tabela 2. Warunki środowiskowe

1.	Maksymalna temperatura otoczenia	+40°C
2.	Minimalna temperatura otoczenia	-35°C
3.	Intensywność promieniowania słonecznego	1050 W/m ²
4.	Grubość warstwy lodu	10 mm
5.	Strefa zabrudzeniowa wg IEC 60815	d-Heavy

3.2. Poziomy napięcie

Wymagane poziomy napięcie określone zostały w tabeli 3.

Tabela 3. Wymagane poziomy napięcie

Poziomy napięcie znamionowych dla linii kablowej 110 kV, częstotliwość systemu $f = 50$ Hz:		
1.	Napięcie znamionowe U (międzyfazowe)	110 kV
2.	Napięcie znamionowe fazowe U_0 (pomiędzy żyłą roboczą i żyłą powrotną kabla)	64 kV
3.	Najwyższe napięcie robocze U_m	123 kV*
*W przypadku pól linii blokowych należy dostosować linię kablową do $U_m = 145$ kV, zgodnie ze specyfikacją techniczną „Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć”		

3.3. Wymagana obciążalność prądowa linii kablowej

Linie kablową należy zaprojektować w oparciu o określone przez zamawiającego wartości:

- długotrwałej obciążalności prądowej,
- przeciążenia (dotyczy tylko linii łączących rozdzielnię z auto/transformatorem).

Przy określaniu przekroju poprzecznego żyły roboczej kabla należy uwzględnić m.in.:

- maksymalną długotrwałą temperaturę żyły roboczej równą +90°C, o ile Zamawiający nie wskaże niższej wartości dla określonego projektu,
- współczynnik obciążenia równy 1,
- wymagane przeciążenia jeśli dotyczy,
- wpływ najniekorzystniejszych warunków środowiskowych i technicznych (związanych np. ze sposobem ułożenia bądź koniecznej ochrony linii, sąsiedztwa źródeł ciepła) na trasie linii kablowej.

Obliczenia długotrwałej obciążalności prądowej oraz dopuszczalnego przeciążenia linii kablowej należy wykonać zgodnie z normami IEC 60287 oraz IEC 60853 z uwzględnieniem zaleceń zawartych w Broszurze CIGRE TB 640.

W przypadku linii kablowej zakopanej w gruncie bardzo istotne jest prawidłowe określenie rezystancji cieplnej gruntu przyjmowanej do obliczeń dopuszczalnej obciążalności linii. Na potrzeby ustalenia właściwości gruntu należy wykonać badania geotechniczne gruntu linii wzdłuż trasy linii. Jeśli jest to wykonalne technicznie, badania te powinny być przeprowadzone w odległościach nie większych niż 200 m oraz we wszystkich miejscach, które potencjalnie mogą stanowić miejscowe „wąskie gardła” linii z powodu niekorzystnych warunków odprowadzania ciepła.

Parametry gruntu mające wpływ na rezystancję cieplną gruntu są opisane w Broszurze CIGRE TB 640 oraz Broszurze CIGRE TB 714. Wskazówki dotyczące sposobu ich określania zawiera Broszurze CIGRE TB 714. Istotny wpływ na rezystancję cieplną gruntu ma zawartość wilgoci, która zależy od pory roku oraz wielkości opadów. Do projektowania należy przyjąć wartość rezystancji cieplnej odpowiadającą najmniejszej przewidywanej zawartości wilgoci (patrz Broszura CIGRE TB 640). Należy również przeanalizować możliwość wysuszenia gruntu wskutek oddziaływania cieplnego kabli (patrz CIGRE TB 714) i jeśli taka możliwość zostanie potwierdzona, należy przyjąć do obliczeń odpowiednio wyższą wartość tej rezystancji, aby zapewnić wymaganą obciążalność linii kablowej również po wystąpieniu tego zjawiska w przyszłości.

Do obliczeń należy przyjąć rezystancje cieplne betonitu i bentonitu w stanie wysuszenia, które wg normy SEP-E-004 nie powinny być większe odpowiednio od $1,2 \text{ K}^*\text{m/W}$ oraz $1 \text{ K}^*\text{m/W}$. Przyjęte do obliczeń wartości należy potwierdzić pomiarami kontrolnymi na etapie budowy linii.

Zgodnie z IEC 60287-3-1 temperaturę gruntu na głębokości 1 m przyjmuje się w Polsce jako równą 20°C (wartość średnia do obliczeń), przy czym jeśli powierzchnia gruntu nad linią kablową będzie pokryta materiałami nagrzewającymi się od promieniowania słonecznego (np. asfaltem) należy przyjmować temperaturę 25°C . Przy ułożeniu kabli na głębokościach większych niż 1,5 m można przyjmować temperaturę gruntu równą 15°C .

Jeżeli na trasie linii kablowej występują bardzo zróżnicowane warunki ułożenia kabli wpływające znacząco na obciążalność linii kablowej, dopuszcza się zastosowanie kabli o dwóch różnych przekrojach żył roboczych, przy czym Wykonawca powinien wykazać, że rozwiązanie takie nie powoduje zwiększenia liczby muf (w stosunku do liczby muf przy zastosowaniu tylko kabla o większym przekroju żyły roboczej).

W uzasadnionych przypadkach, przy wymaganych dużych wartościach prądu długotrwałego obciążenia dopuszcza się zastosowanie dwóch identycznych kabli dla każdej z faz.

3.4. Wymagana wytrzymałość zwarciova linii kablowej

Linię kablową należy zaprojektować w oparciu o określone przez Zamawiającego wartości:

- prądu zwarcia 1-fazowego,
- prądu zwarcia 3-fazowego,
- czasu trwania zwarcia 1 s.

Wartości ww. prądów określi Zamawiający z uwzględnieniem długoterminowego planu rozwoju sieci, jako wartość z szeregu: 31,5 kA, 40 kA, 50 kA, 63 kA.

Zamawiający może również określić dodatkowo mniejsze wartości prądu zwarciovego na podstawie planu rozwoju sieci w krótszym horyzoncie czasowym, które będą podstawą tylko i wyłącznie do doboru ograniczników przepięć żyły powrotnej. Zamawiający bierze pod uwagę ewentualną konieczność wymiany tych ograniczników w czasie eksploatacji linii kablowej, gdy rozbudowa sieci spowoduje wzrost prądów zwarcia do wartości docelowej, przyjętej do projektowania linii kablowej.

Przy doborze konstrukcji kabli i osprzętu do wymaganej wytrzymałości zwarciovowej należy uwzględnić zapisy normy IEC 60949 oraz normy IEC 61443. Jako stan początkowy występujący w kablu w chwili wystąpienia zwarcia należy przyjąć nagrzanie żyły roboczej do temperatury +90°C oraz żyły powrotnej do +80°C. Minimalny przekrój żyły powrotnej to 95 mm².

4. Trasa, ułożenie i oznakowanie linii kablowej

4.1. Wymagania ogólne dotyczące trasy linii kablowej

Trasa projektowanej linii kablowej powinna uwzględniać istniejącą i planowaną infrastrukturę, a przy jej wyborze należy mieć na względzie aspekt minimalizacji ryzyka uszkodzenia kabli, swobodny dostęp do elementów linii kablowej oraz wymaganą szerokość pasa technologicznego (patrz p. 7).

Na ułożenie linii kablowej wzdłuż drogi w pasie drogowym drogi publicznej oraz na innych terenach, gdzie umieszczenie infrastruktury elektroenergetycznej związane jest z obowiązkiem uiszczenia opłat w okresie eksploatacji linii, nałożonych przez ich zarządcę, oprócz zgody zarządcy terenu wymagana jest również wcześniejsza zgoda Zamawiającego.

4.2. Układanie linii kablowej

Technologia układania kabli i montażu osprzętu kablowego powinna być zgodna z zaleceniami producenta kabla i osprzętu kablowego oraz odbywać się pod ich autoryzowanym nadzorem. Stanowisko muf kablowych, sposób przygotowania podłoża dla muf i ich zabezpieczenie, odległości między mufami, oraz wymiary stanowiska, powinny być zgodne z wytycznymi producenta osprzętu.

Kable 110 kV poza obszarem stacji elektroenergetycznej należy układać na głębokości nie mniejszej niż 1,3 metra, licząc od górnej powierzchni najwyżej usytuowanego kabla 110 kV do powierzchni terenu.

Na terenie stacji elektroenergetycznych minimalna głębokość ułożenia kabli 110 kV liczona od górnej powierzchni najwyżej usytuowanego kabla 110 kV do powierzchni terenu nie powinna być mniejsza niż 1 metr, przy czym wymaganie to nie dotyczy kabli układanych w kanałach kablowych lub w dedykowanych tunelach na terenie stacji elektroenergetycznej.

Kable należy układać w układzie płaskim lub układzie trójkątnym. Odcinek linii kablowej z przewiertem powinien mieć taki sam układ ułożenia kabli na całej jego długości.

Przy prowadzeniu linii kablowej wzdłuż ciepłociągu i w miejscach skrzyżowania linii kablowej z ciepłociągiem należy przeanalizować potencjalny wpływ ciepłociągu na warunki pracy linii i jeżeli możliwość takiego wpływu zostanie potwierdzona, należy zastosować oddzielające płyty termoizolacyjne lub inne środki techniczne ograniczające oddziaływanie cieplne ciepłociągu na linię kablową. W miejscach, gdzie zastosowanie takich środków nie jest możliwe (np. przewierci sterowane należy liczyć się z koniecznością zastosowania kabli o większym przekroju żyły roboczej).

Na obu końcach linii kablowej należy zapewnić zapas kabli umożliwiający jednokrotną wymianę uszkodzonej głowicy kablowej, nie krótszy niż 5 metrów dla każdego kabla. Zamawiający może odstąpić od tego wymagania lub wyrazić zgodę na krótszy zapas kabla, jeżeli

zgrupowanie wymaganego zapasu nie jest wykonalne bądź jego późniejsze wykorzystanie będzie bardzo utrudnione.

Jeżeli wraz z linią kablową 110 kV układana jest linia kablowa światłowodowa, należy uwzględnić również wymagania opisane w p. 10.

Na etapie uzgadniania projektu Zamawiający może zaakceptować inne sposoby ułożenia linii kablowej (np. mikrotuneling) oraz inne rozwiązania stosowane przy układaniu linii niż opisane poniżej, po przedstawieniu przez Wykonawcę stosowanego uzasadnienia i opisu technologii.

4.3. Linia kablowa ułożona w ziemi

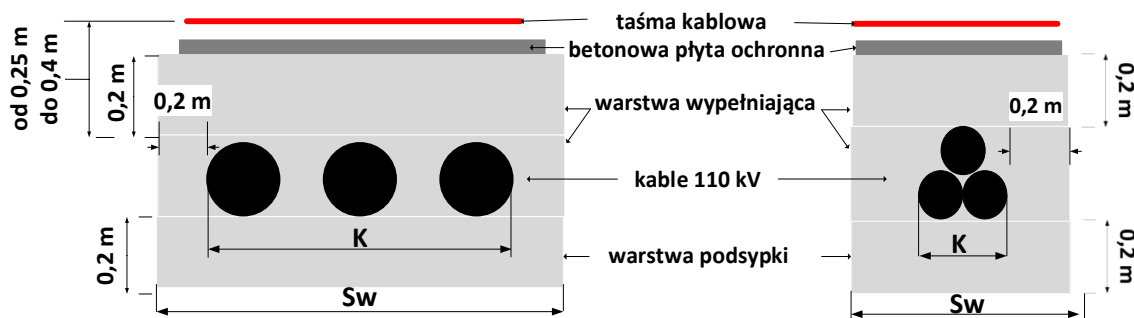
Kable powinny być ułożone w wykopie w miarę możliwości linią falistą. Kable należy układać na zagęszczonej warstwie podsypki o grubości minimum 0,2 m. Przy układaniu linii wielotorowych w jednym wykopie, tory linii należy oddzielić od siebie betonowymi płytami ochronnymi o wymiarach nie mniejszych niż 50x50x7cm. Płyty należy posadzić na warstwie podsypki w pozycji pionowej w połowie odległości pomiędzy sąsiadującymi torami linii. Minimalna odległość pozioma pomiędzy torami powinna być ustalona na podstawie obliczeń wzajemnego oddziaływania cieplnego pomiędzy liniami, przy czym nie może być ona mniejsza niż 1 m licząc pomiędzy skrajnymi kablami należącymi do sąsiednich torów. Po ułożeniu kable należy zasypać warstwą wypełniającą na wysokość minimum 0,2 m ponad poziom górnej powierzchni najwyżej usytuowanego w wykopie kabla 110 kV toru linii.

Minimalna szerokość warstwy podsypki i warstwy wypełniającej **Sw** jak pokazano na rysunku 1 składa się z odległości **K** między skrajnymi kablami 110 kV, należącymi do tego samego toru linii i odległości dodatkowej 0,2 m po obu stronach linii kablowej.

Do wykonania warstwy podsypki i warstwy wypełniającej należy używać tego samego materiału – betonitu tj. mieszaniny piasku i cementu w stosunku objętościowym od 13:1 do 14:1 lub wagowym od 18:1 do 20:1. Zastosowanie innego materiału wymaga uzgodnienia i zgody Zamawiającego. Struktura materiału wypełniającego oraz podsypki nie może powodować uszkodzenia powierzchni powłoki kabla. Każda partia betonitu powinna posiadać atest potwierdzający jego prawidłowy skład i parametry.

Na warstwie wypełniającej nad linią kablową należy ułożyć betonowe płyty ochronne, przy zachowaniu szczeliny pomiędzy płytami wynoszącej ok. 10% długości tych płyt. Wymiar płyty powinien być nie mniejszy niż 50x50x7cm. Płyty betonowe powinny przykrywać wszystkie kable, tzn. wszystkie kable powinny się zawierać w rzucie poziomym płyt betonowych i w związku z tym należy uwzględnić ewentualną konieczność ułożenia dwóch rzędów płyt obok siebie, tak aby w pełni ochronić kable. W przypadku linii prowadzonych po terenie stacji elektroenergetycznych Zamawiający może odstąpić od konieczności stosowania płyt ochronnych. Nad kablem w odległości nie mniejszej niż 25 cm i nie większej niż 40 cm od jego powierzchni należy umieścić taśmę kablową sygnalizacyjną zgodnie z wymaganiami punkt 4.12. Pozostały obszar wykopu wypełnić oczyszczonym z gruzów i kamieni gruntem rodzimym, który należy zagęścić w celu niedopuszczenia do zapadania się gruntu. Stopień zagęszczenia gruntu zasypowego powinien być nie mniejszy niż gruntu rodzimego w sąsiedztwie wykopu.

Przykładowe układy ułożenia kabli przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Poglądowe układy ułożenia kabli 110 kV wraz z minimalnymi wymiarami warstw podsypki oraz warstw wypełniających: a) układ płaski, b) układ trójkątny.

4.4. Linia kablowa w przepustach

Przepust ma za zadanie chronić ułożony w niej odcinek kabla oraz umożliwiać jego wymianę bez potrzeby rozkopywania. Przepusty należy stosować m.in. w miejscach skrzyżowania linii kablowej 110 kV z innymi obiektami np.: droga, tory, przeszkody wodne, obca infrastruktura podziemna, system korzeniowy drzew, obiekty budowlane. Przy pokonywaniu przeszkód wodnych przepusty lokalizuje się pod dnem oraz warstwą mułu.

Przepusty mogą być wykonywane metodą odkrywkową, przecisku lub przewiertu sterowanego.

Do wykonania przepustów należy stosować gładkościenną rurę osłonową wykonaną z tworzywa sztucznego o wysokiej gęstości np. HDPE i sztywności obwodowej rury właściwej do miejsca jej usytuowania. Średnica wewnętrzna rury powinna stanowić minimum 1,5-krotność średnicy zewnętrznej kabla zapewniając swobodę podczas jego przeciągania, dla przepustów o długości powyżej 20m średnica wewnętrzna rur powinna być powiększona o co najmniej jeden rozmiar z typoszeregu. W jednym przepuscie należy układać tylko jeden kabel. Rury użyte do wykonania przepustu powinny być ze sobą szczelnie połączone. Jeżeli połączenie rur realizowane jest poprzez zgrzewanie doczołowe, nadmiar powstałego nagaru wewnątrz rur należy usunąć.

Podczas wciągania kabla należy zwrócić uwagę, aby wraz z nim do wnętrza przepustu nie dostawał się rodzimy grunt oraz zanieczyszczenia. Dopuszcza się wypełnienie przepustów o długości nie przekraczającej 10 m ułożonych poza terenem stacji materiałem o odpowiedniej rezystywności i przewodności cieplnej np. bentonitem kablowym (mieszanka naturalnej osadowej skały ilastej i wody). Wypełnienie przepustów poza terenem stacji o większej długości oraz przepustów znajdujących się na terenie stacji wymaga uzgodnienia i zgody Zamawiającego. Zgodnie z N SEP-E004 rezystywność cieplna betonitu w stanie wysuszenia nie powinna być większa od 1 K*m/W. Każda partia zastosowanego bentonitu powinna posiadać atest potwierdzający jego prawidłowy skład i parametry. Kable na wyjściu z przepustów należy wycentrować wykorzystując do tego np. liny konopne lub syntetyczne, po czym końce rur osłonowych należy zabezpieczyć przed wnikaniem wody i materiałów obcych. Dla każdego wykonanego ułożenia odcinka toru linii kablowej w przepustach należy przewidzieć pozostawienie minimum jednego przepustu rezerwowego, którego końce również należy zabezpieczyć przed wnikaniem wody i materiałów obcych. Zamawiający zastrzega sobie prawo do postawienia wymagania na etapie uzgadniania Projektu Wykonawczego, aby końce przepustów rezerwowych umieścić w studniach kablowych.

4.5. Linia kablowa ułożona w kanale kablowym

Rozwiązanie przeznaczone jest do stosowania głównie na terenie stacji elektroenergetycznych, w miejscach wskazanych lub zaakceptowanych przez Zamawiającego. Wymiar kanału kablowego należy dobrać indywidualnie dla konkretnej linii kablowej 110 kV w taki sposób, aby zapewnić warunki oddawania ciepła, które założono przy doborze kabli do wymaganej obciążalności prądowej. W jednym kanale kablowym należy układać kable należące tylko do jednego toru linii. W uzasadnionych przypadkach, za zgodą Zamawiającego, dopuszcza się ułożenie większej liczby torów linii w jednym kanale kablowym, jednak takie ułożenie będzie wymagało rozwiązań gwarantujących brak wzajemnego wpływu na siebie torów prądowych zarówno w czasie normalnej pracy czy w stanach awaryjnych (np. uszkodzenie kabla i jego zapłon). Kable w kanale kablowym należy mocować za pomocą dedykowanych uchwyty kablowych i tak je ukształtować, aby umożliwić ich wzdłużny ruch pod wpływem zmian temperatury. Kanał kablowy powinien posiadać naturalną wentylację zapewniającą odpowiednie warunki chłodzenia kabli, zgodnie z założeniami przyjętymi do obliczenia długotrwałej obciążalności prądowej linii (oraz jeśli dotyczy przeciążalności). Kanał kablowy znajdujący się powyżej poziomu wody gruntowej powinien mieć chłonne dno, zaś kanał zlokalizowany poniżej poziomu wód gruntowych lub na terenie o niekorzystnych warunkach gruntowych (grunty nieprzepuszczalne) należy wyposażyć w system odwodnienia.

Kable ułożone w kanale powinny mieć powłokę niepodtrzymującą płomienia (patrz Załącznik 1). W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować zastosowanie innych środków zapobiegających rozprzestrzenianiu się pożaru w kanale.

Na odcinkach gdzie kanał kablowy krzyżuje się z drogą należy wykonać jako kanał kablowy przejezdny. Przy projektowaniu należy uwzględnić maksymalny nacisk od kół taboru samochodowego: samochodów ciężarowych związanych z budową, wozów bojowych straży pożarnej (100 kN/oś) oraz transportu specjalnego związanego z transportem auto/ transformatorów tj. ciągnika i przyczepy (~100 ÷ 150 KN/oś).

4.6. Linia kablowa ułożona w tunelu

Wymagania dotyczące wymiarów tuneli kablowych, ich konstrukcji, sposobu układania i mocowania kabli, określania warunków wymuszonego chłodzenia, dostępność dla personelu wykonującego obsługę eksploatacyjną są określane indywidualnie dla konkretnego rozwiązania linii kablowej. Tunele kablowe powinny posiadać systemy odprowadzania wody opadowej i gruntowej a wejścia i wyjścia kablowe zabezpieczenia systemowe m.in. przed dostaniem się wody oraz naturalną wentylację zapewniającą odpowiednie warunki chłodzenia kabli, zgodnie z założeniami przyjętymi do obliczenia długotrwałej obciążalności prądowej linii.

Przy projektowaniu tunelu należy również uwzględnić wymagania normy N SEP-E004. Kable ułożone w tunelu powinny mieć powłokę niepodtrzymującą płomienia (patrz Załącznik 1).

4.7. Skrzyżowanie linii z obcą infrastrukturą podziemną (nie dotyczy terenu stacji)

Skrzyżowanie linii kablowej i kabla światłowodowego z inną infrastrukturą podziemną należy wykonać poprzez przeprowadzenie linii kablowej i kabla światłowodowego poniżej krzyżowanego obiektu, jak pokazano na rysunku 2 i rysunku 3.

Sposób wykonania skrzyżowania przy układaniu kabli metodą wykopu otwartego:

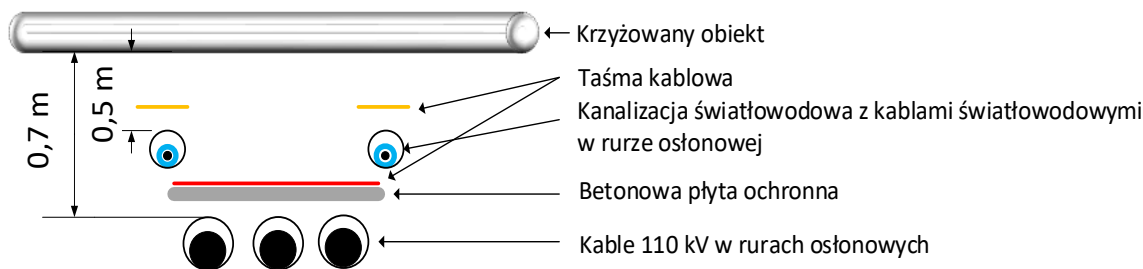
- kable 110 kV, kable światłowodowe oraz kable ECC (skrót od ang. earth continuity conductor) (jeśli są stosowane) należy umieszczać w osobnych przepustach (rurach osłonowych),
- odległość pionowa przepustu z kablem 110 kV od obiektu krzyżowanego powinna wynosić co najmniej 0,7 metra, a przepustu z kablem światłowodowym (kanalizacji światłowodowej) co najmniej 0,5 metra,
- jeżeli obiektami krzyżowanymi są rurociągi sieci ciepłowniczej, wodociągowej, ściekowej, gazowej z gazami niepalnymi ww. odległości minimalne należy powiększyć o średnicę krzyżowanego rurociągu,
- odległość pionowa przepustu z kablem 110 kV oraz kablem światłowodowym od poziomu główki szyny trakcji kolejowej powinna wynosić co najmniej 1,5 metra,
- odległość pionowa przepustu z kablem 110 od dna rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 1,3 metra, a przepustu z kablem światłowodowym (kanalizacji światłowodowej) co najmniej 0,8 metra.

Sposób wykonania skrzyżowania przy układaniu kabli metodą przewiertu sterowanego, mikrotunelingu itp.:

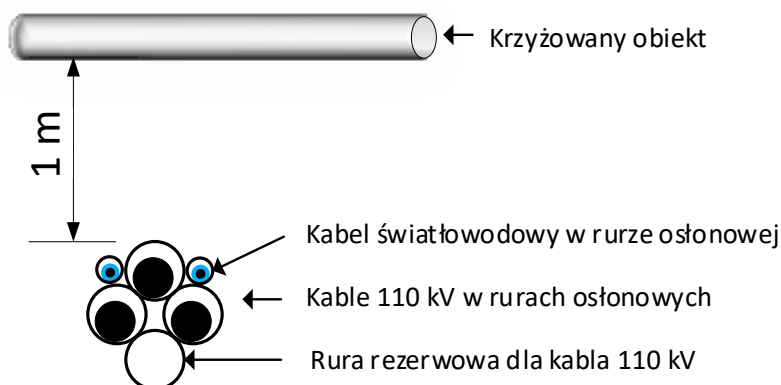
- odległość pionowa przepustu z kablem 110 kV i przepustu z kablem światłowodowym (kanalizacji światłowodowej) od obiektu krzyżowanego powinna wynosić co najmniej 1 m,
- jeżeli obiektami krzyżowanymi są rurociągi sieci ciepłowniczej, wodociągowej, ściekowej, gazowej z gazami niepalnymi ww. odległość minimalną należy powiększyć o średnicę krzyżowanego rurociągu,
- odległość pionowa przepustu z kablem 110 kV i przepustu z kablem światłowodowym (kanalizacji światłowodowej) od poziomu główki szyny trakcji kolejowej powinna wynosić co najmniej 1,5 metra,
- odległość pionowa przepustu z kablem 110 kV oraz kablem światłowodowym od dna rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 1,3 metra.

Jeśli stosowne przepisy stanowią inaczej (tj. określają większe odległości) lub Zarządzający infrastrukturą wymaga większych odstępów, powyższe odległości pionowe należy odpowiednio zwiększyć.

W uzasadnionych technicznie sytuacjach (np. głęboko posadowione wodociągi, kanalizacje) dopuszcza się zlokalizowanie linii kablowej nad obiektem krzyżowanym. Zamawiający może dopuścić również w uzasadnionych technicznie przypadkach zmniejszenie odległości w stosunku do wymienionych powyżej wartości minimalnych, przy zastosowaniu ewentualnych środków dodatkowego zabezpieczenia linii kablowej.



Rysunek 2. Poglądowy sposób wykonania skrzyżowania linii kablowej wraz z kablami światłowodowymi z obcą infrastrukturą podziemną wykonane w wykopie otwartym.



Rysunek 3. Poglądowy sposób wykonania skrzyżowania linii kablowej wraz z kablami światłowodowymi z obcą infrastrukturą podziemną wykonane metodą przewiertu sterowanego.

Przepusty (rury osłonowe) powinny wychodzić poza obrys:

- obcej infrastruktury podziemnej - co najmniej 1 m z każdej strony skrzyżowania,
- drogi (krawędź jezdni) - co najmniej 1 m z każdej strony skrzyżowania,
- czynnych torów przeznaczonych do ruchu pojazdów szynowych - co najmniej 5 m z każdej strony skrzyżowania,
- obiektu budowlanego - co najmniej 3 m z każdej strony skrzyżowania,
- rowu melioracyjnego – co najmniej 1 m licząc od górnej krawędzi rowu,
- linii brzegowej cieków wodnych – co najmniej 1 m przy uwzględnieniu stanu powodziowego,

Jeśli stosowne przepisy stanowią inaczej (tj. określają dłuższą długość przepustów) lub Zarządzający infrastrukturą wymaga większych długości przepustów (rur osłonowych), powyższe długości przepustów wychodzących poza obrys skrzyżowania należy odpowiednio zwiększyć.

W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może wyrazić zgodę na inny sposób wykonania skrzyżowania niż opisany w niniejszym rozdziale, po przedstawieniu przez Wykonawcę uzasadnienia i stosownych obliczeń.

4.8. Ścienne przepusty kablowe

Ścienne przepusty kablowe należy stosować do wprowadzenia kabli do wnętrza budynku stacji elektroenergetycznej, tuneli kablowych oraz w innych miejscach technicznie uzasadnionych. Ścienne przepusty kablowe powinny cechować m.in. wodoszczelność, odporność na agresywność gruntu

i czynniki atmosferyczne w miejscu montażu. . W jednym przepuście należy układać tylko jeden kabel w przypadku ułożenia linii kablowej na odcinku wejścia do budynku w układzie płaskim. Średnica okna przepustu powinna być większa od średnicy zewnętrznej kabla. Przeciąganie kabla przez przepust nie może powodować uszkodzenia powłoki zewnętrznej kabla. Ścienne przepusty kablowe bez utraty swoich właściwości powinny umożliwiać wielokrotną wymianę kabli, minimum 3 cykle wprowadzenia – wyprowadzenia kabla. Zamawiający zastrzega sobie prawo do postawienia wymagania na etapie uzgadniania projektu wykonawczego wykonania rezerwowego przepustu dla każdego toru linii.

4.9. Linia kablowa w budynku stacji elektroenergetycznej (kablowni)

Kable należy mocować przy pomocy uchwytów kablowych do podłogi lub do dedykowanych konstrukcji. Pionowy odcinek na wprowadzeniu kabla do rozdzielnic GIS powinien być przymocowany stosownymi uchwytami do konstrukcji podtrzymującej w taki sposób, aby ciężar tego odcinka nie obciążał głowicy. Uchwyty te powinny być dobrane i umiejscowione zgodnie z zaleceniami dostawcy systemu kablowego. Konstrukcje wsporcze oraz uchwyty mocujące kable nie mogą tworzyć wokół kabli i linii kablowej zamkniętego obwodu magnetycznego.

4.10. Studnie kablowe

Studnie kablowe należy dobrać do istniejących / projektowanych warunków terenowych, w tym obciążeń mechanicznych. Pokrywy studni powinny być typu usuwalnego z możliwością podnoszenia, zabezpieczone zamkiem z rygłem. Studnie kablowe powinny być tak zaprojektowane, aby nie było możliwości zbierania się w niej wody oraz aby zapewniały bezpieczny dostęp do urządzeń w nich umieszczonych. Studni kablowych nie należy umieszczać bezpośrednio nad mufami kablowymi oraz innymi krzyżowanymi obiektami. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się umieszczenie studni kablowych bezpośrednio nad kablami, przy zastosowaniu dodatkowej ochrony mechanicznej kabli np. w postaci rur osłonowych.

4.11. Oznaczniki informacyjne linii kablowej

Oznaczniki informacyjne kabli należy umieszczać na całej długości każdego kabla należącego do toru prądowego oraz na przewodach ECC jeżeli są stosowane. Oznaczniki na kablach 110 kV powinny zawierać następujące informacje: nazwa właściciela, poziomy napięcie znamionowy (U_0 / U), nazwa linii (relacja z nr toru w przypadku linii wielotorowych), faza, producent i typ kabla, rok budowy. Oznaczniki na przewodach ECC powinny zawierać napis „Przewód ECC” lub w przypadku większej liczby przewodów ECC napis uzupełniony o numerację przewodu np. „Przewód ECC nr 1/2”. Oznaczniki informacyjne należy mocować do kabla, przewodu ECC przy pomocy poliamidowych opasek zaciskowych. Odległość pomiędzy oznacznikami informacyjnymi dla prostych odcinków ułożenia kabla nie powinna być większa niż 10 m. Dodatkowe oznaczniki informacyjne należy umieszczać przy zmianie kierunku ułożenia kabla, po obu stronach muf kablowych, przy wyjściach kabli z przepustów rurowych, w miejscach skrzyżowań z obcą infrastrukturą podziemną oraz pod głowicami kablowymi.

4.12. Oznakowanie trasy linii kablowej

Nad kablami wzdłuż całej długości linii kablowej 110 kV należy układać taśmę ostrzegawczą perforowaną kablową koloru czerwonego. Taśma kablowa powinna posiadać trwały, widoczny napis ostrzegawczy perforowany, powtarzający się nie rzadziej niż co 1 m (odstęp pomiędzy końcem poprzedniego i początkiem następnego napisu). Przykładowa treść napisu może być następująca

„UWAGA KABLE 110 kV” . Ułożona taśma ostrzegawcza powinna wystawać minimum 5 cm poza obrys toru linii kablowej.

Kablowa taśma ostrzegawcza powinna odpowiadać wymaganiom podanym w normie N SEP-E-004 wraz ze zmianą N SEP-E-004/ A1:2019-05

Zamawiający w miejscach przez siebie wskazanych takich jak:

- wejścia i wyjścia kabla z przewiertu sterowanego,
- istotne skrzyżowania z infrastrukturą podziemną,
- miejsce mufowania lub dokonywania naprawy kabla,

może wymagać usytuowania dodatkowego oznakowania w postaci podziemnych znaczników (np. markerów pasywnych).

Na powierzchni terenu, o ile jest to możliwe i nie utrudni użytkowania terenu nad linią kablową, należy oznakować przebieg trasy linii kablowej przy użyciu słupków oznacznikowych wykonanych np. z betonu lub tworzywa sztucznego odpornego na działanie czynników zewnętrznych. Słupki oznacznikowe należy oznakować literą „K” i umieszczać nie rzadziej niż co 100 m na prostych odcinkach trasy kabla oraz dodatkowo przy każdej zmianie kierunku ułożenia linii kablowej. Lokalizację muf należy oznakować słupkami z literą „M”.

W miejscu skrzyżowania linii kablowej 110 kV z wodą żeglowną należy wykonać dwustronne oznakowanie na obu brzegach, w postaci tablic ostrzegających o zakazie kotwiczenia, przy czym na to oznakowanie powinien wyrazić zgodę zarządzający kanałem / szlakiem wodnym.

5. Zabezpieczenie linii kablowej przy wprowadzeniu na słup linii napowietrznej i na stanowisko głowic napowietrznych

Głowice kablowe oraz kable powinny być chronione przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi fazowymi ogranicznikami przepięć. Ograniczniki te powinny być zgodne z wymaganiami specyfikacji „Ograniczniki przepięć 110 kV, 220 kV i 400 kV”.

W zależności od przewidzianego sposobu uziemienia żył powrotnych, należy zabudować skrzynkę uziemiającą z ogranicznikami przepięć możliwie blisko głowic kablowych lub podłączyć żyły powrotne do zacisku uziemiającego na konstrukcji za pomocą giętkiej linki miedzianej.

5.1. Zakończenie linii na słupie linii napowietrznej

Kable wchodzące na konstrukcję słupa kablowego poza terenem stacji należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi przez ich obudowanie uziemioną osłoną ochronną do wysokości minimum 3,5 m od powierzchni gruntu. Osłonę ochronną kabli należy wykonać z blachy ocynkowanej o grubości minimum 2,5 mm, osobną dla każdego toru linii. Osłona ochronna kabli powinna być tak skonstruowana, aby:

- zapewniała osłonę linii kablowej ze wszystkich stron,
- nie tworzyła wokół toru linii kablowej zamkniętego obwodu magnetycznego,
- umożliwiać ruch powietrza w jej wnętrzu zapewniający chłodzenie kabli,
- umożliwić jej demontaż bez potrzeby wyłączenia sąsiedniego toru linii.

W miejscu wyjścia z gruntu, kable wchodzące do osłony powinny być osłonięte rurami np. HDPE o długości ok. 1 m, przy czym jedna połowa tej długości powinna znajdować się w gruncie,

a druga połowa nad powierzchnią gruntu. Górny koniec rur powinien być uszczelniony np. koszulką termokurczliwą.

Poniżej górnej krawędzi osłony ochronnej kabli słup kablowy należy wyposażyć w demontowane ostrokoły uniemożliwiające wejście na wyższe człony konstrukcji słupa. Ostrokołów nie stosuje się od wewnętrznej strony słupa kratowego, jeżeli na wysokości górnej krawędzi osłony ochronnej kabli zaprojektowano wewnętrzny pomost roboczy z zamykanym włazem w podłodze.

Do mocowania kabli do konstrukcji należy stosować uchwyty kablów wykonane z materiałów niemagnetycznych, ogniodpornych, odpornych na UV. Uchwyty te powinny być dobrane i umiejscowione zgodnie z zaleceniami dostawcy systemu kablowego.

Głowice kablów oraz fazowe ograniczniki przepięć powinny być zamontowane na specjalnej konstrukcji zamocowanej do słupa. Odcinek kabla przy głowicy kablów powinien być wyprostowany oraz przymocowany do konstrukcji za pomocą uchwytów kablów.

W obszarze głowic kablów słup należy wyposażyć w uziemione serwisowe podesty robocze dające możliwość bezpiecznego wykonywania czynności serwisowych przy głowicach kablów, przy czym w uzasadnionych technicznie przypadkach Zamawiający może zaakceptować odstępstwo od stosowania podestów serwisowych.

Wszystkie konstrukcje stalowe zamocowane do słupa na potrzeby wprowadzenia linii kablów powinny być zabezpieczone przed korozją zgodnie z aktualnymi wymaganiami technicznymi PSE S.A.

Rezystancja uziemienia słupa kablów nie powinna przekraczać 10 Ω .

5.2. Wprowadzenie na stanowisko głowic napowietrznych

W miejscu wyjścia z gruntu, kable wchodzące do osłony powinny być osłonięte rurami np. HDPE o długości ok. 1 m, przy czym jedna połowa tej długości powinna znajdować się w gruncie, a druga połowa nad powierzchnią gruntu. Górny koniec rur powinien być uszczelniony.

Należy zwracać szczególną uwagę, aby nie przekraczać promieni gięcia kabla określonych przez producenta. Kabel należy zamocować do konstrukcji wsporczej głowic co najmniej 2 uchwytami kablówymi, które powinny być wykonane z materiałów niemagnetycznych, ogniodpornych, odpornych na UV. Oś kabla powinna się pokrywać z osią symetrii głowicy.

6. Układy połączeń żył powrotnych

6.1. Wymagania ogólne

Wybór systemu uziemienia żył powrotnych powinien wynikać z przeprowadzonych analiz uwzględniających między innymi: długość linii kablów, sposób ułożenia kabli, warunki terenowe, warunki zwarciove, wytrzymałość elektryczną powłoki kabli, ograniczenie strat itp.

Wskazówki i wytyczne dotyczące projektowania systemu uziemienia żył powrotnych zawiera Broszura CIGRE TB 797.

Przy doborze układu połączeń żył powrotnych należy dążyć do ograniczenia liczby skrzynek połączeniowych zawierających ograniczniki przepięć.

Przy obliczaniu napięć indukowanych w żyłach powrotnych oraz doborze ograniczników przepięć chroniących powłoki kabla należy kierować się zapisami specyfikacji technicznej „Wytyczne projektowe

dla doboru ograniczników przepięć instalowanych na żyłach powrotnych kabli elektroenergetycznych – wskazówki dla projektantów”.

6.2. Jednostronne uziemienie żył powrotnych (SPB)

W układzie z jednostronnym uziemieniem żył powrotnych kabli należy stosować dodatkowy przewód lub przewody ECC połączone z instalacjami uziemiającymi obiektów, na których znajdują się końce linii kablowej. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować odstępstwo od stosowania przewodu ECC.

W połowie długości linii kablowej lub w innym wyznaczonym obliczeniowo miejscu przewód lub przewody ECC należy przełożyć z jednej strony linii na przeciwną, zachowując na całej trasie jednakową odległość od linii. Przekrój żyły przewodu ECC należy dobrać do 1-fazowego prądu zwarcia założonego do projektowania linii kablowej i czasu jego trwania. W przypadku zastosowania dwóch przewodów ECC suma ich przekrojów nie może być mniejsza od przekroju wymaganego dla pojedynczego przewodu ECC.

Przewód ECC powinien być przewodem z izolacją zdolną do wytrzymania co najmniej takiego napięcia przemiennego, jakie jest spodziewane przy przepływie linią prądu zwarciovego. Na słupie kabel ECC należy podłączyć bezpośrednio do zacisku uziemiającego, a na stacji do siatki uziemiającej lub bezpośrednio do zacisku uziemiającego konstrukcji pod głowice kablowe. Należy zapewnić dostęp do zacisków łączących przewód ECC z instalacją uziemiającą i łatwą możliwość jego odłączenia.

Ograniczniki przepięć instalowane na otwartych (nieuziemionych) końcach żył powrotnych kabli należy umieszczać w skrzynkach uziemiających, montowanych możliwie blisko głowic kablowych nad poziomem gruntu. Skrzynki te powinny mieć stopień szczelności min. IP65.

6.3. Obustronne uziemienie żył powrotnych (BE)

Zamawiający może dopuścić układ z obustronnym uziemieniem żył powrotnych tylko w uzasadnionych przypadkach dla krótkich odcinków linii kablowych. Wraz z uzasadnieniem należy przedstawić obliczenia prądów płynących w żyłach powrotnych oraz ich wpływ na straty i obciążalność prądową linii.

6.4. Cross - bonding (CB)

Należy dążyć do stosowania jak najdłuższych odcinków w sekcjach cross-bondingowych. W przypadku, gdy konieczne jest obniżenie napięć pomiędzy żyłą powrotną a ziemią, należy rozważyć zastosowanie przewodu ECC w miejsce skracania długości odcinków w sekcji.

W przypadku braku możliwości zapewnienia równej długości elektrycznej (pozornej) odcinków cross-bondingowych np. z uwagi na warunki terenowe (a w skrajnych przypadkach konieczności stosowania cross - bondingu niepełnego czyli skrzyżowania żył powrotnych w jednym miejscu) należy przedstawić obliczenia współczynnika nieskompensowania, a jeśli wartość tego współczynnika będzie równa lub wyższa od 0,25 należy przedstawić również obliczenia wartości prądów płynących w żyłach powrotnych oraz ich wpływ na straty i obciążalność linii (odnośnie definicji i sposobu obliczania tego współczynnika patrz publikacja PTPIREE wymieniona w p. 2 poz. 25). Stosowanie cross-bondingu o współczynniku nieskompensowania równym lub wyższym od 0,25 wymaga uzasadnienia i zgody Zamawiającego.

Skrzynki cross-bondingowe i uziemieniowe (służące do wykonania bezpośredniego uziemienia żył powrotnych na końcach sekcji cross - bondingowych) należy umieszczać w betonowych studniach kablowych. Studnia powinna pozwalać na swobodne wykonywanie prac. Studnie te powinny być

umiejscowione powyżej poziomu wód gruntowych, a w przypadku braku takiej możliwości należy je dodatkowo zabezpieczać przed wnikaniem wody np. poprzez stosowanie zalewy żelowej łatwej do usunięcia w przypadku konieczności wymiany ograniczników. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować umieszczenie skrzynek uziemieniowych bezpośrednio w gruncie. Skrzynki cross-bondingowe i uziemieniowe powinny mieć stopień szczelności min. IP68. Każda ww. skrzynka powinna posiadać własną instalację uziemiającą. Uziemienie należy wykonać jako uziom otokowy, pionowy, poziomy lub jako ich kombinację w postaci uziomu złożonego. Instalację uziemiającą w zakresie użytych do budowy materiałów należy wykonać zgodnie ze Standardową Specyfikacją Techniczną „Uziemienia linii napowietrznych”. Wartość rezystancji uziemienia nie powinna być większa niż 10 Ω , przy czym w przypadku, gdy uzyskanie tej wartości będzie bardzo trudne pod względem technicznym, Zamawiający może wyrazić zgodę na wyższą wartość na podstawie przedstawionych obliczeń przepięć potwierdzających utrzymanie ich w akceptowalnych granicach. Jeżeli sekcja cross-bondingowa kończy się na słupie lub na stacji, żyły powrotne kabli można podłączyć bezpośrednio do zacisku uziemiającego.

6.5. Inne układy

W uzasadnionych przypadkach i za zgodą Zamawiającego dopuszcza się inne układy połączeń żył powrotnych (patrz CIGRE TB 797) np. układy mieszane zawierające odcinek z jednostronnym uziemieniem żył powrotnych i odcinek z sekcją cross-bondingową, uziemienie w środku linii.

6.6. Ograniczniki przepięć żył powrotnych

Doboru ograniczników przepięć żył powrotnych należy dokonać zgodnie z zasadami opisanymi w specyfikacji „Wytyczne projektowe dla doboru ograniczników przepięć instalowanych na żyłach powrotnych kabli elektroenergetycznych – wskazówki dla projektantów”. Specyfikacja ta zawiera również zalecenia dotyczące instalacji ograniczników przepięć, sposobu połączenia z żyłami powrotnymi kabli oraz zasady koordynacji izolacji, które należy stosować przy projektowaniu połączeń żył powrotnych linii kablowej z ogranicznikami przepięć. Co do zasady połączenia te powinny być jak najkrótsze w celu zapewnienia prawidłowej ochrony powłoki kabli. Maksymalna długość połączeń wynosi 10 m.

Ograniczniki przepięć powinny spełniać wymagania specyfikacji „Ograniczniki przepięć do ochrony osłon kabli elektroenergetycznych”.

Ze względu na możliwość pojawienia się w stanach normalnej pracy i zakłóceń/awarii niebezpiecznych wartości napięć na żyłę powrotnej i częściach metalowych z nią połączonych, należy zastosować środki ochrony zabezpieczające przed przypadkowym i zamierzonym dotykiem oraz oznakowanie ostrzegawcze – również wtedy, gdy w stanie normalnej pracy linii napięcie bezpieczne nie będzie przekroczone.

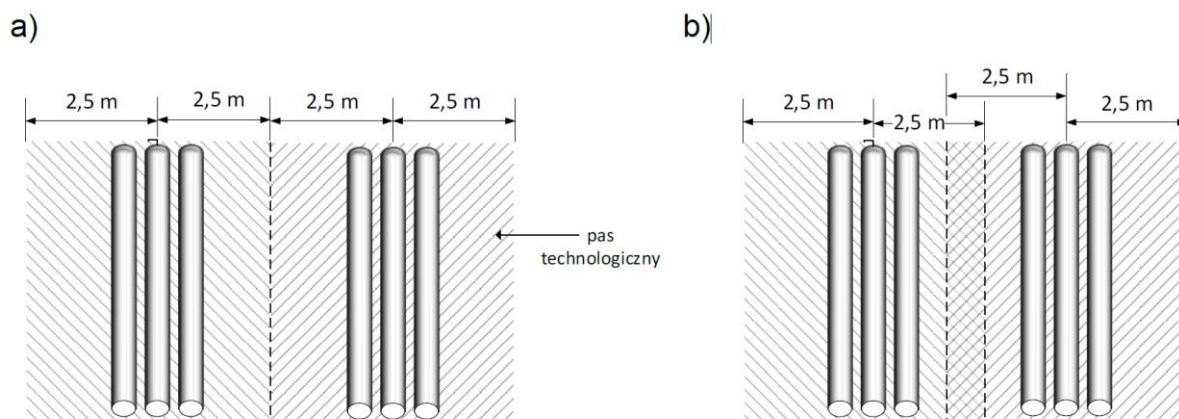
7. Pas technologiczny linii kablowej

Pas technologiczny linii kablowej jest ustanawiany poza obszarem stacji, m.in. w celu zapewnienia dostępu do linii kablowej w czasie jej eksploatacji. W pasie technologicznym nie powinno być innych obiektów infrastruktury, poza liniowymi obiektami krzyżowanymi przez linię kablową.

Szerokość pasa technologicznego linii jednotorowej powinna wynosić co najmniej 5 m (po 2,5 m licząc od osi linii w obie strony), przy czym odległość skrajnego kabla linii od granicy pasa technologicznego

nie powinna być mniejsza od 2 m. W przypadku linii dwutorowej szerokość pasa powinna wynosić co najmniej 5 m dla każdego toru linii, przy czym częściowo pasy obu torów linii mogą się pokrywać jak pokazano na rysunku 4, jeżeli odległość pomiędzy osiami torów jest mniejsza niż 5 m.

Szerokość pasa technologicznego może nie być jednakowa na całej długości trasy linii. Przy ustalaniu szerokości pasa technologicznego w określonych punktach trasy linii np. w miejscach usytuowania muf lub zapasów kabla należy kierować się zasadą, aby odległość skrajnych elementów linii kablowej od granicy pasa technologicznego była nie mniejsza niż na innych odcinkach linii kablowej. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować mniejszą szerokość pasa technologicznego w określonych miejscach trasy linii kablowej.



Rysunek 4. Pasy technologiczne dwutorowej linii kablowej a) pasy o szerokości 5 m dla każdego toru linii kablowej, b) częściowo pokrywające się pasy torów linii kablowej.

8. Oddziaływanie linii kablowej na środowisko

Linia kablowa znajdująca się poza terenem stacji elektroenergetycznej powinna spełniać wymagania określone w mRozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. poz. 2448, rok 2019).

Linia kablowa powinna być tak zaprojektowana, aby składowa magnetyczna pola elektromagnetycznego przy powierzchni terenu oraz przy słupie kablowym nie przekraczała wartości dopuszczalnej określonej w ww. Rozporządzeniu tj. 60 A/m. Powyższe wymaganie powinno być spełnione przy przepływie przez linię kablową prądu równego dopuszczalnej długotrwałej obciążalności prądowej linii. Jeżeli pomimo zastosowania dostępnych środków technicznych przy wprowadzaniu linii kablowej na słup (np. osłony ferromagnetyczne) wymaganie to będzie trudne lub wręcz niemożliwe do spełnienia przy słupie kablowym, dopuszcza się stosowanie wyгородzenia utrudniającego dostęp osobom postronnym do strefy, w której wymaganie to nie będzie spełnione.

Na etapie projektowania linii spełnienie powyższego wymagania należy wykazać drogą obliczeniową. Wykonawca powinien przedstawić w dokumentacji projektowej wykresy rozkładu składowej magnetycznej w reprezentatywnych miejscach linii kablowej, w tym przy słupie kablowym. Jeżeli pomimo zastosowanych środków (ekranów) wartość składowej magnetycznej przy słupie kablowym będzie przekraczać wartość dopuszczalną określoną w Rozporządzeniu, dopuszcza się zastosowanie barier mechanicznych, uniemożliwiających osobom postronnym zbliżenie się do słupa kablowego na odległość, przy której jest przekroczona dopuszczalna wartość składowej magnetycznej.

9. Badania pomontażowe linii kablowej 110 kV

Badania pomontażowe powinny być wykonane w zakresie i zgodnie z wymaganiami opisanymi poniżej. Program badań pomontażowych linii kablowej podlega akceptacji Zamawiającego. Program ten powinien określać kolejność wykonywania poszczególnych sprawdzeń i prób, zawierać opis metod ich przeprowadzenia, wykaz układów badań/przyrządów pomiarowych oraz kryteria akceptacji.

- a) Sprawdzenie oznaczenia faz kabla, zgodności faz oraz ciągłości żył roboczych i żył powrotnych. Poszczególne żyły nie powinny mieć przerw. Oznaczenia każdej z faz na obu końcach linii powinny być identyczne. Zgodność faz oraz ciągłość żył roboczych i powrotnych należy sprawdzić przyrządem o napięciu nie wyższym niż 24 V DC.
- b) Sprawdzenie poprawności montażu i schematu połączeń systemu crossbonding (jeżeli dotyczy). Należy potwierdzić zgodność z projektem wykonawczym (w protokole z badań należy opisać nazwę i oznaczenie projektu wykonawczego).
- c) Pomiar rezystancji uziemienia skrzynek crossbondingowych i uziemieniowych. Rezystancja nie powinna przekraczać 10 Ω (niezależnie od sezonowych zmian rezystywności gruntu).
- d) Pomiar rezystancji izolacji głównej kabla przed i po próbie napięciowej izolacji. Przed pomiarem rezystancji izolacji kabli, powierzchnie zewnętrzne głowic powinny być oczyszczone. Pomiar należy wykonać miernikiem rezystancji izolacji o napięciu pomiarowym 5 kV. Pomiar rezystancji izolacji należy wykonać dla każdej żyły kabla, przy pozostałych żyłach zwartych i uziemionych. Zmierzona wartość rezystancji (w stanie ustalonym przy 2,5 kV) w kablu o długości do 1 km nie powinna być mniejsza od 1000 MΩ. W kablu o długości powyżej 1 km wartość rezystancji izolacji przeliczona na 1 km długości nie powinna być mniejsza od 1000 MΩ. Zmierzoną rezystancję izolacji (R_{zm}) należy przeliczyć na rezystancję 1 km długości kabla R_{1km} wg wzoru:

$$R_{1km} = R_{zm} \times l$$

gdzie: l oznacza długość kabla w km.

- e) Pomiar rezystancji izolacji powłoki zewnętrznej kabla (pomiar w celach informacyjnych). Pomiar należy wykonać miernikiem rezystancji izolacji o napięciu pomiarowym 2,5 lub 5 kV.
- f) Pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych. Pomiar należy przeprowadzać metodą mostkową lub techniczną prądem wyprostowanym, przy użyciu przyrządów o klasie dokładności 0,5. Prąd pomiarowy powinien być wymuszany napięciem nie wyższym niż 24 V. Obwód prądowy należy stworzyć z dwóch żył kabla, połączonych na przeciwległym końcu niskooporową zworą. Rezystancje zmierzone żył roboczych i powrotnych, przeliczone na temperaturę 20°C, nie powinny przekraczać wartości obliczonych na podstawie danych producenta kabla (podanych w tabeli wypełnianej wg wzoru zamieszczonego w p. 10 Załącznika 1)
- g) Pomiar pojemności kabli. Pomiar należy przeprowadzać metodą mostkową lub techniczną, przy użyciu przyrządów o klasie dokładności 0,5. Wartości zmierzone po przeliczeniu na 1 km długości, nie powinny być większa niż 8% w stosunku do wartości podanej przez producenta kabla (tj. w tabeli wypełnianej wg wzoru zamieszczonego w p. 10 Załącznika 1).

-
- h) Próba napięciowa izolacji głównej kabla wykonana napięciem przemiennym o wartości równej $2 \cdot U_0$ i o częstotliwości od 20 Hz do 300 Hz w czasie 1 godziny wraz z pomiarem wyładowań niepełnych. Odstąpienie od pomiarów wyładowań niepełnych w czasie próby napięciowej wymaga uzgodnienia i zgody Zamawiającego.

Zamawiający może dopuścić badanie izolacji głównej kabli za pomocą tłumionego napięcia przemiennego według metody opisanej w dokumencie IEEE 400.4:2015. Przy stosowaniu tej metody krok zwiększania napięcia powinien wynosić $2 \cdot U_0$, liczba wzbudzeń na poziomie napięcia V_T co najmniej 50, a na poziomach niższych 5. W czasie badania należy wykonywać pomiary wyładowań niepełnych oraz współczynnika strat.

W celu uzyskania akceptacji Zamawiającego na przeprowadzenie badania metodą tłumionego napięcia należy przedstawić:

- dokument zawierający opis układu i procedury badań zawierający dane, o których mowa w Załączniku C IEEE 400.4:2015,
- pisemną zgodę producenta kabli i osprzętu na przeprowadzenie badania tą metodą (oraz jeśli dotyczy producenta GIS, jeśli kable będą dołączone do GIS w czasie badania),
- oświadczenie o braku możliwości wykonania próby napięciowej izolacji głównej kabla napięciem przemiennym wraz z pomiarem wyładowań niepełnych, poparte uzasadnieniem przedstawiającym obiektywne powody natury technicznej.

Pomiar wyładowań niepełnych należy wykonać zgodnie z normami IEC 60270 oraz IEC 60885-3. Dopuszczalny poziom szumów w trakcie wykonywania pomiarów powinien być jak najniższy i nie przekraczać 25 pC z tolerancją 20%. Wyższy poziom szumów wymaga akceptacji Zamawiającego. Układ pomiarowy powinien zapewnić możliwość lokalizacji źródła (źródeł) zarejestrowanych wyładowań niepełnych w całej linii kablowej tj. w głowicach, mufach i wszystkich odcinkach kablowych. W odniesieniu do pomiaru wyładowań niepełnych kryterium akceptacji wyników powinno określać dopuszczalną koncentrację impulsów wyładowań w pojedynczym miejscu w określonym cyklu/poziomie napięcia probierczego.

- i) Sprawdzenie szczelność powłoki zewnętrznej. Sprawdzenie należy wykonać zgodnie z IEC 60229 napięciem stałym DC o wartości 10 kV w czasie 1 minuty. Napięcie należy przyłożyć pomiędzy żyłę powrotną kabla (połączoną z metalowym uszczelnieniem promieniowym) i ziemię, przy odłączonych wszystkich ogranicznikach przepięć żył powrotnych, W przypadku zastosowania cross-bondingu sprawdzenie to należy wykonać na każdym odcinku kabla w sekcji.
- j) Wykonanie badań włókien kabla światłowodowego układanego wraz z linią kablową - zgodnie z punktem 10.2.
- k) Jeżeli dotyczy - wykonanie badań włókien światłowodowych zabudowanych w kablach 110 kV (zakres tych badań określi Zamawiający, jeśli wskaże taką opcję budowy kabla).

10. Kable światłowodowe

10.1. Kable światłowodowe i ich kanalizacja

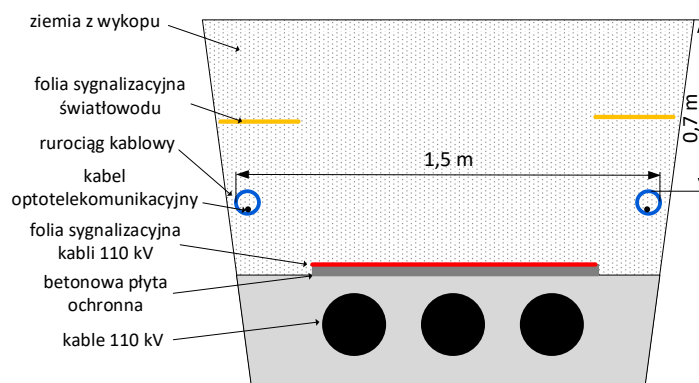
Kanalizację kabla światłowodowego należy wykonać w formie rurociągu kablowego, w którym umieszcza się ten kabel.

Kable światłowodowe powinny spełniać wymagania specyfikacji „Kable światłowodowe”. Do budowy linii światłowodowej należy stosować kable światłowodowe w jednym odcinku fabrykacyjnym łączone w studzienkach rozmieszczonych zgodnie z długością fabrykacyjnych odcinków rur osłonowych. Nie dopuszcza się układania kabli bezpośrednio w ziemi, bez osłony rurociągu.

Liczbę rurociągów kablowych układanych równolegle w jednym wykopie określa każdorazowo Zamawiający. Kanalizację kablową należy układać wzdłuż linii kablowej 110 kV, w tym samym wykopie, nad linią kablową 110 kV po zewnętrznej stronie wykopu (patrzac od osi toru). Zasadniczo należy układać dwa, oddalone od siebie co najmniej o 1,5 m rurociągi tworzące ciągi dla kabli światłowodowych.

Jako rurociąg kablowy należy stosować rury HDPE \varnothing 40mm z wewnętrzną warstwą poślizgową lub rowkowane o grubości ścianki minimum 3,7 mm, o dużej gęstości i odporności na ściskanie właściwe dla rur układanych bezpośrednio w gruncie. Rurociąg umieszczać na głębokości co najmniej 70 cm.

Przykładowe ułożenie rurociągów kabli światłowodowych w stosunku do linii kablowej pokazano na rysunku 5.



Rysunek 5. przykładowe ułożenie rurociągów kabli światłowodowych w wykopie

Łączenia rur należy wykonywać za pomocą złączek rurowych o wymiarach dostosowanych do średnicy rur. Zaleca się stosowanie złączek rozbieralnych.

Złącza powinny spełniać warunki szczelności jak dla zmontowanego ciągu rurowego i posiadać wytrzymałość na działanie podwyższonego ciśnienia powietrza (1MPa) stosowanego przy metodach pneumatycznego zaciągania kabli.

Do uszczelniania końców rurociągów kablowych, zarówno zajętych przez kable, jak i pustych, należy stosować uszczelki końców rur, o wymiarach dostosowanych do średnic uszczelnianych rur.

W miejscach szczególnych narażeń mechanicznych (zbiżeń, skrzyżowań przepustów itp.), należy stosować dodatkowe osłony rurowe o odporności na ściskanie adekwatnej do rodzaju narażenia mechanicznego.

W przypadku obszarów zabudowanych lub gdy rozwiązanie takie wskazał Zamawiający, kanalizacja kablowa powinna być złożona z kanalizacji pierwotnej wykonanej w formie rur z tworzywa sztucznego PCW, PP, PE lub HDPE o średnicy \varnothing 110 mm i grubości ścianek nie mniejszej od 3 mm, w której umieszcza się kanalizację wtórną HDPE \varnothing 40mm o grubości ścianki minimum 3,7 mm stanowiącą osłonę kabli światłowodowych.

Nad rurociągiem, w połowie głębokości zakopania rurociągu należy umieścić taśmę ostrzegawczą koloru pomarańczowego z napisem „UWAGA! KABEL ŚWIATŁOWODOWY”.

Na całym odcinku kanalizacji należy przewidzieć studzienki/zasobniki kablowe, które są przewidziane do instalacji złącz oraz zapasów technologicznych. W miejscach zakończeń odcinków fabrykacyjnych kabla i na końcach kabla zabudować zasobniki zapasu, w których należy zgromadzić ok. 30 m zapasu kabla światłowodowego.

Studzienki kablowe przelotowe typu SK-1 należy umieszczać w odległości odcinka fabrykacyjnego rury osłonowej HDPE tak, by złączka rury znajdowała się wewnątrz studzienki.

W miejscach zmiany kierunku rurociągu o kąt większy od 60°, przy promieniu mniejszym od 6 m należy umieszczać studzienki SK-2.

W miejscach odgałęzień światłowodów i miejscach łączeń kabli światłowodowych należy stosować studzienki SK-2 lub większe z odpowiednimi konstrukcjami dla umieszczenia zapasów kabla, z zapasem kabla 30 m. W miejscach łączenia kabli światłowodowych stosować osłony złączowe (mufy kablowe) wykorzystując kompletny zestaw osprzętu do trwałego i szczelnego połączenia odcinków instalacyjnych kabli światłowodowych zgodny z zaleceniem producenta osłony złączowej.

Włazy do studni powinny być zabezpieczone przed otwarciem przez osoby nieuprawnione (np. zamkiem typu PIOCH lub innym zamkiem z rygłem).

Kabel światłowodowy powinien być wprowadzany do rurociągu metodą pneumatyczną.

W przypadku kanalizacji kablowej z rur giętkich, jej przebieg powinien być na tyle prostoliniowy, aby możliwe było przeciągnięcie przez nią kalibru wg zasad podanych dla łuków kanalizacji kablowej z rur prostych.

Przy zachowaniu powyższych zasad dopuszcza się odchylenie kanalizacji kablowej od przebiegu prostoliniowego (zmianę przebiegu trasy) na odcinkach między sąsiednimi studniami. Dla tych celów zaleca się stosowanie prefabrykowanych rur łukowych.

W terenie usytuowanym poziomo kanalizacja kablowa powinna być układana ze spadkiem 0,1 - 0,3% w kierunku jednej ze studni. W terenie pochyłym kanalizację kablową należy usytuować zgodnie z naturalnym ukształtowaniem terenu, z zachowaniem zasady spadku na poszczególnych odcinkach w kierunku jednej ze studni.

10.2. Badania wykonywane w trakcie budowy i montażu linii światłowodowej

10.2.1. Badania przed pracami instalacyjnymi

Przed przystąpieniem do prac instalacyjnych i montażowych na linii światłowodowej, wszystkie odcinki fabrykacyjne kabli należy poddać szczegółowym oględzinom zewnętrznym w celu wykrycia jakichkolwiek uszkodzeń, które mogły powstać podczas transportu lub przeładunku bębnow.

W przypadkach wątpliwych, tzn. jeśli istnieje podejrzenie o niewłaściwe obchodzenie się z kablem przed dostarczeniem go na plac budowy, konieczne jest wykonanie pomiarów reflektometrycznych takich, jak przy odbiorze kabli od producenta. W takim przypadku wszystkie odcinki fabrykacyjne kabla powinny zostać sprawdzone w zakresie tłumienności pod kątem zgodności z metryką kabla.

10.2.2. Badania i pomiary w czasie budowy

Przed zamknięciem muf kablowych, po wykonaniu wszystkich połączeń światłowodów w celu stwierdzenia poprawności wykonanych połączeń należy wykonać pomiar parametrów włókien optycznych metodą reflektometryczną dla fal 1310 nm i 1550 nm.

Dopiero po uzyskaniu zgodnego z wymaganiami wyniku pomiarów, dla wszystkich włókien światłowodowych w kablu, można przystąpić do ostatecznego zamknięcia mufy złączowej.

10.2.3. Pomiary wykonywane przy odbiorze linii

Przed oddaniem do eksploatacji linii światłowodowej należy wykonać następujące pomiary:

- a) Pomiar parametrów włókien optycznych metodą reflektometryczną,
- b) Pomiary tłumienia torów metodą transmisyjną,
- c) Pomiar tłumienia i reflektancji złączy rozłączalnych,
- d) Pomiar dyspersji chromatycznej – w przypadku odrębnego wymagania inwestora.

Pełny zakres pomiarów należy przeprowadzić dla każdego włókna optycznego dla fal: 1310nm, 1550nm i 1625nm.

10.3. Wprowadzenie kabli światłowodowych na konstrukcje i słupy

Przed wciąganiem kabli światłowodowych na konstrukcje wsporcze kablowe lub na słupy linii napowietrznych należy nałożyć rury osłonowe. Rury osłonowe na konstrukcjach wsporczych kablowych na terenach stacji, powinny być zakopane w ziemi około 0,5 m i wystawać nad ziemię około 1,0 m. Górną część rury należy uszczelnić koszulką termokurczliwą. Po wprowadzeniu kabli światłowodowych na konstrukcje wsporcze należy zwracać szczególną uwagę, aby nie przeginać kabla poniżej dopuszczalnych promieni gięcia (określonych przez producenta kabla światłowodowego). Jako osłony złącz światłowodów kabla ziemnego z światłowodami zwartymi w OPGW stosować osłony zgodne ze standardem dot. OPGW i jego osprzętu.

Kable światłowodowe wprowadzane wraz z linią kablową na słupy linii napowietrznych należy umieszczać w osłonach ochronnych linii kablowej, o których mowa w p. 5.

11. Dokumentacja techniczna linii kablowej

Poniżej przedstawiono minimalny zakres dokumentów jakie m.in. należy przedstawić w projekcie wykonawczym i dokumentacji powykonawczej.

- 1) Część ogólna zawierająca m.in.: podstawę opracowania, zakres opracowania, oświadczenia projektantów, opis techniczny, parametry przesyłowe linii kablowej (m.in. długość obciążalność prądowa, okresowa przeciążalność prądowa (jeśli dotyczy), wytrzymałość zwarciowa (prąd zwarcia, czas trwania zwarcia), sposób ułożenia kabli, prowadzenie kabli po konstrukcji, układ połączeń żył powrotnych, schematy, oznakowanie linii kablowej, całkowita długość linii kablowej.
- 2) Obliczenia:
 - a. długość obciążalność prądowa linii kablowej dla wszystkich występujących na trasie linii warunków ułożenia mających wpływ na obciążalność wraz ze wszystkimi przyjętymi założeniami do obliczeń,

-
- b. okresowa przeciążalność linii kablowej (jeśli dotyczy) przy określonych przez Zamawiającego założeniach - analogicznie dla wszystkich występujących na trasie linii warunków ułożenia wraz ze wszystkimi przyjętymi założeniami do obliczeń,
 - c. obciążalność zwarciova żyły roboczej oraz żyły powrotnej wraz z przyjętymi założeniami odnośnie temperatury początkowej oraz końcowej,
 - d. dobór ograniczników przepięć żyły roboczej kabla,
 - e. na potrzeby doboru układu uziemienia żyły powrotnej:
 - wartości napięć indukowanych w żyłach powrotnych,
 - w przypadku zastosowania cross-bondingu – obliczenia długości elektrycznej (pozornej) poszczególnych odcinków sekcji wraz ze współczynnikiem nieskompensowania oraz jeśli dotyczy obliczenia prądów w żyłach powrotnych i wynikających stąd stratach oraz zmniejszeniem obciążalności prądowej linii,
 - dobór przekroju połączeń,
 - koordynacja izolacji połączeń żył powrotnych i dobór ograniczników przepięć żył powrotnych kabla.
 - f. rozkład składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego dla odcinków linii kablowych układanych poza terenem stacji elektroenergetycznych, w tym przy słupach kablowych.
- 3) Trasa linii na mapie topograficznej wraz, jeśli dotyczy, z podziałem na odcinki cross-bondingowe.
 - 4) Trasa linii na tle mapy zasadniczej sytuacyjno-wysokościowej z pomiarami do elementów istniejącej infrastruktury.
 - 5) Schemat podziału linii kablowej na odcinki cross-bondingowe (jeśli dotyczy).
 - 6) Sposób wykonania stanowisk muf kablowych ze skrzynkami cross-bondingowymi (jeśli dotyczy).
 - 7) Sposób wykonania stanowisk muf kablowych przelotowych (jeśli dotyczy).
 - 8) Przekroje poprzeczne ułożenia linii kablowej w wykopie, przepustach, kanale kablowym itd.
 - 9) Sposób wykonania skrzyżowań z innymi obiektami / infrastrukturą: opis i przekroje poprzeczne ułożenia linii kablowej każdego względem krzyżowanych obiektów.
 - 10) Wprowadzenie linii do budynku oraz prowadzenie linii wewnątrz budynku (jeśli dotyczy).
 - 11) Profil podłużny ułożenia linii kablowej złożony z:
 - a. mapa w skali 1:500 odzwierciedlająca obszar wzdłuż, którego biegnie linia kablowa pokazujący pas terenu o szerokości minimum 70 metrów (po 35 metrów od osi linii kablowej),
 - b. profil podłużny pokazujący ułożoną linię kablową oraz linię światłowodową (jeśli dotyczy) wraz z opisanymi obiektami krzyżowanymi oraz pomiarami do linii kablowej, zawierający m.in.:
 - ukształtowanie terenu,
 - rzędne terenu istniejącego,
 - rzędne terenu projektowanego (jeśli dotyczy),
 - rzędne posadowienia linii kablowej,
 - rzędne obiektów krzyżowanych,
 - długość trasy linii kablowej.
 - 12) Jeśli dotyczy - Projekt wykonawczy słupa kablowego, jego fundamentów i uziemienia.
-

-
- 13) Jeśli dotyczy – Projekt wykonawczy konstrukcji wsporczej (na stacji elektroenergetycznej) pod głowice wraz z fundamentami.
 - 14) Wprowadzenie linii na słup kablowy wraz ze szczegółowymi rysunkami zabezpieczenia kabli, osłon ochronnych, miejsca montażu głowic, ograniczników przepięć żyły głównej oraz liczników ich zadziałań, skrzynek uziemiających żył powrotnych oraz sposobu uziemienia kabla ECC itp.
 - 15) Wprowadzenie linii na konstrukcję wsporczą głowic wraz ze szczegółowymi rysunkami zabezpieczenia kabli, rozmieszczenia głowic, ograniczników przepięć żyły głównej i liczników ich zadziałań, skrzynek uziemiających żył powrotnych oraz sposobu uziemienia kabla ECC itp.
 - 16) Wykaz materiałów.
 - 17) Karty katalogowe, dane gwarantowane, wyniki prób, badań i pomiarów określonych w Załączniku 1, atesty na materiały zasypowe (podsypka, warstwa wypełniająca), oświadczenia o montażu osprzętu kablowego przez osoby posiadające niezbędne certyfikaty i uprawnienia, oświadczenie producenta kabla i osprzętu kablowego o nadzorze nad układaniem linii kablowej, instrukcje montażu osprzętu kablowego.
 - 18) Część światłowodowa (jeśli dotyczy) .
 - 19) Wykaz współrzędnych geograficznych punktów charakterystycznych trasy kabla