

**STANDARDOWA SPECYFIKACJA
TECHNICZNA**

Numer kodowy

PSE-ST.Linia_kablowa_SN/2020

TYTUŁ:

**LINIA KABLOWA SN DO ZASILANIA POTRZEB
WŁASNYCH**

OPRACOWANO:

DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH

**ZATWIERDZONO
DO STOSOWANIA**

.....
Data i podpis

Konstancin-Jeziorna, październik 2020r.

Spis treści

| | |
|---|----|
| 1. Wprowadzenie..... | 3 |
| 2. Wymagania norm i dokumentów | 3 |
| 3. Wymagania środowiskowe..... | 5 |
| 4. Parametry systemu..... | 6 |
| 5. Szczegółowe wymagania konstrukcyjne | 6 |
| 5.1. Rodzaj kabla | 6 |
| 5.2. Rodzaj głowicy wewnętrznej..... | 6 |
| 5.3. Rodzaj głowicy konektorowej do rozdzielnic SF ₆ | 6 |
| 5.4. Rodzaj głowicy konektorowej do transformatora..... | 7 |
| 5.5. Wymagania i parametry dodatkowe | 7 |
| 6. Uziemienie żył powrotnych..... | 7 |
| 7. Oznakowanie i opisy | 7 |
| 7.1. Oznakowanie kabli SN | 7 |
| 7.2. Oznakowanie linii kablowej | 8 |
| 7.3. Oznaczniki kablowe..... | 8 |
| 8. Budowa linii kablowej..... | 8 |
| 8.1. Konfiguracja ułożenia kabli SN..... | 8 |
| 8.2. Układanie kabli metodą wykopu otwartego | 12 |
| 8.3. Oznakowanie trasy linii kablowej..... | 12 |
| 8.4. Układanie kabli w kanałach kablowych | 12 |
| 8.5. Ochrona kabli przed uszkodzeniem mechanicznym w ziemi | 13 |
| 8.6. Sposoby układania kabli w rurach osłonowych..... | 13 |
| 8.7. Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z innymi kablami, sieciami podziemnymi, drogami wewnętrznymi..... | 13 |
| 8.8. Wymagane zapasy kabli przy ich układaniu..... | 14 |
| 9. Wymagania dotyczące prób..... | 14 |
| 9.1. Próby typu kabli i osprzętu | 14 |
| 9.2. Próby wyrobu kabli..... | 15 |
| 9.3. Próby pomontażowe linii kablowej (wraz z osprzętem)..... | 15 |
| 9.4. Próby odbiorcze FAT kabli..... | 17 |
| 10. Wymagane parametry gwarantowane kabla SN..... | 17 |
| Załącznik nr 1 – TABELA danych gwarantowanych kabla SN..... | 18 |
| Załącznik nr 2 - Ramowy program FAT kabla SN | 21 |

1. Wprowadzenie

Niniejsza specyfikacja obejmuje wymagania techniczne dla linii kablowej SN o napięciu znamionowym zdefiniowanym kombinacją następujących wartości U_0/U (U_m) wyrażonych w kV, gdzie:

U_0 – skuteczna wartość napięcia fazowego,

U_N – napięcie znamionowe kabla określające najwyższe napięcia fazowe, w której może pracować kabel i dla której został zaprojektowany, wykonany, przebadany i oznaczony,

(U_m) – największa wartość skuteczna napięcia najwyższego napięcia systemu, przy którym kabel wraz z osprzętem może być eksploatowany.

Linia kablowa SN, w celu zasilania układów potrzeb własnych stacji elektroenergetycznej, stosowana jest do połączenia podstawowego źródła zasilania (wyprowadzonego z uzwojenia SN autotransformatora) oraz rezerwowego źródła zasilania (wyprowadzonego z zewnętrznej sieci SN) z wewnętrzną rozdzielnicą potrzeb własnych, wykonaną alternatywnie w izolacji powietrznej lub gazowej SF₆ (GIS).

Wymagane jest by:

- zastosowany osprzęt kablowy był kompatybilny z linią kablową oraz miejscem jej przyłączenia,
- napięcia wytrzymywane przez kabel SN (piorunowe i znamionowe) były nie mniejsze niż napięcia wytrzymywane przez zasilane urządzenia (rozdzielnica SN wraz z jej wyposażeniem).

2. Wymagania norm i dokumentów

- a) linia kablowa SN musi spełniać wymagania specyfikacji standardowych PSE S.A., a także norm krajowych PN, SEP i międzynarodowych IEC, ustaw i rozporządzeń przy czym jako nadrzędne traktuje się wymagania niniejszej specyfikacji,
- b) w przypadku, gdy wymagania niniejszej specyfikacji są bardziej rygorystyczne od wymagań podanych w przywoływanych normach i dokumentach, należy stosować się do wymagań specyfikacji,
- c) obowiązują wersję norm aktualne, przy czym dla norm wycofanych są to ostatnie ich wersje przed wycofaniem,
- d) terminologia stosowana w tej specyfikacji jest zgodna z określeniami międzynarodowego słownika terminologicznego elektryki PN-IEC 60050 oraz normami wymienionymi w tabeli 1.

Tabela 1. Normy krajowe i międzynarodowe.

| Normy krajowe i międzynarodowe | |
|---------------------------------------|---|
| PN-EN IEC 60071-1 | Koordynacja izolacji – Część 1: Definicje, zasady i reguły |
| IEC 60502-2 | Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m=1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV). Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m=7,2$ kV) and 30 kV ($U_m=36$ kV) |
| IEC 60986 | Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV ($U_m=7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV) |
| PN-HD 620 S2 | Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej na napięcia znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV włącznie |
| PN-EN 60228 | Żyły przewodów i kabli |
| PN-HD 629-1-S3 | Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV -- Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej |
| PN-HD 629-1-S3/A1 | Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV -- Część 1: Kable o izolacji wytłaczanej |
| PN-EN 61442 | Metody badań osprzętu przeznaczonego do kabli energetycznych na napięcia znamionowe od 6 kV ($U_m=7,2$ kV) do 36 kV ($U_m = 42$ kV) |
| PN-EN 61238-1 | Zaciskowe i mechaniczne złącza kabli energetycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 36 kV ($U_m = 42$ kV) - - Część 1: Metody badania i wymagania |
| PN-IEC 60050-604 | Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki -- Wytwarzanie, przesyłanie i rozdzielanie energii elektrycznej – Eksploatacja |
| N SEP-E-004 | Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa. |
| Dokumenty PSE S.A. | |
| PSE-ST.Ukł.Zasil.SN | Układ zasilania potrzeb własnych w stacjach elektroenergetycznych NN na napięciu 6, 10, 15, 20, 30 kV |
| PSE-ST.TPW | Transformatory potrzeb własnych 6/0,4 kV, 10/0,4 kV, 15/0,4 kV, 20/0,4 kV, 30/0,4 kV w izolacji żywicznej |
| PSE-ST.Agregat | Agregaty prądotwórcze |
| PSE-ST.ATR.220.125.PWT | Autotransformator 125/125/10MVA, 220/110 kV $\pm 10\%$ /120 kV/15,75 kV podstawowe wymagania techniczne modernizacja autotransformatora 160 MVA, 220/110 kV (standard przeniesiony do archiwum) |
| PSE-ST.ATR.KEP | Standardowa Specyfikacja Techniczna Autotransformatora 160/160/16MVA, 220/110kV 230kV $\pm 10\%$ /120kV/15,75kV Podstawowe Wymagania Techniczne |
| PSE-ST.ATR.220.125.PWT | Standardowa Specyfikacja Techniczna Autotransformatora 220/110 kV, 400/220 kV, 400/110 kV wymagania konstrukcyjne, eksploatacyjne i prób |

| Normy krajowe i międzynarodowe | |
|---------------------------------------|--|
| PSE-ST.ATR.220.275.PWT | Standardowa Specyfikacja Techniczna Autotransformatora 275/275/50MVA, 220/110 kV 230 kV $\pm 10\%$ / 120 kV / 15,75 kV podstawowe wymagania techniczne |
| PSE-ST.ATR.400.330.PWT | Standardowa Specyfikacja Techniczna Autotransformatora 330/330/50MVA, 400/110 kV 410 kV $\pm 11,6\%$ / 123 kV / 15,75 kV podstawowe wymagania techniczne |
| PSE-ST.ATR.400.450.PWT | Standardowa Specyfikacja Techniczna Autotransformatora 450/450/50MVA, 400/110 kV 410 kV $\pm 11,6\%$ / 123 kV / 15,75 kV podstawowe wymagania techniczne |
| PSE-ST.ATR.400.500.PWT | Standardowa Specyfikacja Techniczna Autotransformatora 500/500/50MVA, 400/220 kV 410 kV / 254 kV $\pm 10\%$ / 15,75 kV podstawowe wymagania techniczne |
| PSE-ST.SOR_SSiNPL | Sposób oznaczeń rozdzielni i jej elementów w stacjach elektroenergetycznych 750, 400, 220 i 110 kV |
| PSE-ST.EAZ.NN.WN | Urządzenia elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej i układy z nią współpracujące, stosowane na stacjach elektroenergetycznych NN i WN. |
| PSE-TS.SME PL | Liczniki Energii Elektrycznej |
| IRiESP | Instrukcja ruchu i eksploatacji sieci przesyłowej |

3. Wymagania środowiskowe

W tabeli drugiej określone zostały warunki środowiskowe, do których musi być przystosowany kabel SN.

Tabela 2. Warunki środowiskowe.

| Opis | | Wymagane |
|--|--|-------------------------|
| Maksymalna temperatura otoczenia | | 40°C |
| Minimalna temperatura otoczenia | | -30°C |
| Średnia dobową temperatura otoczenia | | $\leq 35^\circ\text{C}$ |
| Średnia roczna temperatura otoczenia | | $\leq 20^\circ\text{C}$ |
| Temperatura otoczenia | dla instalacji kablowych w ziemi | 20°C |
| | dla instalacji kablowych w powietrzu i przestrzeniach zewnętrznych | 30°C |
| Warunki otoczenia dla instalacji kablowych napowietrznych | prędkość wiatru | 0,6 m/s |
| | nasłonecznienie | 1000 W/m ² |
| Minimalna temperatura dla głowic napowietrznych | | -30°C |
| Minimalna temperatura dla głowic wewnętrznych | | -5°C |
| Minimalna temperatura dla głowic konektorowych napowietrznych | | -30°C |
| Minimalna temperatura dla głowic konektorowych do transformatora | | -5°C |

4. Parametry systemu

W tabeli 3 podane zostały parametry do których musi być przystosowany kabel SN na stacjach PSE S.A

Tabela 3. Parametry systemu.

| Opis | Wymagane |
|--|------------------|
| Napięcie znamionowe U_0/U (U_m) | 3,6/6 (7,2) kV |
| | 6/10 (12) kV |
| | 8,7/15 (17,4) kV |
| | 12/20 (24) kV |
| | 18/30 (36) kV |
| Poziom wyładowań niezupełnych przy $2U_0$ | ≤ 5 pC |
| U_0 – skuteczna wartość napięcia między fazą a ziemią (żyłą powrotną) U – znamionowe napięcie międzyfazowe (U_m) – najwyższe napięcie robocze sieci na którym można zainstalować kable i osprzęt | |

5. Szczegółowe wymagania konstrukcyjne

5.1. Rodzaj kabla

Dla zasilających podstawowych wymagany jest kabel 1-żyłowy z żyłą miedzianą okrągłą, wielodrutową zagęszczoną, z ekranowaną izolacją z polietylenu usieciowanego (XLPE) wytłoczoną w jednej operacji i sieciowaną w procesie całkowicie suchym z żyłą powrotną z drutów miedzianych, ze szczelną powłoką z polietylenu termoplastycznego (PE) uodpornionego na działanie czynników środowiskowych, uszczelniony wzdłużnie w obszarze żyły powrotnej za pomocą materiału pęczniącego pod wpływem zawilgocenia.

Dla zasilających podstawowych i rezerwowych dopuszcza się zastosowanie kabli elektroenergetycznych z żyłą główną aluminiową o ile wyprowadzenie SN jednostki transformatorowej oraz miejsce przyłączenia będzie kompatybilne z takim połączeniem.

W przypadku prowadzenia napraw eksploatacyjnych dopuszcza się stosowanie kabli o izolacji PVC oraz olejowych typu HKnFtA.

5.2. Rodzaj głowicy wewnętrznej

1-fazowa, prefabrykowana, nasuwana, elastyczna, z izolatorem z gumy silikonowej lub EPDM zintegrowany ze sterowaniem kabla, z końcówką kompatybilną z linią kablową, zaprasowywaną szczelną lub końcówką śrubową.

5.3. Rodzaj głowicy konektorowej do rozdzielnic SF₆

1-fazowa, prefabrykowana, nasuwana, elastyczna, z izolatorem z gumy silikonowej lub EPDM, ekranowana, ze stykiem prądowym prasowanym śrubowym albo wtykowym w zależności od rodzaju przyłącza rozdzielnic. Wyposażona w pojemnościowy dzielnik napięcia z możliwością podpięcia ogranicznika przepięć w pierwszej klasie łączeniowej.

5.4. Rodzaj głowicy konektorowej do transformatora

1-fazowa, prefabrykowana, nasuwana, elastyczna, z izolatorem z gumy silikonowej lub EPDM, ekranowana ze stykiem prądowym prasowanym śrubowym albo wtykowym w zależności od rodzaju przyłącza transformatora z możliwością podpięcia ogranicznika przepięć w pierwszej klasie łączeniowej.

Połączenie linii kablowej SN dostosować do wyprowadzonego połączenia uzwojenia SN Autotransformatora (wyprowadzenie SN jednostki transformatorowej możliwe inne niż konektorowe).

5.5. Wymagania i parametry dodatkowe

System jakości

- a) każdy odcinek kabla przewidziany do zainstalowania w stacjach elektroenergetycznych NN musi być wyprodukowany przez Wytwórcę posiadającego aktualny Certyfikat Jakości ISO 9001 lub równoważny potwierdzający zapewnienie jakości przy projektowaniu i produkcji,
- b) producenci muszą się także wykazać stosowaniem ISO 14001 lub Certyfikatem równoważnym dotyczącym systemów zarządzania środowiskowego,
- c) wraz z tabelami danych gwarantowanych należy dostarczyć informacje takie jak:
 - a. informacja o producencie,
 - b. kopie posiadanych certyfikatów jakości (ISO 9001 lub równoważny) lub informacji o posiadanych certyfikatach,
- d) należy stosować materiały oraz osprzęt fabrycznie nowy wyprodukowany nie wcześniej niż rok przed instalacją. Nie dopuszcza się elementów wykonywanych na budowie z przypadkowego materiału.

6. Uziemienie żył powrotnych

Żyły powrotne kabla należy obustronnie przyłączyć do instalacji uziemiającej za pomocą zaprasowywanych końcówek kablowych. Zabrania się łączenia żył powrotnych i przyłączania ich do uziemienia za pomocą jednego zacisku.

7. Oznakowanie i opisy

7.1. Oznakowanie kabli SN

Na zewnętrznej powłoce kabla w odstępach, nie większych niż 1 m, powinny być umieszczone przez producenta następujące informacje:

- a) typ kabla,
- b) napięcie znamionowe,
- c) przekrój żyły roboczej i żyły powrotnej,
- d) rok produkcji kabla,
- e) znacznik bieżącej długości kabla,
- f) oznaczenie producenta.

7.2. Oznakowanie linii kablowej

Należy zaopatrzyć kabel na całej długości w trwałe i czytelne oznakowanie (zabrania się stosowania oznaczników w postaci zalaminowanych kartek papieru z nadrukiem), na którym należy umieścić:

- a) symbol i numer ewidencyjny linii,
- b) oznaczenie typu kabla, napięcie znamionowe, przekrój żyły roboczej i pierwotnej,
- c) znak użytkownika kabla,
- d) rok ułożenia kabla,
- e) miejsca skąd – dokąd przebiega linia kablowa – nr TR/AT, symbol rozdzielnicy, numer pola, itp.

7.3. Oznaczniki kablowe

Oznaczniki kablowe wykonane z tworzywa sztucznego, montować w odległościach nie większych niż 10 m na prostych odcinkach linii kablowej oraz w odległości nie większej niż 1 m:

- a) z każdej strony załamania linii większego niż 30°,
- b) z każdej strony przepustów i osłon,
- c) na podejściach do budynków,
- d) w miejscach skrzyżowania się z innymi instalacjami.

Tabliczki powinny być przystosowane do mocowania na kablu za pomocą opasek kablowych samozaciskowych o szerokości minimum 5 mm, a napisy na tabliczkach powinny być wykonane w sposób trwały i zabezpieczone przed działaniem czynników środowiskowych.

8. Budowa linii kablowej

Dla budowy linii kablowej należy dokonać geodezyjnego wyznaczenia ułożonych trasy kabli SN.

8.1. Konfiguracja ułożenia kabli SN

Kable 1-żyłowe tworzące linię kablową SN powinny być ułożone w układzie:

- a) płaskim – z przeswitem 0,07 m pomiędzy kablami, układany na głębokości minimum 1 metra od powierzchni terenu do góry kabli. Zalecany poza obszarami zurbanizowanymi o gęstej zabudowie,
- b) trójkątnym – wierzchołek trójkąta skierowany do góry, układany na głębokości minimum 0,8 metra mierząc od powierzchni terenu do góry kabli. Zalecany na obszarach o gęstej zabudowie, gdzie występują ograniczenia w dostępie do terenu pod linie kablowe.

W trakcie układania kabli w kanałach kablowych dopuszczalne jest układanie kabli w płaszczyźnie pionowej i poziomej.

Z elektroenergetycznymi liniami kablowymi związane są m.in. pojęcia:

- a) pas zajętości linii kablowej, określany jest szerokością linii kablowej i oznaczany jako pozioma odległość rzutów pionowych skrajnych kabli ułożonych w ziemi,

b) pas technologiczny linii kablowej jest ustanawiany, 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 tego pasa powinna być przyjęta w taki sposób, aby zapewnić prawidłowy, nieskrępowany dostęp do czynności eksploatacyjnych, np.: napraw.

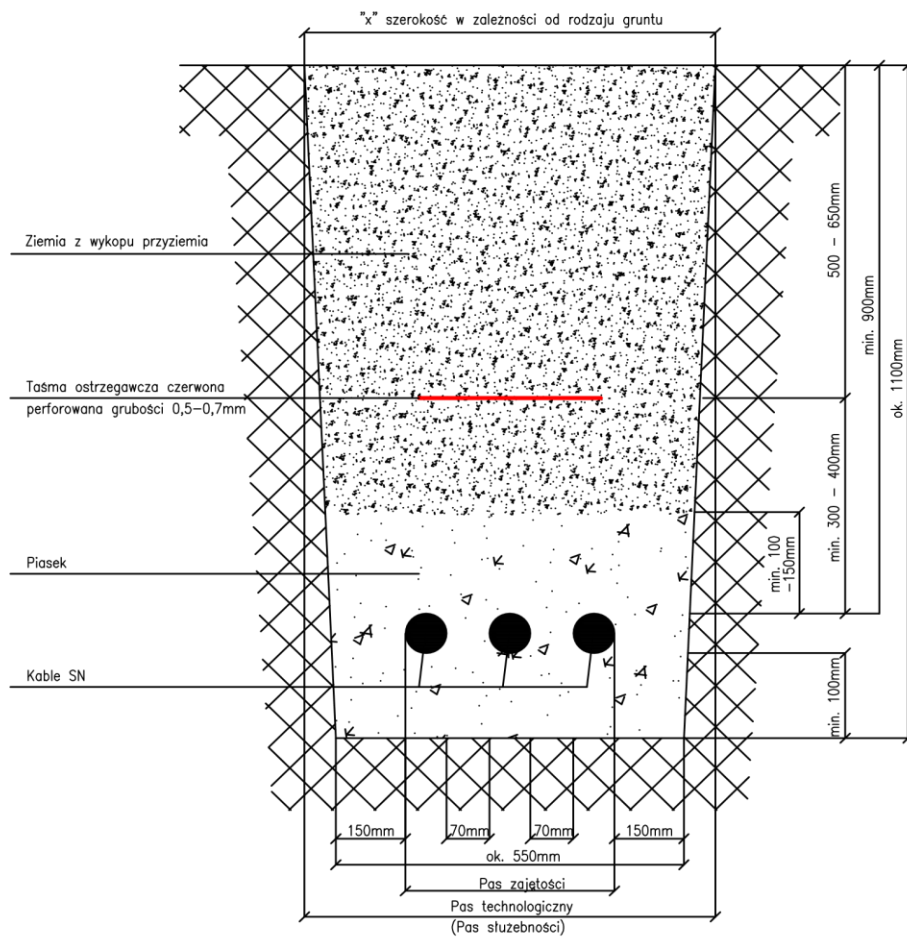
W przypadku wykonywania przewiertów przy wprowadzaniu kabli, każdy przewiert należy wyposażyć w dodatkową rurę osłonową (rezerwową).

Kable SN układane w obrysie mis olejowych gdzie poruszają się samochody technologiczne (zwyżki, dźwigi itp.) należy układać na głębokości min. 1,5m i powinny być osłonięte przed uszkodzeniami mechanicznymi.

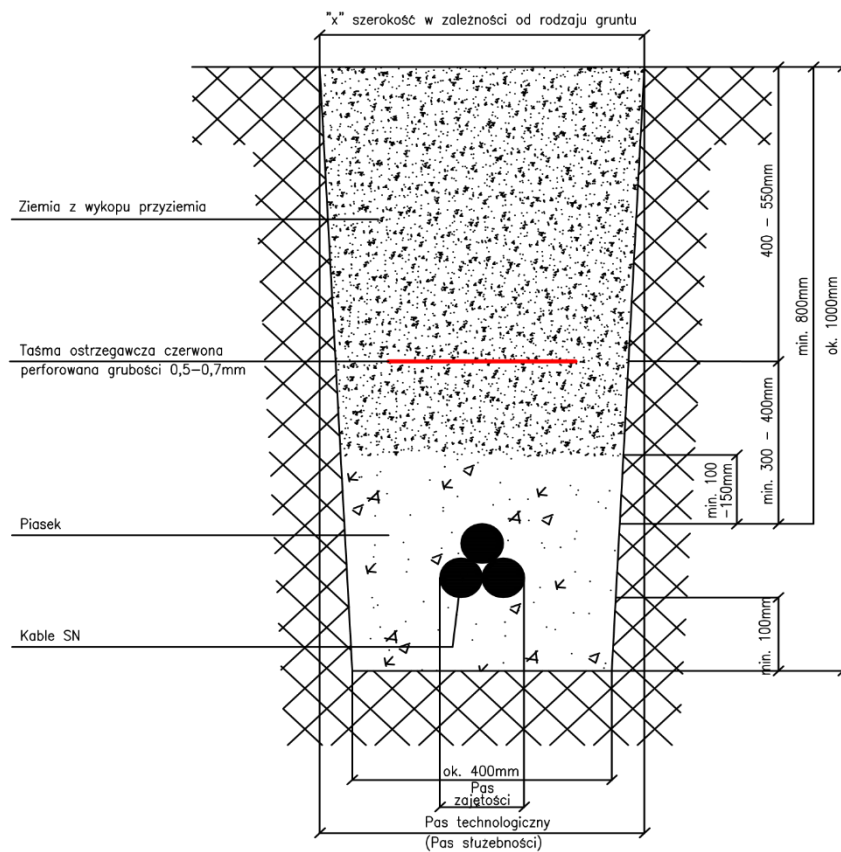
Linię kablową zasilającą rozd. p.wł. SN należy przyłączyć bezpośrednio do mostu szynowego przyłączonego do zacisków TR/AT. Po przyłączeniu kabli poprzez głowice kablowe, należy połączenie to zaizolować.

Uchwyty kablowe przy ATR-ach powinny mieć możliwość przesuwania się wzdłuż osi kabla.

W przypadku rozwiązania wyprowadzenia uzwojenia SN TR/AT w postaci izolatora przepustowego, szynoprzewody mostu szynowego do tych izolatorów należy zaizolować.



Rys. 1 Przykład linii kablowej SN wykonanej kablami jednożyłowymi ułożonymi w wykopie, w układzie płaskim.



Rys. 2 Przykład linii kablowej SN wykonanej kablami jednożyłowymi ułożonymi w wykopie, w układzie trójkątnym na terenie o gęstej zabudowie.

8.2. Układanie kabli metodą wykopu otwartego

Kable należy układać w warstwie piasku zgodnie z Rysunkami 1 i 2 stosując piasek budowlany: gliniasty lub pylasty. Nie dopuszcza się stosowania żwiru. Stosowanie warstwy piasku nie jest wymagane, jeżeli linia kablowa układana jest na obszarze, na którym występują grunty: mineralne, drobnoziarniste, mało spoisłe lub niespoisłe taki jak: piasek, piasek gliniasty, pyły, pył piaszczysty.

Trójkątne wiązki kabli jednożyłowych należy spinać izolacyjnymi opaskami kablowymi samozaciskowymi o szerokości minimum 4,0 mm nie rzadziej niż co 2,0 m. W miarę możliwości kable należy układać w wykopie linią falistą, a miejsca narażenia kabli na naprężenia mechaniczne należy układać z zapasem umożliwiającym kompensowanie zmian wywołanych warunkami otoczenia. W gruncie rodzimym służącym do zasypiania rowu kablowego nie mogą znajdować się kamienie, gruzy oraz inne ostre materiały.

Zalecane jest, aby promień zgięcia łuków załomu trasy linii kablowej w pionie lub poziomie przy rozciąganiu kabla nie były mniejsze niż 1,2 m lecz nie mniejszy niż 25 - krotna zewnętrzna średnica kabla.

Temperatura otoczenia i temperatura kabla przy jego układaniu nie powinna być niższa niż 0°C. Dopuszcza się układanie kabli w niższej temperaturze otoczenia tj. do - 10°C, jeżeli jest to zgodne z zaleceniami producenta kabla.

8.3. Oznakowanie trasy linii kablowej

Na powierzchni terenu, gdzie przebiega linia kablowa, należy zamontować oznaczniki (np. betonowe) co 100 metrów i w miejscach:

- a) przy skrzyżowaniach z drogami,
- b) przy skrzyżowaniach z innymi instalacjami,
- c) przy wprowadzaniu kabli do budynków,
- d) na załomach linii,
- e) tam, gdzie są mufy.

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

Oznaczniki kabli ułożonych w kanałach i tunelach należy umieszczać w odstępach nie większych niż 20 m.

Nad kablami na całej długości w odległości 30 cm – 40 cm nad kablami należy układać taśmę koloru czerwonego o takiej szerokości, aby wystawała poza obrys kabli z każdej strony po 5 cm.

8.4. Układanie kabli w kanałach kablowych

Kable układane w kanale kablowym należy rozkładać na rolkach kablowych, które są przymocowane bezpośrednio do konstrukcji, na której ułożony zostanie kabel. Przy niewielkich długościach

oraz głębokości kanału do 0,5 m, dopuszczalne jest rozkładanie kabli wzdłuż kanału i przełożenie ich na konstrukcje kablowe w kanale. Kable ułożone na konstrukcjach kablowych muszą być przymocowane za pomocą uchwytów z tworzywa sztucznego lub metalowych niemagnetycznych.

8.5. Ochrona kabli przed uszkodzeniem mechanicznym w ziemi

W celu zapewnienia odpowiedniej ochrony mechanicznej w miejscach, w których w trakcie użytkowania kabli SN mogą wystąpić naprężenia mechaniczne i możliwość ich uszkodzenia, kable należy chronić rurami osłonowymi o średnicy minimum 160 mm wykonanymi z polietylenu o wysokiej gęstości (PEHD), koloru czerwonego, spełniające następujące wymagania:

a) należy stosować rury o odpowiedniej odporności na ściskanie wyrażonej w niutonach nie mniejszej niż:

- 450 N dla rur układanych w ziemi bez stałych obciążeń mechanicznych, w miejscach gdzie występuje zbliżenie z inną infrastrukturą,
- 750 N dla rur ułożonych w miejscach gdzie występują obciążenia mechaniczne,

b) rury osłonowe powinny być wykonane jako jednowarstwowe, dwuwarstwowe z karbowaną lub gładką ścianką zewnętrzną i gładką ścianką wewnętrzną, dwudzielne. Rury należy łączyć ze sobą za pomocą złącza kielichowego, złączek z elementami uszczelniającymi lub zgrzewanymi,

c) końce elementów osłonowych kabla należy zabezpieczyć przed możliwością przedostania się do jej wnętrza elementów gruntu w postaci mułu lub piasku za pomocą przeznaczonych do tego celu uszczelnień odpornych na warunki środowiskowe:

- systemami wodoszczelnych przepustów kablowych – na wprowadzeniach do budynków,
- z mas, taśm, rur termokurczliwych – w pozostałych przypadkach.

Zabrania się stosowania uszczelnienia w postaci pianki poliuretanowej,

d) średnica wewnętrzna rury osłonowej, w przypadku pojedynczego kabla nie powinna być mniejsza niż 100 mm i 1,5 średnicy kabla, a w przypadku wiązki 3 kabli średnica rury osłonowej nie powinna być mniejsza niż 160 mm i 3 x suma powierzchni przekroju poszczególnych kabli.

8.6. Sposoby układania kabli w rurach osłonowych

Kable jednożyłowe tworzące układ trójfazowy o napięciu znamionowym do 30 kV, należy układać w jednej rurze osłonowej.

8.7. Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli z innymi kablami, sieciami podziemnymi, drogami wewnętrznymi

W miejscach skrzyżowań kable należy układać w rurach osłonowych całych lub dzielonych, koloru czerwonego, wykonanych z twardego polietylenu HDPE.

Trasę linii kablowej należy prowadzić w odległości min. 1,5 m od występującej w ziemi infrastruktury technicznej. W przypadku gdy nie ma możliwości uniknięcia zbliżeń na odległość mniejszą niż 1,5 m, kable na tych odcinkach należy chronić dwudzielnymi rurami osłonowymi.

Najmniejsza dopuszczalna odległość między kablami:

- a) pionowa na skrzyżowaniu – 15 cm,
 - b) pozioma przy zbliżeniu – 10 cm dla kabli przy zbliżeniu z kablami tego samego przedziału napięć znamionowych linii a 25 cm dla kabli przy zbliżeniu z kablami o napięciu znamionowym do 30 kV.
- Skrzyżowanie kabli z mufami innych kabli nie jest dopuszczalne. Najmniejsza dopuszczalna odległość przy zbliżeniu z mufami innych kabli tego samego przedziału napięć znamionowych to 10 cm, a w przypadku zbliżeń z mufami kabli o napięciu znamionowym $1\text{kV} \leq U_0 \leq 30\text{kV}$ to 25 cm.

Powyższy zapis zostanie uzupełniony o:

„Skrzyżowania kabli z drogami oraz urządzeniami podziemnymi i innymi kablami zaleca się wykonywać pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w największym miejscu krzyżowanego.”

8.8. Wymagane zapasy kabli przy ich układaniu

Przy układaniu kabla należy również zabudować zapasy kabla o minimalnej długości wystarczającej do wykonania jednej głowicy kablowej wraz z możliwością podłączenia żyły powrotnej do uziemienia przy:

- a) podejściach do celek rozdzielni w kablowniach,
- b) w ziemi przed wejściem do budynku (jeśli nie ma miejsca na umieszczenie zapasu w budynku),
- c) w ziemi przed wejściem do rury osłonowej zamontowanej na konstrukcjach wsporczych pod głowice kablowe.

W przypadku konieczności wykonania mufy na kablu, po obu stronach tej mufy należy również pozostawić zapas kabla o długości min. 2m. Połączenia mufowe oraz zapasy na kablu w ziemi należy nanieść na inwentaryzację geodezyjną powykonawczą.

9. Wymagania dotyczące prób

9.1. Próby typu kabli i osprzętu

- a) próby typu kabli, muf oraz głowic specyfikowanych w niniejszym standardzie powinny być przeprowadzane zgodnie z odpowiadającymi im normami IEC 60502-2, PN-HD 620 S2, PN-EN 60228, PN-HD 629-1-S3, PN-HD 629-1-S3/A1, PN-EN 61442. Zakres prób powinien obejmować wszystkie próby typu wymienione w powyższych normach. Próby typu powinny być przeprowadzone przez jednostki badawcze posiadające ważną akredytację nadawaną przez krajowe jednostki akredytujące na zasadach określonych w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. Wraz z raportem z prób typu należy dostarczyć certyfikat potwierdzających akredytację laboratorium wykonującego próby,
- b) raport z próby typu powinien być dostarczony w języku polskim lub jako tłumaczenie na język polski wraz z oryginałem, w formie papierowej lub elektronicznej. Protokoły z prób muszą zawierać

wszystkie dane niezbędne do oceny metodologii ich wykonania oraz uzyskanych wyników badań zarówno elektrycznych jak i nieelektrycznych,

- c) wszystkie wymienione w niniejszym standardzie próby przeprowadza wykonawca własnym kosztem i staraniem.

9.2. Próby wyrobu kabli

- a) próby wyrobu kabli specyfikowanych w niniejszym standardzie muszą być wykonane na każdym fabrykacyjnym odcinku kabla, w zakresie i w sposób zgodny z określonym w normie w celu wykrycia wad materiałowych i montażowych charakterystycznych dla usterek początkowego okresu eksploatacji,
- b) próby wyrobu muszą potwierdzić zachowanie wszystkich charakterystyk i parametrów znamionowych zawartych w niniejszej specyfikacji,
- c) dla kabli, muf oraz głowic specyfikowanych w niniejszym standardzie wymagane są wszystkie próby wyrobu wymagane w odpowiadających im normom IEC 60502-2, PN-HD 620 S2, PN-EN 60228, PN-HD 629-1-S3, PN-HD 629-1-S3/A1, PN-EN 61442,
- d) wymagane próby wyrobu kabla przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Wymagane próby wyrobu kabla.

| Badanie | Kryterium |
|--|---|
| Pomiar rezystancji żyły kabla po wstępnym kondycjonowaniu badanej próbki w zależności od jej wielkości | Zgodnie z aneksem A PN-EN 60228 |
| Próba izolacji napięciem przemiennym (AC), 50 Hz $3,5U_0$ w ciągu 5 min /na żyłę | Brak przebić |
| Pomiar poziomu wyładowań niezupełnych przy napięciu $2U_0$ | ≤ 5 pC, przy czym wymagane jest wstępne kondycjonowanie próbki napięciem $1,2U_{\text{probieczone}}$ w ciągu 1 min |

9.3. Próby pomontażowe linii kablowej (wraz z osprzętem)

Badania pomontażowe nowo zbudowanej lub zmodernizowanej linii należy wykonać przed włączeniem jej do eksploatacji. Próby elektryczne kompletnej linii kablowej powinny być wykonane w sposób zgodny z określonym w odpowiadających normach wymienionych w niniejszej specyfikacji. Zakres badań podany został w tabeli 5.

Tabela 5. próby pomontażowe.

| Opis próby | kryteria |
|---|--|
| Sprawdzenie kolejności faz i ciągłości żył roboczych i powrotnych | Sprawdzenie ciągłości żył roboczych należy przeprowadzić używając do pomiaru źródła prądu stałego o napięciu nie wyższym niż 24 V |
| Sprawdzenie szczelności powłoki położonego kabla. Należy wykonać próbę napięciową powłoki napięciem stałym lub wyprostowanym o polaryzacji dodatniej i o wartości 5 kV. | Należy wykonać próbę napięciową powłoki napięciem stałym lub wyprostowanym o polaryzacji dodatniej i o wartości 5 kV. Powłoka powinna wytrzymać napięcie probiercze w czasie 5 minut bez przebicia i przeskoku. |
| <p>Próba napięciowa izolacji głównej z pomiarem wyładowań niezupełnych dla każdej z faz i pomiarem współczynnika stratności dielektrycznej tgδ*):</p> <p>a) napięciem przemiennym sinusoidalnym (AC) o stałej amplitudzie i stałej częstotliwości, zawartej między 20 a 300 Hz o wartości skutecznej napięcia równej 2*U0 w czasie 15 minut. Zaleca się aby nominalną częstotliwością było 50 Hz (nominalna sieciowa),</p> <p>b) napięciem przemiennym cosinusoidalno-prostokątnym (VLF-CP) o stałej amplitudzie zawartej między 0,01 a 0,1 Hz o wartości maksymalnej napięcia równej 3*U0 w czasie 15 minut. Nominalną częstotliwością napięcia powinna zachodzić wg krzywej napięcia przemiennego cosinusoidalnego o nominalnej częstotliwości 50 Hz. Dopuszcza się zmianę biegunowości wg krzywej z zakresu 20-300 Hz.</p> | Brak przebicia izolacji pomiędzy żyłą roboczą i uziemioną żyłą powrotną |
| Pomiar rezystancji izolacji. Pomiar należy wykonać za pomocą miernika rezystancji izolacji o napięciu 2,5 kV. Pomiary należy wykonać za pomocą miernika rezystancji izolacji o napięciu 2,5 kV. Przed pomiarem rezystancji izolacji kabli powierzchnie zewnętrzne głowic powinny być oczyszczone. Czyszczenie głowic powinno być wykonane z zastosowaniem technik wskazanych przez producenta. Przed pomiarem kabel wraz z osprzętem należy każdorazowo rozładować i pozostawić uziemiony do czasu pomiaru (na czas > 1 min.) Po pomiarze rezystancji izolacji kabel powinien być rozładowany, a poszczególne żyły zwarte i skutecznie uziemione do czasu następnej czynności pomiarowej lub do czasu tuż przed podłączeniem linii do sieci. | Zmierzona wartość rezystancji w stanie ustalonym w linii o długości 1 km nie powinna być mniejsza niż: 100 MΩ dla kabla o izolacji polietylenowej (XLPE, PE. Przy innych długościach kabla zmierzona rezystancję izolacji (Rzm) należy przeliczyć na 1 km długości kabla (Rlkm) wg wzoru: $Rlkm = Rzm \times l$ gdzie: l oznacza długość kabla w km. |
| Pomiary rezystancji żył kabla. | |
| *) Jeżeli zakończenie kabla znajduje się na transformatorze lub w rozdzielnicy, próbę należy uzgodnić między Zamawiającym i Wytwórcą transformatora lub Wytwórcą rozdzielnicy. | |

9.4. Próby odbiorcze FAT kabli

- a) dostawca deklaruje wykonanie próby FAT dla linii kablowej dostarczanej dla PSE S.A. o długości ≥ 500 m,
- b) dostawca deklaruje przekazanie raportów z prób wyrobu dostarczanych kabli SN wraz z programem testów FAT lub w przypadku braku realizacji testów FAT, wynikających z ppkt. a), przed dostarczeniem na obiekt,
- c) zakres prób zostanie uzgodniony pomiędzy PSE S.A. oraz producentem na warunku ppkt. a),
- d) próby FAT odbywają się przy udziale przedstawicieli zamawiającego na warunku ppkt. a),
- e) pozytywna próba FAT lub w przypadku braku realizacji prób FAT, zgodnie z ppkt. a), pozytywna próba wyrobu zwalnia dostawę kabli SN na obiekt,
- f) zakres programu znajduje się w załączniku nr 2.

10. Wymagane parametry gwarantowane kabla SN

Producent dostarczy PSE S.A. wypełniony formularz z załącznika nr 1 zawierający dane techniczne kabli SN. W kolumnie opisanej jako „Wartość/opis” należy umieścić oferowane wartości parametrów, które spełniają wymagania opisane w kolumnie o nazwie „Wymaganie”.

Ponadto:

- a) wypełniony formularz należy wydrukować i dostarczyć w wersji papierowej oraz w postaci elektronicznej (na płycie CD/pendrive/e-mail). Obie wersje muszą być identyczne pod względem treści,
- b) producent jest odpowiedzialny za spełnienie wszystkich wymagań zwartych w niniejszej specyfikacji.

Załącznik nr 1 – TABELA danych gwarantowanych kabla SN.

| Opis parametru | | Wymaganie | Wartość/Opis |
|---|--|--|--------------|
| Wymagania konstrukcyjne żyły roboczej kabla SN | | | |
| Materiał żyły roboczej | | Miedź (Cu) lub Aluminium (Al) | |
| Konstrukcja | | 1 -żyłowy | |
| Budowa żyły | | Okrągła, wielodrutowa, zagęszczona , klasa 2 | |
| Przekrój znamionowy żyły roboczej | | (informacja) | |
| Średnica zewnętrzna żyły | maksymalna | (informacja) | |
| | minimalna | | |
| Średnica zewnętrzna kabla | maksymalna | (informacja) | |
| | minimalna | | |
| Rezystancja DC przy 20°C | | informacja (dla drutów gołych) | |
| Wymagania izolacji kabla SN | | | |
| Materiał izolacji głównej | | XLPE | |
| Grubość znamionowa (średnia) | | 5,5 mm | |
| Współczynnik stratności dielektrycznej (tg δ) | Przy temperaturze pokojowej 15°C do 25°C | $\leq 40 \times 10^{-4}$ | |
| | przy temperaturze 95°C do 100°C | $\leq 80 \times 10^{-4}$ | |
| Wymagania żyły powrotnej kabla SN | | | |
| materiał | | Miedź (Cu) | |
| konstrukcja (liczba drutów) | | Druty okrągłe i taśma Cu nawinięta spiralnie | |
| Przekrój znamionowy żyły | | Zgodnie z dokumentacją projektową | |
| Rezystywność DC żyły powrotnej przy 20°C, maksymalna | | (informacja) | |
| Parametry znamionowe kabla SN | | | |
| Najwyższe napięcie | | 7,2 kV 12 kV 17,5 kV ¹ 24 kV ² 36 kV | |
| Napięcie próby | | 20 kV 28 kV 38 kV 50 kV 70 kV | |
| Napięcie udarowe | | 40 kV 60 kV 75 kV 95 kV 125 kV 145 kV | |

| Opis parametru | Wymaganie | Wartość/Opis |
|---|-----------------------------------|--------------|
| | 170 kV | |
| ¹ Dla najwyższego napięcia 17,5 kV napięcie udarowe należy dobrać z zakresu ≥ 95 kV ² Dla najwyższego napięcia 24 kV napięcie udarowe należy dobrać z zakresu ≥ 125 kV | | |
| Parametry cieplne kabla SN | | |
| Dopuszczalna długotrwała temperatura żyły roboczej | 90°C | |
| Dopuszczalna temperatura żyły roboczej przy zwarciach ($\leq 5s$) | 250°C | |
| Dopuszczalna temperatura żyły powrotnej przy zwarciach ($\leq 5s$) | 350°C | |
| Parametry mechaniczne kabla SN | | |
| Masa kompletnego kabla | (informacja) | kg/km |
| Minimalny dopuszczalny promień zginania układanego kabla | (informacja) | m |
| Minimalna dopuszczalna temperatura otoczenia układanego kabla | Z powłoką PVC | -5°C |
| | Z powłoką PE | - 20°C |
| Maksymalna dopuszczalna siła uciągu układanego kabla | (informacja) | kN |
| Maksymalna dopuszczalna siła docisku układanego kabla do jednej rolki ($\varnothing 80mm$) | (informacja) | kN |
| Rezystancja robocza (AC, 90°C) żyły roboczej | (informacja) | |
| Straty mocy w linii przy obciążeniu dopuszczalnym | całkowite | (informacja) |
| | w żyłach roboczych | |
| Obciążalność zwarciova żyły roboczej, w ciągu 1 s (w zależności od mocy zwarciovej w miejscu przyłączenia) | Zgodnie z dokumentacją projektową | |
| Obciążalność zwarciova żyły powrotnej (w zależności od mocy zwarciovej w miejscu przyłączenia) | Zgodnie z analizą zwarciową | |
| Parametry głowicy wewnętrznej w izolacji powietrznej | | |
| Materiał żyły roboczej | Miedź (Cu) lub Aluminium (Al) | |
| Przekrój znamionowy | Zgodnie z dokumentacją projektową | |
| Materiał izolatora | Guma silikonowa lub EPDM | |
| Materiał końcówki | Miedź (Cu) lub Aluminium (Al) | |
| Dynamiczna wytrzymałość zwarciova: (w zależności od mocy zwarciovej w miejscu przyłączenia) | Zgodnie z analizą zwarciową | |

| Opis parametru | Wymaganie | Wartość/Opis |
|---|-----------------------------------|--------------|
| Parametry głowicy konektorowej napowietrznej do transformatora | | |
| Materiał żyły roboczej | Miedź (Cu) | |
| Przekrój znamionowy | Zgodnie z dokumentacją projektową | |
| Materiał izolatora | Guma silikonowa lub EPDM | |
| Typ złączki | (śrubowa lub prasowana) | |
| Materiał końcówki | Miedź (Cu) | |
| Dynamiczna wytrzymałość zwarciova: (w zależności od mocy zwarciovej w miejscu przyłączenia) | Zgodnie z analizą zwarciova | |
| Obciążalność zwarciova żyły roboczej (w zależności od mocy zwarciovej w miejscu przyłączenia) | Zgodnie z analizą zwarciova | |
| Parametry głowicy konektorowej do rozdzielnicy SF₆ | | |
| Materiał żyły roboczej | Miedź (Cu) | |
| Przekrój znamionowy | Zgodnie z dokumentacją projektową | |
| Materiał izolatora | Guma silikonowa lub EPDM | |
| Typ złączki | (śrubowa lub prasowana) | |
| Materiał końcówki | Miedź (Cu) | |
| Dynamiczna wytrzymałość zwarciova: (w zależności od mocy zwarciovej w miejscu przyłączenia) | Zgodnie z analizą zwarciova | |
| Obciążalność zwarciova żyły roboczej (w zależności od mocy zwarciovej w miejscu przyłączenia) | Zgodnie z analizą zwarciova | |
| Wyposażona w pojemnościowy dzielnik napięcia | Wymagane wyposażenie | |

Załącznik nr 2 - Ramowy program FAT kabla SN

PROJEKT:

DATA
BADAŃ:

MIEJSCE
BADAŃ

TYP
BADANEGO
KABLA

DŁUGOŚĆ
BADANEGO
KABLA

1. Wykonanie badań, m.in.:
 - a) próba napięciowa,
 - b) pomiar wyładowań niezupełnych,
 - c) pomiar rezystancji żyły powrotnej i roboczej,
 - d) pomiar pojemności.
2. Badania przeprowadzane na próbce kabla pobranej z bębna:
 - a) sprawdzenie konstrukcji kabla,
 - b) pomiar wydłużenia pod obciążeniem w podwyższonej temperaturze.
3. Przegląd polityki kontroli jakości w fabryce.
4. Zapoznanie się z produkcją kabli SN w fabryce.
5. Spisanie protokołu.