

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

Data zatwierdzenia: 2021/10 / 18

Obowiązuje od: 2021/10 / 18

TOM 1A

LINIE KABLOWE 110 kV

Zatwierdzono

PGE Dystrybucja S.A.

Wiceprezesa Zarządu
Jan Frania



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

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. ZAKRES OPRACOWANIA	3
3. NORMY I PRZEPISY – tom 9 wytycznych.....	3
4. OZNAKOWANIA I OPISY - tom 10 wytycznych.....	3
5. Linie kablowe 110 kV	3
6. Metody zwiększania przepustowości	6
7. Technologia układania kabli w terenie	6
8. Sposób wprowadzania kabli na konstrukcje wsporcze	13
9. Wprowadzenie kabli do rozdzielni w wykonaniu GIS	17
10. Monitorowanie systemu kablowego	18
11. Pomiary i badania odbiorcze systemu kablowego	19



1. WSTĘP

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

Parametry techniczne urządzeń określone w Wytycznych są wymaganiami minimalnymi.

Decyzje w sprawie szczegółowych rozwiązań technicznych podejmowane są przez kompetentne służby poszczególnych Oddziałów.

Należy stosować urządzenia elektroenergetyczne:

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

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie określa podstawowe wymagania i rozwiązania techniczne stawiane liniom kablowym 110 kV, obowiązujące w PGE Dystrybucja S.A. Jeżeli w dokumencie użyto słów „należy”, „powinno”, oznacza to, że dana czynność jest niezbędna do wykonania/spelnienia.

3. NORMY I PRZEPISY – TOM 9 WYTYCZNYCH

4. OZNAKOWANIA I OPISY - TOM 10 WYTYCZNYCH

5. LINIE KABLOWE 110 KV

Linie w pełni kablowe, jak i odcinki kablowe w liniach kablowo-napowietrznych 110 kV projektuje się i buduje jako jednotorowe z możliwością ułożenia wielu linii w jednej trasie z zachowaniem minimalnych odległości pomiędzy nimi zgodnie z normą N-SEP-E-004.

Na trasie linii kablowej nie mogą występować przekroczenia dopuszczalnych wartości pola elektromagnetycznego emitowanego przez kable. Kable i osprzęt kablowy 110 kV wchodzące w skład systemu kablowego powinny pochodzić z bieżącej produkcji oraz powinny posiadać certyfikaty/protokoły wykonania badania typu poszczególnych elementów zgodnie z normą PN-HD 632 S3: 2017-03E lub IEC 60840:2011.

Przy projektowaniu linii kablowej należy wykonać analizę konieczności zastosowania kompensacji mocy biernej oraz zastosowania automatycznych układów rozładowania i uziemienia linii kablowych.

Kable wraz z osprzętem kablowym należy traktować jako jednolity system kablowy, w którego skład wchodzi:

- 5.1. Kabel wysokiego napięcia dobrany do zadanych parametrów oraz warunków w jakich będzie pracował.

Do budowy linii kablowych 110 kV należy stosować kable o izolacji roboczej z polietylenu usieciowanego XLPE, z żyłami roboczymi RMS (typu Milliken) miedzianymi lub aluminiumowymi o przekrojach nie mniejszych niż 630 mm² dla żył miedzianych i 1000 mm² dla żył aluminiumowych oraz z żyłami powrotnymi miedzianymi o przekroju nie mniejszym niż 95 mm² (w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie żył o konstrukcji RM (RMC)), z uszczelnieniem wzdłużnym i promieniowym (R) oraz z uszczelnieniem wzdłużnym żyły roboczej (WTC) i wzdłużnym w otoczeniu żyły powrotnej (U). Kabel

o napięciu $U_o = 64$ kV, $U_n = 110 \div 115$ kV, $U_m = 123$ kV. Kabel powinien być wyposażony w min. 2 tuby światłowodowe po 2 włókna w każdej przeznaczone do systemów monitoringu.

5.2. Osprzęt służący do zakańczania lub łączenia kabla.

5.2.1. Głowice kablowe w wykonaniu napowietrznym.

1. Samonośne kompozytowe w technologii suchej lub z zalewą. Głowice powinny być wyposażone w moduł optyczny umożliwiającym wpięcie włókien światłowodowych do monitoringu temperatury kabla.
2. Elastyczne zintegrowane z ogranicznikiem przepięć, lub izolatorem wsporczym.
3. Elastyczne – dla linii tymczasowych

5.2.2. Głowice wtykowe do rozdzielnic z SF6 lub transformatorów.

1. Suche.
2. Do pracy w gazie lub/i oleju (w przypadku niektórych transformatorów).

5.2.3. Mufy kablowe.

1. Przelotowe.
 2. Crossbondingowe lub uziemiające,
 3. Przejściowe (łącznie różne przekroje lub konstrukcje kabli)
- Wszystkie typy muf powinny posiadać moduł optyczny umożliwiającym wpięcie włókien światłowodowych do monitoringu temperatury kabla.

5.2.4. Skrzynki cross-bondingowe, uziemieniowe i uziemiające.

W przypadku stosowania kabli z włóknami światłowodowymi służącymi do pomiaru temperatury, należy zastosować osprzęt pozwalający na łączenie włókien oraz ich wyprowadzanie z linii.

W przypadku zastosowania systemu pomiaru wyładowań niepełnych, skrzynki cross-bondingowe, uziemieniowe i uziemiające powinny być wyposażone w czujniki. W zależności od zastosowanego systemu pomiaru wyładowań niepełnych może wystąpić konieczność doprowadzenia zasilania nn.

5.2.5. Kabel ECC (earth continuity conductor).

Ma zastosowanie dla układu połączeń SPB (single point bonding – jednostronne uziemienie ekranu). Dodatkowy kabel ECC należy ułożyć bezpośrednio nad linią kablową. Kabel ECC musi zostać skutecznie uziemiony na obu końcach linii kablowej, a jego obciążalność zwarciova i wszystkich połączeń musi być równoważna z obciążalnością zwarciową żyły powrotnej kabla. Kabel ECC ma za zadanie zapewnienie ciągłości przewodu odgromowego, maksymalnego ograniczenia napięć indukowanych oraz zapewnienie bezpiecznego przepływu powrotnego prądu zwarcia jednofazowego przy zwarciu poza kablem, np. na słupie kablowym, innym słupie lub rozdzielni 110 kV.

Wymagana liczba (1 lub 2) i przekrój kabla ECC jest ustalana indywidualnie (zależnie od długości i warunków zwarciowych linii).

5.3. Kanalizacja światłowodowa.

Wzdłuż każdej linii kablowej należy równolegle wykonać kanalizację światłowodową. Realizacja kanalizacji z wykorzystaniem min. dwóch rur HDPE o średnicy min. $\varnothing$ 32 mm.

Na trasie linii kablowej należy przewidzieć zaprojektowanie studni kablowych (dla pozostawienia zapasu).

5.4. Ograniczniki przepięć z licznikami zadziałania.

Kable 110 kV i głowice kablowe należy chronić ogranicznikami przepięć o parametrach:

- | | | |
|-----|---|---|
| 1. | Napięcie znamionowe sieci | – 110 kV. |
| 2. | Najwyższe napięcie robocze | – 123 kV. |
| 3. | Napięcie trwałej pracy U_c | – 77 kV. |
| 4. | Napięcie znamionowe U_r | – 96 kV. |
| 5. | Znamionowy prąd wyładowczy I_n | – 10 kA. |
| 6. | Zdolność pochłaniania energii | – min. 4 kJ/kV U_r . |
| 7. | Klasa rozładowania linii | – 2. |
| 8. | Wytrzymałość zwarciova | – 40 kA. |
| 9. | Materiał osłony i kloszy silikonowych | – guma silikonowa typu LSR
wytlaczana jednorazowo lub HTV. |
| 10. | Graniczny prąd wyładowczy (4/10 μ s) | – 100 kA. |
| 11. | Budowa | – warystor beziskiernikowy. |
| 12. | Droga upływu
zabrudzeniowej, lecz nie mniejsza niż II. | – dobrana do strefy |

Dla słupów zlokalizowanych na ogrodzonym terenie stacji, liczniki zadziałań powinny zostać zaprojektowane na wysokości umożliwiającej odczyt parametrów z poziomu gruntu.

Dla słupów zlokalizowanych poza terenem stacji, liczniki zadziałań ograniczników przepięć montować na wysokości nie mniejszej niż 5 m nad poziomem terenu oraz w odległości większej niż 2 m od dostępnych elementów będących pod napięciem. Liczniki powinny umożliwiać odczyt zdalny.

Pozycjonowanie ograniczników przepięć względem głowic kablowych należy uzgadniać z producentem osprzętu kablowego.

5.5. Oznakowanie kabli.

Oznakowanie trwale wykonane przez producenta na powłoce kabla powinno zawierać co najmniej następujące informacje:

- nazwa producenta (co 2 m),
- rok produkcji (co 2 m),
- oznaczenie typu kabla, napięcie, przekrój (co 2 m),
- znaczniki długości (co 1 m).

6. METODY ZWIĘKSZANIA PRZEPUSTOWOŚCI

6.1. Dopuszczalne metody zwiększenia przepustowości linii kablowych.

6.1.1. Crossbonding – krzyżowanie żył powrotnych kabla.

6.1.2. Transpozycja żył roboczych – krzyżowanie żył roboczych kabla wpływa na obniżenie wartości napięć indukowanych w żyłach powrotnych kabli.

Przy projektowaniu uwzględnić zastosowanie określonej ilości odcinków technologicznych i crossbondingowych oraz sposób uziemienia żył powrotnych (jednostronny, dwustronny, przez ograniczniki przepięć) dla uzyskania maksymalnej przepustowości linii.

7. TECHNOLOGIA UKŁADANIA KABLI W TERENIE

7.1. Układanie kabli 110 kV.

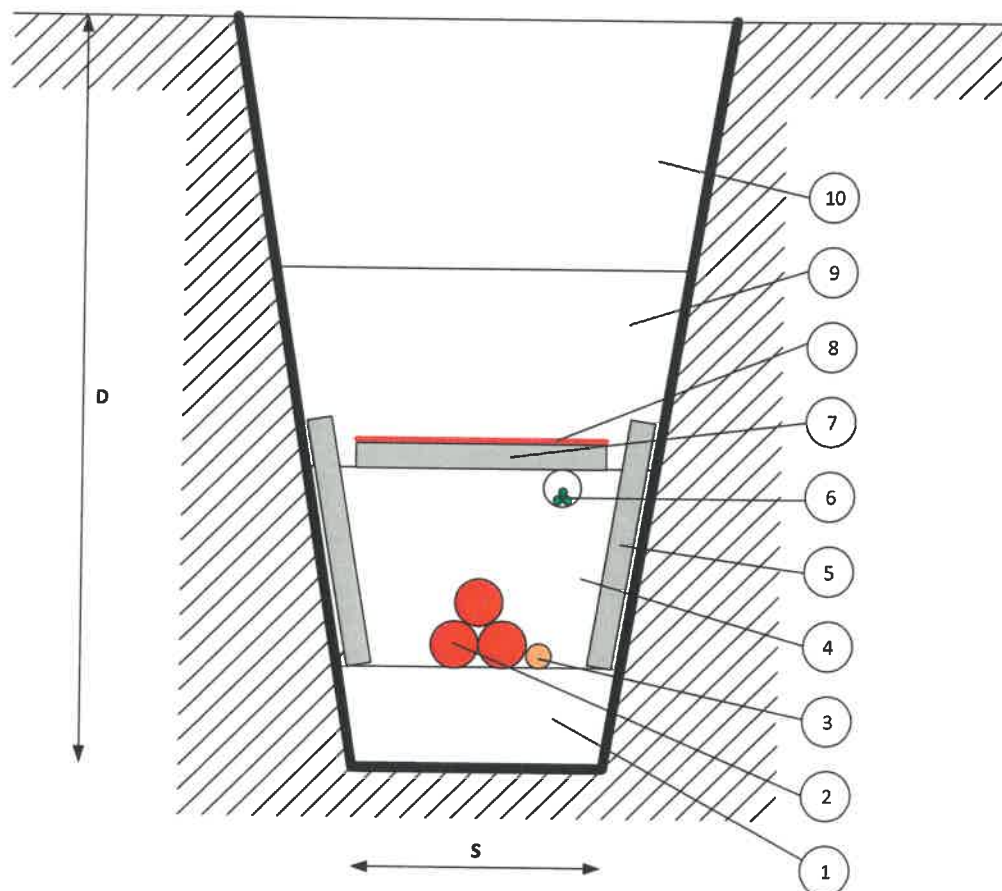
7.1.1. Ułożenie trójfazowych kabli jednożyłowych zgodnie z kartą katalogową producenta, preferowany układ w trójkąt.

7.1.2. Technologia układania: wykop otwarty i/lub przewiert sterowany z zastosowaniem osłon rurowych.

7.1.3. Głębokość ułożenia, czyli odległość pionowa mierzona od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabla powinna wynosić co najmniej 1 m. Na terenach rolniczych na głębokości co najmniej 1,2 m.

7.1.4. W wykopie otwartym jako otulinę należy zastosować: piasek lub betonit (mieszanina piasek/cement w stosunku: objętościowym od 13:1 do 14:1 lub wagowym od 18:1 do 20:1; z przykryciem ochronnym w postaci kompozytowych lub niezbrojonych płyt betonowych o rozmiarach 50x50x5 cm. W terenach miejskich i o dużej intensywności inwestycyjnej, należy po dwóch stronach wykopu ustawić pionowy rząd płyt jak do przykrycia, stanowiących dodatkową ochronę linii przed uszkodzeniami mechanicznymi.

7.1.5. Struktura jednotorowej linii kablowej 110 kV.

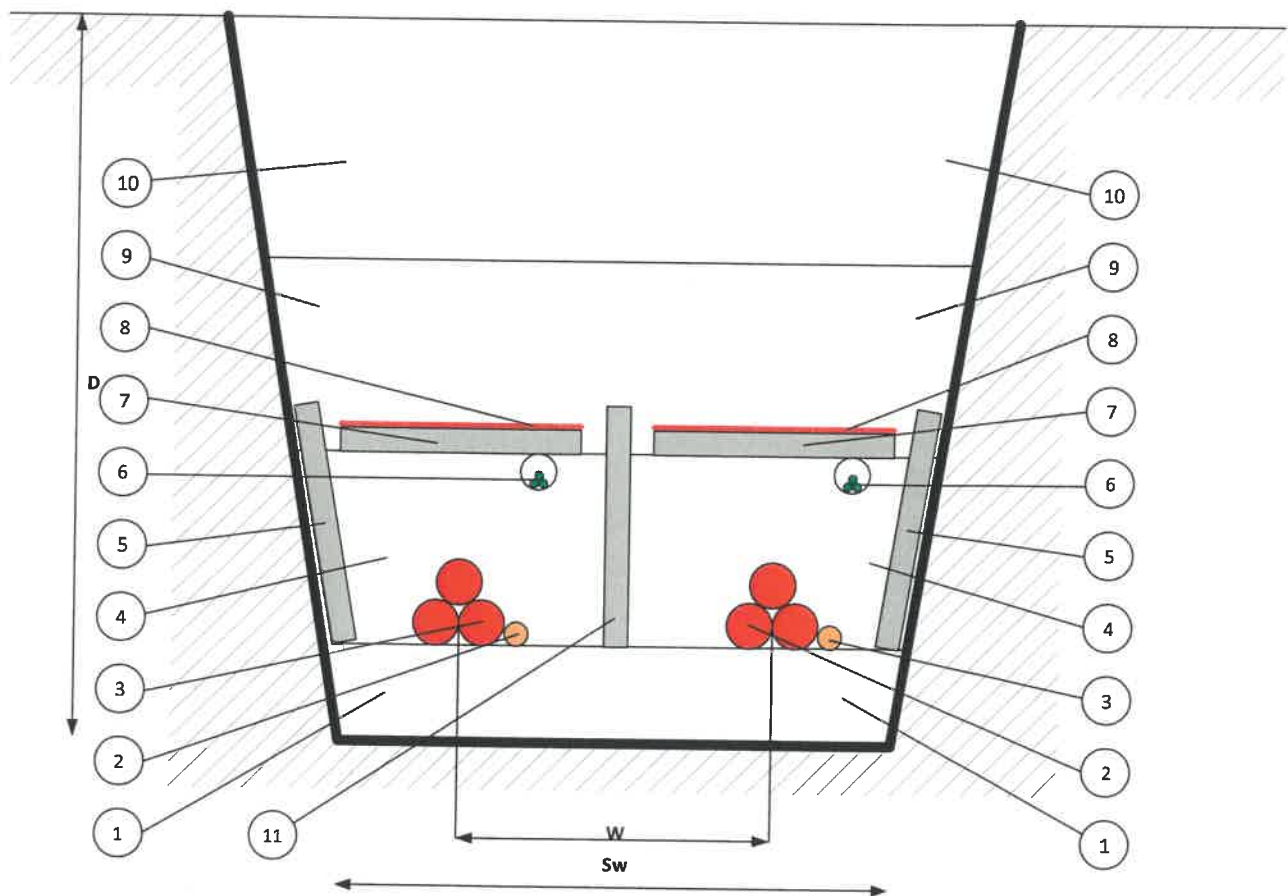


Oznaczenia rysunku:

- 1 - dolna warstwa betonitu (min. 0,2 m),
- 2 – kable WN,
- 3 – kabel ECC (jeśli zastosowany),
- 4 – górna warstwa betonitu (min. 0,2 m),
- 5 - płyta betonowa ochronna boczna (jeżeli zastosowana),
- 6 - kanalizacja telekomunikacyjna,
- 7 - płyta betonowa ochronna górna,
- 8 - folia (siatka) sygnalizacyjna czerwona,
- 9 - grunt z wykopu oczyszczony z zanieczyszczeń (min. 0,4 m),
- 10 - grunt z wykopu.



7.1.6. Struktura wielotorowych linii kablowej 110 kV.



Oznaczenia rysunków:

- 1 - dolna warstwa betonitu (min. 0,2 m),
- 2 - kable WN,
- 3 - kabel ECC (jeżeli zastosowany),
- 4 - górna warstwa betonitu (min. 0,2 m),
- 5 - płyta betonowa ochronna boczna (jeżeli zastosowana),
- 6 - kanalizacja telekomunikacyjna,
- 7 - płyta betonowa ochronna górna,
- 8 - folia (siatka) sygnalizacyjna czerwona,
- 9 - grunt z wykopu oczyszczony z zanieczyszczeń (min. 0,4 m),
- 10 - grunt z wykopu,
- 11 - płyta betonowa ochronna rozdzielająca linie 110 kV.

Aby utrzymać głębokość ułożenia linii nie mniejszą niż 1 m, głębokość wykopu powinna wynosić $D = 1,4$ m i odpowiednio głębokość ułożenia linii nie mniejszą niż 1,2 m, głębokość wykopu powinna wynosić $D = 1,6$ m. Szerokość wykopu S przy dnie powinna wynosić nie mniej niż:

- dla linii z kablami ułożonymi w trójkąt na styk $S = 0,6$ m,
- dla linii z kablami ułożonymi płasko z odstępem równym średnicy kabla $S = 0,8$ m.

W przypadku prowadzenia dwóch lub więcej linii równoległych wykonuje się wykop o szerokości wyrażonej wzorem:

$$S_w = W \times n + S$$

gdzie:

- S_w - szerokość wykopu dla wielu linii równoległych, mierzona przy dnie,
- n - liczba linii równoległych,
- S - szerokość wykopu dla pojedynczej linii, mierzona przy dnie,
- W - przyjęty odstęp pomiędzy osiami sąsiednich linii.

- 7.2. Przepusty o długości powyżej 1 m należy uszczelnić i wypełnić bentonitem.
- 7.3. Wykop otwarty.
- 7.3.1. Ściany wykopu wykonywać z pochyleniem pod kątem około 10..15° zabezpieczającym przed obsypywaniem się gruntu.
- 7.3.2. Podczas przygotowania wykopu, ziemia powinna być odsunięta o ok. 0,5 m od krawędzi wykopu.
- 7.3.3. W miejscach, gdzie grunt jest mało spoisty należy stosować szalowanie.
- 7.3.4. W miejscach zakrętów linii kablowej należy wykonać szerszy wykop o ok. 0,2 m.
- 7.4. Przepusty.
- 7.4.1. Przepusty wykonywane z rur osłonowych powinny być uszczelnione zarówno poprzecznie jak również wzdłużnie.
- 7.4.2. Jako osłony otaczające kable elektroenergetyczne przy wyprowadzaniu kabli na słupy itp., stosować należy rury wykonane z twardego polietylenu (HDPE) w kolorze czarnym, odpornego na działanie promieni UV.
- 7.4.3. Przy doborze rur należy kierować się następującymi zasadami:
1. stosować należy rury o gładkich ścianach wewnętrznych. W przypadku rur karbowanych, należy stosować rury dwuwarstwowe, z wewnętrzną ścianką gładką.
 2. średnica wewnętrzna rury musi być przynajmniej 1,5 razy większa od zewnętrznej średnicy wprowadzanego do niej kabla.
 3. w przypadku wykonywania przewiertów sterowanych należy wybierać rury dedykowane do przewiertów przez producenta.
 4. na przepusty linii kablowych 110 kV należy stosować rury o odporności na ściskanie o sile nacisku nie mniejszej niż 750N.
 5. rura powinna chronić kabel do wysokości min. 0,5 m licząc od poziomu gruntu przy słupie oraz 0,5 m pod ziemią.
 6. górny wlot rury osłonowej należy zabezpieczyć za pomocą palczatki termokurczliwej grubościennej z klejem termotopliwym.
- 7.4.4. Wykonanie przepustów rezerwowych powinno być na roboczo uzgadniane na etapie projektowania.
- 7.4.5. W przypadku wykonywania przepustów kablowych o długości większej od długości fabrykacyjnej rur stosowanych na przepusty, rury te należy połączyć ze sobą w sposób szczelny - za pomocą rury termokurczliwej grubościennej z klejem termotopliwym lub za pomocą systemowych wkładów uszczelniających.

7.4.6. Przepusty można wykonywać:

1. metodą odkrywkową, która ma zastosowanie w miejscach, w których możliwe jest wykonanie wykopu bez konieczności uszkodzania istniejącego zagospodarowania i poważniejszych zakłóceń komunikacyjnych. Nie zaleca się wykonywania metodą odkrywkową przejść pod jezdniami (chyba, że można je wykonać w trakcie budowy lub generalnego remontu jezdni) z uwagi na znaczne zagrożenie późniejszego tworzenia się uskoków i pęknięcia nawierzchni.
2. metodą przecisku.
3. metodą przewiertu sterowanego.

7.5. Przepusty ściennie.

- 7.5.1. Przejścia kabli przez ściany wewnętrzne i stropy budynków należy uszczelnić materiałem niepalnym o odporności ogniowej nie mniejszej niż pomieszczenie, 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 uszczelnić za pomocą wkładów uszczelniających systemowych o odpowiednim stopniu wodo-, gazo- i ognioszczelności.

- 7.5.2. W pomieszczeniach zagrożonych wybuchem lub pożarem należy wykonać przepusty oddzielne dla każdego kabla.

- 7.5.3. 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.

7.6. Przepusty kablowe – wejścia do budynku stacji.

Przepusty kablowe powinny być wykonane w technologii gwarantującej ich szczelność na styku z fundamentem budynku stacji nie mniejszej niż 0,3 bara, jak również fabrycznie zaślepięone gwarantując szczelność niewykorzystanych przepustów. System powinien umożliwiać wprowadzenie i skuteczne wodo- i gazoszczelne uszczelnienie kabli WN oraz rur kanalizacji światłowodowych na poziomie co najmniej 0,3 bara. System ma umożliwiać wielokrotne użycie przepustu oraz wkładu uszczelniającego w tym wymianę kabli lub rur kanalizacji światłowodowych, ponowne zaślepienie przepustu lub zmianę zastosowania wykorzystania przepustu. Zastosowane elementy metalowe w uszczelnieniach powinny być wykonane ze stali nierdzewnej typu minimum 304.

7.7. Skrzynki połączeniowe (studnie na mufy) – wymagania wspólne.

- 7.7.1. Skrzynki i mufy crossbondingowe należy instalować w studzienkach. Zaleca się zastosowanie studzienek wyposażonych w system zabezpieczający przed dostępem osób postronnych np. pioch zamykany systemem Master-Key. Miejsca wprowadzenia kabli do studzienek (po wycentrowaniu kabla) uszczelnić przy użyciu płyt termokurczliwych z napięciem i jednostronnym naniesionym klejem termotopliwym lub masy uszczelniającej. Zabrania się stosowania pianki poliuretanowej do uszczelnienia. Dobierając rozmiar studzienki należy kierować się łatwością dostępu pracownika do skrzynki.

- 7.7.2. Dla skrzynek montowanych na słupach i konstrukcjach wsporczych kablowych obudowy skrzynek powinny być wykonane ze stali nierdzewnej i posiadać stopień ochrony IP. min. IP65. Skrzynki instalowane w studniach kablowych, lub w ziemi powinny być wykonane ze stali nierdzewnej, dodatkowo pokryte kwasoodpornym lakierem epoksydowym, oraz posiadać stopień ochrony IP. min. IP68. W szczególnie trudnych warunkach dopuszcza się stosowanie żelu uszczelniającego.

Wytrzymałość zwarciowa, poziom izolacji i szczelności powinien być potwierdzony pozytywnym raportem z Próby Typu wykonanym w akredytowanym laboratorium.

- 7.7.3. Korpus skrzynki i połączenie uziemiające wewnątrz skrzynki muszą być bezwzględnie uziemione (o ile jest wykonany z materiału przewodzącego). Uziemienie skrzynki ma mieć oporność $\leq 10 \Omega$. Aby uniknąć dużego gradientu potencjału na powierzchni ziemi w przypadku przepływu prądu zwarcia doziemnego w linii, należy wokół podstawy studni w odległościach od 0,3 m do 0,6 metra od studni ułożyć otok z bednarki pomiedziowanej o rozmiarze nie mniejszym niż 25x4 mm. W rogach otoku wbić szpilki uziemiające pomiedziowane. Liczba szpilek i ich długość dobrać zależnie od uzyskanej rezystancji. Od otoku wprowadzić do studni jedną (lub dwie) bednarki o rozmiarze nie mniejszym niż 25x4 mm, do których przyłączyć korpus i uziemienie wewnętrzne skrzynki.

7.8. Skrzynki połączeniowe – typy:

7.8.1. Skrzynki crossbondingowe:

- zastosowanie do montażu pod ziemią dla zrealizowania przeplotu żył powrotnych z miejscem na ograniczniki przepięć do ochrony powłok kabli.

7.8.2. Skrzynki uziemieniowe w układzie crossbondingu:

- zastosowanie do montażu pod ziemią dla zrealizowania bezpośredniego uziemienia wszystkich żył powrotnych na końcach sekcji crossbondingowych.

7.8.3. Skrzynki uziemiające:

- zastosowanie do montażu napowietrznego z miejscem na ogranicznik przepięć do ochrony powłok kabli dla zrealizowania układu jednostronnego uziemienia żył powrotnych.
- zastosowanie do montażu napowietrznego bez ogranicznika przepięć do uziemienia bezpośredniego żył powrotnych w układzie crossbondingu przy głowicach kablowych lub po drugiej stronie jednostronnego uziemienia żył powrotnych.

7.9. Kanały kablowe:

1. W przypadku braku możliwości ułożenia kabla bezpośrednio w gruncie na terenie stacji dopuszcza się możliwość zastosowania kanału kablowego.
2. Kanały kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych. Płyty powinny być zdejmowalne na całej długości kanału.
3. Dopuszcza się wykonanie kanałów bez możliwości dostępu z góry na długości nie większej niż 2 m.

4. 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.
 5. 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.
 6. Zaleca się, aby każdą linię kablową 110 kV prowadzić w odrębnym kanale kablowym.
 7. W sytuacji, gdy w jednym kanale konieczne jest umieszczenie dwóch linii kablowych, powinno się unikać wspólnego prowadzenia linii kablowych, których jednoczesne wyłączenie może spowodować pozbawienie zasilania grupy odbiorców lub znaczne zakłócenia w pracy sieci.
 8. Nie wolno umieszczać w kanale kabli innych napięć oraz wszelkiego rodzaju rurociągów. Nie dotyczy to linii telekomunikacyjnych układanych razem z linią kablową.
 9. W miejscach wejść linii kablowej do kanału przez ścianę należy stosować uszczelnienia wodoodporne i gazoszczelne. W przypadku kanałów z wentylowanymi pokrywami, uszczelnienie ma być wodoszczelne.
 10. Kable w kanałach należy prowadzić na konstrukcjach lub bezpośrednio na podłodze kanału.
 11. Prowadząc kanał kablowy po terenie zamkniętym stacji energetycznej, można do przykrycia kanału stosować kraty. Jeżeli odcinek kanału wychodzi poza teren stacji, jego przykrycie poza stacją wykonać z litych płyt betonowych, żelbetowych lub z tworzyw o podobnej wytrzymałości. W kanale na granicy terenu stacji należy przewidzieć konstrukcję uniemożliwiającą osobie postronnej przejście kanałem na teren stacji.
 12. Projektując kanał przewidzieć jego odwodnienie (przyłączenie do kanalizacji deszczowej) lub wykonać w kanale chłonne dno.
 13. W przypadku, gdy punkt mufowania umiejscowiony jest w kanale kablowym należy przewidzieć odpowiednią ilość miejsca, oraz zapewnić centryczne wprowadzenie kabli do muf na długości min 2m z obu stron.
- 7.10. Podstawowe zasady do bezwzględnego stosowania w trakcie układania:
1. Kable należy układać zgodnie z procedurą określoną przez producenta systemu kablowego.
 2. Niedopuszczalne jest ocieranie się kabla o ściany lub dno wykopu, jak też o ściany, podłogi lub konstrukcje (drabinki kablowe) kanału lub tunelu kablowego. Kabel może ocierać się jedynie o wewnętrzne ścianki przepustów, pod warunkiem stosowania materiałów smarujących.
 3. Niedopuszczalne jest zginanie kabla poniżej określonego przez producenta promienia gięcia. Jeżeli wartość ta nie jest znana, należy przyjąć minimalny promień gięcia równy 25-krotniej zewnętrznej średnicy kabla.
 4. Kable należy rozkładać wprowadzając je do wykopu na rozstawionych uprzednio rolkach kablowych, po których w trakcie ciągnięcia, kabel może się przetaczać (rolka musi się obracać, ciągnięcie kabla po nieruchomej/zablokowanej rolce jest niedopuszczalne).

8. SPOSÓB WPROWADZANIA KABLI NA KONSTRUKCJE WSPORCZE

8.1. Napowietrzne stanowisko głowic na wygradzonym terenie stacji elektroenergetycznych.

8.1.1. Bramka liniowa 110 kV do wprowadzenia linii kablowej musi zostać zaprojektowana w sposób minimalizujący oddziaływanie pola elektromagnetycznego tj.:

1. od poziomu gruntu do wysokości 2 m n.p.t. kabel należy prowadzić w układzie trójkątnym na styk,
2. powyżej 2 m n.p.t. kabel 110 kV należy rozprowadzić do poszczególnych głowic kablowych z zachowaniem promieni gięcia dla projektowanego typu kabla.

8.1.2. Głowice kablowe powinny zostać zamontowane pionowo. W przypadku konieczności ograniczenia promieni gięcia kabli lub szerokości konstrukcji bramki liniowej 110 kV dopuszczalne jest pochylenie głowic. Kąt pochylenia musi być zgodny z kartą katalogową danego rozwiązania głowicy.

8.1.3. Układ przewodów na bramce liniowej powinien odpowiadać układowi przewodów w linii napowietrznej.

8.1.4. Skrzynki link-box należy instalować w dolnej części bramki liniowej w sposób umożliwiający dostęp z poziomu gruntu.

8.1.5. Fundament konstrukcji podstawy prefabrykowany.

8.1.6. Uziemienie stanowiska połączyć z siatką uziemiającą stacji. Stanowisko połączyć z siatką uziemiającą dwoma bednarkami stalowymi pomiedziowanymi o przekroju przynajmniej 25x4mm. Bednarki powyżej poziomu ziemi oznaczyć kolorem żółto-zielonym. Bednarkę zabezpieczyć na odcinku od górnej krawędzi fundamentu do około 0,5 metra poniżej poziomu gruntu np. poprzez założenie i obkurczenie na niej rury termokurczliwej z klejem;

8.1.7. Połączenie bednarek z siatką uziemiającą stacji wykonać przy zastosowaniu metody egzotermicznej.

8.1.8. W przypadku wykonania konstrukcji jako jednolitej spawanej z elementów stalowych ocynkowanych, dopuszczalne jest wykorzystanie konstrukcji podstawy jako elementu uziemienia.

8.1.9. W miejscu połączenia bednarek uziemienia stacji z konstrukcją podstawy głowicy przewidzieć złącza śrubowe, które umożliwią w przyszłości wykonanie pomiarów eksploatacyjnych.

8.1.10. Na konstrukcji podstawy przewidzieć odcinek płaskownika trwale połączony z konstrukcją podstawy (uziemieniem), ocynkowany, służący do przyłączania zacisku uziemiacza przenośnego. Nie dopuszcza się malowania tego elementu.

8.1.11. W przypadku linii z jednostronnie uziemionymi żyłami powrotnymi wysokość podstawy głowicy ponad poziomem gruntu należy zwiększyć do przynajmniej 2,5 m.

- 8.1.12. Głowica wyposażona w płytę podstawy ma być połączona z jej konstrukcją nośną za pośrednictwem izolatorów podporowych (z tworzywa sztucznego) o napięciu znamionowym przynajmniej 10 kV. Bezpośrednie połączenie podstawy głowicy z konstrukcją nośną uniemożliwia późniejsze wykonywanie eksploatacyjnych prób szczelności powłoki kabla.
- 8.1.13. Konstrukcja stalowa tworząca podstawę dla głowicy nie może tworzyć wokół kabla zamkniętego obwodu magnetycznego. Niedopuszczalne jest wykonanie wokół pojedynczego kabla jakiegokolwiek zamkniętego obwodu ferromagnetycznego.
- 8.1.14. Połączenie pomiędzy podstawą głowicy i uziemieniem powinno być jak najkrótsze. Punkty połączeniowe powinny być rozkręcane i wykonane tak, aby ich demontaż nie powodował osłabienia mechanicznego mocowania głowicy do podstawy.
- 8.1.15. Kabel należy zamocować do konstrukcji nośnej za pomocą przynajmniej dwóch uchwytów. Oś symetrii uchwytów musi pokrywać się z osią symetrii głowicy.
- 8.1.16. Górny uchwyt powinien być umieszczony w odległości od 0,5 m do 0,8 m od podstawy głowicy. Górny uchwyt kablowy musi zapewniać sztywne mocowanie kabla, blokując możliwość przesuwania się kabla w uchwycie należy stosować uchwyt metalowy nieferromagnetyczny.
- 8.1.17. W miejscu wejścia kabla w grunt należy osłonić go odcinkiem rury osłonowej wykonanej z HDPE o długości min. 0,5 m metra nad poziomem gruntu i min. 0,5 metra w gruncie. Podstawowym zadaniem takiej osłony jest ochrona kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi podczas prac na terenie stacji. Górny koniec rury ma być uszczelniony, uniemożliwiając dostawanie się do jej wnętrza wody, śniegu lub zanieczyszczeń. Dopuszczalnym rozwiązaniem jest obkurczenie na końcówce rury i kablu odcinka rury termokurczliwej, dopuszcza się również użycie masy uszczelniającej. Dolny koniec rury znajdujący się pod powierzchnią gruntu należy pozostawić nieuszczelniony, jednocześnie niedopuszczalne jest opieranie się krawędzi rury bezpośrednio o kabel.
- 8.1.18. Rury osłonowe powinny być odporne na działanie promieniowania UV.
- 8.1.19. Dla głowic kablowych należy zapewnić ochronę przed działaniem przepięć łączeniowych i atmosferycznych poprzez zastosowanie ograniczników przepięć z licznikami zadziałań (ograniczniki należy projektować od strony linii napowietrznej 110 kV).
- 8.1.20. Ograniczniki przepięć linii kablowej można montować na wspólnej konstrukcji z głowicami kablowymi. Należy przy tym zadbać, aby osiowe odległości pomiędzy głowicą i ogranicznikiem nie były mniejsze niż 0,5 m, z uwagi na zjawisko odkształcenia liniowego pola elektrycznego ogranicznika polem generowanym przez głowicę kablową.

- 8.1.21. Podstawa ogranicznika przepięć powinna być połączona z konstrukcją przez izolatory podporowe. Połączenie uziemiające podstawy ogranicznika powinno być jak najkrótsze.
- 8.1.22. Wzajemne usytuowanie głowicy i ogranicznika powinno być takie, aby linia kablowa z rozdzielni lub linia napowietrzna najpierw wchodziła na zacisk ogranicznika, a później na zacisk głowicy. Ogranicznik powinien być wyposażony w licznik zadziałań z możliwością pomiaru prądu upływu. Licznik powinien być zamontowany na wysokości umożliwiającej bezpośredni odczyt z poziomu gruntu przez obsługę.
- 8.1.23. W przypadku linii kablowej pracującej z jednostronnie uziemionymi żyłami powrotnymi, po stronie nieuziemionej należy zainstalować ograniczniki przepięć żył powrotnych. Połączenia pomiędzy żyłami powrotnymi z ogranicznikami powinny być jak najkrótsze i wykonane przewodami izolowanymi. Ograniczniki (w wykonaniu napowietrznym) należy montować na konstrukcji nośnej jak najbliżej podstawy głowicy. Nie należy montować ogranicznika zamiast jednego z izolatorów podporowych głowicy. Nie należy stosować zamkniętych skrzynek z ogranicznikami.
- 8.1.24. W przypadku linii kablowej z jednostronnie uziemionymi żyłami powrotnymi konieczne jest prowadzenie równoległe z linią przewodu lub przewodów ECC. Przewód ECC należy przyłączyć do uziemienia stanowiska (zaprojektować oddzielne połączenie przewodu ECC z konstrukcją podstawy). Miejsce połączenia oznakować. W przypadku jednego przewodu ECC, przyłączyć go do środkowego stanowiska, w przypadku dwóch przewodów ECC, przyłączyć do stanowisk skrajnych.
- 8.1.25. Kabel prowadzić w sposób ograniczający oddziaływanie pola elektromagnetycznego do wartości poniżej 10 kV/m i 60A/m.
- 8.1.26. W przypadku technicznego i prawnego braku możliwości spełnienia warunku opisanego w poprzednim podpunkcie, należy zastosować wyгородzenie.
- 8.2. Słupy kablowe.
- 8.2.1. Zastosowane konstrukcje wsporcze wraz z fundamentami, uziemieniem i łańcuchami izolatorowymi muszą być zgodne z Wytycznymi do budowy systemów elektroenergetycznych w PGE Dystrybucja S.A. Tom 1 – Linie napowietrzne 110 kV.
- 8.2.2. Układ przewodów na słupie kablowym powinien odpowiadać układowi przewodów w linii napowietrznej.
- 8.2.3. Należy stosować zabezpieczenia przed wejściem osób postronnych, po zewnętrznej i wewnętrznej stronie słupa.
- 8.2.4. Kabel bezpośrednio pod głowicą kablową musi być zamocowany dwoma uchwytami, których oś ma się pokrywać z osią głowicy:

- górny uchwyt powinien być umieszczony możliwie blisko podstawy głowicy - nie więcej niż 0,5 m od jej podstawy i mocować kabel uniemożliwiając jego przesuwanie się w głowicy,
 - dolny uchwyt powinien być umieszczony w odległości nie większej niż 0,5 m od uchwytu górnego.
- 8.2.5. Przejścia kabla z trzonu słupa pod stanowisko głowicy należy wykonywać z wykorzystaniem uchwytów wahlowych.
- 8.2.6. Głowice kablowe powinny zostać zainstalowane pionowo. W przypadku konieczności ograniczenia promienia gięcia kabli lub szerokości konstrukcji słupa dopuszczalne jest pochylenie głowic. Kąt pochylenia musi być zgodny z kartą katalogową danego rozwiązania głowicy.
- 8.2.7. Linia kablowa (w tym także trakty światłowodowe i kable ECC) w miejscu wyjścia z gruntu musi zostać zabezpieczona przed uszkodzeniami mechanicznymi poprzez stalowe osłony:
1. Szerokość osłony musi zostać dobrana w sposób ograniczający oddziaływanie pola elektromagnetycznego do wartości poniżej 10 kV/m i 60A/m.
 2. Dla kabli należy zastosować osłonę o minimalnej wysokości 4 m, gdzie dolną krawędź należy zrealizować od powierzchni gruntu pozostawiając jedynie szczelinę na odprowadzenie wód opadowych (w przypadku zamontowania na słupie pomostu roboczego, powinna dochodzić do jego podłogi).
 3. Osłonę kabli wykonać z blachy stalowej o grubości min 2,5 mm zabezpieczonej antykorozyjnie zgodnie z wymaganiami jak dla konstrukcji słupa.
 4. Dla linii wielotorowych osłony należy zrealizować niezależnie dla każdego z torów.
 5. W dolnej części osłony od strony zewnętrznej słupa należy zaprojektować otwory wentylacyjne. Wentylacje osłony należy zrealizować poprzez zastosowanie dwóch warstw blachy oddalonej od siebie o min. 50 mm z nawierconymi otworami wentylacyjnymi. Otwory wentylacyjne w poszczególnych blachach muszą być przesunięte względem siebie w celu uniemożliwianie włożenia przez nie elementów mogących uszkodzić konstrukcję kabla.
 6. W przypadku lokalizacji słupa w pobliżu dróg, wejście kabli na słup zrealizować po stronie przeciwnej do drogi.
 7. kabel z gruntu należy wyprowadzać w rurach osłonowych HDPE o długości min. 0,5 m nad gruntem i min. 0,5 m w gruncie. Rury HDPE zabezpieczyć od góry przed wodą opadową.
- 8.2.8. Dla głowic kablowych należy zapewnić ochronę przed działaniem przepięć łączeniowych i atmosferycznych poprzez zastosowanie ograniczników przepięć z licznikami zadziałań:
1. ograniczniki należy projektować od strony linii napowietrznej 110 kV,
 2. ograniczniki przepięć należy projektować bezpośrednio przed głowicą kablową,
 3. dopuszczalne jest zaprojektowanie głowicy kablowej i ogranicznika przepięć na wspólnej konstrukcji,
 4. nad osłoną kabla należy zaprojektować liczniki zadziałań.
- 8.2.9. Dodatkowe wymagania dla konstrukcji rurowych.
- Drogę komunikacji pionowej należy projektować po przeciwnej stronie słupa względem lokalizacji kabli 110 kV.

8.3. Wyprowadzanie linii telekomunikacyjnych.

Wyprowadzenie światłowodowej linii kablowej na słup kablów należy wykonać w następujący sposób:

1. Wprowadzenie kabla światłowodowego wykonać analogicznie jak kabla 110 kV.
2. Odcinek rury połączyć z odcinkiem prostym biegnącym po trzonie słupa do skrzynki mufy. Miejsce połączenia należy uszczelnić lub wykonać jako szczelne.
3. Rurę osłonową należy trwale zamocować do konstrukcji słupa.
4. Mufy opto umieścić na wysokości około 1,5 m nad podłogą pomostu roboczego, jeżeli taki został wybudowany.
5. Jeżeli na słupie nie zamontowano pomostu roboczego, to mufy zainstalować na wysokości przynajmniej 4 m nad poziomem gruntu, nad zabezpieczeniem przed wejściem osób postronnych na konstrukcję słupa.
6. Zapasy kabla ziemnego i przewodu OPGW (ADSS) wykonać o minimalnej długości równej wysokości zawieszenia mufy plus 15 m.
7. Zapas przewodu OPGW oraz kabli światłowodowych umieścić na dedykowanych dla nich stelażach, na takiej wysokości, aby ewentualne skorzystanie z zapasu nie wymagało wyłączania linii 110 kV spod napięcia.
8. Przewód OPGW prowadzić po trzonie słupa na dedykowanych uchwytach.

9. WPROWADZENIE KABLI DO ROZDZIELNI W WYKONANIU GIS

- 9.1. Kabel do rozdzielni GIS należy wprowadzać bezpośrednio z kablowni 110 kV poprzez konstrukcję stalową zapewniającą:
1. przejście obciążenia ciężaru kabla 110 kV, tak aby jego wpięcie do rozdzielni GIS nie powodowało dodatkowego naprężenia na połączenie gniazdowe rozdzielni GIS,
 2. możliwość instalacji skrzynek link-box.
- 9.2. Wprowadzenie linii kablowej do rozdzielni GIS musi zostać zaprojektowane w sposób minimalizujący oddziaływanie pola elektromagnetycznego tj. w układzie trójkątnym (w miarę możliwości na styk).
- 9.3. W przypadku rozdzielnic GIS należy zastosować komplety głowic izolowanych składających się z gniazda i wtyku. Gniazdo (lub trzy gniazda w wykonaniu trójfazowym rozdzielnic) zamontowane w przedziale kablów rozdzielnic. Wtyk zamontowany na końcu kabla. Rozwiązanie konstrukcyjne systemu gniazda i głowicy konektorowej (wtyk) musi zapewniać wpięcie i wypięcie bez konieczności stosowania dodatkowych elementów wymiennych.

Dla wewnętrznych rozdzielnic GIS, należy spełnić następujące warunki:

1. Na odcinku pomiędzy wejściem do budynku, a gniazdem w rozdzielnic GIS kabel należy poprowadzić tak, aby pozostawić zapas dla ewentualnego odpinania, przez wykonanie przynajmniej dwóch zakrętów o wzajemnie prostopadłych płaszczyznach.
2. W kablowni, pod przedziałami kablów rozdzielnic, należy zapewnić dość miejsca, aby można było wygodnie wykonać montaż wtyków na końcówkach kabli, a następnie wprowadzić je do gniazda w rozdzielnic.

3. Podobnie jak w przypadku głowicy napowietrznej, kabel powinien być umieszczony w odległości nie większej niż 0,5 m od gniazda w rozdzielnicy w uchwycie blokującym możliwość jego przesuwania i przechylania. Osie symetrii uchwytu i gniazda muszą się pokrywać.
4. Kable w kablowni należy mocować za pomocą uchwytów bezpośrednio do podłogi lub do wykonanych dla nich konstrukcji.
5. Żyły powrotne kabli należy montować bezpośrednio do konstrukcji rozdzielnicy GIS. Miejsca przyłączenia żył powrotnych do korpusu rozdzielnicy należy zaprojektować tak, aby odłączanie żył powrotnych w trakcie prac eksploatacyjnych nie powodowało osłabienia szczelności rozdzielnicy i mechanicznego mocowania gniazda w głowicy wtykowej.

10. MONITOROWANIE SYSTEMU KABLOWEGO

10.1. System monitoringu temperaturowego DTS (distributed temperature sensing).

10.1.1. Wraz z budową linii kablowej 110 kV należy zaprojektować i uruchomić kompletny system DTS z niezbędnym oprogramowaniem zapewniającym ciągły monitoring profilu temperaturowego wzdłuż drogi optycznej badanego obiektu.

10.1.2. Urządzenia pomiarowe muszą spełniać między innymi wymagania:

1. Funkcję czujnika temperatury pełnią min. po 2 włókna światłowodowe wielomodowe umieszczone w dwóch tubach stalowych ochronnych umieszczonych naprzeciwko po obwodzie żyły powrotnej kabla (co 180°).
2. Monitorowanie wszystkich trzech kabli.
3. Skalibrowane po dwa kanały (włókna światłowodowe) w każdym z kabli.
4. Rozdzielczość temperaturowa pomiaru nie większa niż 1°C.
5. Rozdzielczość liniowa pomiaru nie większa niż 1 m.
6. Minimalny czas pomiaru: 60 s.
7. Sygnalizacja nagłego punktowego wzrostu temperatury.

10.1.3. System należy zintegrować z eksploatowanym systemem dyspozytorskim danego Oddziału.

10.2. System monitoringu drgań DAS (wybór systemu do rozważenia przy indywidualnych zadaniach).

10.2.1. Wraz z budową linii kablowej 110 kV należy zaprojektować kompletny system z niezbędnym oprogramowaniem pozwalającym na wykrywanie drgań i pomiar energii akustycznej na całej długości światłowodu zainstalowanego w jednej z tub umieszczonych w żyły powrotnej kabla 110 kV. System powinien umożliwiać wykrywanie następujących zdarzeń:

1. Ręczne kopanie (łopatą) w najbliższym obrębie linii kablowej.
2. Mechaniczne kopanie (koparką) w obrębie linii kablowej.
3. Lokalizację uszkodzeń.

10.2.2. Wymagania dotyczące oprogramowania:

1. Przetwarzanie danych w oprogramowaniu musi zapewniać zbieranie akustycznych informacji na temat zawartości widmowej i intensywności w danej lokalizacji.
2. Wizualizację danych w formatach diagramów intensywności w danej lokalizacji.
3. System musi pozwalać na odseparowanie/rozdzielenie działań i źródeł hałasu od istniejących dróg publicznych i tras kolejowych.

10.2.3. System należy zintegrować z eksploatowanym systemem dyspozytorskim danego Oddziału.

11. POMIARY I BADANIA ODBIORCZE SYSTEMU KABLOWEGO

Badania odbiorcze kabli powinny być wykonywane dla wszystkich nowobudowanych lub modernizowanych linii kablowych 110 kV.

11.1. Badania i pomiary niskonapięciowe

1. Pomiar ciągłości żył głównych i powrotnych.
2. Sprawdzenie kolejności podłączenia i oznaczenia faz.
3. Pomiar rezystancji żył głównych i powrotnych.
4. Pomiar rezystancji izolacji głównej kabla przed i po próbie napięciowej.
5. Próba napięciowa powłoki zewnętrznej z użyciem napięcia DC o wartości 10 kV.
6. Pomiar pojemności kabla.
7. Pomiar rezystancji uziomów skrzynek cross-bondingowych.

11.2. Badania i pomiary wysokonapięciowe

Rodzaj badań, pomiarów i prób	Wymagania techniczne
Pomiar rezystancji żył (roboczych i powrotnych)	Pomiar wykonany metodą techniczną lub mostkową zgodnie z danymi producenta systemu kablowego
Pomiar rezystancji izolacji	Pomiar napięciem $\geq 2,5$ kV. Rezystancja izolacji przeliczona na 1 km linii przy temperaturze 20°C większa od 1000 M Ω
Próba napięciowa izolacji	a) Metoda napięcia sinusoidalnego o częstotliwości sieciowej lub do niej zbliżonej (AC 20-300 Hz) – izolacja powinna wytrzymać przez okres 60 minut napięcie probiercze równe $2U_0$, b) Metoda monitorowana napięcia oscylacyjnego tłumionego DAC 20-500Hz – 50 wzbudzeń napięciem $1,7 U_0$ z pomiarem PD oraz stratności DF (współczynnik rozproszenia dla napięć 0,5U₀; 1U₀; 1,7 U₀ [kVpek], c) Metodą monitorowania napięciem wolnozmiennego 0.1 Hz sinus o wartości do $1,7U_0$ z pomiarem tg Δ dla kroków 0,5U₀; 1U₀; 1,7U₀ [kV rms] w czasie 60 minut

Rodzaj badań, pomiarów i prób	Wymagania techniczne
Próba napięciowa (szczelności) powłoki polwinitowej lub polietylenowej	Powłoka powinna wytrzymać w czasie 1 min. od ustabilizowania się napięcia o wartości 10 kV
Pojemność kabla	95 % wartości określonej w dokumentacji technicznej
Pomiar wyładowań niezupełnych	Pomiar wyładowań niezupełnych z detekcją miejsca ich występowania dla trzech poziomów napięć: $0,5U_0$; $1U_0$; $1,7U_0$
Pomiar zgodności faz	
Pomiar ciągłości żył roboczych i powrotnej	Pomiar napięciem DC $\leq 24V$
Pomiar prędkości propagacji fal dla ustalenia nierównomierności impedancji falowej	
Pomiar współczynnika tangens delta	Pomiar współczynnika tangens delta dla $0,5U_0$; $1U_0$; $1,7U_0$