

**SST 3 Część 3 .....str. 40-58**

**Roboty w zakresie instalacji elektrycznych wg C V P**

**45314200-3 Instalowanie infrastruktury kablowej**

**Układanie kabli energetycznych na napięcie znamionowe 0,6/1 kV - 12/20 kV**

**SPIS TREŚCI**

**WSTĘP**

- 1.1. Przedmiot warunków.
- 1.2. Zakres stosowania warunków.
- 1.3. Dokumenty związane.
- 1.4. Określenia.
2. POSTANOWIENIA OGÓLNE
  - 2.1. Budowa i właściwości linii kablowych.
  - 2.2. Właściwości materiałów.
    - 2.2.1. Kable.
    - 2.2.2. Osprzęt.
    - 2.2.3. Rury instalowane w ziemi.
    - 2.2.4. Dzielone osłony otaczające.
    - 2.2.5. Rury instalowane w powietrzu.
    - 2.2.6. Materiały uszczelniające.
    - 2.2.7. Materiały poślizgowe.
    - 2.2.8. Opaski do kabli.
  - 2.3. Właściwości urządzeń i sprzętu do układania kabli.
    - 2.3.1. Ciągarki kablowe.
    - 2.3.2. Rolki kablowe.
    - 2.3.3. Prowadnice kabla.
    - 2.3.4. Pończochy kablowe.
    - 2.3.5. Głowice ciągnące.
    - 2.3.6. Łączniki obrotowe.
    - 2.3.7. Sprzęt do czyszczenia i sprawdzania przepustów.
    - 2.3.8. Smarownice przepustów.
  - 2.4. Zabezpieczenie końców kabla przed zawilgoceniem.
  - 2.5. Dostarczanie kabli do miejsca ich układania.
    - 2.5.1. Sposób dostarczania.
    - 2.5.2. Dowóz kabli.
    - 2.5.3. Przetaczanie bębna z kablem.
  - 2.6. Temperatura otoczenia kabla.
    - 2.6.1. Temperatura otoczenia.
    - 2.6.2. Temperatura kabla.
    - 2.6.3. Nagrzewanie kabla.
    - 2.6.4. Pomiar temperatury kabla.
  - 2.7. Zginanie kabli.
  - 2.8. Dopuszczalne naprężenia mechaniczne kabli.
    - 2.8.1. Siły rozciągające (uciągu).
    - 2.8.2. Siły ściskające.
  - 2.9. Układy kabli 1-żyłowych.
  - 2.10. Badania linii kablowych.
3. TECHNOLOGIA UKŁADANIA KABLI
  - 3.1. Stosowanie rolek kablowych.
  - 3.2. Wyznaczanie siły uciągu i nacisku kabla.
  - 3.3. Odwijanie kabla z kręgu.
  - 3.4. Owijanie kabla z bębna.
    - 3.4.1. Ustawienie bębna.
    - 3.4.2. Zawieszenie bębna.
    - 3.4.3. Obracanie i hamowanie bębna.
    - 3.4.4. Ustawienie prowadnicy kabla.
  - 3.5. Sposoby ciągnięcia kabli i zakres ich stosowania.
  - 3.6. Mechaniczne ciągnięcie kabla.
    - 3.6.1. Ustawienieciągarki.
    - 3.6.2. Rozwinięcie i ułożenie linyciągarki.
    - 3.6.3. Uchwyt kabla.
    - 3.6.4. Połączenie uchwytu z linąciągarki.
    - 3.6.5. Przebieg i prędkość ciągnięcia kabla.



- 3.6.6. Ręczne wspomaganie ciągnięcia.
- 3.6.7. Odcinanie końca kabla.
- 3.7. Ręczne ciągnięcie kabla po rolkach kablowych.
- 3.7.1. Prowadzenie i ciągnięcie końca kabla.
- 3.7.2. Rozstawienie pracowników.
- 3.7.3. Ciągnięcie kabla.
- 3.8. Ręczne przenoszenie kabla.
- 3.9. Przesuwanie kabli przez przepusty rurowe.
- 3.9.1. Sprawdzenie i czyszczenie przepustów.
- 3.9.2. Wprowadzanie kabli do rur.
- 3.9.3. Stosowanie i rozprowadzanie w przepuście materiałów poślizgowych.
- 3.9.4. Pokrywanie materiałem poślizgowym powierzchni kabla.
- 3.9.5. Przesuwanie kabla przez przepust przy ciągnięciu ręcznym.
- 3.10. Układanie kabli w pętle i ósemki.
- 3.11. Wprowadzanie kabli na konstrukcje i słupy.
- 4. UKŁADANIE KABLI I RUR
- 4.1. Stosowanie dodatkowej warstwy piasku.
- 4.2. Głębokość ułożenia kabli.
- 4.3. Instalowanie rur – przepustów.
- 4.3.1. Długość i kształt przepustów.
- 4.3.2. Przepusty rezerwowe.
- 4.3.3. Głębokość i sposób ułożenia rur.
- 4.3.4. Wykorzystanie przepustów istniejących.
- 4.4. Szerokość wykopów.
- 4.5. Promienie łuków załomów.
- 4.6. Przygotowanie trasy do układania kabli.
- 4.7. Ułożenie kabli na dnie wykopu.
- 4.8. Uszczelnianie otworów przepustów.
- 4.9. Wykonywanie skrzyżowań i zbliżeń.
- 4.10. Wypełnianie wykopu gruntem.
- 5. UKŁADANIE KABLI W KANAŁACH
- 5.1. Przesuwanie kabli.
- 5.2. Ułożenie i mocowanie kabli wielożyłowych.
- 5.3. Ułożenie i mocowanie kabli 1-żyłowych.
- 5.3.1. Mocowanie wiązek do konstrukcji.
- 5.3.2. Opaski wiązek.
- 5.3.3. Wstępne wygięcie wiązek przymocowanych do konstrukcji.
- 5.3.4. Wstępne wygięcie wiązek ułożonych na dnie kanału.
- 5.4. Mocowanie i wstępne wyginanie kabli 1-żyłowych ułożonych z prześwitem.
- 6. PRÓBY i POMIARY ODBIORCZE LINII KABLOWEJ
- 6.1. Linie na napięcie 0,6/1 kV.
- 6.1.1. Próba napięciowa izolacji.
- 6.1.2. Próba napięciowa powłoki.
- 6.2. Linie na napięcie 8,7/15 kV.
- 6.2.1. Próba napięciowa izolacji.
- 6.2.2. Próba napięciowa powłoki.
- 7. OBLICZENIE SIŁ UCIĄGU I NACISKU
- 7.1. Obliczenie niezbędnej siły uciągu (F) kabla.
- 7.1.1. Maksymalna siła uciągu.
- 7.1.2. Dane wyjściowe do obliczeń.
- 7.1.3. Siły tarcia na prostych odcinkach trasy.
- 7.1.4. Siły tarcia na załomach trasy.
- 7.2. Obliczanie siły nacisku (FR) kabla na jedną rolkę na załomie trasy.
- 7.3. Przykład obliczeniowy.
- TABLICE oraz dokumenty publikowane przez producentów
- INFORMACJE DODADKOWE



## OPIS

Układanie kabli energetycznych na napięcie znamionowe 0,6/1kV oraz 8,7/15 kV i 12/20 kV”

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot warunków.

Przedmiotem Warunków Technicznych, zwanych dalej również Warunkami, jest układanie linii kablowych dla kabli energetycznych i osprzętu, dopuszczonych do stosowania w ENERGETYKA., znajdujących się w Rejestrze Wytwarzania Dopuszczonych do Stosowania i spełniających wymogi zawarte w Specyfikacjach Technicznych Wytwarzania.

#### 1.2. Zakres stosowania Warunków.

Warunki stosuje się przy układaniu kabli na zlecenie ENERGETYKA., oraz przewidzianych do przekazania na majątek ENERGETYKA. Zalecenia zawarte w Warunkach stosować należy także przy budowie mostów kablowych 0,6/1 kV i 8,7/15 kV. Warunków nie stosuje się przy układaniu kabli sygnalizacyjnych, kabli światłowodowych i kabli energetycznych na napięcie 0,6/1 kV przeznaczonych do zasilania oświetlenia ulicznego oraz sygnalizacji ruchu i znaków drogowych.

#### 1.3. Dokumenty związane:

1. Polska norma N SEP-E-004 “Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”.
2. Zalecenia producentów kabli co do pomontażowych badań odbiorczych linii kablowych i dane katalogowe kabli.
3. Polska norma PN-E-04700:1998 oraz PN-E-04700:1998/Az1:2000 „Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych”.

#### 1.4. Określenia.

- Kabel papierowy - kabel elektroenergetyczny o żyłach aluminiowych, o izolacji papierowej nasyczonej syciwem nieściekającym i powłoce ołowianej, opancerzony taśmami stalowymi, z osłoną polwinitową, przeznaczony do przesyłu energii elektrycznej w liniach o napięciu znamionowym 8,7/15 kV.
- Kabel polimerowy - kabel elektroenergetyczny o żyłach miedzianych lub aluminiowych, o izolacji z polietylenu usieciowanego lub z polwinitu i powłoce z polwinitu (w liniach o napięciu znamionowym 0,6/1 kV) oraz o izolacji z polietylenu usieciowanego i powłoce z polietylenu (w liniach o napięciu znamionowym 8,7/15 kV), przeznaczony do przesyłu energii elektrycznej.
- Głowica ciągnąca - urządzenie przystosowane do mechanicznego zakleszczenia w nim końców jednej, trzech lub czterech żył roboczych kabla, służące do połączenia końca ciągniętego kabla z liną np. ciągarki.
- Kąt załomu trasy (wykopu) - kąt zawarty pomiędzy prostą będącą przedłużeniem osi trasy przed załomem a prostą pokrywającą się z osią trasy poza załomem.
- Łącznik obrotowy - urządzenie składające się z dwóch części połączonych ze sobą obrotowo za pomocą łożyska tocznego w taki sposób, że nawet w warunkach działania dopuszczalnej siły osiowej ewentualny ruch obrotowy jednej z jego części nie powoduje ruchu obrotowego drugiej jego części, służące do połączenia liny ciągarki z uchwytem (głowicą ciągnącą, pończochą kablową) ciągniętego kabla.
- Pończocha kablowa - pończocha spleciona z linek stalowych w taki sposób, aby przy działaniu siły ciągnącej pończocha zaciskała się na powierzchni końca kabla.
- Prowadnica kabla - urządzenie składające się z dwóch rur ustawionych pod określonym kątem w stosunku do siebie i osadzonych obrotowo we wspólnej ramie, służące do zapewnienia niezmiennego położenia osi kabla ciągniętego z obracanego bębna.
- Rolka kablowa - urządzenie składające się z jednej lub kilku rolek osadzonych obrotowo we wspólnej ramie, służące do zabezpieczenia przesuwanego kabla przed ocieraniem o podłoże oraz do zmniejszenia sił tarcia występujących przy ciągnięciu kabla.
- Rolka przelotowa - rolka kablowa, mająca tylko jedną rolkę usytuowaną poziomo, przeznaczona do przesuwania kabli po prostych odcinkach trasy.
- Rolka kątowa - rolka kablowa, mająca dwie rolki usytuowane pionowo i jedną rolkę usytuowaną poziomo, albo co najmniej dwie rolki usytuowane poziomo, przeznaczona do przesuwania kabla odpowiednio po poziomych lub pionowych załomach trasy.
- Rolka ochronna - rolka kablowa, mająca cztery rolki usytuowane tak, że ich osie tworzą boki kwadratu oraz mająca otwierany jeden z boków ramy, przeznaczona do przesuwania kabla pod przeszkodami (np. rurami) i do utrzymywania żądanego położenia kabla wsuwanego do otworów przepustów rurowych.
- Wiązka kabli - trzy kable 1-żyłowe tworzące linię trójfazową, ułożone równolegle obok siebie i stykające się ze sobą na całej długości oraz utrzymywane w tym położeniu za pomocą opasek i/lub uchwytów, obejmujących wszystkie te kable.
- Wiązka płaska - wiązka kabli, w której osie wszystkich trzech kabli znajdują się w jednej płaszczyźnie. Wiązka trójkątna - wiązka kabli, w której poszczególne kable znajdują się w wierzchołkach trójkąta równobocznego.
- Załom trasy (wykopu) - obszar zmiany kierunku trasy linii (wykopu) w płaszczyźnie pionowej lub poziomej.

Pozostałe określenia wg N SEP-E-004 .

Określenia wg Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 14 marca 2000 r.

(Dziennika Ustaw Nr 26, poz. 313):



- Ręczne prace transportowe - rodzaj transportowania lub podtrzymywania przedmiotów, ładunków lub materiałów przez jednego lub więcej pracowników, w tym przemieszczanie ich poprzez: unoszenie, podnoszenie, układanie, pchanie, ciągnięcie, przenoszenie, przesuwanie, przetaczanie lub przewożenie.
- Praca dorywcza – ręczne przemieszczanie przedmiotów, ładunków lub materiałów nie częściej niż 4 razy na godzinę, jeżeli łączny czas wykonywanych prac nie przekracza 4 godzin na dobę.
- Sprzęt pomocniczy – środki mające na celu ograniczenie zagrożeń i uciążliwości związanych z ręcznym przemieszczaniem przedmiotów, ładunków oraz ułatwienie wykonania tych czynności; do środków tych zalicza się w szczególności: pasy, liny, łańcuchy, zawiesia, dźwignie, chwytaki, rolki, kleszcze, uchwyty, nosze, kosze, legary, ręczne wciągacze i wciągarki, krążki i wielokrążki linowe, przestawne pochylnie, taczki i wózki.

## 2. POSTANOWIENIA OGÓLNE

### 2.1. Budowa i właściwości linii kablowych.

Warunki i sposób budowy oraz właściwości zbudowanych linii kablowych na napięcie znamionowe 0,6/1 kV i 8,7/15 kV powinny być zgodne z postanowieniami normy N SEP-E-004 i Rozporządzeniem Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 28 marca 1972 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanomontażowych i rozbiórkowych (Dz.U. nr 13, poz. 93) a ponadto zgodne z postanowieniami niniejszych Warunków.

### 2.2. Właściwości materiałów.

#### 2.2.1. Kable.

Budowa i właściwości układanych kabli powinny być zgodne z postanowieniami norm, względnie warunkami technicznymi producentów kabli. Każdy układany odcinek kabla powinien mieć protokół badań (próby wyrobu), raport z wydruku ciągnięcia mechanicznego (jeżeli kabel był w taki sposób układany) oraz świadectwo kontroli technicznej jego producenta, potwierdzającego zgodność właściwości tego odcinka z wymaganiami odpowiedniej normy.

Dokumenty te, lub ich kopie powinny być dołączone do powykonawczej dokumentacji linii. W załączniku 2 podano typy kabli stosowanych w ENERGETYKA.

#### 2.2.2. Osprzęt.

Do zakańczania i łączenia układanych odcinków kabli należy stosować te typy osprzętu - głowic i muf (załącznik 3) oraz złączek i końcówek kablowych, które są dopuszczone do stosowania w ENERGETYCE.

Każda zainstalowana głowica i mufa powinna być zaopatrzona w trwały oznacznik z napisem o treści określonej w załączniku

#### 2.2.3. Rury instalowane w ziemi.

Jako przepusty pod jezdniami ulic i jako nie dzielone osłony otaczające kable należy stosować rury (załącznik 4):

1) albo dwuwarstwowe, z twardego polietylenu - PEH (HDPE), o średnicy zewnętrznej/wewnętrznej i barwie powierzchni zewnętrznej:

a) 110/95 mm, niebieskiej - w liniach na napięcie 0,6/1 kV,

b) 160/135÷137 mm, czerwonej - w liniach na napięcie 8,7/15 kV, przy czym w razie wykonywania przepustów lub osłon o długości przekraczającej fabrykacyjną długość rury (6 m) odcinki ww. rur należy łączyć ze sobą za pomocą szczelnych złączek z elastycznymi pierścieniami uszczelniającymi,

2) albo jednowarstwowe z twardego polietylenu - PEH (HDPE), o średnicy zewnętrznej/wewnętrznej i barwie powierzchni zewnętrznej:

a) 110/99 mm, niebieskiej - w liniach na napięcie 0,6/1 kV,

b) 160/144 mm, czerwonej - w liniach na napięcie 8,7/15 kV, przy czym w razie wykonywania przepustów lub osłon o długości przekraczającej fabrykacyjną długość rury (6 m) odcinki ww. rur należy łączyć z wykorzystaniem końcowych kielichów rur i z zastosowaniem elastycznych pierścieni uszczelniających.

W przypadkach uzasadnionych, w tym wynikających z wymagań użytkowników innych urządzeń podziemnych, dopuszcza się stosowanie na przepusty i nie dzielone osłony otaczające kable:

3) rur stalowych bez szwu, o grubości ścianki nie mniejszej niż 5,0 mm i nie większej niż 10,0 mm, o średnicy zewnętrznej:

a) 110 mm - w liniach na napięcie 0,6/1 kV,

b) 160 mm - w liniach na napięcie 8,7/15 kV,

przy czym w razie wykonywania przepustów i osłon o długości przekraczającej fabrykacyjną długość rury, odcinki ww. rur należy łączyć szczelnie ze sobą za pomocą spawania, dbając przy tym o to, aby w trakcie spawania nie powstawały na wewnętrznej powierzchni spawu zadziory mogące kaleczyć wprowadzany do rury kabel. W przypadku wykonywania przepustów metodą przecisku należy stosować rury wymienione w p. 2.2.3.2. lub ewentualnie rury wymienione w p. 2.2.3.3.

#### 2.2.4. Dzielone osłony otaczające.

Jako dzielone osłony otaczające istniejących kabli należy stosować dzielone wzdłużnie rury z twardego polietylenu (załącznik 4) - PEH (HDPE), o średnicy zewnętrznej/wewnętrznej i barwie powierzchni zewnętrznej:

1) 110/100 mm, niebieskiej - w liniach na napięcie 0,6/1 kV,

2) 160/141÷145 mm, czerwonej - w liniach na napięcie 8,7/15 kV, przy czym dla zabezpieczenia przed rozwarciem tych rur układanych w ziemi należy stosować opaski z odcinków taśmy przylepnej wzmocnionej włóknem szklanym, o szerokości 25 mm i właściwościach nie gorszych od taśmy Scotch 45 firmy 3M lub obwoje (po 3-4 zwoje) z miękkiego drutu stalowego lub miedzianego, w odstępach co 1 m. Wzdłużne i poprzeczne krawędzie tych rur powinny być uszczelnione materiałami wg p. 2.2.6.



- Łączenie ze sobą odcinków rur dzielonych należy wykonać w taki sposób, aby przy nakładaniu górna część rury z dolną, nachodziły na siebie na całą długość.
- Dopuszcza się przedłużanie rur dzielonych, tego samego typu i wymiaru tak, aby górna część rury względem dolnej, były przesunięte na długości min. 0,5 m. Powstały nadmiar jednej części rury, należy po obu końcach przedłużanych rur obciąć.
- Rury dzielone stosujemy w miejscach skrzyżowań kabli ze sobą i z innymi urządzeniami podziemnymi, przy zagospodarowaniu placów budowy, pod kioskami bez stałych fundamentów, parkingami itp.
- W miejscach gdzie nie ma możliwości zabezpieczenia kabli rurami dzielonymi, dopuszcza się układanie nad kablami rur pełnych, jako rezerwowe.
- Sposób zabezpieczania kabli rurami dzielonymi musi być uzgodniony w ENERGETYKA i wykonany pod nadzorem pracownika ENERGETYKA.

#### **2.2.5. Rury instalowane w powietrzu.**

Jako osłony otaczające w miejscach wyprowadzenia kabli z ziemi na konstrukcje wsporcze (np. słupy linii napowietrznych), należy stosować rury z twardego polietylenu (załącznik 4) – PEH (HDPE) uodpornionego na działanie promieni UV, o barwie czarnej, o średnicach zewnętrznych/wewnętrznych:

- 1) 75/61÷67 i 50/40 mm - w liniach na napięcie 0,6/1 kV, wykonanych przy użyciu kabli z żyłami o przekrojach 4 x 35 mm<sup>2</sup>,
- 2) 110/90 mm - w liniach na napięcie 0,6/1 kV, wykonanych przy użyciu kabli z żyłami o przekrojach 4 x 120...240 mm<sup>2</sup>,
- 3) 160/131 mm - w liniach na napięcie 8,7/15 kV,

#### **2.2.6. Materiały uszczelniające.**

Jako materiały do uszczelnienia krawędzi rur dzielonych i do uszczelniania kabli w otworach rur należy stosować materiały odporne na działanie wilgoci oraz nie oddziałujące szkodliwie na uszczelniane elementy.

Zaleca się stosować:

- 1) masy plastyczne na bazie kauczuku silikonowego - do uszczelniania wzdłużnych krawędzi rur dzielonych wym. w p. 2.2.4.,
- 2) taśmę samospajalną o szerokości minimum 38 mm i właściwościach nie gorszych od taśmy Scotch VM firmy 3M - do uszczelniania poprzecznych krawędzi rur dzielonych wym. w p. 2.2.4.,
- 3) piankę poliuretanową odporną na działanie wilgoci do uszczelniania kabli w otworach rur,
- 4) rury lub taśmy termokurczliwe pokryte klejem do uszczelniania kabli w otworach rur i połączeń rur,
- 5) przy wyprowadzeniach kabli z ziemi na konstrukcje wsporcze, do uszczelniania otworu rury osłonowej ze znajdującym się w niej kablem lub wiązką kabli, zaleca się stosować rury termokurczliwe, odporne na promienie UV, o dużym współczynniku skurczu lub o dwóch różnych średnicach – tzw. end-cap. Materiał ten powinien otaczać kabel lub wiązkę kabli i rurę osłonową na całym obwodzie i długości min. po 6 cm. Uwaga - przy wprowadzaniu kabli do budynku zabezpieczenie przepustów musi być gazoszczelne.

#### **2.2.7. Materiały poślizgowe.**

Jako materiały poślizgowe, służące do zmniejszenia siły tarcia kabla przeciąganego przez rurę należy stosować materiały maziste - smary kablowe lub materiały płynne, nie oddziałujące szkodliwie na osłony i powłoki kabli oraz na ścianki przepustu, a także ulegające biodegradacji.

#### **2.2.8. Opaski do kabli.**

Jako opaski do łączenia trzech kabli 1-żyłowych w wiązkę należy stosować: 1) opaski kablowe o właściwościach nie gorszych od opasek typu OK3, CT albo odcinki przylepnej taśmy wzmocnionej włóknem szklanym, o szerokości 25 mm i o właściwościach nie gorszych od taśmy Scotch 45 firmy 3M - w przypadku łączenia w wiązki kabli układanych w ziemi, 2) odcinki przylepnej taśmy wzmocnionej włóknem szklanym i uodpornionej na działanie czynników środowiskowych (czarną), o szerokości 25 mm i o właściwościach nie gorszych od taśmy Scotch 890 firmy 3M - w przypadku łączenia w wiązki kabli układanych w powietrzu.

### **2.3. Właściwości urządzeń i sprzętu pomocniczego do układania kabli.**

#### **2.3.1. Ciągarki kablowe.**

Ciągarka kablowa powinna być napędzana silnikiem spalinowym lub elektrycznym, mieć płynną (bezstopniową) regulację prędkości ciągnięcia kabla oraz powinna być wyposażona w następujące urządzenia:

- 1) automatyczny ogranicznik siły uciągu, wyłączający samoczynnie napęd liny w razie przekroczenia uprzednio nastawionej wartości tej siły,
- 2) rejestrator rzeczywistej wartości siły uciągu kabla, zapisujący w postaci wykresu przebieg wartości tej siły w funkcji długości układanego odcinka kabla. Maksymalna wartość wytwarzanej siły uciąguciągarki nie może być mniejsza niż 20÷30 kN. Długość liny wciągarki powinna być większa od długości rozwijanego odcinka kabla.

#### **2.3.2. Rolki kablowe.**

Same rolki i ramy rolek kablowych powinny być wykonane z twardego aluminium albo z ocynkowanej stali. Osie rolek powinny być osadzone w ramie na łożyskach tocznych, skutecznie zabezpieczonych przed przedostawaniem się do nich wody i zanieczyszczeń, a zwłaszcza gruntu.

Średnica każdej rolki, mierzona w połowie jej długości, powinna wynosić co najmniej 80 mm. W kablowych rolkach kątowych odległość pomiędzy osiami sąsiednich rolek osadzonych w jednej ramie nie powinna przekraczać 0,35 m.

#### **2.3.3. Prowadnice kabla.**





Prowadnice kabla powinny być wykonane z dwóch odcinków rur metalowych (stalowych ocynkowanych lub aluminiowych) o średnicy nie mniejszej niż 80 mm, osadzonych obrotowo na łożyskach tocznych we wspólnej ramie metalowej w taki sposób, aby osie rur tworzyły ramiona trójkąta równobocznego o kącie wierzchołkowym ok. 120°.

#### **2.3.4. Pończochy kablowe.**

Pończochy kablowe powinny być wykonane z linek skręconych z ocynkowanych drutów stalowych i splecionych w kształcie rury w taki sposób, aby przy działaniu siły ciągnącej pończocha zaciskała się na powierzchni powłoki lub osłony kabla. Na jednym końcu linki pończochy powinny tworzyć jedno lub dwa ucha. Długość splecionej (rurowej) części pończochy powinna wynosić nie mniej niż podano w p. 3.6.3.

#### **2.3.5. Głowice ciągnące.**

Głowice ciągnące powinny być wykonane z metalu, mieć średnicę zewnętrzną nie przekraczającą 80 mm i powinny umożliwiać zaciśnięcie w nich odpowiednio jednej, trzech albo czterech końców żył roboczych kabla, jak również powinny być dostosowane do przenoszenia siły uciagu nie mniejszej niż podano w tablicach 1...4.

#### **2.3.6. Łączniki obrotowe.**

Łączniki obrotowe powinny być wykonane z metalu, mieć średnicę zewnętrzną nie większą niż 60 mm i powinny być wyposażone na każdym końcu w kabląk; obie części łącznika powinny być połączone ze sobą obrotowo poprzez łożysko toczne, dostosowane do przenoszenia siły osiowej o wartości nie mniejszej niż podane w tablicach 1...4 i eliminujące możliwość przenoszenia ruchu obrotowego z jednej części łącznika na drugą.

#### **2.3.7. Sprzęt do czyszczenia i sprawdzania przepustów.**

Szczotki przeznaczone do usuwania z wnętrza przepustów rurowych ewentualnych zanieczyszczeń, np. gruntu, powinny być wykonane z tworzywa sztucznego, mieć kształt walca i być z obu stron wyposażone w kabląki (do przymocowania lin). Zewnętrzna średnica szczotki powinna być o ok. 5 mm większa od wewnętrznej średnicy rury, a długość szczotki - co najmniej 3-krotnie większa od jej średnicy zewnętrznej. Walce do sprawdzania braku uskoków przepustów rurowych (wykonanych z paru odcinków rur) oraz braku spłaszczenia rur powinny być wykonane z metalu i mieć z obu stron kabląki. Zewnętrzna średnica walca powinna być o ok. 10 mm mniejsza od znamionowej średnicy wewnętrznej rury, a długość walca - co najmniej 3-krotnie większa od jego średnicy.

#### **2.3.8. Smarownice przepustów.**

Smarownice przepustów, przeznaczone do rozprowadzania wewnątrz rury materiału poślizgowego, powinny być wykonane z co najmniej dwóch tarcz polerskich z nitek bawełnianych, osadzonych na metalowej osi, wyposażonej z obu stron w kabląki. Zewnętrzne średnice ww. tarcz powinny być o ok. 5 mm większe od wewnętrznej średnicy rury.

### **2.4. Zabezpieczenie końców kabla przed zawilgoceniem.**

Podczas przechowywania, transportu i układania oba końce każdego odcinka kabla powinny być, niezależnie od warunków atmosferycznych, skutecznie zabezpieczone przed zawilgoceniem. W zależności od typu kabla zabezpieczenie to powinno być wykonane następująco:

- 1) kable o izolacji papierowej i powłoce ołowianej z osłoną włóknistą - za pomocą kształtki ołowianej, przylutowanej szczelnie do powłoki kabla. W przypadku trwałego wyłączenia takiego kabla z pod napięcia, przed zalutowaniem, żyły robocze kabla połączyć ze sobą (zewrzeć) na stałe.
- 2) kable polimerowe oraz kable o izolacji papierowej i powłoce ołowianej z osłoną polwinitową - za pomocą termokurczliwego lub elastycznego kapturka z tworzywa sztucznego, przylegającego ściśle do powłoki lub osłony i zachodzącego na tę powłokę lub osłonę na długości co najmniej 50 mm. Na czas nie przekraczający jednego dnia roboczego dopuszcza się zabezpieczenie przed zawilgoceniem końców kabli wymienionych w 1) i 2) za pomocą co najmniej 3 – warstwowych obwojów z izolacyjnej taśmy samospajalnej, osłaniających szczelnie całą powierzchnię końca kabla i zachodzących na jego powłokę lub osłonę na długości co najmniej 80 mm. W czasie ciągnięcia kabla za żyły robocze, poprzez głowicę ciągnącą, zabezpieczenie ciągniętego końca kabla przed zawilgoceniem powinno być wykonane za pomocą co najmniej 2 warstw obwoju z przylepnej albo samospajalnej taśmy izolacyjnej, zachodzącego na długości co najmniej 30 mm na kadłub głowicy ciągnącej oraz na powłokę kabla.

### **2.5. Dostarczanie kabli do miejsca ich układania.**

**2.5.1. Sposób dostarczania.** Odcinki kabli powinny być dostarczane do miejsca ich układania na bębnach - albo na tych, na których dostarczono je od producenta, albo na bębnach, na które przewinięto potrzebną część fabrykacyjnego odcinka kabla, przy czym w tym ostatnim przypadku średnica rdzenia bębna powinna być równa co najmniej 30-krotnej średnicy zewnętrznej (D) kabla, określonej odpowiednio w tablicach 1...4, a odległość w świetle powierzchni górnej warstwy nawiniętego kabla od krawędzi tarczy bębna powinna wynosić co najmniej 10 cm. Oba końce kabla nawiniętego na bęben powinny być przymocowane do wewnętrznych powierzchni bocznych tarcz bębna w taki sposób, aby nie wystawały poza krawędzie tych tarcz. Dopuszcza się dostarczenie do miejsca ich układania odcinków kabli zwiniętych w kręgi pod warunkiem, że masa takiego odcinka kabla wynosić będzie nie więcej niż 100 kg lub w uzasadnionych technicznie sytuacjach (np.: wykonanie wstawki kabla z mufami) dopuszcza się układanie kabla o masie do 200 kg, pod warunkiem użycia odpowiedniego sprzętu pomocniczego zapewniającego bezpieczeństwo podczas pracy. Ciężar kabla przypadający na jednego pracownika, przy przenoszeniu tego kabla w obu wymienionych przypadkach, nie może przekroczyć 25 kg przy pracy stałej lub 42 kg przy pracy dorywczej. Odcinek kabla zwinięty w krąg, podczas jego dostarczania, powinien być zabezpieczony przed rozwinieniem i wyginaniem. Wewnętrzna średnica kręgu powinna być równa co najmniej 30-krotnej średnicy zewnętrznej (D) kabla, określonej odpowiednio w tablicach 1...4, w których podano również maksymalne długości L0 odcinków kabli dostarczanych w kręgach o masie do 200 kg.

#### **2.5.2. Dowóz kabli.**

Bębny z kablami zaleca się dowozić do miejsca ich układania na przyczepach kablowych, umożliwiających załadunek i wyładunek bębna bez użycia dodatkowych urządzeń, np. dźwigu. W przypadku dowożenia bębna z kablem w skrzyni samochodu lub zwykłej przyczepy, bęben powinien być ustawiony pionowo, na krawędziach jego tarcz i powinien być



tak umocowany, by w czasie przewozu nie mógł się on przetaczać. Zdejmowanie bębna z kablem ze skrzyni samochodu zaleca się wykonywać za pomocą dźwigu. Swobodne staczanie lub zrzucanie bębna z kablem ze skrzyni samochodu na powierzchnię ziemi jest niedopuszczalne. Odcinki kabli zwinięte w kręgi powinny być w czasie przewozu ułożone w skrzyni samochodu na płask i powinny być w tym położeniu ręcznie zdejmowane oraz układane na powierzchni ziemi. W przypadku dowozu kabli uprzednio nagrzanymi (por. p. 2.6.3.), dowóz powinien trwać możliwie krótko, nie dłużej niż 1h, a bęben z kablem lub krąg kabla powinien być w czasie przewożenia całkowicie osłonięty płachtą z brezentu lub z tworzywa sztucznego (ma to na celu niedopuszczenie do nadmiernego ochłodzenia kabla).

### **2.5.3. Przetaczanie bębna z kablem.**

W razie braku możliwości dowiezienia bębna z kablem do miejsca jego ustawienia, bęben ten można przetaczać na krótkich odcinkach trasy po nawierzchni ulicy lub powierzchni gruntu pod warunkiem, że powierzchnia trasy przetaczania będzie praktycznie pozioma, wyrównana i pozbawiona wystających, twardych przedmiotów, a po nie pokrytej trwałą nawierzchnią powierzchni gruntu bęben przetaczany będzie po uprzednio ułożonych płytach lub deskach, uniemożliwiających zagłębianie się bębna w grunt. Przetaczany bęben należy obracać w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu bębna w czasie odwijania kabla.

## **2.6. Temperatura otoczenia kabla.**

### **2.6.1. Temperatura otoczenia.**

Zaleca się tak zaplanować układanie kabli, aby temperatura otoczenia, rozumianej jako temperatura powietrza przy powierzchni gruntu, była dodatnia. Kable można układać przy temperaturze otoczenia nie niższej niż:

- 1) +50 C - dla kabli o izolacji papierowej na napięcie 0,6/1 kV i 8,7/15 kV,
- 2) -50 C - dla kabli polimerowych na napięcie 0,6/1 kV,
- 3) -100 C - dla kabli polimerowych na napięcie 12/20 kV.

Dopuszcza się układanie kabli przy niższych niż podano w 1) i 2) temperaturach otoczenia, jednak przy temperaturze nie niższej niż -100C, pod warunkiem, że kable te będą uprzednio nagrzane na całej ich długości, a ich temperatura nie będzie niższa od określonej w p. 2.6.2. oraz prace te będą wykonane w porozumieniu i pod nadzorem pracowników firmy ENERGETYKA.

### **2.6.2. Temperatura kabla.**

Temperatura kabli układanych przy temperaturach otoczenia określonych w p. 2.6.1.1. i 2.6.1.2. powinna być nie niższa od tych wartości, przy czym jeżeli w ciągu 24 h poprzedzających układanie kabla temperatura otoczenia była okresowo niższa od tych wartości (nocne spadki temperatury), to wówczas bezpośrednio przed układaniem należy zmierzyć temperaturę powierzchni kabla. Zmierzona bezpośrednio przed układaniem temperatura powierzchni kabli uprzednio nagrzanymi i układanymi przy temperaturach otoczenia niższych od określonych w p. 2.6.1.1. i 2.6.1.2. powinna wynosić co najmniej:

- 1) +200 C - dla kabli o izolacji papierowej na napięcie 0,6/1 kV i 8,7/15 kV,
- 2) +150 C - dla kabli polimerowych na napięcie 0,6/1 kV.

### **2.6.3. Nagrzewanie kabla.**

Nagrzewanie kabla nawiniętego na bębnie lub zwiniętego w krąg zaleca się wykonywać przetrzymując bęben lub krąg kabla w pomieszczeniu, w którym temperatura powietrza wynosi co najmniej 250 C i nie krótszy niż 36 h. Można również nagrzewać bęben z kablem ustawiony na trasie budowanej linii, nakładając na bęben specjalny pokrowiec z otworem wentylacyjnym i doprowadzając do wnętrza tego pokrowca nagrzane powietrze ze specjalnej dmuchawy (pokrowce takie i dmuchawy oferuje firma produkująca urządzenia do układania kabli).

### **2.6.4. Pomiar temperatury kabla.**

Pomiar temperatury kabla zaleca się wykonywać mierząc temperaturę powierzchni zewnętrznej warstwy kabla nawiniętego na bębnie (lub zwiniętego w krąg) za pomocą optycznego miernika temperatury (pirometru) o dolnym zakresie pomiarowym wynoszącym ok. -100 C. Pomiar temperatury należy wykonać co najmniej w dwóch przeciwnych punktach obwodu bębna lub kręgu, a jako temperaturę kabla przyjmować najmniejszą ze zmierzonych wartości.

## **2.7. Zginanie kabli.**

Zginanie układanych kabli wykonywać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień zginania powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż Rd, wynoszący:

- 1)  $R_d = 12 D$  - dla kabli polimerowych na napięcie 0,6/1 kV,
- 2)  $R_d = 15 D$  - dla kabli w izolacji papierowej oraz kable polimerowe na napięcie 8,7/15 i 12/20 kV
- 3)  $R_d = 25 D$  - w przypadku kabli polimerowych uszczelnionych wzdłużnie i promieniowo, na napięcie 8,7/15 i 12/20 kV gdzie  $D$  = zewnętrzna średnica kabla. Jako wartość średnicy  $D$  kabli zaleca się przyjmować wartości podane dla poszczególnych typów i rodzajów kabli podanych w tablicach 1...4.

## **2.8. Dopuszczalne naprężenia mechaniczne kabli.**

### **2.8.1. Siły rozciągające (uciągu).**

Przy ciągnięciu kabla za jego koniec - poprzez głowicę ciągnącą zamocowaną na końcach wszystkich żył roboczych albo poprzez pończochę kablową nałożoną na zewnętrzną osłonę lub powłokę kabla, maksymalne wartości sił rozciągających (uciągu)

poszczególnych typów i rodzajów kabli nie powinny przekraczać wartości dopuszczalnych  $F_d$ , określonych odpowiednio w **tablicach 1...4**.

**Wyjaśnienie:** Podane w tablicach 1...4 wartości  $F_d$  określono z uwzględnieniem następujących wartości naprężeń rozciągających:



- 1) 10 N/mm<sup>2</sup> - dla ołowianych powłok kabli typu HAKnFty, 30 N/mm<sup>2</sup> - dla powłok kabli polimerowych z żyłami aluminiowymi i 50 N/mm<sup>2</sup> z żyłami miedzianymi, w przypadku ciągnięcia ich przez pończochę kablową,
- 2) 30 N/mm<sup>2</sup> - dla aluminiowych żył roboczych typu SE i SM i 50 N/mm<sup>2</sup> - dla miedzianych żył roboczych typu SM, w przypadku ciągnięcia ich przez głowicę kablową.

### **2.8.2. Siły ściskające.**

Maksymalne wartości sił dociskających kabel do rolek ustawionych na załomach trasy nie powinny przekraczać wartości dopuszczalnej wynoszącej  $F_{dR}=1,4$  kN na rolkę.

### **2.9. Układy kabli 1-żyłowych.**

Trzy kable 1-żyłowe tworzące linie trójfazową powinny być umocowane i ułożone (patrz p. 1.4.) w postaci wiązki:

- 1) trójkątnej - w przypadku układania kabli w ziemi oraz na dnie i na drabinkach (półkach) kanałów,
- 2) płaskiej - w przypadku układania kabli na pionowych ścianach budynków i kanałów, przy czym płaszczyzny wiązek powinny być równoległe do tych ścian.

- W kanałach dopuszcza się układanie trzech kabli 1-żyłowych tworzących linie trójfazową równoległe, z prześwitami równymi zewnętrznej średnicy kabla, w płaszczyźnie poziomej lub pionowej, jeżeli jest to niezbędne dla zapewnienia wymaganej obciążalności prądowej linii.

### **2.10. Badania linii kablowej.**

Badania linii kablowej i jej elementów powinny być wykonywane zgodnie z postanowieniami rozdziału 4.12. normy PN-E-04700 oraz zaleceń producentów kabli co do pomontażowych badań odbiorczych linii kablowych, przy czym próby napięciowe izolacji linii i powłok kabli powinny być wykonane zgodnie z postanowieniami zawartymi w rozdziale 6 niniejszych Warunków.

## **3. TECHNOLOGIA UKŁADANIA KABLI**

### **3.1. Stosowanie rolek kablowych.**

Kable układane w wykopach i kanałach, ciągnięte mechanicznie i ręcznie, powinny być przesuwane po powierzchni rolek kablowych przelotowych, kątowych i ochronnych o właściwościach wg p. 2.3.2., rozstawionych na trasie linii na długości nie mniejszej od długości układanego odcinka kabla. Rolki przelotowe powinny być rozstawione na prostych odcinkach trasy w takich odległościach od siebie, aby przesuwany kabel nie ocierał się o podłoże, nie większych jednak niż: 3 m - w przypadku układania kabli o napięciu 0,6/1 kV i przekroju 4x35 mm<sup>2</sup>, 4 m - w przypadku pozostałych kabli.

- Rolki kątowe powinny być ustawione na całej długości łuku każdego załomu trasy. Odległość pomiędzy osiami sąsiednich rolek, do których dociskany jest przesuwany kabel (tj. rolek pionowych przy załomach poziomych i rolek poziomych przy załomach pionowych) powinna być nie większa niż 0,35 m., a w przypadku mechanicznego ciągnięcia kabla również taka, aby siła nacisku kabla na jedną rolkę nie przekraczała wartości dopuszczalnej  $R_d R = 1,4$  kN.

- Rolki ochronne powinny być ustawione z obu stron przedmiotu (np. rury) pod którym przesuwany jest układany kabel w taki sposób, aby kabel nie ocierał się ani o ten przedmiot, ani o podłoże. Dopuszcza się układanie bez stosowania rolek dla odcinków kabli o masie do 200 kg:

- 1) dostarczanych w kręgach wg p. 2.5.1. i odwijanych wg p. 3.3,
- 2) odwijanych z ustawionych bębnow, lub ułożonych w postaci pętli i óseme i przenoszonych wg p. 3.8.

### **3.2. - Wyznaczanie siły ucięcia i nacisku kabla.**

W celu ustalenia prawidłowych warunków ciągnięcia kabla, należy przed układaniem wyznaczyć:

- 1) maksymalną, oczekiwaną wartość siły ucięcia (F) niezbędnej do ułożenia danego odcinka kabla wzdłuż danej trasy,
- 2) w przypadku ciągnięcia mechanicznego - również maksymalną oczekiwaną wartość siły nacisku (FR) kabla na jedną rolkę ustawioną na załomie trasy. Wyznaczenie tych sił należy wykonywać na podstawie obliczeń wykonanych w sposób określony w rozdziale 7.

### **3.3. Odwijanie kabla z kręgu.**

Odcinek kabla dostarczony w kręgu wg p. 2.5.1. należy odwijać i rozkładać wzdłuż trasy linii przetaczając pionowo podtrzymywany krąg kabla po podłożu wyrównanym i pozbawionym wszelkich wystających, twardych przedmiotów, np. po dnie wykopu. Krąg kabla powinno przetaczać nie mniej niż dwóch pracowników, ustawionych po obu stronach kręgu.

### **3.4. Odwijanie kabla z bębna.**

Odwijanie kabla z bębna należy wykonywać z zachowaniem warunków określonych niżej w punktach 3.4.1....3.4.4.

#### **3.4.1. Ustawienie bębna.**

Bęben z kablem należy ustawić w pobliżu jednego z końców trasy układanego kabla w taki sposób, aby ciągnięty kabel schodził z górnej części bębna i w miarę możliwości tak, aby os bębna była praktycznie prostopadła i symetryczna w stosunku do osi trasy. W razie konieczności wynikającej z braku miejsca, bęben można ustawić z boku i skośnie do osi trasy, pod warunkiem zastosowania środków, (prowadnic, rolek itp.) skutecznie zabezpieczających ciągnięty kabel przed ocieraniem się o tarcze bębna i o podłoże.

#### **3.4.2. Zawieszenie bębna.**

Bęben z kablem powinien być zawieszony na usytuowanej poziomo, sztywnej osi metalowej, umieszczonej w otworach tarcz bębna i opartej z obu końców na ustawionych na podłożu, metalowych wspornikach (stojakach) o regulowanej wysokości. Odległość w świetle krawędzi tarcz zawieszonego bębna od podłoża (nawierzchni, powierzchni gruntu) powinna wynosić ok. 0,2 m.

#### **3.4.3. Obracanie i hamowanie bębna.**





W czasie ciągnięcia kabla bęben powinien być obracany ręcznie przez pracowników, nadążnie z ciągnięciem lub przenoszeniem kabla tak, aby schodzący z bębna kabel nie był ani sztywno naprężony, ani nie ocierał się o podłoże. W sytuacjach, gdy chwilowa prędkość obrotowa bębna okaże się zbyt duża, tj. gdy np. kabel schodzący z bębna będzie nadmiernie zbliżał się do podłoża (sytuacja taka może zaistnieć, ze względu na bezwładność bębna, przy zmniejszeniu prędkości ciągnięcia kabla), bęben należy niezwłocznie hamować, np. dociskając do dolnej krawędzi jednej z jego tarcz grubą deskę lub belkę drewnianą.

#### **3.4.4. Ustawienie prowadnicy kabla.**

Pomiędzy bębniem a początkiem trasy układanego odcinka kabla należy ustawić prowadnicę o właściwościach wg p. 2.3.3. w taki sposób, aby oś kabla schodzącego z prowadnicy pokrywała się z osią ciągu rolek rozstawionych na początku trasy i aby ciągnięty kabel nie ocierał się o podłoże.

#### **3.5. Sposoby ciągnięcia kabli i zakres ich stosowania.**

Kable odwijane z bębnow i wprowadzane do wykopów (kanałów) powinny być ciągnięte po rolkach:

- 1) albo mechanicznie, za pomocą ciągarki kablowej, wg p. 3.6,
- 2) albo ręcznie, przez pracowników, wg p. 3.7 i 3.9.5.

Mechaniczne ciągnięcie kabli zaleca się stosować w tych wszystkich przypadkach, gdy obliczona wg rozdziału 7 wartość siły uciągu ( $F$ ), niezbędnej do przeciągnięcia wzdłuż trasy całego układanego odcinka kabla przekracza 2 kN. W przypadkach, gdy przy ciągnięciu mechanicznym wartość ww. siły uciągu ( $F$ ) byłaby większa od wartości dopuszczalnej  $F_d$ , określonej dla poszczególnych typów i rodzajów kabli podana w tablicach 1...4 (co może wystąpić przy układaniu długich odcinków kabli typu HAKnFty wzdłuż tras z licznymi załomami), zaleca się wspomaganie ciągnięcia mechanicznego przez ciągnięcie ręczne wg p. 3.6.6., a jeżeli i to byłoby niewystarczające - dopuszcza się wciąganie do wykopu (kanału) tylko części długości układanego odcinka kabla odwijanego z bębna ustawionego w przybliżeniu pośrodku trasy, ułożenie pozostałej części kabla na powierzchni gruntu w postaci pętli lub ósemki wg p. 3.10. i wciąganie kabla do pozostałej części wykopu (w kierunku przeciwnym do poprzedniego) z tej pętli lub ósemki, jak przedstawiono na rys. 2 i 3.

#### **3.6. Mechaniczne ciągnięcie kabla.**

##### **3.6.1. Ustawienie ciągarki.**

Ciągarkę kablową należy ustawić przy jednym z końców trasy linii i zakotwiczyć tak, by w czasie ciągnięcia kabla nie zmieniała swojego pierwotnego położenia. Zaleca się ustawienie ciągarki przy końcu tej części trasy linii, w której znajduje się mniej załomów lub załomy o mniejszych kątach (ma to na celu zmniejszenie niezbędnej siły uciągu  $F$  i siły nacisku  $F_R$  układanego kabla na rolki kątowe).

##### **3.6.2. Rozwinięcie i ułożenie liny ciągarki.**

Linę ciągarki należy rozwinąć z bębna i ułożyć na całej długości trasy układanego odcinka kabla, przeciągając linę ręcznie przez przepusty rurowe (np. za pomocą sprężystego pręta z włókien szklanych spojenych elastyczną żywicą) i układając ją na rolkach kablowych, rozstawionych wg p. 3.1. W przypadkach, gdy długość liny ciągarki jest mniejsza od długości układanego odcinka kabla, dopuszcza się dołączenia do końca ułożonej liny ciągarki dodatkowego odcinka liny stalowej o zbliżonej średnicy i wytrzymałości, zaopatrzonego na obu końcach w stalowe kabłąki.

##### **3.6.3. Uchwyt kabla.**

Na ciągnięty koniec kabla należy nałożyć uchwyt w postaci:

- 1) albo głowicy ciągnącej wg p. 2.3.5.,
- 2) albo pończochy kablowej wg p. 2.3.4.

Zaleca się stosowanie do kabli papierowych głowicy ciągnącej, ponieważ dopuszczalne siły uciągu przy użyciu pończochy kablowej są mniejsze niż w przypadku użycia głowicy ciągnącej - tablica 2. W przypadku układania kabli polimerowych można stosować pończochę kablową albo głowicę ciągnącą. Dla tych kabli dopuszczalne siły uciągu są przedstawione w tablicach 1,3 i 4. Głowica ciągnąca powinna być nałożona na końce wszystkich pozbawionych izolacji żył roboczych kabla, a obszar połączenia głowicy z kablem powinien być zabezpieczony przed zawilgoceniem wg p. 2.4. Pończocha kablowa powinna być nałożona na osłonę zewnętrzną kabli papierowych (nakładanie bezpośrednio na powłokę ołowianą jest niedopuszczalne) lub powłokę kabli polimerowych i powinna zachodzić na tę osłonę lub powłokę na długości co najmniej: 0,8 m - w przypadku kabli o napięciu znamionowym 0,6/1 kV, 1,0 m - w przypadku kabli o napięciu znamionowym 8,7/15 kV i 12/20 kV. Należy stosować pończochy o takich średnicach (średnice te oznaczone są z reguły na złączce zaprasowanej na linkach przed uchem pończochy), aby można je było łatwo nasunąć na kabel i aby mniejsza średnica znamionowa pończochy była o co najmniej 5 mm mniejsza od zewnętrznej średnicy  $D$  układanego kabla. Przeciwnie do ucha koniec nałożonej pończochy należy docisnąć do powłoki lub osłony kabla za pomocą obwoju (2-3 zwoje) z miękkiego drutu np. stalowego lub miedzianego o średnicy ok. 1 mm.

##### **3.6.4. Połączenie uchwytu kabla z linką ciągarki.**

Połączenie uchwytu kabla z końcem liny ciągarki (lub końcem dodatkowego odcinka liny) należy dokonać poprzez łącznik obrotowy wg p. 2.3.6.

##### **3.6.5. Przebieg i prędkość ciągnięcia kabla.**

Przed rozpoczęciem ciągnięcia kabla należy nastawić automatyczny ogranicznik siły uciągu ciągarki na wartość nie większą od dopuszczalnej wartości siły uciągu  $F_d$  układanego kabla, podaną dla poszczególnych typów i rodzajów kabli oraz ich uchwytów odpowiednio w tablicach 1...4. Prędkość ciągnięcia kabla należy zwiększać powoli i płynnie od zera do wartości uznanej w danych warunkach za optymalną, nie większej jednak niż 25 m/min. Jednocześnie z ciągnięciem należy nadążnie obracać bęben z kablem (por. p. 3.4.3.). W czasie ciągnięcia należy obserwować, zwłaszcza na początku i przy załomach trasy, czy lina ciągarki i kabel prawidłowo przesuwają się po rolkach. W razie wystąpienia nieprawidłowości (np. przewrócenia się rolki), ciągnięcie należy niezwłocznie przerwać i po zredukowaniu



siły uciągu do zera poprawić ustawienie rolek i/lub położenie liny i kabla na rolkach. Prędkość ponownego ciągnięcia kabla należy zwiększać powoli i płynnie od zera, gdyż ewentualne szarpnięcia kabla grożą jego uszkodzeniem. Wykres zarejestrowanej siły uciągu kabla (por. p. 2.3.1.2.) w funkcji jego długości powinien być dołączony do powykonawczej dokumentacji linii.

### **3.6.6. Ręczne wspomaganie ciągnięcia.**

W razie konieczności wspomagania ciągnięcia kabla (por. p. 3.5.), przesuwany kabel powinien być ciągnięty również i przez pracowników rozstawionych w wykopie, przede wszystkim w obszarach poprzedzających (licząc w kierunku ciągnięcia) załomy trasy o największych kątach, przy czym przy ustalaniu liczby pracowników można przyjmować, że jeden pracownik będzie ciągnął kabel z siłą wynoszącą 0,20...0,25 kN.

### **3.6.7. Odcinanie końca kabla.**

Niezwłocznie po ułożeniu kabla jego ciągnięty koniec powinien być odcięty a pozostała część kabla zabezpieczona przed zawiłoceniem zgodnie z p. 2.4., przy czym długość odciętego końca kabla powinna być nie mniejsza, niż: 0,1 m (licząc od krawędzi powłoki lub osłony) - w przypadku ciągnięcia kabla przez żyły robocze (poprzez głowicę ciągnącą), 1 m - w przypadku ciągnięcia kabla poprzez pończochę.

## **3.7. Ręczne ciągnięcie kabla po rolkach kablowych.**

### **3.7.1. Prowadzenie i ciągnięcie końca kabla.**

W odkrytych częściach trasy koniec układanego kabla powinien być prowadzony i ciągnięty przez jednego pracownika, poruszającego się wzdłuż trasy, np. po dnie wykopu. Zaleca się prowadzenie i ciągnięcie końca kabla poprzez krótki odcinek liny konopnej lub z włókien sztucznych, przymocowany do nałożonej na koniec kabla pończochy kablowej.

### **3.7.2. Rozstawienie pracowników.**

Pracownicy ciągnący kabel powinni być (po jednym) ustawieni w następujących, liczonych w kierunku ciągnięcia, punktach trasy układanego kabla:

- 1) na początku trasy,
  - 2) przed każdym załomem trasy,
  - 3) przed wlotem każdego przepustu rurowego o długości przekraczającej 3 m.,
  - 4) w miarę potrzeby - bezpośrednio poza rolkami przelotowymi w pośrednich punktach trasy oraz poza wylotami przepustów rurowych, przy czym pracownicy ci powinni zajmować ww. pozycje (np. wchodzić do wykopu) w miarę przesuwania kabla i pozostawać w tych punktach do zakończenia ciągnięcia całego odcinka układanego kabla.
- Odległość L (w metrach) pomiędzy sąsiednimi pracownikami ciągnącymi kabel powinna być co najwyżej taka, aby całkowita masa odcinka kabla nie przekraczała wartości 25 kg przy pracy stałej lub 42 kg przy pracy dorywczej. Najmniejszy odstęp między pracownikami nie może przekraczać 0,75 m. W przypadku przeciągania kabla przez przepusty rurowe, zwłaszcza o większej długości, wszyscy pracownicy przeciągający uprzednio koniec kabla przez przepust (por. p. 3.9.4.) powinni być rozstawieni możliwie blisko wylotu przepustu, w odległościach nie większych niż co 2 m od siebie.

### **3.7.3 Ciągnięcie kabla.**

Ciągnięcie i przesuwanie kabla oraz obracanie bębna powinno być wykonywane jednocześnie przez wszystkich rozstawionych pracowników, na hasło np. dźwiękowe podawane przez kierującego układaniem i w taki sposób, aby w odkrytych częściach trasy przesuwany kabel nie ocierał się o podłoże.

## **3.8. Ręczne przenoszenie kabla.**

Ręczne przenoszenie kabla powinno być wykonywane w taki sposób, aby niesiony kabel nie ulegał nadmiernemu zginaniu (również w płaszczyźnie pionowej - pod własnym ciężarem) i nie ocierał się o podłoże. Niesiony kabel powinien być uchwycony przez każdego pracownika obu rękami, w dwóch punktach odległych od siebie o ok. 0,5 m. Odległość L (w metrach) pomiędzy każdymi dwoma sąsiednimi pracownikami przenoszącymi kabel powinna być nie większa niż 5 m i nie mniej niż 0,75 m, oraz co najmniej taka, aby całkowita masa odcinka kabla o tej długości (tj. iloczyn  $m \times L$ , w którym m - jednostkowa masa kabla wg tablicy 1...4) nie przekraczała wartości 25 kg przy pracy stałej lub 42 kg przy pracy dorywczej. 3.9. Przesuwanie kabli przez przepusty rurowe.

### **3.9.1. Sprawdzanie i czyszczenie przepustów.**

Przed wprowadzeniem kabla do przepustu rurowego należy sprawdzić, czy wewnątrz przepustu jest drożne, gładkie i nie zawiera zanieczyszczeń np. gruntu, a w razie stwierdzenia ww. nieprawidłowości - należy je usunąć. Sprawdzanie stanu wnętrza przepustu wykonuje się wizualnie, w razie potrzeby przy użyciu dodatkowego źródła światła (latarki, lusterka). W razie podejrzenia, że na długości zainstalowanego przepustu istnieją uskoki (w miejscach łączenia rur) lub spłaszczenia rur, sprawdzenie drożności i gładkości wnętrza przepustu należy wykonać przeciągając ręcznie przez przepust walec metalowy wg p. 2.3.7., połączony obustronnie z odcinkami lin, o długości co najmniej 3 m większej od długości przepustu (połączenie walca z dwoma odcinkami lin zapewnia możliwość łatwego wycofania walca w razie np. miejscowego spłaszczenia rury). Wnętrze przepustu należy uznać za drożne i gładkie, jeżeli walec daje się przeciągnąć przez całą długość przepustu przez jednego pracownika. W przypadku stwierdzenia zanieczyszczenia wnętrza przepustu gruntem, należy ten grunt usunąć, przeciągając co najmniej dwukrotnie przez przepust, każdorazowo w tym samym kierunku, szczotkę wg p. 2.3.7., przymocowaną do odcinka liny o długości co najmniej 3 m większej od długości przepustu.

### **3.9.2. Wprowadzanie kabli do rur.**

Kabel powinien być tak wprowadzany i wyprowadzany z przepustu rurowego, aby osłona lub powłoka kabla nie ocierała się o krawędzie rury i aby kabel nie zaciągał gruntu do wnętrza przepustu. W związku z tym zaleca się albo ustawianie bezpośrednio przed wlotem przepustu rolki ochronnej lub przelotowej, albo umieszczenie we wlocie rury gładkiego kapturka (kielicha), a bezpośrednio przy wylocie rury - rolki przelotowej. Do jednego przepustu rurowego



należy wprowadzać jeden kabel wielożyłowy albo 3 kable 1- żyłowe, tworzące linie trójfazową. Zakazuje się wprowadzania kabli jednożyłowych tworzących jedną linię trójfazową do więcej niż jednego przepustu, szczególnie jeżeli przepust wykonany jest z rury stalowej.

### **3.9.3. Stosowanie i rozprowadzanie w przepięści materiałów poślizgowych.**

Materiały poślizgowe wymienione w p. 2.2.7. należy stosować w tych przypadkach, gdy obliczona w sposób podany w rozdziale 7 siła tarcia  $F_t$  układanego kabla o suchą ściankę danego przepustu przekracza wartość 0,8 kN.

### **3.9.4. Pokrywanie materiałem poślizgowym powierzchni kabla.**

W przypadku przeciągania przez przepust pokryty materiałem poślizgowym dłuższych odcinków kabli oraz w przypadku wciągania do tej samej rury drugiego i trzeciego kabla 1-żyłowego, dolne powierzchnie tych kabli należy również pokrywać materiałem poślizgowym, takim samym jaki zastosowano w przepięści. Wykonuje się to za pomocą kłębu czystych szmat bawełnianych z nakładanym lub nalewanym nań sukcesywnie materiałem poślizgowym, dociskanego ręcznie do dolnej części obwodu osłony lub powłoki przesuwanego kabla, możliwie blisko wlotu przepustu.

### **3.9.5. Przesuwanie kabla przez przepust przy ciągnięciu ręcznym.**

Koniec kabla przesuwanego ręcznie przez przepust rurowy powinien być ciągnięty za pomocą liny konopnej lub z włókien sztucznych, przesuniętej uprzednio przez przepust i przymocowanej do ucha pończochy kablowej, nałożonej na koniec kabla wg p. 3.6.3. Liczba pracowników ciągnących ww. linę powinna być równa co najmniej liczbie obliczonej jako  $0,005 F_t$ , gdzie  $F_t$  jest wartością siły tarcia kabla o ściankę przepustu, obliczoną w sposób określony w rozdziale 7 i nie powinna być większa niż 5 (po przeciągnięciu końca kabla przez przepust pracownicy ciągnący uprzednio linę powinni być rozstawieni w pobliżu wylotu przepustu - por. p. 3.7.2.). Dopuszcza się wsuwanie (wpychanie) końca kabla do przepustu rurowego bez ciągnięcia poprzez pończochę, jeżeli długość rury wynosi nie więcej niż 6 m w przypadku układania kabli o napięciu znamionowym 0,6/1 kV, oraz nie więcej niż 3 m w przypadku wszystkich typów kabli o napięciu znamionowym 8,7/15 i 12/20 kV.

### **3.10. Układanie kabli w pętle i ósemki.**

Końcowe części odcinków kabli układanych w wykopie lub w kanale, przeznaczone do wprowadzenia do budynku oraz na konstrukcje (np. słupy), można doraźnie układać na powierzchni gruntu poza wykopem (kanałem) w postaci płaskiej, pojedynczej pętli np. o kształcie zbliżonym do litery "S" lub ósemki. W przypadku określonym w p. 3.5. kable typu HAKnFty można doraźnie układać na powierzchni gruntu, w pobliżu wykopu, w postaci pętli, w sposób przedstawiony na rys. 2 i 3. Dopuszcza się układanie odcinków kabli w ósemki o masie nie przekraczającej 200 kg z zachowaniem dopuszczalnych promieni gięcia. Układanie kabli w pętle należy wykonywać przenosząc ręcznie kolejne części odcinka kabla z zachowaniem wymagań podanych w p. 3.8. Promienie zginania kabli w pętlach i ósemkach powinny wynosić co najmniej 2 Rd, gdzie Rd jest wartością minimalnego promienia zginania określoną dla poszczególnych rodzajów kabli w tablicach 1...4 i w żadnym przypadku nie powinny być mniejsze niż 1 m.

### **3.11. Wprowadzanie kabli na konstrukcje i słupy.**

Wprowadzanie końcowych części ułożonych kabli na pionowe konstrukcje wsporcze o wysokości do ok. 2 m (np. na konstrukcje wsporcze głowic) wykonuje się podnosząc ręcznie końcowy odcinek kabla ułożony uprzednio na powierzchni gruntu, na poboczu kanału lub wykopu. Wprowadzanie końcowych części ułożonych kabli na pionowe konstrukcje wsporcze o wysokości przekraczającej 2,5 m oraz na słupy linii napowietrznych wykonuje się wciągając kabel na te konstrukcje ręcznie za pomocą liny połączonej z kablem i przewieszonej przez blok umocowany na szczycie konstrukcji lub słupa, jak przedstawiono na rys. 4. W przypadku wciągania na konstrukcje i słupy kabli 1-żyłowych, trzy takie kable ułożone na powierzchni gruntu należy połączyć w wiązkę trójkątną za pomocą opasek z taśmą przylepnej wg p. 2.2.8.2) nałożonych tak samo i w takich samych odległościach, jak podano w p. 5.3.2.

Na kabel lub wiązkę należy przed wciąganiem na konstrukcję nałożyć odcinek rury ochronnej wg p. 2.2.5. o wymaganej długości. Połączenie końca ciągniętego kabla lub wiązki kabli z liną zaleca się wykonywać poprzez pończochę kablową dobraną i nałożoną wg p. 3.6.3., przy czym w przypadku wciągania wiązki kabli pończocha ta powinna być nałożona na powierzchnię wiązki, tj. na wszystkie trzy kable. Po podciągnięciu kabli uchwyconych poprzez pończochę kablową można nie odcinać końców kabli znajdujących się pod rurową częścią pończochy. W czasie wciągania kabel i nałożona nań rura osłonowa, powinny być sukcesywnie podnoszone przez pracowników w taki sposób, aby promienie zginania kabla, w tym przy obu krawędziach odcinka rury, były nie mniejsze od wartości Rd, podanych odpowiednio w tablicach 1...4. Wciągnięte kable wielożyłowe powinny być, ponad górną krawędzią rury osłonowej, przymocowane do konstrukcji wsporczej lub słupa za pomocą uchwytów zgodnie z postanowieniami rozdziału 4 normy N SEP-E-004 wym. w p. 1.3., a wiązki kabli 1-żyłowych - za pomocą uchwytów wg p. 5.3.1., przy czym pierwszy uchwyt należy umieścić w odległości nie większej niż 0,5 m od krawędzi rury ochronnej. Otwór rury osłonowej ze znajdującym się w niej kablem lub wiązką kabli powinien być uszczelniony (zabezpieczony przed przedostawaniem się górną do wnętrza rury wody i zanieczyszczeń) materiałem wg p. 2.2.6. W przypadku podłączenia kabla o izolacji z polietylenu usiecianego typu YAKY 0,6/1 kV do linii napowietrznej 0,6/1 kV, należy zamontować na tym kablu głowicę napowietrzną zabezpieczającą izolację żył kabla przed wnikaniem wilgoci i działaniem promieni UV.

## **4. UKŁADANIE KABLI I RUR W ZIEMI**

### **4.1. Stosowanie dodatkowej warstwy piasku.**

W wykopach wykonywanych w gruntach mineralnych, drobnoziarnistych, niespoistych (sypkich) i mało spoistych (tj. w piaskach, piaskach gliniastych, pyłach piaszczystych i pyłach, wg PN- 86/B-02480) kable i rury stanowiące przepusty należy układać bezpośrednio na dnie wykopu i zasypywać gruntem miejscowym. W wykopach wykonanych w gruntach





innych niż wymienione wyżej, kable i rury należy układać na umieszczonej na dnie wykopu dodatkowej warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm oraz zasypać najpierw warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, liczonej od górnej powierzchni kabla, a następnie - gruntem miejscowym. Warstwę piasku pod i nad kablem można wykonać z piasku budowlanego, pylastego lub gliniastego, przy czym zaleca się stosowanie piasku gliniastego.

#### **4.2. Głębokość ułożenia kabli.**

Kable wielożyłowe i trójkątne wiązki kabli 1-żyłowych powinny być układane w ziemi na głębokościach określonych w p. 3.1.2. normy N SEP-E-004, tj. na głębokościach odniesionych do projektowanych rzędnych terenu, nie mniejszych niż: 0,70 m - w przypadku kabli tworzących linie na napięciu 0,6/1 kV, 0,80 m - w przypadku kabli tworzących linie na napięciu 8,7/15 kV. Kable układane na innych głębokościach, należy uzgodnić każdorazowo w ENERGETYKA. W szczególnych przypadkach dopuszcza się miejscowe ułożenie kabli na głębokościach mniejszych od podanych wyżej, jednak nie mniejszych niż 0,4 m, pod warunkiem nałożenia w tych miejscach na kable rur osłonowych wymienionych w p. 2.2.3.

W przypadku układania w jednym wykopie kabli tworzących linie na napięciu 0,6/1 kV i 8,7/15 kV, kable o napięciu znamionowym 0,6/1 kV powinny być układane na głębokości nie mniejszej od głębokości ułożenia kabli tworzących linie na napięciu 8,7/15 kV.

#### **4.3. Instalowanie rur - przepustów.**

##### **4.3.1. Długość i kształt przepustów.**

Długość pojedynczego przepustu rurowego ułożonego w ziemi nie powinna przekraczać 30 m. Przepust musi być prosty na całej jego długości. Zakazuje się wykonywania na przepustach załomów, a szczególnie wyginania ich na końcach. W sytuacji technicznie uzasadnionej, dopuszcza się ułożenie rur osłonowych wymienionych w p. 2.2.3. o długości 40 m i średnicy:

- 1) 232 mm dla kabli na napięciu 8,7/15 kV i 12/20 kV,
- 2) 160 mm dla kabli na napięciu 0,6/1 kV.

##### **4.3.2. Przepusty rezerwowe.**

W przypadku instalowania przepustów rurowych pod jezdniami ulic, pod torowiskami trakcji szynowej, itp. należy układać przepusty rezerwowe. Liczba przepustów rezerwowych powinna wynosić 1/3 liczby kabli, przy czym nie mniej niż 1 przepust na 3 kable.

##### **4.3.3. Głębokość i sposób ułożenia rur.**

Głębokość i sposób ułożenia rur wymienionych w p. 2.2.3., tworzących przepusty kablowe, powinny być zgodne z postanowieniami p. 3.2.2. normy N SEP-E-004. Odległości w świetle pomiędzy powierzchniami sąsiednich rur oraz pomiędzy powierzchniami rur a bocznymi ścianami wykopu powinny wynosić co najmniej 5 cm. Długość rur osłonowych, w miejscach krzyżowania się kabli z urządzeniami podziemnymi, wynosi minimum szer. wykopu, plus minimum po 0,5 m stabilnego oparcia rury po obu stronach wykopu. Przestrzenie pomiędzy powierzchniami rur a bocznymi ścianami wykopu powinny być całkowicie wypełnione gruntem określonym w p. 4.1., przy czym grunt ten powinien być zagęszczony za pomocą np. wibratora mechanicznego.

##### **4.3.4. Wykorzystanie przepustów istniejących.**

W przypadku przebudowy linii kablowych dopuszcza się wykorzystanie istniejących przepustów (rury z tworzywa sztucznego i stalowe), pod warunkiem, że przepusty te są już ułożone na głębokościach i w sposób zgodny z wymaganiami p. 3.2.2. normy N SEP-E-004, a wewnętrzne średnice rur tworzących te przepusty nie są mniejsze od określonych w p. 2.2.3. niniejszych Warunków.

#### **4.4. Szerokość wykopów.**

Szerokość dna wykopu powinna wynosić co najmniej 0,5 m i powinna być taka, aby możliwe było poruszanie się po dnie wykopu pracowników i wykonywanie przez nich niezbędnych operacji (ustawianie i wyjmowanie rolek kablowych, zdejmowanie z rolek rozłożonych kabli, nakładanie opasek na wiązki kabli itp.).

W przypadku układania kabli wzdłuż tras istniejących linii kablowych określona wyżej szerokość dna wykopu powinna być liczona od powierzchni skrajnego, istniejącego kabla. 23

#### **4.5. Promienie łuków załomów.**

W obszarach załomów trasy linii ściany lub dno wykopu powinny być wykonane w kształcie łuków, a nie linii prostych, przy czym promienie  $R_w$  łuków bocznych ścian wykopu na załomach poziomych lub dna wykopu na załomach pionowych powinny wynosić co najmniej:  $R_w = 0,8$  m - w przypadku układania kabli o napięciu 0,6/1 kV,  $R_w = 1,2$  m - w przypadku układania kabli o napięciu 8,7/15 i 12/20 kV.

#### **4.6. Przygotowanie trasy do układania kabli.**

Przed rozpoczęciem układania kabli trasa linii powinna być przygotowana na długości równej co najmniej długości układanego odcinka kabla, tj. na długości tej powinien być wykonany wykop, zainstalowane i sprawdzone przepusty rurowe, w razie potrzeby na dno nałożona warstwa piasku i na całej długości wykopu powinny być rozstawione rolki kablowe.

#### **4.7. Ułożenie kabli na dnie wykopu.**

Kable wielożyłowe i trójkątne wiązki kabli 1-żyłowych powinny być ułożone na dnie wykopu lub na warstwie piasku wzdłuż linii falistej, zbliżonej do sinusoidy, przy czym strzałka wygięcia kabla powinna wynosić ok. 0,2 m, a odległość pomiędzy sąsiednimi punktami wygięcia kabla w tym samym kierunku (okres sinusoidy) - ok. 10 m (powoduje to





wzrost długości kabla w stosunku do długości trasy o ok. 0,1 %). Na trójkątne wiązki kabli 1-żyłowych powinny być ściśle nałożone opaski wg p. 2.2.8.1, przy czym w przypadku wykonywania opasek z odcinków taśmy przylepnej wystarczające jest nakładanie jednego zwoju (strona przylepną do kabla) z zakładką ok. 5 cm. Odległość pomiędzy sąsiednimi opaskami wiązki powinna być nie większa niż 3 m.

#### **4.8. Uszczelnianie otworów przepustów.**

Otwory przepustów rurowych z ułożonymi w nich kablami powinny być na długości ok. 10 cm uszczelnione - zabezpieczane przed zamulaniem - materiałem wg p. 2.2.6., przy czym materiał ten powinien otaczać kabel ze wszystkich stron tak, aby przy ruchach cieplnych kabla jego osłona lub powłoka nie ocierała się o krawędź rury. Otwory rurowych przepustów rezerwowych powinny być z obu stron albo zamknięte za pomocą fabrycznych pokryw z tworzywa sztucznego, albo całkowicie zatkane materiałem wymienionym w p. 2.2.6.

#### **4.9. Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń.**

Wykonanie skrzyżowań i zbliżeń kabli między sobą oraz z innymi urządzeniami podziemnymi powinno być zgodne z postanowieniami p. 3.1.6. normy N SEP-E-004, przy czym w tych wszystkich przypadkach, w których jako osłony ochronne kabli stosowane są rury dzielone wg p. 2.2.4., wzdłużne i poprzeczne krawędzie tych rur powinny być uszczelnione materiałami wg p. 2.2.6., a rury powinny być zabezpieczone przed rozwieraniem za pomocą opasek wg p. 2.2.4., nakładanych na rurę w odstępach co ok. 1 m.

#### **4.10. Wypełnianie wykopu gruntem.**

Grunty, którym wypełniany jest wykop z ułożonymi kablami powinien być wprowadzany do wykopu warstwami o grubości ok. 0,3 m, a każda taka warstwa powinna być zagęszczana za pomocą np. wibratora mechanicznego. W przypadku pokrywania ułożonych kabli warstwą piasku wg p. 4.1., grubość pierwszej, nałożonej na piasek warstwy gruntu miejscowego powinna wynosić ok. 0,2 m.

Przed zagęszczaniem zaleca się nawilżyć co najmniej pierwszą, licząc od dna, warstwę wprowadzonego do wykopu gruntu miejscowego, polewając całą powierzchnię tej warstwy wodą. Na powierzchni pierwszej, zagęszczonej warstwy gruntu należy ułożyć pas folii z tworzywa sztucznego, zachowując wymagania określone w p. 2.7.2. i 3.1.1. normy N SEP-E-004. Wprowadzanie do wykopu co najmniej pierwszej warstwy gruntu należy wykonywać możliwie niezwłocznie, w tym samym dniu roboczym, w którym w danej części wykopu zakończono układanie kabli. W przypadku braku możliwości ułożenia w danej części wykopu w ciągu jednego dnia roboczego wszystkich równolegle układanych kabli, dopuszcza się pozostawienie w wykopie kabli nie zasypanych gruntem przez czas niezbędnej przerwy w robotach (np. przez noc), pod warunkiem zastosowania środków, np. ciągłego nadzoru, skutecznie zabezpieczających ułożone kable przed uszkodzeniem przez osoby postronne lub kradzieżą.

### **5. UKŁADANIE KABLI W KANAŁACH**

#### **5.1. Przesuwanie kabli.**

Kable układane w kanałach powinny być przesuwane po rolkach kablowych wg p. 2.3.2., przy czym w razie potrzeby ramy rolek powinny być dostosowane do przymocowania ich (za pomocą uchwytów śrubowych) do krawędzi drabinek (pólek). W przypadku układania kabli na dnie kanałów o głębokości nie przekraczającej 0,5 m oraz układania kabli na górnych drabinkach (wspornikach), dopuszcza się przesuwanie kabla po rolkach rozstawionych na poboczu kanału, w możliwie małej odległości od jego krawędzi i następnie ręczne umieszczanie kabla na ww. elementach kanału.

#### **5.2. Ułożenie i mocowanie kabli wielożyłowych.**

Kable wielożyłowe powinny być w kanałach ułożone i umocowane zgodnie z postanowieniami rozdziału 4 normy N SEP-E-004.

#### **5.3. Ułożenie i mocowanie wiązek kabli 1-żyłowych.**

##### **5.3.1. Mocowanie wiązek do konstrukcji.**

Trójkątne i płaskie wiązki kabli 1-żyłowych, układane w kanale na drabinkach i wspornikach, powinny być przymocowane do tych konstrukcji za pomocą uchwytów, uniemożliwiających wysuwanie się z nich kabli w warunkach działania na dowolny kabel w wiązce siły osiowej o wartości 1,5 kN. Szerokość uchwytu powinna wynosić co najmniej 40 mm, a uchwyt powinien być przymocowany do konstrukcji za pomocą śrub o wytrzymałości nie mniejszej od wytrzymałości śrub stalowych M10 zwykłej jakości. Pod uchwytem, na całym obwodzie wiązki kabli, powinna być umieszczona elastyczna (np. gumowa) przekładka o grubości co najmniej 2 mm i szerokości co najmniej 50 mm. Odległości pomiędzy każdymi dwoma sąsiednimi uchwytami wiązki powinny być nie większe, niż:

- 1) 1,6 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi aluminiowymi o przekroju 150 mm<sup>2</sup>,
- 2) 2,0 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi aluminiowymi o przekroju 240 mm<sup>2</sup>,
- 3) 2,4 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi miedzianymi o przekroju 300 mm<sup>2</sup>.

##### **5.3.2. Opaski wiązek.**

Opaski wiązek kabli 1-żyłowych powinny być wykonane z przylepnej taśmy wg p. 2.2.8.2. o szerokości co najmniej 25 mm i powinny być wykonywane w postaci ściśłego, 2-warstwowego obwoju z zakładką długości ok. 5 cm, nakładanego stroną przylepną do kabli. Odległości pomiędzy każdymi dwoma sąsiednimi opaskami wiązek kabli ułożonych swobodnie na dnie kanału oraz pomiędzy opaską a uchwytem wiązki w przypadku wiązek mocowanych do konstrukcji powinny być nie większe, niż: 1) 0,8 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi aluminiowymi o przekroju 120



mm<sup>2</sup>, 2) 1,0 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi aluminiowymi o przekroju 240 mm<sup>2</sup>, 3) 1,2 m - w przypadku wiązek kabli z żyłami roboczymi miedzianymi o przekroju 300 mm<sup>2</sup>.

### **5.3.3. Wstępne wygięcie wiązek przymocowanych do konstrukcji.**

Ułożone poziomo i mocowane do konstrukcji za pomocą uchwytów wiązki kabli 1-żyłowych powinny być wstępnie wygięte w każdym obszarze pomiędzy sąsiednimi dwoma uchwytami w taki sposób, aby wartość strzałki wygięcia w połowie odległości pomiędzy uchwytami wynosiła ok. 50 mm, przy czym wygięcie wszystkich wiązek ułożonych równolegle (np. na tej samej drabince) powinno być wykonane w tym samym kierunku. Wyginanie wiązek zaleca się wykonywać po nałożeniu opasek, zaczynając od środka długości ułożonej wiązki, kolejno zamocowując wiązkę w jednym uchwycie, wyginając ją ręcznie w połowie odległości do sąsiedniego uchwytu, zamocowując wgiętą wiązkę w drugim uchwycie i tak dalej (wyginanie to powoduje wzrost długości wiązki w stosunku do długości trasy o ok. 0,3%)

### **5.3.4. Wstępne wygięcie wiązek ułożonych na dnie kanału.**

Wiązki kabli 1-żyłowych ułożonych swobodnie na dnie kanału powinny być, po nałożeniu opasek wg p. 5.3.2., wstępnie wygięte w taki sposób, aby odległość pomiędzy sąsiednimi punktami wygięcia wiązki w tym samym kierunku wynosiła ok. 4 m, a strzałka wygięcia wiązki w połowie tej odległości - ok. 100 mm. 5.4. Mocowanie i wstępne wyginanie kabli 1-żyłowych ułożonych z prześwitem. Kable 1-żyłowe, tworzące linie trójfazową, układane na drabinkach lub wspornikach równolegle, z prześwitem wg p. 2.9. powinny być mocowane do tych konstrukcji za pomocą uchwytów rozmieszczonych w odległościach nie większych od podanych w p. 5.3.2. Uchwyty i sposób ich nałożenia powinny być takie, jak określono w p. 5.3.1., a same uchwyty powinny być wykonane z materiału niemagnetycznego, przy czym zaleca się stosowanie uchwytów z tworzyw sztucznych. Ułożone poziomo i mocowane do konstrukcji kable 1-żyłowe powinny być wstępnie wygięte w każdym obszarze pomiędzy sąsiednimi dwoma uchwytami w taki sposób, aby wartość strzałki wygięcia w połowie odległości pomiędzy ww. uchwytami wynosiła ok. 50 mm, przy czym wygięcie wszystkich trzech kabli powinno być wykonane w tym samym kierunku.

## **6. PRÓBY I POMIARY ODBIORCZE LINII KABLOWEJ**

### **6.1. Linie na napięcie 0,6/1 kV.**

Każda nowobudowana linia kablowa 0,6/1 kV powinna być poddana próbie:

A/ sprawdzenia ciągłości żył

B/ sprawdzenia zgodności faz

C/ pomiar rezystancji izolacji

D/ napięciowej izolacji i powłoki, z zamontowanym osprzętem, przed włączeniem i po włączeniu do istniejącej sieci kablowej.

#### **6.1.1. Próba napięciowa izolacji.**

Próbę napięciową izolacji należy wykonać doprowadzając napięcie probiercze stałe lub wyprostowane o wartości 6,5 kV nieprzerwanie przez 20 minut pomiędzy dwie połączone ze sobą, przeciwległe w przekroju kabla żyły fazowe a żyłę neutralną (niebieską), połączoną z trzecią żyłą fazową kabla. Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli izolacja żył linii nie ulegnie w czasie próby przebiciu.

#### **6.1.2. Próba napięciowa powłoki.**

Próbę napięciową powłoki polinitowej (PVC) kabla należy wykonać po co najmniej częściowym wypełnieniu wykopu gruntem na całej długości trasy, doprowadzając napięcie probiercze stałe lub wyprostowane o wartości 6,5 kV nieprzerwanie przez 20 minut pomiędzy wszystkie połączone ze sobą żyły kabla a ziemię otaczającą kabel, przy czym połączenie źródła napięcia probierczego z tą ziemią stanowić może np. pręt stalowy wbity na czas próby w grunt na głębokość co najmniej 1,5 m. Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli powłoki kabli nie ulegną w czasie prób przebiciu.

### **6.2. Linie na napięcie 8,7/15 kV.**

Każda nowobudowana linia kablowa 8,7/15 kV, wykonana kablem 12/20kV, powinna być poddana próbie:

A/ sprawdzenia ciągłości żył

B/ sprawdzenia zgodności faz

C/ pomiar rezystancji izolacji

D/ napięciowej izolacji i powłoki, z zamontowanym osprzętem, przed włączeniem i po włączeniu do istniejącej sieci kablowej.

#### **6.2.1. Próba napięciowa izolacji.**

Próbę napięciową izolacji linii wykonanej całkowicie przy użyciu kabli papierowych lub polimerowych zaleca się wykonywać doprowadzając napięcie probiercze 0,1 Hz o wartości równej  $3U_0 = 27$  kV w czasie:

- 60 minut dla kabli polimerowych - jednocześnie do wszystkich żył roboczych linii a żyły powrotne połączone razem i uziemione,
- 30 minut dla kabli papierowych - jednocześnie do wszystkich żył roboczych linii a uziemioną powłoką,
- 60 minut dla mieszanych odcinków kabli (polimerowe z papierowymi). Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w czasie próby nie nastąpi ani przebicie izolacji kabla i mufy kablowej, ani przeskok na głowicy. Dopuszcza się wykonanie próby napięciowej izolacji kabli papierowych lub polimerowych w czasie 15 minut napięciem wyprostowanym o wartości:
  - 40 kV dla kabli papierowych - doprowadzając napięcie probiercze oddzielnie pomiędzy każdą żyłą roboczą a powłoką ołowianą kabla i mierząc prąd upływu. Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w czasie próby nie nastąpi ani



przebiecie izolacji kabla i mufy kablowej, ani przeskok na głowicy i jeżeli wartość prądu upływu dla poszczególnych żył nie przekroczy 300  $\mu\text{A}/\text{km}$  i nie wzrasta w czasie ostatnich 4 minut próby. W liniach o długości nie przekraczającej 300 m dopuszcza się wartość prądu upływu do 100  $\mu\text{A}$ ,

- 50 kV dla kabli polimerowych - doprowadzając napięcie probiercze oddzielnie pomiędzy każdą żyłą roboczą a żyłą powrotną, przy czym dopuszcza się doprowadzenie napięcia probierczego jednocześnie do wszystkich żył roboczych linii. Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w czasie próby nie nastąpi ani przebiecie izolacji kabla i mufy kablowej, ani przeskok na głowicy.

### 6.2.2. Próba napięciowa powłoki.

Próbę napięciową polwinitowych (PVC) osłon kabli papierowych i polietylenowych (XLPE) powłok kabli polimerowych, należy wykonać po co najmniej częściowym wypełnieniu wykopu gruntem na całej długości ułożonego kabla, doprowadzając napięcie probiercze stałe lub wyprostowane o wartości:

- 3 kV (kable papierowe) pomiędzy powłoką ołowianą,
- 5 kV (kable polimerowe) pomiędzy żyłą powrotną oddzielnie każdej fazy a ziemię otaczającą kable, nieprzerwanie w czasie 1 minuty, przy czym połączenie źródła napięcia probierczego z tą ziemią stanowić może np. pręt stalowy wbity na czas próby w grunt na głębokość co najmniej 1,5 m. Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w czasie próby nie nastąpi przebiecie powłoki kabla.

## 7. OBLICZANIE SIŁ UCIĄGU I NACISKU

### 7.1. Obliczanie niezbędnej siły uciągu (F) kabla.

#### 7.1.1. Maksymalna siła uciągu.

Maksymalną, oczekiwaną wartość siły uciągu F, niezbędną do przeciągnięcia układanego odcinka kabla wzdłuż danej trasy (o długości równej długości tego odcinka) oblicza się jako sumę: a) sił tarcia  $F_t$  kabla o rolki przelotowe, o ścianki przepustów rurowych i ewentualnie (kable 1- żyłowe) o powłoki kabli uprzednio ułożonych w przepuście na wszystkich prostych odcinkach trasy, b) sił tarcia  $F_{tz}$  kabla o rolki na wszystkich kolejnych załomach trasy, wg wzoru:

$$F = F_{t1} + F_{t2} + K + F_{tn} + F_{tz1} + F_{tz2} + K + F_{tzn} \text{ [N] } /1/$$

w którym 1,2,...n = numery kolejnych prostych odcinków załomów trasy.

#### 7.1.2. Dane wyjściowe do obliczeń.

Jako dane wyjściowe do obliczeń sił tarcia oblicza się wartości: a) długości „L” kolejnych prostych odcinków trasy, w tym oddzielnie długości kolejnych przepustów rurowych, b) kątów „ $\alpha$ ” kolejnych poziomych załomów trasy, c) kątów „ $\beta$ ” kolejnych pionowych załomów trasy, d) różnice wysokości „h” początków i końców kolejnych pochyłych odcinków trasy, e) masy jednostkowej „m” układanego kabla, przy czym zaleca się przyjmować wartości określone dla poszczególnych typów i rodzajów kabli odpowiednio w tablicach 1...4, f) współczynników tarcia „ $\mu$ ” kabla o rolki, rury itp., przy czym zaleca się przyjmować wartości podane w tablicy 5. Wartości wymienione w a)...d) należy określić na podstawie rysunku trasy budowanej linii.

**7.1.3. Siły tarcia na prostych odcinkach trasy.** Wartości sił tarcia  $F_t$  oblicza się wg następujących wzorów: a) dla praktycznie poziomych odcinków trasy:  $F_t = 9,81 \cdot m \cdot L \cdot \mu$  [N] /2/

b) dla pochyłych, nachylonych do poziomu pod kątem nie większym niż  $25^\circ$  ( $\beta \leq 25^\circ$ ) odcinków trasy:

$F_t = 9,81 \cdot m \cdot (\mu \cdot L \pm h)$  [N] /3/ c) dla pochyłych, nachylonych do poziomu pod kątem większym niż  $25^\circ$  ( $\beta > 25^\circ$ ) odcinków trasy:  $F_t = 9,81 \cdot m \cdot L (\mu \cdot \cos \beta \pm \sin \beta)$  [N] /4/ w których:

m - jednostkowa masa układanego kabla w [kg/m],

L - długość danego odcinka trasy lub przepustu w [m],

$\mu$  - wartość współczynnika tarcia kabla o podłoże (rolki, rury itp.),

h - różnica wysokości (rzędnych) początku i końca pochyłego odcinka trasy w [m],

$\beta$  - kąt nachylenia danego odcinka trasy do poziomu w [°].

Uwaga: znak „+” we wzorach /3/ i /4/ należy stosować

- w przypadku ciągnięcia kabla „pod górę”, tj. w kierunku wzrostu rzędnej wysokości trasy, a znak „-“

- w przypadku ciągnięcia kabla „w dół”.

#### 7.1.4. Siły tarcia na załomach trasy.

Wartości siły tarcia  $F_{tz}$  kabli o rolki katowe na załomach trasy oblicza się wg następujących wzorów:

$$F_{tz} = (k - 1) F_{ts} \text{ [N] } /5/ \quad k = \exp [\pi \cdot \mu \cdot \alpha / 180] /6/ \text{ w których:}$$

-  $F_{ts}$  - suma wartości sił tarcia na wszystkich odcinkach trasy od jej początku do danego załomu w [N],

-  $\alpha$  - kąt załomu trasy w [°] (w przypadku załomu pionowego

- wartość kąta  $\beta$ ),

-  $\mu$  - wartość współczynnika tarcia kabla o rolki (katowe). ( $\exp(x) = e(x)$  = funkcja wykładnicza, odwrotna do logarytmu naturalnego).

- Wartości współczynnika k wg wzoru /6/ dla wybranych wartości kąta  $\alpha$  załomu trasy i dla współczynników tarcia kabla o rolki, zestawiono niżej:

Lp. Kąt załomu trasy w [°]  $\alpha$  lub  $\beta$

Wartość współczynnika k dla  $\mu = 0,10$  1 15 1,027 2 30 1,054 3 45 1,082 4 60 1,110 5 75 1,140 6 90 1,170

### 7.2. Obliczanie siły nacisku (FR) kabla na jedną rolkę na załomie trasy.

Wartość siły nacisku FR ciągniętego kabla na jedną rolkę na załomach trasy można z dokładnością wystarczającą do celów praktycznych obliczać wg wzoru:

w którym: k - współczynnik określony wzorem /6/,



- $F_{ts}$  - suma wartości sił tarcia na wszystkich odcinkach trasy od jej początku do danego załomu w [N] (wartość taka sama jak we wzorze /5/),
- $n$  - liczba rolek (pionowych - na załomach pionowych lub poziomych - na załomach poziomych) przypadających średnio na 1 m długości łuku załomu (najczęściej  $n = 4$  szt/m, np.: gdy rolka katowa składa się z trzech rolek w tym jedna pozioma, osadzonych we wspólnej ramie o dł. około 0,5 m)
- $R_w$  - długość promienia łuku wykopu w [m] (patrz p. 4.5.),  $b$  - odległość zewnętrznej powierzchni rolki od podstawy jej ramy w [m], liczona wzdłuż promienia łuku trasy (najczęściej  $b = 0,15$  m).

### 7.3. Przykład obliczeniowy.

Należy ułożyć kabel HAKnFty - 8,7/15 kV, 3x240 mm<sup>2</sup> o długości 250 m. Trasa linii jest pozioma i przedstawiona jest na poniższym rysunku, gdzie: kąt załomu w punkcie B = 450 i w punkcie E = 900, a na odcinku CD zainstalowana jest rura z twardego polietylenu typu PEH (HDPE). Kabel ma być ciągnięty za pomocą wciągarki, która może być ustawiona w punkcie A lub F.

Należy sprawdzić czy:

- kabel można ciągnąć przez pończochę kablową lub koniecznością jest użycie głowicy ciągnącej,
- zachowane będą dopuszczalne wartości sił uciagu i sił docisku na rolki kablowe.

Wg tablicy 2 jednostkowa masa kabla  $m = 12,33$  kg/m,

wg tablicy 5 współczynnik tarcia kabla o rolki  $\mu = 0,10$  i ścianki rury  $\mu = 0,40$ .

W pkt. 7.1.4. odczytujemy z tablicy współczynnik  $k = 1,082$  dla kąta załomu 450 i  $k = 1,170$

dla kąta załomu 90.

Dane wyjściowe przedstawia tablica 6. Wyniki obliczeń sił tarcia wpisujemy do tablicy 6:

- dla prostych odcinków  $F_t$  – wzór /2/ oraz sumy tych sił tarcia od początku trasy do danego załomu  $F_{ts}$ ,
- sił tarcia kabla o rolki na wszystkich kolejnych załomach trasy  $F_{tz}$  – wzór /5/,
- maksymalną oczekiwaną siłę uciagu  $F$  – wzór /1/,
- przyjmując promień łuku wykopu  $R_w = 1,2$  m,  $b = 0,15$  m i  $n = 4$  szt/m obliczamy siłę docisku kabla na rolkę  $F_R$  – wzór /7/.

Obliczenia te powtarza się dla przeciwnego kierunku ciągnięcia kabla.

Porównując obliczone wartości sił uciagu FAF i FFA z wartościami dopuszczalnymi  $F_d$  oraz sił docisku na rolki, wynika że kabel: 1. nie może być ciągnięty za pomocą pończochy kablowej FAF = 4,3 kN i FFA = 4,3 kN (dopuszczalna siła uciagu wynosi  $F_d = 3,9$  kN – tablica 2). Ciągnięcie za żyły robocze (głowicę kablową) jest możliwe w oba kierunki max FAF = 4,3 kN (wartość dopuszczalna  $F_d = 21,6$  kN – tablica 2), 2. nie będzie nadmiernie zginiaty na rolkach kablowych na załomach trasy  $F_R = 704$  N dla kąta w punkcie B, trasa FA – max siła docisku nie powinna przekraczać  $F_{dR} = 1,4$  kN na rolkę (patrz p. 2.8.2. i p. 3.1. – Rolki katowe), 3. przeciągając przez przepust kablowy przekroczy dopuszczalną siłę tarcia  $F_{CD} = 968$  N. Wartość max  $F_t = 0,8$  kN (patrz p. 3.9.3.). Dla tego przepustu należy zastosować materiały poślizgowe wymienione w p. 2.2.7.

**Tablica 1** Obliczeniowe parametry kabli polimerowych typu YAKY i YKY 0,6/1 kV D-średnica zewnętrzna kabla, m-masa jednostkowa, L0-długość odcinka o masie 200 kg, Rd-najmniejszy dopuszczalny promień zginania kabla,  $F_d$ -największa dopuszczalna siła uciagu. Rodzaj żył kabla D mm m kg/m L0 m Rd m.  $F_d$  kN 1 2 3 4 5 6 Al 4x35 SE 23,6 0,72 277 0,29 4,2\*) Al 4x120 SE 36,1 2,02 99 0,44 14,4\*) Al 4x150 SE 40,4 2,52 79 0,49 18\*) Al 4x240 SM 56,2 4,29 46 0,68 28,8\*) Cu 4x120 SM 41,4 5,27 38 0,50 24\*) Cu 4x150 SM 45,8 6,54 31 0,55 30\*) Cu 4x185 SM 49,7 8,05 25 0,60 37\*) Cu 4x240 SM 56,5 10,3 19 0,68 48\*) \*) przy ciągnięciu kabla zarówno za żyły robocze, jak i poprzez pończochę kablową

**Tablica 2** Obliczeniowe parametry kabli papierowych typu HAKnFty D-średnica zewnętrzna kabla, m-masa jednostkowa, L0-długość odcinka o masie 200 kg, Rd-najmniejszy dopuszczalny promień zginania kabla,  $F_d$ -największa dopuszczalna siła uciagu. Napięcie Uo/U Rodzaj żył kabla D m L0 Rd  $F_d$  kV mm kg/m m m kN 1 2 3 4 5 6 7 3x120 62,9 7,99 25 0,94 2,8\*\*) 10,8\*\*\*) 8,7/15 3x240 77,9 12,33 16 1,17 3,9\*\*) 21,6\*\*\*) 3x120 67,8 8,78 23 1,02 3\*\*) 10,8\*\*\*) 12/20 3x240 82,6 13,74 14 1,24 4,4\*\*) 21,6\*\*\*) \*\*) przy ciągnięciu kabla za pończochę kablową \*\*\*) przy ciągnięciu kabla za żyły robocze 36

**Tablica 3** Obliczeniowe parametry kabli polimerowych typu XHAKXS i XHKXS D-średnica zewnętrzna kabla, m-masa jednostkowa, L0-długość odcinka o masie 200 kg, Rd-najmniejszy dopuszczalny promień zginania kabla,  $F_d$ -największa dopuszczalna siła uciagu. Napięcie Uo/U Rodzaj żył kabla D m L0 Rd  $F_d$  kV mm kg/m m m kN 1 2 3 4 5 6 7 Al 1\*120/25 33,1 1,45 138 0,50 3,6\*) Al 1\*150/25 34,7 1,59 126 0,52 4,4\*) Al 1\*240/50 38,7 1,92 104 0,58 7,2\*) 8,7/15 Cu 1\*300/50 40,7 3,91 51 0,61 15\*) Al 1\*120/25 34,8 1,55 129 0,52 3,6\*) Al 1\*150/25 36,8 1,69 118 0,55 4,4\*) Al 1\*240/50 39,8 2,03 98 0,60 7,2\*) 12/20 Cu 1\*300/50 42,7 4,02 50 0,64 15\*) \*) przy ciągnięciu kabla zarówno za żyłę roboczą, jak i poprzez pończochę kablową

**Tablica 4** Obliczeniowe parametry kabli polimerowych typu XRUHAKXS D-średnica zewnętrzna kabla, m-masa jednostkowa, L0-długość odcinka o masie 200 kg, Rd-najmniejszy dopuszczalny promień zginania kabla,  $F_d$ -największa dopuszczalna siła uciagu. Napięcie Uo/U Rodzaj żył kabla D m L0 Rd  $F_d$  kV mm kg/m m m kN 1 2 3 4 5 6 7 Al 1\*120/25 33,8 1,43 140 0,85 3,6\*) 8,7/15 Al 1\*150/25 35,8 1,57 127 0,90 4,4\*) Al 1\*120/25 35,8 1,53 131 0,90 3,6\*) Al 1\*150/25 37,8 1,67 120 0,95 4,4\*) 12/20 Al 1\*240/50 40,8 2,02 99 1,02 7,2\*) \*) przy ciągnięciu kabla zarówno za żyłę roboczą, jak i poprzez pończochę kablową 37

**Tablica 5** Zalecane do obliczeń wartości współczynnika tarcia  $\mu$  kabli o rolki, ścianki rur i o siebie Wartości  $\mu$  dla kabli typu Lp. Podłoże kabla Materiał poślizgowy YKY YAKY HAKnFty XHAKXS XUHAKXS XRUHAKXS 1 2 3 4 5 6 7 1 Rolki kablowe wg p.2.3.2 brak 0,10 0,10 2 Rura z twardego polietylenu - PEH brak olej parafinowy „Lubricant J”





0,40 0,25 0,20 0,40 0,25 0,20 3 Powłoki uprzednio ułożonych takich samych kabli jednożyłowych brak olej parafinowy „Lubricant J” - - - 0,40 0,20 0,20

**Tablica 6** Dane wyjściowe i wyniki obliczeń układanego kabla HAKnFty - 8,7/15 kV, 3 x 240 mm<sup>2</sup> Kąt załomu Wspłcz. tarcia Trasa Siła tarcia Siła docisku Kąt załomu Wspłcz. tarcia Trasa Siła tarcia Siła docisku [ 0] μ [m] [N] [N] [ 0] μ [m] [N] [N] 0 0,10 AB=30 363 0 0 0,10 FE=60 726 0 - - - Fts= 363 - - - Fts=726 - 45 0,10 B 30 73 90 0,10 E 123 157 0 0,10 BC= 50 605 0 0 0,10 ED= 90 1.089 0 0 0,40 CD= 20 968 0 0 0,40 DC= 20 968 0 0 0,10 DE= 90 1.089 0 0 0,10 CB= 50 605 0 - - - Fts= 3.055 - - - Fts= 3.511 - 90 0,10 E 519 662 45 0,10 B 288 704 0 0,10 EF=60 726 0 0 0,10 BA=30 363 0 AF= 250 FAF = 4.300 FA= 250 FFA = 4.162 38

## INFORMACJE DODATKOWE

### 1. Wykorzystane dokumenty.

Przy opracowywaniu nowelizacji Warunków wykorzystano: pełne dane katalogowe kabli stosowanych w ENERGETYCE., dostarczone przez Tele-Fonika Kable S.A. i NKT Cables ŠFK S.A.

### 2. Przywołane normy i przepisy.

1) N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

2) PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

Zmiana w zał. nr 1 zamieszczona w PN-B-02481:1998.

3) PN-HD 621 S1:2003(U) Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyczonej. 4) PN-76/E-90300 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne z tworzyw termoplastycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 18/30 kV. Ogólne wymagania i badania.

5) PN-HD 620 S1:2002(U) Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej na napięcie znamionowe od 3,6/6(7,2) kV do 20,8/36(42)kV.

6) PN-HD 603 S1:2002(U) Kable rozdzielcze na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.

7) PN-HD 605 S1:2002(U) Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań.

8) PN-HD 605 S1:2002(U)/A3:2003(U) Kable elektroenergetyczne. Dodatkowe metody badań. (Zmiana A3). 9) PN-HD 629.1 S1:2003(U) 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.

10) PN-HD 629.2 S1:2003(U) Badania osprzętu przeznaczonego do kabli na napięcie znamionowe od 3,6/6(7,2)kV do 20,8/36(42)kV.

Część 2: Kable o izolacji papierowej przesyczonej.

11) PN-E-01002:1997 Słownik terminologiczny elektryki. Kable i przewody

12) PN-E-79100:2001 Kable i przewody elektryczne. Pakowanie, przechowywanie i transport.

13) VDE 0276-603 Kable elektroenergetyczne' Kable rozdzielające energię na napięcie znamionowe U<sub>0</sub>/U 0,6/1kV wersja niemiecka HD 603 S1 części 1, 3G i 5G:1994+A1:1997

14) VDE 0276-620 (2000) Starkstromkabel. Teil 620: Energieverteilungskabel mit Extrudierter Isolierung für Nennspannungen U<sub>0</sub>/U 3,6/6 (7.2) kV bis 20,8/36 (42) kV. Zmiana A1: 2001.

15) IEC 60502 1998:11 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV (U<sub>m</sub>=1,2 kV) up to 30 kV (U<sub>m</sub>=36 kV). Part 2: Cables for rated voltages from 6kV (U<sub>m</sub>=7.2kV) up to 30kV (U<sub>m</sub>=36kV).

16) ZN-TF-500:2001 Kable elektroenergetyczne o izolacji z polietylenu usieciowanego na napięcie znamionowe 3,6/6 do 18/30 kV. Wymagania i badania.

17) ZN-TF-501:2002 Kable elektroenergetyczne jednożyłowe o izolacji z polietylenu usieciowanego na napięcie znamionowe 3,6/6 do 18/30 kV.

18) ZN-96/MP-13-K1203 Kable elektroenergetyczne o izolacji z polietylenu usieciowanego na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.

19) PN-EN 50086:2001,2002,2003 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów.

20) AT/00-03-0082 Rury osłonowe do kabli elektrycznych. COBR „Elektromontaż” Warszawa, marzec 2000. 21)

AT/99-03-0080 Osłony rurowe do kabli stosowane w przestrzeniach otwartych. COBR „Elektromontaż” Warszawa, grudzień 1999.

22) AT-15-5475/2002 Rury do trudnych warunków RHDPEp-M. ITB Warszawa.

23) AT-15-5476/2002 Rury dzielone RHDPE-D. ITB Warszawa.

24) AT-15-5477/2002 Rury do przestrzeni otwartych RHDPE-UV. ITB Warszawa.

25) AT/99-03-0076 Rury karbowane RHDPEk-S i RHDPEk-F. COBR „Elektromontaż” Warszawa, 1999.

26) WT-72/K-018 Warunki Techniczne. Opaski kabli elektroenergetycznych wielożyłowych bez wspólnej powłoki. PDPK „Kablosprzet” lub innymi normami zastępującymi niniejszą.

27) Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 marca 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz.U. nr 26, poz. 313 ze zm.).

3. Nowelizacja niniejszych Warunków Technicznych została opracowana przez SM (Zarządzanie Majątkiem Sieciowym), na podstawie WT-96/SZE-01 autorstwa dr inż. Bohdana Długosza .

Informacje producenta 1

OZNACZANIE MUF I GŁOWIC Zainstalowanych w sieci kablowej 0,6/1 i 8,7/15 kV



1. Treść oznaczniaka mufy lub głowicy kablowej: - nazwa firmy, która zainstalowała mufę lub głowicę. Inicjał imienia i nazwisko właściciela firmy podaje się wówczas, gdy firma nie ma skróconej nazwy, - inicjał imienia i nazwisko montera, który zamontował mufę lub głowicę, - data montażu w kolejności dzień, miesiąc, rok.
2. Oznacznik należy wykonać w postaci tabliczki z trwałego tworzywa sztucznego, o wymiarach 80x50x1 mm. Tabliczkę należy przymocować do kabla za pomocą opasek zaciskowych odpornych na działanie warunków otoczenia. Tabliczkę przy mufach mocować należy za pomocą dwóch opasek, a przy głowicach za pomocą jednej.
3. Napisy na oznacznikach wykonywać numeratorami, a w przypadku tworzywa Sztucznego także metodą termiczną.
4. Umieszczenie oznaczniaka nie zwalnia z konieczności umieszczania przy nich identyfikatora kabla.
5. Innego sposobu oznaczania osprzętu w ENERGETYKA. nie dopuszcza się.

#### Informacje producenta 2

##### KABLE STOSOWANE W ENERGETYCE.

1. Kabel niskiego napięcia YAKY /NAYY-J/ 4x35 SE, 4x150 SE i 4x240 SM (wykonanie wg PN-HD 603 S1:2002(U) oraz DIN VDE 0276 - 603. Kable o żyłach roboczych 240 mm<sup>2</sup> SM stosować należy w technicznie uzasadnionych przypadkach.

Dopuszcza się w technicznie i ekonomicznie uzasadnionych przypadkach stosowanie kabli o żyłach miedzianych SM typu YKY /NYY-J/, o przekrojach 120, 150, 185 i 240 mm<sup>2</sup>.

2. Kabel niskiego napięcia YKY /NYY-J/ 1x240 mm<sup>2</sup> RM (wykonanie wg PN-HD 603 S1:2002(U) oraz DIN VDE 0276-603 (lub VDE 0271) do wykonywania mostów kablowych w polach transformatorów 15/0,4 kV.
3. Kabel średniego napięcia HAKnFty 8,7/15 kV 3x150 RMC i 3x240 mm<sup>2</sup> RMC (wykonanie wg ) PN-HD 621 S1:2003(U) oraz /NEKEBA/ wg VDE 0298-1 różni się tylko tym, że powłoka nie jest wykonana z włókna lecz z polipropylenu) dopuszcza się tylko w wyjątkowych wypadkach, uzasadnionych technicznie i ekonomicznie.
4. Kabel XHAKXS /NA2XS2Y/ 12/20 kV 1x150/25 mm<sup>2</sup> RMC i 1x240/50 mm<sup>2</sup> RMC (wykonanie wg PN-76/E-90300 , PN-HD 620 S1:2002(U), ZN-TF-500:2001, ZN-TF-501:2002 oraz DIN VDE 0276-620, dla napięcia 12/20 kV).
5. Kabel XHKXS 12/20 kV 1x35/25 mm<sup>2</sup> RMC /N2XS/ (wykonanie wg ZN-TF-500:2001 oraz ZN-TF-501:2002 oraz DIN VDE 0276-620 ) do budowy połączeń pomiędzy rozdzielni SN i transformatorami 15/0,4 kV i kabel XHKXS 12/20 kV 1x300/50 mm<sup>2</sup> RMC /N2XS/ (wykonanie wg ZN-TF-500:2001 i ZN-TF-501:2002 oraz DIN VDE 0276-620) do budowy mostów kablowych SN w polach transformatorów 110/15 kV.

#### Informacje producenta 3

##### OSPRZĘT KABLOWY STOSOWANY W ENERGETYKA.

Stan na miesiąc 2005-05 Mufy nn Typ Producent Rodzaj Łączone kable JLP-CX 4(S) Radpol S.A. SMOE serii 81500 Raychem POLJ-01 Raychem 91-AH-PL-X 3M MP-DMZS Energo Test przelotowa termokurczliwa polimerowe JLP-CX/CF 4/4(S) JLP-CX/CF 4/3(S) Radpol S.A. EPKJ serii 0900 Raychem TRAJ-01 Raychem MPX-1 Energo Test przejściowa termokurczliwa papierowe i polimerowe 91-B 3M MM-5, MM-7 Raychem BAV-6 Raychem rozgałęźna żywiczna BMHA(M)-1001 Raychem rozgałęźna termokurczliwa polimerowe EPKE Raychem końcowa polimerowe. Głowica nn Typ Producent Rodzaj Zakańczane kable GN-1 Energo Test napowietrzna, termokurczliwa polimerowe SKE-4F 3M napowietrzna, termokurczliwa polimerowe EPKT Raychem termokurczliwa polimerowe Mufy SN Typ Producent Rodzaj Łączone kable ELPO Energo Test przelotowa, ołowiana GUSJ 24 Raychem przelotowa, termokurczliwa Ref. B41292 i B41293 Barnier przelotowa, żywiczna SMTD 152K ABB Kabeldon przelotowa, dosycana papierowe POLJ 24 Raychem przelotowa, termokurczliwa Ref.B 00186 i B 00187 Barnier przelotowa, żywiczna ELZT Energo Test przelotowa, taśmowa TMFR C.Z.E. Sp. z o.o. przelotowa, taśmowa 93-TMS przelotowa, taśmowa QSE 93-AF-600 QS 2000 3M przelotowa, zimnokurczliwa EAM 1-20 F&G SEV 24 Südkabel GmbH 24 CSJ-2 Euromold przelotowa, nasuwana na zimno EPKB 24B Raychem rozgałęźna termokurczliwa 93-BP 3M rozgałęźna zimnokurczliwa polimerowe ELPX Energo Test przejściowa, taśmowa TRAJ 24 Raychem EPKJ-24C Raychem przejściowa, termokurczliwa Ref. B41092 i B41093 Barnier przejściowa, żywiczna SMTXBB 1532 ABB Kabeldon przejściowa, do kabli z syciwem ściekającym QS 2000T 93-FP 6x5-3 3M przejściowa, zimnokurczliwa 93-FP 3M przejściowa, zimnokurczliwa papierowe i polimerowe 42

Głowice SN wewnętrzne Typ Producent Rodzaj Zakańczane kable EPKT 24C3MIH2-CEE01 EPKT 24D3MIH2-CEE01 papierowe POLT-24D/1XI termokurczliwa TFTI Raychem QT II 93-EB 62-1PL (5641) QT II 93-EB 63-1PL (5642) 3M zimnokurczliwaRef. B01100 Barnier TI 24 Felten & Guilleame SEI (Um ≤ 24kV) Südkabel GmbH CPTO Raychem nasuwana na zimno polimerowe Głowice SN napowietrzne Typ Producent Rodzaj Zakańczane kable EPKT 24C3MOH3-CEE01 EPKT 24D3MOH3-CEE01 papierowe POLT-24D/1XO termokurczliwa TFTO Raychem QT II 93-EB 62-2PL (5651) QT II 93-EB 63-2PL (5652) 3M Ref. 01300 Barnier zimnokurczliwa EAVF 20 Felten & Guilleame SEF (Um ≤ 24kV) Südkabel GmbH SEHDF Südkabel GmbH CPTI Raychem nasuwana na zimno polimerowe 43

Głowice konektorowe do rozdzielnic SF6 Typ Producent Rodzaj Przyłączane kable RSES-R 20kV/250A kątowna RSTI 20kV/630A kątowna Raychem ekranowana AWKS 20/630 kątowna zwykła ASTS 20/630 kątowna EASW 20/250 kątowna EASG 20/250 prosta Felten & Guilleame SET (Um ≤ 24kV) kątowna SEW (Um ≤ 24kV) kątowna SEHDG 21.1 prosta Südkabel GmbH K158LR kątowna K152SR prosta K430TB typ T Euromold ekranowana polimerowe Uwaga: Należy stosować złączki i końcówki śrubowe lub w uzasadnionych przypadkach zaprasowywane. 44

#### Informacje producenta 4

##### RURY POLIETYLENOWE OSŁONOWE STOSOWANE W ENERGETYKA. OSŁONY NIEDZIELONE

dwuwarstwowe AROT SPYRA PRIMO DVK 110 RHDPEK – S 110 Kolano 450 – DKF 110 Kolano 450 – LF 110 Kolano 900 – DKN 110 Kolano 900 – LF 110 Złączka – M 110 Złączka – ZRk 110 DVK 160 Kolano 450 – DKF 160 RHDPEK – S 160 Kolano 450 – LF 160 Kolano 900 – DKN 160 Kolano 900 – LF 160 Złączka – M 160 Złączka – ZRk



160 DVK 232 – Kolano 450 – DKF 232 – Kolano 900 – DKN 232 – DVK 110T /wodoszczelne/ RHDPEk – S 110 + UR 110 Kolano 450 – DKF 110T Kolano 450 – LF 110 + UR 110 Kolano 900 – DKN 110T Kolano 900 – LF 110 + UR 110 Złączka – M 110T Złączka – ZRk 110 + UR 110 DVK 160T /wodoszczelne/ RHDPEk – S 160 + UR 160 Kolano 450 – DKF 160T Kolano 450 – LF 160 + UR 160 Kolano 900 – DKN 160T Kolano 900 – LF 160 + UR 160 Złączka – M 160T Złączka – ZRk 160 + UR 160 jednowarstwowe SRS 110 RHDPEp – M 110/5,5 Kolano 450 – 110 Kolano 450 – LG 110 Kolano 900 – 110 Kolano 900 – LG 110 SRS 160 RHDPEp – M 160/8 Kolano 450 – 160 Kolano 450 – LG 160 Kolano 900 – 160 Kolano 900 – LG 160 odporne na UV /długość 6 m/ BE 50 RHDPE – MUV 50/5 BE 75 RHDPE – MUV 75/7 BE 110 RHDPE – MUV 110/10 BE 160 RHDPE – MUV 160/14,5 odporne na UV długość 2,5 m długość 3 m SV 50 RHDPE – UV 50/5 SV 75 RHDPE – UV 75/7 SV 110 RHDPE – UV 110/10 SV 160 RHDPE – UV 160/14,5 OSŁONY DZIELONE AROT SPYRA PRIMO A 110 PS RHDPE – D 110 A 160 PS RHDPE – D 160