

Przewód	Opis
HDHp	Przewód o żyłach miedzianych jednodrutowych (D) o izolacji z tworzywa bezhalogenowego(H) i powłoce z tworzywa bezhalogenowego (H), płaski (p)

Oznaczenie

H – powłoka wykonana z tworzywa bezhalogenowego

D – żyła wykonana z jednego drutu

H – izolacja wykonana z tworzywa bezhalogenowego

p – płaski

-O – przewód bez żyły ochronnej (zielono-żółtej)

-J – przewód z żyłą ochronną (zielono-żółtą)

Dobór

Zastosowanie:

Przewód HDHp przeznaczony jest do zasilania urządzeń i instalacji elektrycznych w obiektach, w których wymagany jest podwyższony poziom bezpieczeństwa pożarowego oraz ograniczenie emisji dymu i substancji toksycznych.

Przewód znajduje zastosowanie w szczególności w:

- budynkach użyteczności publicznej, takich jak szpitale, szkoły, przedszkola, hotele oraz porty lotnicze;
- infrastrukturze transportowej, w tym na stacjach metra, dworcach kolejowych i w innych obiektach, w których szczególne znaczenie ma zapewnienie bezpiecznych dróg ewakuacyjnych;
- obiektach przemysłowych, zwłaszcza w zakładach produkcyjnych o dużym zagęszczeniu urządzeń i aparatury sterowniczej;
- instalacjach wymagających elastycznych możliwości montażu, w pomieszczeniach suchych i wilgotnych.

Przewód HDHp jest przeznaczony do instalowania na stałe. Może być układany bezpośrednio w betonie, wtynkowo, pod tynkiem oraz na tynku, zgodnie z wymaganiami dotyczącymi danego sposobu instalacji.

Warunki otoczenia:

Przewód HDHp nie jest odporny na bezpośrednie promieniowanie UV ani wilgoć gruntową.

Przy montażu na zewnątrz lub w ziemi wymaga stosowania szczelnych rur osłonowych lub kanałów.

Temperatura pracy:

-40°C do +70°C

Wybór typu kabla powinien być uzależniony od takich czynników jak przebieg trasy kablowej, metoda instalacji oraz warunki eksploatacyjne.

Moc znamionowa urządzenia:

Prąd znamionowy przewodu powinien być wyższy lub równy prądowi znamionowemu urządzenia, które będzie zasilane.

Reakcja na ogień:

Przewody HDHp produkowane są w wykonaniach o klasach reakcji na ogień:

- HDHp-J(O) 450/750V B2ca, s1a, d0, a1
- HDHp-J(O) 450/750V Dca, s1a, d0, a1

Klasyfikacja reakcji na ogień określa zachowanie przewodu w warunkach pożaru. Zgodnie z zasadami klasyfikacji stosowanymi dla kabli i przewodów przeznaczonych do stosowania w obiektach budowlanych poszczególne oznaczenia określają:

Dca, s1a, d0, a1	Dca - klasa ogólna reakcji na ogień. Oznacza przewód o średniej/podstawowej odporności na rozprzestrzenianie ognia. s1a – emisja dymu. Oznacza bardzo niski poziom wydzielania dymu i doskonałą widoczność w trakcie pożaru (najwyższa podkategoria w klasie s1). d0 – płonące krople/cząstki. Oznacza brak spadania płonących kropeł lub cząstek w określonym czasie spalania. a1 – kwasowość i korozyjność gazów powiązanych ze spalaniem. Poziom a1 oznacza bardzo niską kwasowość wydzielanych gazów (niska korozyjność, bezpieczna dla ludzi i sprzętu)
B2ca, s1a, d0, a1	B2ca – wysoka klasa reakcji na ogień (kabel jest trudno zapalny i słabo rozprzestrzenia ogień). s1a – bardzo mała ilość wydzielanego dymu podczas pożaru (najwyższy poziom przejrzystości powietrza ułatwiający ewakuację). d0 – brak spadających, płonących kropli lub cząstek podczas spalania. a1 – bardzo niska kwasowość i korozyjność wydzielanych gazów (gazy te są bezpieczniejsze dla ludzi i mniej niszczą sprzęt elektroniczny).

Wykonanie przewodu HDHp w klasie B2ca - s1a, d0, a1 zapewnia wyższy poziom właściwości w zakresie reakcji na ogień i może być stosowane w miejscach, dla których wymagane są bardziej rygorystyczne parametry.

Wykonanie Dca – s1a, d0, a1 przeznaczone jest do zastosowań, dla których wymagana lub dopuszczona jest klasa reakcji na ogień Dca lub niższa, przy jednoczesnym zachowaniu korzystnych parametrów dotyczących wydzielania dymu, płonących kropli i kwasowości produktów spalania.

Ostateczny dobór klasy reakcji na ogień przewodu powinien być każdorazowo dokonany z uwzględnieniem przeznaczenia obiektu, miejsca prowadzenia instalacji oraz wymagań określonych w dokumentacji projektowej.

Przy doborze przewodu należy uwzględnić wymagania dotyczące klasy reakcji na ogień wynikające z rodzaju obiektu oraz miejsca prowadzenia instalacji. Norma N SEP-E-007:2017-09 oraz publikacja Instytutu Techniki Budowlanej „Kable elektroenergetyczne stosowane w budynkach. Wymagania dotyczące reakcji na ogień” określają zalecane minimalne klasy reakcji na ogień kabli i przewodów w zależności od charakterystyki budynku lub strefy pożarowej oraz ich usytuowania, w szczególności w odniesieniu do prowadzenia instalacji w obrębie i poza obrębem dróg ewakuacyjnych.

Montaż

Przewody są przeznaczone do układania w pomieszczeniach suchych i wilgotnych, na tynku, wtyrkowo i pod tynkiem, w ścianach murowanych i bezpośrednio w betonie, jedynie do układania na stałe, w przypadku instalacji na zewnątrz lub pod ziemią należy umieścić kable w szczelnych kanałach kablowych lub rurach osłonowych.

Nie należy przebijać ich gwoździem lub zszywaczem, ponieważ grozi to powstaniem zwarcia lub porażeniem osoby, która miałaby bezpośredni kontakt z uszkodzonym w ten sposób przewodem.

Przewód nie jest przeznaczony do układania bezpośrednio w ziemi. W razie konieczności prowadzenia go w ten sposób, należy zastosować rury osłonowe zabezpieczające przewód przed uszkodzeniami mechanicznymi, naciskiem ziemi, wilgocią oraz gryzoniami.

Przepusty/rury

a) W celu zapewnienia swobodnego wprowadzania oraz przemieszczania kabli zaleca się, aby wewnętrzna średnica przepustów i rur była odpowiednio duża.

b) Dla zwiększenia odporności rur na obciążenia dynamiczne, wynikające z oddziaływania czynników mechanicznych i drgań, zaleca się ich zabezpieczenie warstwą podsypki piaskowej.

d) Podczas montażu rur należy uwzględnić minimalny dopuszczalny promień gięcia kabli, aby uniknąć ich uszkodzenia oraz zapewnić prawidłowe warunki eksploatacyjne.

Rozwijanie i układanie kabli

Kable powinny być rozwijane i układane w sposób minimalizujący ryzyko ich uszkodzenia. W tym celu należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

a) Warunki pracy kabli, w tym:

- rozmieszczenie kabli,
- temperatura otoczenia,
- różnice temperatur,
- liczba kabli i sposób ich ułożenia (np. układ trójkątny lub płaski),
- wzajemne oddziaływanie między kablami,
- czynniki mechaniczne, takie jak nacisk, rozciąganie, ścinanie i wibracje,
- ochrona kabla przed promieniowaniem UV,
- odporność gruntu na przewodzenie ciepła oraz inne właściwości termiczne.

b) Prąd upływu lub prądy błądzące i związane z nimi ryzyko korozji.

c) Ruchy podłoża, drgania i wstrząsy.

d) Materiał użyty do zasypywania kabli powinien być dostosowany do rodzaju powłoki kabla, aby zapobiec mechanicznym uszkodzeniom w trakcie układania oraz obciążeniom eksploatacyjnym.

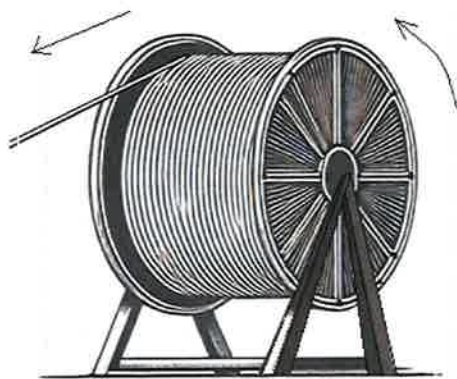
e) Ochrona przed wpływem zewnętrznych substancji chemicznych.

2. Średnica kanału kablowego lub rury powinna wynosić co najmniej 1,5-krotność średnicy kabla. Układanie kilku kabli w jednej rurze nie jest zalecane. Aby uniknąć wstrząsów, należy stosować odpowiednie podpory.
3. Instalację kabli należy przeprowadzać w sposób ograniczający rozprzestrzenianie się ognia w przypadku pożaru. Przy projektowaniu trasy kablowej należy uwzględnić zabezpieczenia przeciwpożarowe.
4. Temperatura kabla przy instalowaniu i montażu wynosić powinna od 5°C do 70°C. W przypadku, gdy temperatura kabla spadnie poniżej tej wartości, należy podgrzać kabel do odpowiedniego poziomu, co może potrwać od jednego do dwóch dni (np. w ogrzewanym magazynie).
5. W trakcie instalacji minimalny dopuszczalny promień gięcia wynosi $6 \cdot d$, gdzie d – mniejszy wymiar zewnętrzny kabla.
6. **Kierunek gięcia**
Kabel płaski należy układać i formować w taki sposób, aby jego gięcie odbywało się w płaszczyźnie prostopadłej do jego szerokości. Podczas układania należy unikać skręcania kabla oraz jego zginania w płaszczyźnie szerokiej, tj. wzdłuż jego powierzchni. Nie należy również stosować ostrych załamań ani wymuszać promienia gięcia mniejszego od zalecanego dla danego typu kabla. Nieprawidłowe prowadzenie może prowadzić do uszkodzenia izolacji oraz trwałego odkształcenia miedzianych żył jednodrutowych.
7. Możliwe jest zmniejszenie promienia gięcia do 50% dopuszczalnej wartości, pod warunkiem spełnienia następujących kryteriów:
 - dotyczy to pojedynczego zgięcia,
 - prace wykonują doświadczeni pracownicy,
 - kabel jest nagrzany do temperatury powyżej 30°C,
 - zgięcie jest wykonywane przy użyciu szablonu.
8. **Łączenie kabli**
Kable powinny być łączone za pomocą złączek kablowych.
9. Podczas układania kabla należy dokładnie sprawdzić jego stan, zwłaszcza unikać uszkodzeń powierzchni zewnętrznej kabla.
Kapturek uszczelniający z końca kabla znajdującego się na bębnie powinien być zdejmowany wyłącznie bezpośrednio przed montażem złączki łączącej dwa kable. Po zdjęciu kapturek ochronnych końca kabla, które nie są jeszcze zabezpieczone, należy chronić przed wilgocią.
10. W przypadku prowadzenia kabli w pionie na ścianie, maksymalna odległość między uchwytami nie powinna przekraczać 1,5 m.

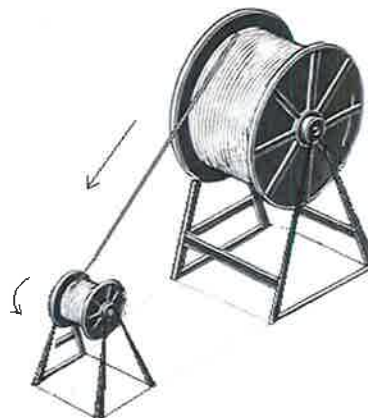
Przewijanie i odwijanie kabli

- Odwijanie kabli w temperaturze poniżej -5°C jest zabronione.
- **Warunki rozwijania kabli w niskiej temperaturze**
Jeśli sytuacja wymaga rozwijania kabli przechowywanych w temperaturze poniżej -5°C , należy je wcześniej przechowywać przez 24 godziny w pomieszczeniu o temperaturze powyżej $+10^{\circ}\text{C}$. Proces rozwijania musi odbywać się w ciągu 2 godzin z prędkością nieprzekraczającą 20 m/min, w sposób ostrożny.
- **Przygotowanie bębna przed rozwijaniem**
Przed rozpoczęciem odwijania należy upewnić się, że bęben jest odpowiednio odblokowany – usunąć wystające elementy, takie jak skobele, klamry lub inne mocowania.
- **Dokładne dokręcenie śrub bębna**
Zanim rozpocznie się rozwijanie, należy sprawdzić i dokręcić śruby łączące tarcze bębna, aby zapobiec ich poluzowaniu.
- **Prawidłowy dobór średnicy osi**
W urządzeniach do odwijania konieczne jest dobranie średnicy osi lub trzpienia tak, aby różnica między otworem bębna a osią wynosiła maksymalnie od 5 mm do 100 mm w zależności od rozmiaru bębna. Przekroczenie tej różnicy może skutkować uszkodzeniem bębna.
- **Urządzenie do odwijania z hamulcem**
Urządzenie powinno być wyposażone w hamulec, aby zapobiec samoczynnemu odwijaniu kabli. Obrót bębna jest dozwolony wyłącznie podczas kontrolowanego rozwijania, aby uniknąć niepotrzebnego naprężenia i uszkodzenia kabla.
- **Ograniczenie prędkości rozwijania**
Prędkość rozwijania kabla nie powinna przekraczać 20 m/min.

- Przewijanie oraz odwijanie kabla z bębna powinno być wykonywane w następujący sposób:



Rys. Prawidłowy sposób odwijania kabla z bębna



Rys. Prawidłowy sposób przewijania kabla z bębna na inny bęben



Rys. Błędny sposób odwijania kabla z bębna (ustawienie na jednej flanszy)



Rys. Błędny sposób przewijania kabla z bębna na inny bęben

- Kontrola stanu tarcz bębna podczas odwijania**

W trakcie odwijania należy uważnie monitorować stan tarcz bębna, szczególnie od strony wewnętrznej, gdzie nawinięty jest kabel. Może się zdarzyć, że niektóre gwoździe wysuną się podczas transportu lub przechowywania. Takie gwoździe należy usunąć, wbić na nowo lub zabezpieczyć, aby nie wystawały i nie powodowały uszkodzeń wnętrza bębna ani samego kabla.

- Zjawisko cofania się kabla i sposób jego ograniczenia**

Odwijanie kabla może prowadzić do wysuwania się jego końców wewnętrznych, co jest naturalnym skutkiem napięć powstających w kablu oraz procesu rozsychania się drewnianych bębnow. Problem ten występuje szczególnie, gdy bęben obraca się w kierunku przeciwnym do pierwotnego nawijania

kabla. Tego zjawiska nie da się całkowicie wyeliminować, ale można je ograniczyć. Jeśli przed odwijaniem nie zwolni się końca wewnętrznego kabla, może dojść do cofania się kabla wewnątrz bębna, co często prowadzi do jego uszkodzenia. Najczęstszą konsekwencją są tzw. "eski", czyli mocne zagięcia kabla w warstwie wewnętrznej. Uszkodzony w ten sposób odcinek kabla należy odciąć, gdyż nie nadaje się do dalszego użytkowania.

W wyniku zbyt dużego luzu kabel może się zwijać w spirale, co prowadzi do przeciążeń i zwiększa ryzyko uszkodzeń.

Sposoby ograniczenia zjawiska cofania się kabla:

- ❖ Regularne dokręcanie śrub bębna przed rozpoczęciem odwijania.
- ❖ Skrócenie długości odcinków kabla, zwłaszcza tych o dużych średnicach zewnętrznych.
- ❖ Niedopuszczenie do rozsychania się bębnow.
- ❖ Stałe utrzymywanie napięcia kabla i równomiernej prędkości podczas odwijania.

W sytuacjach wyjątkowych, przy pęknięciu bębnow, po konsultacji z producentem dopuszcza się odwijanie kabla z bębna w kierunku od dołu, zamiast od góry, z możliwością przewinięcia go na kolejny bęben od góry. W takim przypadku może dojść do sytuacji, w której wewnętrzny koniec kabla przemieści się przez otwór w tarczy bębna do jego wnętrza. Aby tego uniknąć, przed rozpoczęciem procesu odwijania zaleca się usunięcie termokurczliwego kapturka zabezpieczającego z końca kabla.

Szczegółowe wymagania dotyczące układania kabli w budynkach zostały opisane w normie N SEP-E-004.

Składowanie

Warianty składowania przewodu HDHp:

- na bębnach drewnianych
- na sklejkach
- krążki

Ważne jest, aby dobrać sposób składowania zgodny z minimalnym promieniem gięcia przewodu. Dla przewodu HDHp minimalny promień gięcia wyliczany jest ze wzoru:
 $6 \times d$, gdzie d – mniejszy wymiar zewnętrzny przewodu.

Rdzeń bębna

Średnica rdzenia powinna być zgodna z dopuszczalnym promieniem gięcia kabla.

Wypełnienie bębna kablem

Zewnętrzna warstwa kabla nawiniętego na bęben powinna znajdować się w takiej odległości od podłoża lub osłony ochronnej, aby zapewnić pełne zabezpieczenie przed ewentualnymi uszkodzeniami.

Kontrola kabli i bębnow

Kable i bębny należy sprawdzić podczas rozładunku w miejscu przechowywania. Inspekcja powinna obejmować zarówno stan bębnow drewnianych, jak i kabli. Ocena stanu bębnow musi uwzględniać wpływ obciążeń transportowych, takich jak drgania występujące w trakcie przewozu, przeciążenia wynikające z gwałtownego hamowania oraz wpływ niekorzystnych warunków środowiskowych.

Uszczelnienie końców kabli

W celu ochrony przed wnikaniem wilgoci podczas magazynowania i transportu konieczne jest stosowanie odpowiednich uszczelnień końców kabli, takich jak kapturki termokurczliwe z żelem uszczelniającym.

Zabezpieczenie kabli podczas układania etapowego

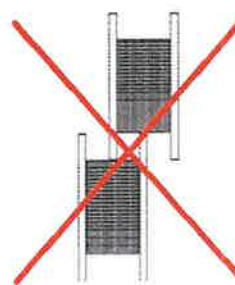
Jeśli kabel układa się etapami i część odcinka kabla jest odwijana lub odcinana z bębna, to po odcięciu należy natychmiast zabezpieczyć oba końce kapturkami termokurczliwymi. Podczas transportu oraz składowania końce przewodu powinny być trwale przymocowane do bębna.

Zasady przechowywania kabli

Zaleca się przechowywanie kabli w temperaturach zgodnych z zaleceniami producenta. Podczas przechowywania należy unikać poddawania kabli mechanicznym naprężeniom, takim jak wstrząsy, uderzenia, zginanie czy skręcanie.



Rys. Prawidłowe składowanie bębnow na placu (widok od góry)



Rys. Błędne składowanie bębnow na placu (widok od góry)

Magazynowanie bębnow z kablami

Bębny z kablami powinny być magazynowane w taki sposób, aby ich tarcze nie stykały się z innymi kablami. Zaleca się ich składowanie w pozycji poziomej, z osiami ułożonymi poziomo względem podłoża. Bębny powinny być przechowywane na utwardzonym podłożu.

Zabezpieczenie końców kabli

Końcówki kabli powinny być solidnie przymocowane do bębna w czasie transportu i przechowywania, np. za pomocą specjalnych skobli, opasek lub sznurka. Mocowanie nie może uszkadzać zewnętrznej powłoki ochronnej kabla.

Ochrona kabla przed uszkodzeniami

Kable nawinięte na bęben należy odpowiednio zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz promieniowaniem słonecznym. Można to osiągnąć poprzez owinięcie kabla folią, zastosowanie specjalnej otuliny lub deskowanie całego bębna.

Regularna kontrola bębnow

Bębny kablowe należy okresowo kontrolować w trakcie przechowywania, aby ocenić ich stan techniczny. W przypadku stwierdzenia problemów, takich jak przesuszenie drewna na skutek długiej ekspozycji na słońce lub ciepło, należy sprawdzić stabilność konstrukcji bębna. W razie potrzeby należy usunąć luzy pomiędzy tarczami a rdzeniem bębna, dokręcając odpowiednie śruby montażowe.

Ostrożność przy montażu

Podczas wbijania gwoździ lub montażu skobli należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić kabli.

Przechowywanie kabli z powłoką zewnętrzną

Kable o powłokach zewnętrznych w kolorach innych niż czarny powinny być chronione przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych, aby uniknąć odbarwienia. Takie kable można zabezpieczyć, owijając je białą folią zabezpieczającą kabel przed działaniem promieni UV.

Uwaga: kable z powłokami odpornymi na promieniowanie UV nie wymagają tego rodzaju ochrony.



Zdj. Kabel zabezpieczony folią odporną na promienie UV

Długotrwałe składowanie kabli

Zaleca się unikać przechowywania kabli na drewnianych bębnach przez długi czas na zewnątrz, zwłaszcza w otwartej przestrzeni, gdyż:

- Drewniane bębny ulegają niszczeniu i pękaniu z upływem czasu oraz pod wpływem warunków atmosferycznych.
- Kapturki termokurczliwe na końcach kabli mogą z czasem rozszczelnąć się tracąc właściwości zabezpieczające kabel
- Zewnętrzne powłoki kabli, które są odsłonięte, mogą blaknąć i tracić swoje właściwości wizualne.
- Kable nawinięte na bębnach są narażone na uszkodzenia podczas transportu, szczególnie gdy bęben drewniany jest osłabiony.

Jeśli przechowywanie kabli na zewnątrz jest nieuniknione, zaleca się, aby okres ten nie przekraczał 12 miesięcy. Stopień degradacji i starzenia się bębnów zależy od warunków środowiskowych i pory roku, dlatego konieczne jest regularne kontrolowanie i konserwowanie bębna przez cały czas przechowywania. Przeglądy należy przeprowadzać co trzy miesiące, zwracając uwagę na dokręcenie śrub poprzecznych bębna (utrzymujących boczne tarcze w odpowiedniej pozycji). Takie działania pozwalają zapobiec rozpadowi bębna podczas jego toczenia, transportu czy instalacji kabla.

Bębny należy przechowywać na stabilnym, równym i twardym podłożu, takim jak beton, belki drewniane lub twardy żwir. Muszą być ustawione w pozycji pionowej (opierając się na bocznych tarczach, a nie leżąc na flanszy bębna) i nie mogą znajdować się w wodzie. Niedostosowanie się do tych zasad może prowadzić do gnicia drewna, osłabienia tarcz oraz potencjalnego pęknięcia bębna. Może również spowodować, że kabel opadnie na ziemię, co znacznie utrudni lub uniemożliwi jego późniejszy montaż.

Kurczenie się i rozszczelnianie bębnów.

Drewno zmienia swoją objętość w zależności od poziomu wilgotności – kurczy się, gdy wysycha, i pęcznieje, gdy pochłania wilgoć. W suchych i gorących warunkach atmosferycznych (powyżej 30°C) drewniane bębny mogą znacznie się kurczyć, co może prowadzić do ich niestabilności i uszkodzenia kabla, zwłaszcza podczas przemieszczania. Aby temu zapobiec, przed manipulacją bębnami, które były długo składowane, należy dokręcić śruby poprzeczne bębna kluczem dynamometrycznym, co zapobiegnie ich rozpadnięciu się podczas operacji. Rekomendowane momenty dokręcania śrub wynoszą:

- o a. Bębny o rozmiarze od 6 do 15: 80 Nm,
- o b. Bębny o rozmiarze od 16 do 22: 100 Nm,
- o c. Bębny o rozmiarze od 24 do 28: 120 Nm.

Proces ten wymaga co najmniej czterech śrub (lub większej liczby, zależnie od rozmiaru bębna),

które łączą boczne tarcze bębna. Należy dokładnie dokręcić nakrętki na końcach śrub, aby zapewnić stabilność konstrukcji. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na luźne gwoździe, które mogą wymagać usunięcia lub poprawienia, aby uniknąć dalszych uszkodzeń. Podczas rozwijania kabla zaleca się ostrożność, aby zapobiec jego uszkodzeniu przez nieprawidłowo dokręcone elementy. Najczęściej stosowane rozmiary kluczy do tego zadania to 19, 24 i 30

Kontrola kapturków chroniących końce kabla przed wilgocią

Zaleca się regularne sprawdzanie, czy końce kabli są właściwie zabezpieczone kapturkami termokurczliwymi. W przypadku wykrycia jakichkolwiek uszkodzeń, dziur czy pęknięć w kapturkach, należy je niezwłocznie wymienić na nowe, aby zapobiec przedostawaniu się wilgoci lub wody do wnętrza kabla. Przed zamontowaniem nowego kapturka należy skontrolować stan końca kabla. Jeśli zauważone zostaną oznaki zawilgocenia lub korozji przewodów, konieczne jest odcięcie odcinka kabla o długości około 300 mm i ponowne sprawdzenie pod kątem obecności wilgoci. Jeśli wszystko jest w porządku, należy założyć nowy kapturek. W przeciwnym razie, jeśli wilgoć lub korozja nadal występują, procedurę należy powtórzyć.

Transport kabli

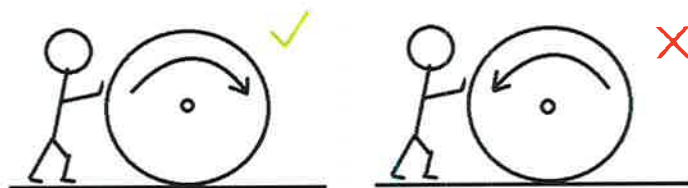
Krótkie odcinki kabla

Krótkie kawałki kabla można formować w zwoje, a następnie transportować i przechowywać w pozycji leżącej. Wewnętrzna średnica kręgu powinna być większa od minimalnego dopuszczalnego promienia gięcia kabla. Kręgi należy zabezpieczyć przed obrażeniami mechanicznymi oraz przed promieniowaniem słonecznym.

Kable elektroenergetyczne są dostarczane na drewnianych bębnach, których masa całkowita brutto nie przekracza 8 ton. Każdy bęben ma unikalny numer oraz etykietę zawierającą informacje o rodzaju kabla i jego ilości nawiniętej na bęben.

Podczas transportu bębnow należy zachować szczególną ostrożność, aby zapobiec uszkodzeniom kabli oraz ewentualnym obrażeniom. W tym celu należy uwzględnić ciężar bębna, sposób jego toczenia i kierunek przetaczania, jak również właściwą metodę podnoszenia.

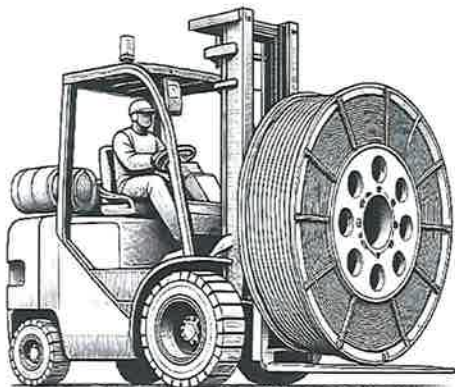
Toczenie bębna w kierunku zgodnym z nawinięciem kabla zapewnia, że kabel nie ulegnie poluzowaniu. Natomiast toczenie w przeciwnym kierunku może prowadzić do problemów podczas odwijania, takich jak luzowanie się zwojów na bębnie czy nadmierne cofanie się końca wewnętrznego kabla.



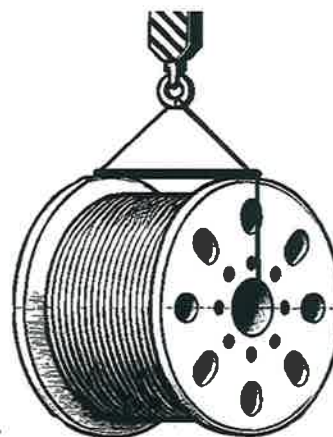
Rys. Prawidłowe toczenie bębna podczas transportu.

Do transportu bębnow zaleca się używanie odpowiednich środków transportu zgodnych z obowiązującymi przepisami, takich jak wózki widłowe, suwnice czy dźwigi. Najbezpieczniejszym rozwiązaniem jest przewożenie bębnow przy użyciu wózka widłowego.

Bęben transportowany powinien być z osiami w położeniu poziomym, zabezpieczony przed przemieszczeniami.



Rys. Poprawny transport bębna z kablem za pomocą wózka widłowego



Rys. Poprawny transport bębna z kablem za pomocą suwnicy lub dźwigu

Bębny można transportować zarówno za pomocą dźwigu, jak i wózka widłowego.

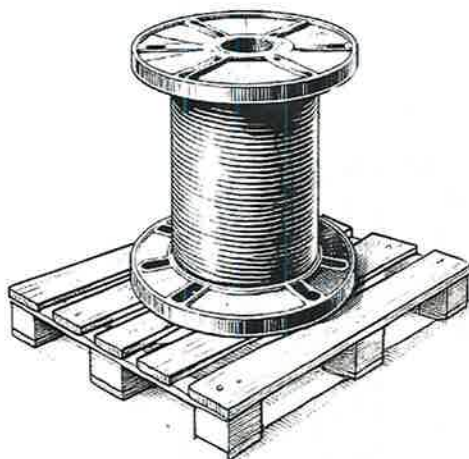
Bębny kablów powinny być transportowane w pozycji poziomej, z osiami zabezpieczonymi przed przemieszczaniem. Tarcze boczne bębna muszą opierać się stabilnie na widłach wózka widłowego.

Transport wózkiem widłowym wymaga zapewnienia odpowiedniego udźwigu, dostosowanego do masy przewożonych bębnow z kablami. Ważne jest także dobranie właściwej długości wideł – dla bębnow typu 15 i mniejszych wystarczą widły o długości 1200 mm, natomiast bębny o numeracji od 16 do 28 wymagają wideł o długości 1800 mm. Dla większych bębnow zalecana jest długość wideł wynosząca 2400 mm.

W przypadku transportu z użyciem suwnicy lub dźwigu należy stosować odpowiednie zawiesia liniowe, dostosowane długością do rozmiarów bębna. Liny zawiesia nie powinny powodować nacisku na tarcze boczne bębna podczas podnoszenia, aby uniknąć ich uszkodzenia lub połamania.

Transport bębna samochodem ciężarowym

Dla bębnow o średnicy do 1,2 m zaleca się ich obracanie za pomocą specjalnej obrotnicy, a następnie transportowanie w pozycji poziomej na paletach.

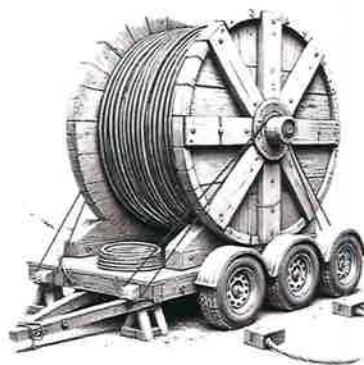


Rys. Bęben prawidłowo umieszczony na palecie do transportu samochodem ciężarowym.

Większe bębny należy przewozić w pozycji pionowej, ustawiając je na odpowiednio dopasowanym stojaku wykonanym z drewnianych belek, który uniemożliwia przemieszczanie się bębna w trakcie transportu. Wysokość belek w stojaku powinna być dostosowana do średnicy bębna, przy czym minimalna wysokość wynosi $5\% \text{ średnicy bębna} + 2 \text{ cm}$. Bębny powinny być ustawione równolegle do kierunku jazdy.

Bębny o wielkości 16 i większe powinny być zawieszone między belkami stojaka, z zachowaniem prześwitu wynoszącego 20 mm pomiędzy bębniem a podłogą.

Zaleca się, aby odległość „S” między belkami lub klinami podpierającymi bęben wynosiła 63% średnicy tarcz bębna. Przykładowo, dla bębna typu 20 o średnicy tarczy 2000 mm, wartość „S” powinna wynosić 1260 mm.



Rys. Prawidłowe zabezpieczenie bębna za pomocą klinów lub stojaka

W - odległość pomiędzy górnymi krawędziami stojaka/klinów (dla klinów $W > S$ min. 5% ; kąt klina min. 39°)

H - wysokość podtrzymania

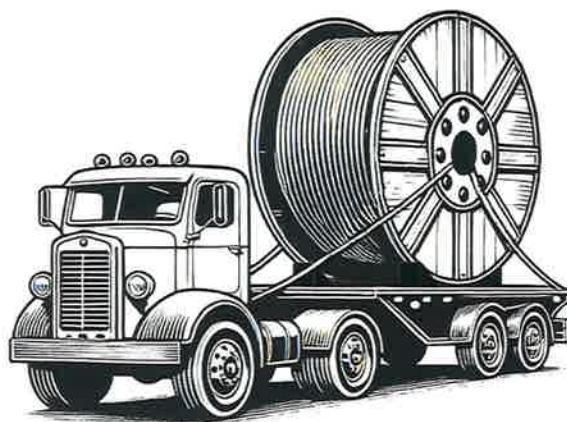
S - Szerokość między punktami podparcia min $0,63 \times D$

D - Średnica bębna

B - prześwit min. 20mm

Bębny powinny być ustawione w taki sposób, aby zachować odpowiedni prześwit, co zapewni ochronę końców wewnętrznych kabla wyprowadzonych przez otwór w tarczy bębna przed uszkodzeniem.

Bębny o średnicy do 2,5 m należy dodatkowo zabezpieczyć przy użyciu specjalnych pasów transportowych.



Rys. Bęben zabezpieczony dwoma linami

Nie zezwala się zrzucania bębnow z kablami z samochodu transportowego!!!

Bezpieczeństwo

- Czynności kontrolne, pomiarowe i naprawcze powinny być wykonywane przez osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia.
- Przed rozpoczęciem prac należy wyłączyć zasilanie instalacji.
- Instalację należy zabezpieczyć przed przypadkowym ponownym załączeniem, zgodnie z obowiązującymi zasadami bezpieczeństwa.
- Instalacji nie należy eksploatować do czasu usunięcia nieprawidłowości i potwierdzenia jej prawidłowego stanu technicznego.
- Przed przystąpieniem do prac należy upewnić się, że zostały spełnione wymagania bezpieczeństwa właściwe dla danego rodzaju instalacji i wykonywanych czynności.
- Podczas wykonywania prac należy stosować odpowiednie narzędzia, wyposażenie oraz środki ochrony wymagane dla danego rodzaju prac.
- Nie należy wykonywać samodzielnych prowizorycznych napraw uszkodzonych przewodów ani stosować materiałów lub rozwiązań nieprzeznaczonych do tego celu.
- W przypadku uszkodzenia przewodu sposób dalszego postępowania powinien zostać określony przez odpowiednio wykwalifikowany personel z uwzględnieniem rodzaju i zakresu uszkodzenia.
- Przewody należy użytkować wyłącznie w warunkach zgodnych z ich przeznaczeniem, parametrami znamionowymi oraz wymaganiami określonymi w dokumentacji wyrobu.
- Wszelkie prace przy instalacji należy prowadzić w sposób zapobiegający powstaniu dodatkowych uszkodzeń przewodów i pozostałych elementów instalacji.
- Przy obróbce końców przewodów istnieje ryzyko skaleczenia lub ułucia. W celu zapewnienia bezpieczeństwa należy stosować wyłącznie odpowiednie, przeznaczone do tego celu narzędzia, takie jak ściągacze izolacji, szczypce, specjalistyczne obrabiarki itp.
- Powstałe odpady należy segregować, gromadzić i przekazywać do utylizacji zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami gospodarki odpadami

Kontrola pomontażowa kabli

- Po zakończeniu montażu, przed przekazaniem instalacji do użytkowania, należy przeprowadzić oględziny zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach.

- W trakcie eksploatacji należy przeprowadzić okresowe przeglądy instalacji.
- Należy kontrolować stan przewodów, ich połączeń i osprzętu.
- Należy sprawdzać instalację pod kątem uszkodzeń mechanicznych oraz oznak nadmiernego oddziaływania cieplnego.
- W przypadku stwierdzenia uszkodzenia przewodu lub innych nieprawidłowości mogących wpływać na bezpieczeństwo użytkowania należy przerwać eksploatację instalacji do czasu usunięcia nieprawidłowości.
- Podczas oględzin należy zwrócić uwagę na stan izolacji przewodów, w szczególności na występowanie pęknięć, przetarć, odkształceń lub innych widocznych uszkodzeń.
- Należy kontrolować miejsca wprowadzenia przewodów do urządzeń, puszek, rozdzielnic oraz pozostałego osprzętu pod kątem prawidłowego zamocowania i braku uszkodzeń.
- Należy zwrócić uwagę na ewentualne ślady przegrzania, przebarwienia, nadtopienia lub inne oznaki mogące świadczyć o nieprawidłowej pracy instalacji.
- Należy sprawdzić czy przewody nie są narażone na niedopuszczalne naprężenia mechaniczne, zginanie, nadmierne zginanie lub inne oddziaływania mogące powodować ich uszkodzenie.
- W przypadku stwierdzenia zmian warunków pracy instalacji należy zweryfikować, czy pozostają one zgodne z warunkami przewidzianymi dla zastosowanych przewodów.

Pomiary

- Po zakończeniu montażu należy przeprowadzić pomiary i badania pomontażowe podyktowane wymaganiami zawartymi w przepisach.
- Zakres i sposób wykonywania badań oraz pomiarów powinny być zgodne z obowiązującymi przepisami, właściwościami, normami oraz dokumentacją projektową instalacji.
- Po usunięciu stwierdzonych nieprawidłowości należy potwierdzić prawidłowy stan techniczny instalacji za pomocą odpowiednich pomiarów i badań.
- Pomiary należy wykonywać przy użyciu odpowiednich i sprawnych przyrządów pomiarowych, przeznaczonych do danego rodzaju pomiaru.
- Wyniki przeprowadzonych pomiarów i badań należy oceniać zgodnie z wymaganiami właściwych przepisów, norm oraz dokumentacji instalacji.

- Wyniki badań i pomiarów powinny zostać odpowiednio udokumentowane, jeżeli wymagają tego obowiązujące przepisy lub dokumentacja instalacji.
- W przypadku uzyskania wyników wskazujących na nieprawidłowy stan instalacji należy ustalić przyczynę nieprawidłowości i podjąć odpowiednie działania przed ponownym przekazaniem instalacji do eksploatacji.
- Po wykonaniu naprawy, wymianie przewodu lub ingerencji mogącej mieć wpływ na bezpieczeństwo instalacji należy przeprowadzić odpowiednie sprawdzenia i pomiary.

Podstawy prawne

Instrukcja opracowana na podstawie:

- normy NF-EP-86,
- normy N SEP-E-007:2017-09,
- normy N SEP-E-004,
- normy PN-HD 60364-6:2016-07,
- normy PN-EN 50110-1:2024-04,
- wytycznych zawartych w publikacji Instytutu Techniki Budowlanej „Kable elektroenergetyczne stosowane w budynkach. Wymagania dotyczące reakcji na ogień”, A. Borowy, A. Kolbrecki, K. Kaczorek-Chrobak, Warszawa 2020,
- Ustawy z 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane,
- Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z 1 lipca 2022r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.

Zatwierdzono przez:

DYREKTOR
Centrum Badawczo-Rozwojowego
Piotr Grabowski
Piotr Grabowski

Dyrektor Centrum Badawczo Rozwojowego: Piotr Grabowski

Podpis

Data: 26.08.2026r.