

# SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

**Przebudowa sieci elektroenergetycznej nn  
w ramach przebudowy drogi gminnej  
ul. Henryka Pobożnego w miejscowości  
Oborniki Śląskie**

Wrocław, październik 2020

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot SST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót (STWiORB) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót kablowych linii energetycznych nn.

### **1.2. Zakres robót objętych**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji mają zastosowanie do budowy linii kablowych.

### **1.3. Określenia podstawowe**

Linia kablowa - kabel wielożyłowy lub wiązka kabli jednożyłowych w układzie wielofazowym albo kilka kabli jedno- lub wielożyłowych połączonych równolegle, łącznie z osprzętem, ułożone na wspólnej trasie i łączące zaciski tych samych dwóch urządzeń elektrycznych jedno- lub wielofazowych.

Trasa kablowa - pas terenu, w którym ułożone są jedna lub więcej linii kablowych.

Napięcie znamionowe linii - napięcie międzyprzewodowe, na które linia kablowa została zbudowana.

Osprzęt linii kablowej - zbiór elementów przeznaczonych do łączenia, rozgałęziania lub zakończenia kabli.

Osłona kabla - konstrukcja przeznaczona do ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi, chemicznymi i działaniem łuku elektrycznego.

Przykrycie - słoma ułożona nad kablem w celu ochrony przed mechanicznym uszkodzeniem od góry.

Przegroda - osłona ułożona wzdłuż kabla w celu oddzielenia go od sąsiedniego kabla lub od innych urządzeń.

Skrzyżowanie - takie miejsce na trasie linii kablowej, w którym jakkolwiek część rzutu poziomego linii kablowej przecina lub pokrywa jakąkolwiek część rzutu poziomego innej linii kablowej lub innego urządzenia podziemnego.

Zbliżenie - takie miejsce na trasie linii kablowej, w którym odległość między linią kablową, urządzeniem podziemnym lub drogą komunikacyjną itp. jest mniejsza niż odległość dopuszczalna dla danych warunków układania bez stosowania przegród lub osłon zabezpieczających i w których nie występuje skrzyżowanie.

Przepust kablowy - konstrukcja o przekroju okrągłym przeznaczona do ochrony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi, chemicznymi i działaniem łuku elektrycznego.

Dodatkowa ochrona przeciwporażeniowa - ochrona części przewodzących, dostępnych w wypadku pojawienia się na nich napięcia w warunkach zakłóceńowych.

Elektroenergetyczna linia napowietrzna - urządzenie napowietrzne przeznaczone do przesyłania energii elektrycznej, składające się z przewodów, izolatorów, konstrukcji wsporczych i osprzętu.

Napięcie znamionowe linii U - napięcie międzyprzewodowe, na które linia jest zbudowana.

Odległość pionowa - odległość między rzutami pionowymi przedmiotów.

Odległość pozioma - odległość między rzutami poziomymi przedmiotów.

Przęsło - część linii napowietrznej, zawarta między sąsiednimi konstrukcjami wsporczymi.

Zwis f - odległość pionowa między przewodem a prostą łączącą punkty zawieszenia przewodu w środku rozpiętości przęsła.

Słup - konstrukcja wsporcza linii osadzona w gruncie bezpośrednio lub za pomocą fundamentu.

Obostrzenie linii - szereg dodatkowych wymagań dotyczących linii elektroenergetycznej na odcinku wymagającym zwiększonego bezpieczeństwa (wg warunków podanych w p. 5.8).

Bezpieczne zawieszenie przewodu na izolatorach liniowych stojących - zawieszenie przy użyciu dodatkowego przewodu zabezpieczającego, zapobiegające opadnięciu przewodu roboczego w przypadku zerwania go w pobliżu izolatora. Rozróżnia się bezpieczne zawieszenie przewodu: przelotowe i odciągowe.

Przewód zabezpieczający - przewód dodatkowy wykonany z tego samego materiału i o tym samym przekroju co przewód zabezpieczany, przymocowany do przewodu zabezpieczanego przy pomocy złączek.

Bezpieczne zawieszenie przewodu na łańcuchu izolatorów wiszących - zawieszenie zapobiegające opadnięciu przewodu w przypadku, gdy zerwie się jeden rząd łańcucha. Rozróżnia się bezpieczne zawieszenie przewodu: przelotowe, odciągowe i przelotowo-odciągowe.

Łańcuch izolatorowy - jeden lub więcej izolatorów wiszących, połączonych szeregowo wraz z osprzętem umożliwiającym przegubowe połączenie izolatorów między sobą, konstrukcją zawieszeniową, z uchwytem przewodu, a w razie potrzeby wyposażony również w osprzęt do ochrony łańcucha przed skutkami łuku elektrycznego.

Stacja transformatorowa - jest to zespół urządzeń, których głównym zadaniem jest przetwarzanie lub rozdział albo przetwarzanie i rozdział energii elektrycznej.

Słupowa stacja transformatorowa - jest to stacja, której urządzenia umieszczone są na słupach.

Miejska stacja transformatorowa - jest to stacja, której urządzenia znajdują się wewnątrz pomieszczenia, przy czym dostęp do tych urządzeń jest możliwy tylko z tego pomieszczenia.

### **1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca przed przystąpieniem do wykonywania robót, powinien przedstawić do aprobaty Inżyniera program zapewnienia jakości (PZJ).

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Ogólne wymagania

Wszystkie zakupione przez Wykonawcę materiały, dla których normy PN i BN przewidują posiadanie zaświadczenia o jakości lub atestu, powinny być zaopatrzone przez producenta w taki dokument.

Inne materiały powinny być wyposażone w takie dokumenty na życzenie Inżyniera.

#### 2.1.1. Materiałami stosowanymi do budowy linii kablowej i napowietrznej są:

- kabel elektroenergetyczny NA2XYJ 4x120;
- rury osłonowe polietylenowe – 110;
- słupy energetyczne E;

### 2.2. Kable

Przy budowie linii energetycznych należy stosować kable uzgodnione z zakładem eksploatującym sieci oraz zgodne z dokumentacją projektową.

Przekrój żył kabli powinien być dobrany w zależności od dopuszczalnego spadku napięcia i dopuszczalnej temperatury nagrzania kabla przez prądy robocze i zwarciove wg PN oraz powinien spełniać wymagania ochrony przeciwporażeniowej.

Bębny z kablami należy przechowywać w pomieszczeniach pokrytych dachem, na utwardzonym podłożu.

### 2.3. Mufy i głowice kablowe

Mufy i głowice powinny być dostosowane do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył oraz do mocy zwarcia, występujących w miejscach ich zainstalowania. Mufy przelotowe kabli o powłoce metalowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV powinny mieć wkładki metalowe do łączenia z powłokami metalowymi łączonych kabli.

Mufy i głowice kablowe powinny być zgodne z postanowieniami PN.

### 2.4. Piasek

Piasek do układania kabli w gruncie powinien odpowiadać wymaganiom aktualnej PN.

### 2.5. Folia

Folię należy stosować do ochrony kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi. Zaleca się stosowanie folii kalendrowanej z uplastycznionego PCW o grubości od 0,4 do 0,6 mm, gat. I. Dla ochrony kabli o napięciu znamionowym powyżej 1 kV należy stosować folię koloru czerwonego, dla kabli poniżej 1 kV należy stosować folię koloru niebieskiego.

Szerokość folii powinna być taka, aby przykrywała ułożone kable, lecz nie węższa niż 20 cm.

Folia powinna spełniać wymagania PN.

### 2.6. Przepusty kablowe

Przepusty kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych, z tworzyw sztucznych lub stali, wytrzymałych mechanicznie, chemicznie i odpornych na działanie łuku elektrycznego.

Rury używane na przepusty powinny być dostatecznie wytrzymałe na działanie sił ściskających, z jakimi należy liczyć się w miejscu ich ułożenia. Wnętrza ścianek powinny być gładkie lub powleczone warstwą wygładzającą ich powierzchnię, dla ułatwienia przesuwania się kabli.

Zaleca się stosowanie na przepusty kablowe rur stalowych lub rur z polichlorku winylu (PCW) o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 110 mm. (AROT DVR 110 i AROT SRS 110.- pod drogami)

Rury stalowe oraz PCW powinny odpowiadać wymaganiom normy PN.

Rury na przepusty kablowe należy przechowywać na utwardzonym placu, w miejscach zabezpieczonych przed działaniem sił mechanicznych.

### 2.7. Ustoje i fundamenty

Ustoje i fundamenty konstrukcji wsporczych powinny spełniać wymagania PN.

Zaleca się stosowanie fundamentów i elementów ustojowych typowych wg KRT-055 opracowanego przez BSPIE „Energoprojekt”.

Tablica 1. Zalecane ustoje i fundamenty dla słupów linii napowietrznych

Typ ustoju lub fundamentu	Słupy		
	żelbetowe	strunobetonowe	kratowe stalowe
U0 - U3	x	x	
Ub0 - Ub3	x		
U85	x		
U150	x		
B60	x	x	
B80	x		

B90	x	x	
B150	x		
FB1 - FB18			x
FT2 - 5/B1			x
FT1 - 2/A1			x
FT2 - 3/A			x
FT6 - 7/C1			x
FT6 - 7/D1			x
FG - 90/200			x
FGD - 115/200			x
FGD - 160/230			x
FGD - 180/250			x
FGD - 150/200-1			x
FGD - 150/200-2			x
SFGD - 200/250			x
SFGD - 200/320			x
SFGD - 230/250			x
SFGD - 230/320			x
SFGD - 230/320-1			x
SFGD - 230/320-2			x

Ustoje i fundamenty powinny być zabezpieczone przed działaniem agresywnych gruntów i wód zgodnie z załącznikiem do PN.

## 2.8. Konstrukcje wsporcze

pochodzące od zawieszonych przewodów, uzbrojenia i parcia wiatru. Ich budowa powinna być taka, aby w żadnym miejscu naprężenia materiału nie przekraczały dopuszczalnych naprężeń zwykłych, a dla warunków pracy zakłóceńowej lub montażowej - dopuszczalnych naprężeń zwiększonych.

Ogólne wymagania dotyczące konstrukcji wsporczych zawarte są w PN.

### 2.8.1. Słupy żelbetowe

Słupy żelbetowe powinny spełniać wymagania PN i mogą być stosowane do linii napowietrznych o napięciu znamionowym do 30 kV.

### 2.8.2. Słupy strunobetonowe

Słupy strunobetonowe powinny spełniać wymagania PN i mogą być stosowane do linii napowietrznych o napięciu znamionowym do 30 kV.

### 2.8.3. Poprzeczki i trzony

Poprzeczki i trzony izolatorów powinny przenosić obciążenia wynikające z zawieszenia przewodów i parcia wiatru oraz odpowiadać PN.

Zaleca się stosowanie elementów stalowych zabezpieczonych przed korozją przez ocynkowanie na gorąco zgodnie z PN lub malowanie zgodnie z instrukcją KOR-3A.

## 2.9. Osprzęt

Osprzęt przeznaczony do budowy elektroenergetycznych linii napowietrznych powinien spełniać wymagania PN.

O ile SST i dokumentacja projektowa nie postanawia inaczej osprzęt powinien wykazywać się wytrzymałością mechaniczną nie mniejszą niż część linii, z którą współpracuje oraz powinien być odporny na wpływy atmosferyczne i korozję wg PN.

Części osprzętu przewodzącego prąd powinny być wykonane z materiałów mających przewodność elektryczną zbliżoną do przewodności przewodu oraz powinny mieć zapewnioną dostatecznie dużą powierzchnię styku i dokładność połączenia z przewodem lub innymi częściami przewodzącymi prąd, ponadto powinny być zabezpieczone od możliwości powstawania korozji elektrolitycznej.

Do budowy linii należy stosować osprzęt nie powodujący nadmiernego powstawania ulotu oraz strat energii.

## 2.10. Izolatory

Izolatory elektroenergetyczne linii napowietrznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV powinny spełniać wymagania PN.

Izolatory elektroenergetyczne linii napowietrznych o napięciu znamionowym niższym niż 1 kV powinny spełniać wymagania odpowiednich norm przedmiotowych.

Napięcie przebicia izolatorów liniowych powinno być większe od napięcia przeskoku. W liniach o napięciu wyższym niż 1 kV zaleca się stosować izolatory nieprzebijalne.

Wytrzymałość przepięciowa izolatorów i łańcuchów izolatorów przy napięciu przemiennym 50 Hz oraz przy uderzeniach piorunowych i łączeniowych - wg PN.

Jednostkowa droga upływu powierzchniowego izolacji między częścią pod napięciem a częścią uziemioną powinna być nie mniejsza niż wg PN.

Izolatory dla linii o napięciu do 1 kV pracujące przelotowo lub odciągowo powinny mieć wytrzymałość mechaniczną nie mniejszą niż dwukrotne obciążenia obliczeniowe normalne.

Izolatory stojące, wiszące i łańcuchy izolatorów wiszących powinny spełniać wymagania PN.

### 2.11. Przewody

W elektroenergetycznych liniach napowietrznych powinny być stosowane przewody z materiałów o dostatecznej wytrzymałości na rozciąganie i dostatecznej odporności na wpływy atmosferyczne i chemiczne.

### 2.12. Przewody robocze

Zaleca się stosowanie w linii napowietrznej do 1 kV przewody aluminiowe wielodrutowe (A1) wg PN, a w linii napowietrznej powyżej 1 kV przewody stalowo-aluminiowe (AFL) wg PN.

### 2.13. Odłączniki

Odłączniki w liniach napowietrznych o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV powinny spełniać wymagania PN.

### 2.14. Stacje transformatorowe

Stacje transformatorowe powinny spełniać wymagania obowiązujących przepisów. Zaleca się stosowanie stacji transformatorowych typowych zgodnie z wymaganiami TAURON.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót, zarówno w miejscu tych robót, jak też przy wykonywaniu czynności pomocniczych oraz w czasie transportu, załadunku i wyładunku materiałów, sprzętu itp.

Sprzęt używany przez Wykonawcę powinien uzyskać akceptację Inżyniera.

Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować wykonanie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej i wskazaniach Inżyniera w terminie przewidzianym kontraktem.

### 3.2. Sprzęt do wykonania linii napowietrznych

Wykonawca przystępujący do przebudowy elektroenergetycznych linii napowietrznych winien wykazać się możliwością korzystania z maszyn i sprzętu (według tablicy 10), gwarantujących właściwą jakość robót.

Tablica 10. Wykaz maszyn i sprzętu

Nazwa	a)	b)	c)	d)
Zestaw wiertniczo-dźwigowy samochodowy $\varnothing$ 800 mm/3 m	x	x	x	
Koparko-spycharka na podwoziu ciągnika kołowego		x		
Pompa przeponowa spalinowa		x	x	x
Prasa hydrauliczna z napędem elektrycznym 100 t		x		
Zespół prądotwórczy jednofazowy o mocy 2,5 kVA		x		
Koparka jednonaczyniowa kołowa			x	
Zagęszczarka wibracyjno-spalinowa	x		x	
Wibrator pogrązalny	x	x	x	
Beczkwóz ciągniony	x	x	x	
Spawarka spalinowa	x	x	x	x
Spalinowy pogrązac uziołów	x	x	x	x
Sprężarka powietrza przewoźna spalinowa 4-5 m <sup>3</sup> /min.			x	
Wkrętak pneumatyczny			x	
Prasa hydrauliczna z napędem spalinowym - 100 t			x	
Bęben hamulcowy 5-10 t			x	
Podnośnik montażowy hydrauliczny z napędem spalinowym - 100 t			x	
Ciągnik gąsiennicowy 100 KM			x	
Ciągnik kołowy 40-50 KM	x	x		

- a) do wykonania linii napowietrznej do 1 kV,
- b) do wykonania linii napowietrznej 15 lub 30 kV,
- c) do wykonania linii napowietrznej 110, 220 lub 400 kV,

d) do wykonania napowietrznej stacji transformatorowej.

### 3.3. Sprzęt do wykonania linii kablowej

Wykonawca przystępujący do budowy linii kablowej winien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu, gwarantujących właściwą jakość robót:

- spawarki transformatorowej,
- zagęszczarki wibracyjnej spalinowej,
- ręcznego zestawu świdrów do wiercenia poziomego otworów do  $\varnothing 15$  cm,
- wciągarki mechanicznej z napędem elektrycznym od 5 do 10 t.,
- zespołu prądowłórczego trójfazowego, przewoźnego 20 kVA.

## 4. TRANSPORT

### 4.1. Ogólne wymagania

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót.

Liczba środków transportu powinna gwarantować prowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, SST i wskazaniach Inżyniera, w terminie przewidzianym kontraktem.

### 4.2. Środki transportu

Wykonawca przystępujący do przebudowy linii kablowej powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu wg tablicy 11

Tablica 11. Wykaz środków transportu

Nazwa	a)	b)	c)	d)
Żuraw samochodowy	x	x	x	x
Samochód skrzyniowy	x	x	x	x
Samochód specjalny z platformą i balkonem	x			
Przyczepa dłuźycowa	x			
Przyczepa skrzyniowa		x	x	
Ciągnik siodłowy z naczepą		x		x
Samochód dostawczy	x		x	

- a) do wykonania linii napowietrznej do 1 kV,
- b) do wykonania linii napowietrznej 15 lub 30 kV,
- c) do wykonania linii napowietrznej 110, 220 lub 400 kV,
- d) do wykonania napowietrznej stacji transformatorowej.

Na środkach transportu przewożone materiały powinny być zabezpieczone przed ich przemieszczaniem i układane zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez ich wytwórcę.

Na środkach transportu przewożone materiały powinny być zabezpieczone przed ich przemieszczaniem i układane zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez ich wytwórcę.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Budowa linii energetycznych i stacji transformatorowych

Występujące linie elektroenergetyczne i stacje transformatorowe, które nie spełniają wymagań Polskich Norm powinny być przebudowane.

Metoda przebudowy uzależniona jest od warunków technicznych wydawanych przez użytkownika linii. Warunki te określają ogólne zasady przebudowy i okres, w którym możliwe jest odłączenie napięcia w linii przebudowywanej.

Wykonawca powinien opracować i przedstawić do akceptacji Inżyniera harmonogram robót, zawierający uzgodnione z użytkownikiem okresy wyłączenia napięcia w przebudowywanych liniach energetycznych.

Jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej to kolidujące linie energetyczne należy przebudowywać zachowując następującą kolejność robót:

- wybudowanie nowego nie kolidującego odcinka linii mającego parametry nie gorsze niż przebudowywana linia energetyczna,
- wyłączenie napięcia zasilającego tę linię,
- wykonanie podłączenia nowego odcinka linii z istniejącym, poza obszarem kolizji,
- zdemontowanie kolizyjnego odcinka linii energetycznej.

Przebudowę linii należy wykonywać zgodnie z normami i przepisami budowy oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.

## 5.2. Demontaż linii energetycznych i stacji transformatorowych

Demontaż kolizyjnych odcinków linii energetycznych i stacji transformatorowych należy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową i SST oraz zaleceniami użytkownika tych urządzeń.

Wykonawca ma obowiązek wykonania demontażu linii energetycznej i stacji w taki sposób, aby jej elementy nie zostały uszkodzone (zniszczone).

W przypadku niemożności zdemontowania elementów urządzeń bez ich uszkodzenia, Wykonawca powinien powiadomić o tym Inżyniera i uzyskać od niego zgodę na ich uszkodzenie lub zniszczenie.

W szczególnych przypadkach Wykonawca może pozostawić element linii bez jego demontażu, o ile uzyska na to zgodę Inżyniera.

Wszelkie wykopy związane z odkopaniem linii kablowej powinny być zasypane gruntem zagęszczanym warstwami co 20 cm i wyrównane do poziomu istniejącego terenu.

Wykonawca zobowiązany jest do nieodpłatnego przekazania Zamawiającemu wszystkich materiałów pochodzących z demontażu i dostarczenie ich do wskazanego miejsca.

## 5.3. Wykopy pod słupy i fundamenty

Przed przystąpieniem do wykonywania wykopów, Wykonawca ma obowiązek sprawdzenia zgodności rzędnych terenu z danymi w dokumentacji projektowej oraz oceny warunków gruntowych.

Metoda wykonywania wykopów powinna być dobrana w zależności od ich wymiarów, ukształtowania terenu oraz rodzaju gruntu.

Jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej, to wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, należy wykopy pod słupy i fundamenty prefabrykowane wykonywać przy zastosowaniu zestawu wiertniczego na podwoziu samochodowym.

Należy zwrócić uwagę, aby nie była naruszona struktura gruntu dna wykopu, a wykop był zgodny z PN.

## 5.4. Montaż fundamentów prefabrykowanych

Fundamenty prefabrykowane stalowych słupów linii napowietrznych powinny być montowane zgodnie z instrukcją montażu dla konkretnych typów fundamentów.

Fundamenty powinny być ustawiane dźwigiem na 10 cm warstwie betonu B10, spełniającego wymagania PN lub 15 cm warstwie zagęszczonego żwiru z wykorzystaniem ram montażowych ustalających jednoznacznie ich wzajemne położenie.

Ramy montażowe powinny odpowiadać rodzajowi i serii słupów, dla których montowane są fundamenty.

Przed zasypaniem fundamentów należy sprawdzić poziom i rzędne kotew fundamentowych. Maksymalne odchylenie płaszczyzny kotew od poziomu nie powinno przekroczyć 1:1000 z dopuszczalną tolerancją rzędnej posadowienia  $\pm 2$  cm.

Fundamenty usytuowane w środowiskach wód i gruntów agresywnych powinny być odpowiednio zabezpieczone w zależności od rodzaju środowiska, w oparciu o załącznik do PN.

Fundamenty należy zasypywać gruntem bez zanieczyszczeń organicznych z zagęszczeniem warstwami grubości 20 cm.

## 5.5. Montaż słupów żelbetowych i strunobetonowych

Słupy żelbetowe i strunobetonowe należy montować na podłożu wyrównanym w pozycji poziomej. W zależności od warunków pracy, słupy w ich części podziemnej należy wyposażyć w belki ustojowe.

Dla słupów, których dokumentacja projektowa nie przewiduje belek ustojowych, wykopy pod podziemne części słupów należy wypełniać zaprawą cementową, której skład i właściwości zaakceptuje Inżynier. W tym przypadku otwory pod słupy powinny być wiercone.

Nie wolno stosować ww. metody dla posadowień słupów figurowych (rozkracznych, z podporą itp.), których ustoje pracują na wrywanie lub wciskanie.

Połączenia stalowe elementów ustojowych powinny być chronione przed korozją przez malowanie lakierem asfaltowym spełniającym wymagania BN.

Stawianie słupów powinno odbywać się za pomocą sprzętu mechanicznego przestrzegając zasad określonych w „Instrukcji bezpiecznej pracy w energetyce”.

Odchyłka osi słupa od pionu, po jego ustawieniu, nie może być większa niż 0,001 wysokości słupa.

## 5.7. Montaż przewodów

### 5.7.1. Wymagania ogólne

Przewody podlegające działaniu siły naciągu należy tak łączyć lub tak zawieszać na konstrukcji wsporczej, aby wytrzymałość złącza lub miejsca uchwycenia przewodu wynosiła dla przewodów wielodrutowych co najmniej 90% wytrzymałości przewodu.

Przewody należy łączyć złączkami. Zamocowanie przewodu do izolatora powinno być takie, aby nie osłabiło jego wytrzymałości.

Zależnie od funkcji, jaką spełnia konstrukcja wsporcza oraz od jej wytrzymałości, należy stosować zawieszenie przewodu przelotowe lub odciągowe, a w przypadkach wymagających zwiększenia pewności umocowania przewodu - przelotowe bezpieczne lub odciągowe bezpieczne.

Naprężenie w przewodach nie powinno przekraczać:

- dopuszczalnego naprężenia normalnego - jeżeli przeszło linii nie podlega obostrzeniu 1 lub 2 stopnia,
- dopuszczalnego naprężenia zmniejszonego - jeżeli przeszło podlega obostrzeniu 3 stopnia.

Zabrania się regulować naprężenia w przewodzie przez zmianę długości linki rozkręcaniem lub skręcaniem. Dopuszcza się stosowanie przy budowie linii zmniejszonych zwisów lub poddawanie przewodu przed montażem zwiększonemu naprężeniu, ze względu na możliwość powiększenia zwisu spowodowanego pełzaniem aluminium.

Zabezpieczenie przewodów od drgań należy wykonywać w liniach o napięciu znamionowym 60 kV i wyższym przez stosowanie urządzeń tłumiących.

Zawieszenie przelotowe przewodu roboczego należy stosować:

- na izolatorach stojących - w przypadku, gdy siły naciągów przewodów w przęsłach są po obu stronach izolatora jednakowe lub gdy różnica naciągów jest nieznaczna,
- na łańcuchach izolatorów wiszących - w przypadku, gdy łańcuch nie podlega sile naciągu lub gdy naciąg jest nieznaczny.

Zawieszenie przelotowe powinno być tak wykonane, aby przy wystąpieniu znaczniejszej siły wzdłuż przewodu, mogącej grozić uszkodzeniem konstrukcji wsporczej, przewód przesunął się w miejscu zawieszenia albo wyslizgnął z uchwytu lub aby umocowanie przewodu zerwało się, nie dopuszczając w ten sposób do skutków powstałej siły.

Zawieszenie odciążowe przewodu roboczego należy stosować w przypadku, gdy siły naciągu przewodów w przęsłach są niejednakowe. Zawieszenie odciążowe powinno wytrzymywać co najmniej 90% siły zrywającej przewód.

Zawieszenie przewodu odgromowego na konstrukcji wsporczej może być przelotowe lub odciążowe. Wybór sposobu zawieszenia powinien być zależny od wytrzymałości konstrukcji wsporczej.

### **5.7.2. Odległość przewodów od powierzchni ziemi**

Najmniejsze dopuszczalne odległości pionowe przewodów elektroenergetycznych, będących pod napięciem, przy największym zwisie normalnym na całej długości linii napowietrznej z wyjątkiem przęseł krzyżujących drogi lądowe i wodne oraz obiekty, od powierzchni ziemi powinny wynosić:

- dla linii do 1 kV - 5,00 m,
- dla linii 15 kV - 5,10 m,
- dla linii 30 kV - 5,20 m,
- dla linii 110 kV - 5,74 m,
- dla linii 220 kV - 6,47 m,
- dla linii 400 kV - 7,67 m.

### **5.8. Obostrzenia**

W zależności od ważności obiektu, z którym elektroenergetyczna linia napowietrzna krzyżuje się lub do którego się zbliża, w odcinkach linii na skrzyżowaniach i zbliżeniach należy stosować obostrzenia 1, 2 lub 3 stopnia.

Przy obostrzeniu linii dodatkowe wymagania dotyczą słupów, przewodów, izolatorów, zawieszenia przewodów i ich mocowania wg warunków podanych w p. 5.8.1 - 5.8.5.

#### **5.8.1.1. Słupy**

Przy obostrzeniu 1 stopnia mogą być stosowane słupy jak dla linii bez wykonywanych obostrzeń.

Przy obostrzeniu 2 stopnia należy stosować słupy skrzyżowaniowe, odporowe, odporowo-narożne lub krańcowe.

Przy obostrzeniu 3 stopnia należy stosować słupy jak dla 2 stopnia, a w przypadku słupów zlokalizowanych wewnątrz odcinka skrzyżowania, również słupy jak dla linii bez obostrzeń.

#### **5.8.1.2. Przewody**

Przy obostrzeniu 2 i 3 stopnia zabrania się stosowania przewodów AL wg PN i AFL wg PN o przekroju mniejszym niż 25 mm<sup>2</sup>. Ponadto zabrania się łączenia przewodów i odgałęziania się od nich w przęsle obostrzeniowym.

Przy obostrzeniu 3 stopnia należy podczas montażu stosować naprężenia zmniejszone.

#### **5.8.3. Izolatory**

Przy obostrzeniu 1 stopnia mogą być stosowane izolatory jak dla linii bez obostrzeń.

Obostrzenie 2 lub 3 stopnia uzyskuje się przez stosowanie: dodatkowych izolatorów - w przypadku izolatorów stojących, dwu- lub trójrzędowych łańcuchów - w przypadku izolatorów wiszących.

#### **5.8.4.1. Zawieszenie przewodów**

W przypadku linii z izolatorami stojącymi: dla 1 stopnia obostrzenia, należy stosować przewód zabezpieczający przymocowany do tego samego izolatora, na którym jest zawieszony przewód roboczy, dla 2 i 3 stopnia należy stosować przewód zabezpieczający przymocowany do dodatkowego izolatora lub zawieszenie na izolatorze odciążowym szpulowym.

W przypadku linii z łańcuchami izolatorów wiszących dla 2 i 3 stopnia obostrzenia, należy stosować zawieszenie bezpieczne przelotowe, odciążowe lub przelotowo-odciążowe.

#### **5.8.4.2. Uchwycenie przewodu**

Dla 2 i 3 stopnia obostrzenia należy stosować taki rodzaj wiązania, aby przewód w razie zerwania się w przęsle sąsiednim mógł się przesunąć na odległość uwarunkowaną dopuszczalną odległością przewodu od obiektu.

### 5.9. Tablice ostrzegawcze i informacyjne

Na słupach elektroenergetycznych linii napowietrznych o napięciu wyższym niż 1 kV należy umieszczać w widocznym miejscu, na wysokości od 1,5 do 2 m nad ziemią tablice ostrzegawcze wg PN.

Słupy wszystkich linii elektroenergetycznych powinny być zaopatrzone w trwałe znaki lub tablice numeracyjne. Tablice numeracyjne na słupach linii o napięciu 110 kV i wyższym powinny oprócz numeru zawierać także symbol linii. W liniach wielotorowych o napięciu wyższym niż 1 kV, na każdym słupie powinno być oznaczenie toru. Tablice informacyjne powinny być wykonane wg rysunków zamieszczonych w typowych katalogach budowanych linii.

### 5.10. Ochrona odgromowa

Ochronę odgromową linii elektroenergetycznych napowietrznych należy wykonać zgodnie z Zarządzeniem Ministra Górnictwa i Energetyki oraz Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych.

### 5.11. Uziemienia ochronne

Uziemieniu ochronnemu w liniach o napięciu wyższym niż 1 kV podlegają:

- słupy stalowe i betonowe ustawione w odległości mniejszej niż 20 m od granicy pasa drogowego publicznej drogi kołowej,
- słupy stalowe i betonowe ustawiane na terenach zwartej zabudowy lub o zabudowie rozproszonej, w odległości mniejszej niż 50 m od zamieszkałych budynków,
- uzbrojenia stalowe (trzony izolatorów stojących, wieszaki izolatorów wiszących, poprzeczniki stalowe) słupów drewnianych w przypadku, gdy sąsiadują bezpośrednio z odcinkiem linii o obostrzeniu 2 lub 3 stopnia i jeżeli co najmniej jeden słup w tym odcinku lub na jego krańcach jest stalowy lub betonowy, a jego poprzecznik jest wykonany z materiału przewodzącego.

Uziemieniu ochronnemu podlegają we wszystkich liniach metalowe części urządzeń znajdujące się w linii (np. urządzenia do wyłączania odłączników słupowych, pomosty montażowe, korpusy żeliwne głowic słupowych), urządzenia oświetlenia zewnętrznego, przy czym w sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym do 1 kV, w której zastosowano zerowanie, wymienione części należy zerować.

Nie należy wykorzystywać strun stalowych słupów z betonu sprężonego jako przewodów uziemiających. W słupach żelbetonowych z betonu niesprężonego można uzbrojenie wykorzystywać jako przewody uziemiające pod warunkiem ciągłości elektrycznej i dostatecznej wytrzymałości termicznej uzbrojenia na prądy zwarcia doziemnego.

Uziemienia ochronne należy wykonywać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Przemysłu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej [38].

### 5.12. Skrzyżowania i zbliżenia linii napowietrznych z drogami kołowymi

Linie elektroenergetyczne na skrzyżowaniach i zbliżeniach z drogami kołowymi należy tak prowadzić i wykonywać, aby nie powodowały przeszkód i trudności w ruchu kołowym i pieszym oraz w należyтым utrzymaniu dróg i na warunkach podanych w zezwoleniu zarządu drogi na prowadzenie robót w pasie drogowym.

W przypadku skrzyżowania lub zbliżenia z drogą kołową w linii należy zastosować obostrzenia - wg tablicy 12.

Tablica 12. Stopień obostrzenia linii napowietrznych na skrzyżowaniu z drogą

Kategoria drogi	Linia napowietrzna o napięciu znamionowym			
	do 1 kV		wyższym niż 1 kV	
	skrzyżowanie	zbliżenie	skrzyżowanie	zbliżenie
Droga ogólnodostępna gminna lub lokalna miejska	0	0	1	1
Droga ogólnodostępna krajowa lub wojewódzka	1	0	2	1
Droga ekspresowa lub autostrada	1	0	3	1

Napowietrzne linie elektroenergetyczne przebiegające wzdłuż pasów drogowych poza obszarem zabudowanym, powinny być usytuowane poza granicami pasa drogowego, w odległości co najmniej 5 m od granicy pasa, chyba że zarząd drogi wyrazi zgodę na odstępstwo od tej zasady.

W szczególnie uzasadnionych wypadkach, napowietrzne linie elektroenergetyczne mogą być budowane w pasie drogowym na warunkach określonych w ustawie o drogach publicznych:

- na terenach zalewowych - na skarpach nasypów drogowych, z wyjątkiem nasypów spełniających jednocześnie funkcje wałów przeciwpowodziowych, a w braku takiej możliwości - na krawędzi korony drogi,
- na terenach górskich i zalesionych - w pasie drogowym poza koroną drogi.

Na każde skrzyżowanie napowietrznej linii elektroenergetycznej z drogą wymagane jest zezwolenie zarządu drogowego.

Należy tak wykonywać skrzyżowanie linii elektroenergetycznej z drogą, aby kąt skrzyżowania był nie mniejszy niż 45°, a przęsła skrzyżowań z obostrzeniem 3 stopnia były ograniczone słupami odporowymi, odporowo-naróżnymi lub krańcowymi.

Przy skrzyżowaniach linii 400 kV z publicznymi drogami kołowymi należy ustawić znak zakazu zatrzymywania się. Znak powinien być ustawiony na poboczu drogi w odległości 20 m od skrajnego przewodu linii, zgodnie z PN.

Minimalna odległość przewodów linii napowietrznej pod napięciem od powierzchni dróg publicznych, przy największym zwisie normalnym, powinna wynosić:

- dla linii do 1 kV- 6,00 m,
- dla linii 15 kV- 7,10 m,
- dla linii 30 kV- 7,20 m,
- dla linii 110 kV- 7,74 m,
- dla linii 220 kV- 8,47 m,
- dla linii 400 kV- 9,67 m.

W szczególnych wypadkach, np. na drogach gdzie odbywa się ruch pojazdów ponadnormatywnych, zarząd drogowy może zwiększyć minimalne odległości przewodów od powierzchni drogi.

#### 5.14. Prowadzenie linii napowietrznych przez tereny leśne i w pobliżu drzew

Odległość przewodu linii napowietrznej od każdego punktu korony drzewa mierzona w dowolnym kierunku, przy bezwietrznej pogodzie oraz dowolnym zwisie normalnym, powinna wynosić co najmniej:

- dla linii do 1 kV- 1,00 m,
- dla linii 15 kV- 2,60 m,
- dla linii 30 kV- 2,70 m,
- dla linii 110 kV- 3,24 m,
- dla linii 220 kV- 3,97 m,
- dla linii 400 kV- 5,17 m.

Odległości przewodów od koron drzew powinny być ustalone na podstawie aktualnych wymiarów koron, z uwzględnieniem 5-letniego przyrostu właściwego dla gatunku i siedliska drzewa. Odległości te należy powiększyć co najmniej o 1 m w przypadku zbliżenia przewodów do drzew owocowych lub ozdobnych podlegających przycinaniu, przy czym należy uwzględnić długość narzędzi ogrodniczych.

Szerokość pasa wycinki (podlegającego orzeczeniu zmiany uprawy leśnej i dopuszczeniu do korzystania) S w m powinna być obliczana wg wzoru:

$$S = B + 2 \left( 2,5 + \frac{U}{150} \right)$$

w którym: B - odległość między skrajnymi przewodami linii,

U - napięcie znamionowe linii, kV.

#### 5.15. Stacje transformatorowe

Stacje transformatorowe należy wykonywać zgodnie z dokumentacją projektową, PBUE Rozdział III i odpowiednimi dla danej stacji typowymi albumami.

Napowietrzne stacje transformatorowe powinny być usytuowane w odległości co najmniej 5 m od granicy pasa drogowego, natomiast stacje transformatorowe typu miejskiego (budynek wolnostojący) powinny być usytuowane tak jak inne obiekty budowlane, zgodnie z ustawą o drogach publicznych.

Tablica 13. Najmniejsze odległości budynku stacji od zewnętrznej krawędzi jezdni

Rodzaj drogi	Na terenie zabudowy miast i wsi	Poza terenem zabudowy
Autostrada	30 m	50 m
Droga ekspresowa	20 m	40 m
Droga ogólnodostępna:		
krajowa	10m	25 m
wojewódzka	8 m	20 m
gminna, lokalna miejska i zakładowa	6 m	15 m

#### 5.3. Rowy pod kable

Rowy pod kable należy wykonywać za pomocą sprzętu mechanicznego lub ręcznie w zależności od warunków terenowych i podziemnego uzbrojenia terenu, po uprzednim wytyczeniu ich tras przez służby geodezyjne.

Wymiary poprzeczne rowów uzależnione są od rodzaju kabli i ich ilości układanych w jednej warstwie.

Głębokość rowu określona jest głębokością ułożenia kabla wg p. 5.4.4 powiększoną o 10 cm, natomiast szerokość dna rowu obliczamy ze wzoru:

$$S = nd + (n-1) a + 20 \text{ [cm]}$$

gdzie: n - ilość kabli w jednej warstwie,

d - suma średnic zewn. Wszystkich kabli w warstwie,

a - suma odległości pomiędzy kablami wg tablicy 1.

Tablica 1. Odległości między kablami ułożonymi w gruncie przy skrzyżowaniach i zbliżeniach

Najmniejsza dopuszczalna
--------------------------

Skrzyżowanie lub zbliżenie	odległość w cm	
	pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe do 1 kV z kablami tego samego rodzaju lub sygnalizacyjnymi	25	10
Kabli sygnalizacyjnych i kabli przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego rodzaju	25	mogą się stykać
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe do 1 kV z kablami elektroenergetycznymi na napięcie znamionowe wyższe niż 1 kV	50	10
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe wyższe niż 1 kV i nie przekraczające 10 kV z kablami tego samego typu	50	10
Kabli elektroenergetycznych na napięcie znamionowe wyższe niż 10 kV z kablami tego samego rodzaju	50	25
Kabli elektroenergetycznych z kablami telekomunikacyjnymi	50	50
Kabli różnych użytkowników	50	50
Kabli z mufami sąsiednich kabli`	-	25

## 5.4. Układanie kabli

### 5.4.1. Ogólne wymagania

Układanie kabli powinno być wykonane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Ponadto przy układaniu powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanej linii.

Zaleca się stosowanie rolek w przypadku układania kabli o masie większej niż 4 kg/m. Rolki powinny być ustawione w takich odległościach od siebie, aby spoczywający na nich kabel nie dotykał podłoża.

Podczas przechowywania, układania i montażu, końce kabla należy zabezpieczyć przed wilgocią oraz wpływami chemicznymi i atmosferycznymi przez:

- szczelne zalutowanie powłoki,
- nałożenie kapturka z tworzywa sztucznego (rodzaju jak izolacja).

### 5.4.2. Temperatura otoczenia i kabla

Temperatura otoczenia i kabla przy układaniu nie powinna być niższa niż:

- a) 4°C - w przypadku kabli o izolacji papierowej o powłoce metalowej,
- b) 0°C - w przypadku kabli o izolacji i powłoce z tworzyw sztucznych.

W przypadku kabli o innej konstrukcji niż wymienione w pozycji a) i b) temperatura otoczenia i temperatura układanego kabla - wg ustaleń wytwórcy.

Zabrania się podgrzewania kabli ogniem.

Wzrost temperatury otoczenia ułożonego kabla na dowolnie małym odcinku trasy linii kablowej powodowany przez sąsiednie źródła ciepła, np. rurociąg ciepły, nie powinien przekraczać 5°C.

### 5.4.3. Zginanie kabli

Przy układaniu kabli można zginać kabel tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż:

- a) 25-krotna zewnętrzna średnica kabla - w przypadku kabli olejowych,
- b) 20-krotna zewnętrzna średnica kabla - w przypadku kabli jednożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej, kabli o izolacji polietylenowej i o powłoce polwinitowej oraz kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce aluminiowej o liczbie żył nie przekraczających 4,
- c) 15-krotna zewnętrzna średnica kabla - w przypadku kabli wielożyłowych o izolacji papierowej i o powłoce ołowianej oraz w przypadku kabli wielożyłowych skręcanych z kabli jednożyłowych o liczbie żył nie przekraczających 4.

### 5.4.4. Układanie kabli bezpośrednio w gruncie

Kable należy układać na dnie rowu pod kable, jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Nie należy układać kabli bezpośrednio na dnie wykopu kamiennego lub w gruncie, który mógłby uszkodzić kabel, ani bezpośrednio zasypywać takim gruntem.

Kable należy zasypywać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego. Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25 cm.

Grunt należy zagęszczać warstwami co najmniej 20 cm. Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien osiągnąć co najmniej  $I_s=0,97$ .

Głębokość ułożenia kabli w gruncie mierzona od powierzchni gruntu do zewnętrznej powierzchni kabla powinna wynosić nie mniej niż:

- 90-100 cm - w przypadku kabli o napięciu znamionowym powyżej 1 kV.

### 5.5. Skrzyżowania i zbliżenia kabli między sobą

Skrzyżowania kabli między sobą należy wykonywać tak, aby kabel wyższego napięcia był zakopany głębiej niż kabel niższego napięcia, a linia elektroenergetyczna lub sygnalizacyjna głębiej niż linia telekomunikacyjna.

### 5.6. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z innymi urządzeniami podziemnymi

Zaleca się krzyżować kable z urządzeniami podziemnymi pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w największym miejscu krzyżowanego urządzenia. Każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych i sygnalizacyjnych ułożony bezpośrednio w gruncie powinien być chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości po 50 cm w obie strony od miejsca skrzyżowania. Przy skrzyżowaniu kabli z rurociągami podziemnymi zaleca się układanie kabli nad rurociągami.

Tablica 2. Najmniejsze dopuszczalne odległości kabli ułożonych w gruncie od innych urządzeń podziemnych

Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm	
	pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłne, gazowe z gazami niepalnymi i rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu do 0,5 at	80 <sup>1)</sup> przy średnicy rurociągu do 250 mm i 150 <sup>2)</sup>	50
Rurociągi z cieciami palnymi	przy średnicy	100
Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 0,5 at i nie przekraczającym 4 at	większej niż 250 mm	100
Rurociągi z gazami palnymi o ciśnieniu wyższym niż 4 at	BN-71/8976-31 [17]	
Zbiorniki z płynami palnymi	200	200
Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	-	80
Ściany budynków i inne budowle, np. tunele, kanały	-	50
Urządzenia ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych	50	50

1) dopuszcza się zmniejszenie odległości do 50 cm pod warunkiem zastosowania rury ochronnej

2) dopuszcza się zmniejszenie odległości do 80 cm pod warunkiem zastosowania rury ochronnej.

### 5.7. Skrzyżowania i zbliżenia kabli z drogami

Kable powinny się krzyżować z drogami pod kątem zbliżonym do 90° i w miarę możliwości w jej największym miejscu.

Przy ułożeniu kabla bezpośrednio w gruncie ochrona kabla od urządzeń mechanicznych w miejscach skrzyżowania z drogą, powinna odpowiadać postanowieniom zawartym w tablicy 3.

Tablica 3. Długości przepustów kablowych przy skrzyżowaniu z drogami i rurociągami

Rodzaj krzyżowanego obiektu	Długość przepustu na skrzyżowaniu
Rurociąg	średnica rurociągu z dodaniem po 50 cm z każdej strony
Droga o przekroju ulicznym z krawężnikami	szerokość jezdni z krawężnikami z dodaniem po 50 cm z każdej strony
Droga o przekroju szlakurowym z rowami odwadniającymi	szerokość korony drogi i szerokości obu rowów do zewnętrznej krawędzi ich skarpy z dodaniem po 100 cm z każdej strony
Droga w nasypie	szerokość korony drogi i szerokość rzutu skarp nasypów z dodaniem po 100 cm z każdej strony od dolnej krawędzi nasypu

W przypadku przekrojów pół ulicznych, z jednostronnym rowem lub jednostronnym nasypem - długości przepustów należy ustalać odpowiednio wg ww. wzorów.

Najmniejsza odległość pionowa między górną częścią osłony kabla a płaszczyzną jezdni nie powinna być mniejsza niż 100 cm.

Odległość między górną częścią osłony kabla a dnem rowu odwadniającego powinna wynosić co najmniej 50 cm.

Ww. minimalne odległości od powierzchni jezdni i dna rowu mogą być zwiększone, gdyż dla konkretnego odcinka drogi powinny wynikać z warunków określonych przez zarząd drogowy (uwzględniających projektowaną przebudowę konstrukcji nawierzchni lub pogłębienie rowu).

Kable należy układać poza pasem drogowym w odległości co najmniej 1 m od jego granicy.

Odległość kabli od zadrzewienia drogowego (od pni drzew) powinna wynosić co najmniej 2 m.

W przypadku niemożności prowadzenia linii kablowych poza pasem drogowym: na terenach zalewowych, zalesionych lub zajętych pod sady, dopuszcza się układanie ich w pasie drogowym na skarpach nasypów lub na częściach pasa poza koroną drogi.

Roboty przy układaniu kablowych linii elektroenergetycznych na skrzyżowaniach z drogami i na odcinkach ewentualnego wejścia linią kablową na teren pasa drogowego przy zbliżeniach do drogi - wymagają zezwolenia ze strony zarządu drogowego i należy je wykonywać na warunkach podanych w tym zezwoleniu, zgodnie z ustawą o drogach publicznych.

#### **5.8. Wykonanie muf i głowic**

Łączenie, odgałęzianie i zakańczanie kabli należy wykonywać przy użyciu muf i głowic kablowych.

Nie należy stosować muf odgałęźnych do kabli o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV.

Mufy i głowice powinny być tak umieszczone, aby nie było utrudnione wykonywanie prac montażowych.

W przypadku wiązek kabli składających się z kabli jednożyłowych, zaleca się przesunięcie względem siebie (wzdłuż kabla) muf montowanych na poszczególnych kablach.

Metalowe wkładki muf przelotowych powinny być przylutowane szczelnie do powłok metalowych kabli.

Miejsca połączeń żył kabli w mufach powinny być izolowane oddzielnie, przy czym rozkład pola elektrycznego w izolacji tych miejsc powinien być zbliżony do rozkładu pola w kablu. Na izolację miejsc łączenia żył zaleca się stosować materiały izolacyjne o własnościach zbliżonych do własności izolacji łączonych kabli. Dopuszcza się niewykonywanie oddzielnego izolowania miejsc łączenia żył kabli o napięciu znamionowym nie przekraczającym 1 kV, jeżeli mufy wykonywane są z żywic samoutwardzalnych.

#### **5.9. Układanie przepustów kablowych**

Przepusty kablowe należy wykonywać z rur stalowych lub z PCW o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 160 mm dla kabli powyżej 1 kV.

Przepusty kablowe należy układać w miejscach, gdzie kabel narażony jest na uszkodzenia mechaniczne. W jednym przepuszczeniu powinien być ułożony tylko jeden kabel; nie dotyczy to kabli jednożyłowych tworzących układ wielofazowy i kabli sygnalizacyjnych.

Głębokość umieszczenia przepustów kablowych w gruncie, mierzona od powierzchni terenu do górnej powierzchni rury, powinna wynosić co najmniej 90 cm - w terenie bez nawierzchni i 100 cm od nawierzchni drogi (niwelety) przeznaczonej do ruchu kołowego.

Minimalna głębokość umieszczenia przepustu kablowego pod jezdnią drogi może być zwiększona, gdyż powinna wynikać z warunków określonych przez zarząd drogowy dla danego odcinka drogi.

W miejscach skrzyżowań z drogami istniejącymi o konstrukcji nierozbieralnej, przepusty powinny być wykonywane metodą wiercenia poziomego, przewidując przepusty rezerwowe dla umożliwienia ułożenia kabli dodatkowych lub wymiany kabli uszkodzonych bez rozkopywania dróg.

Miejsca wprowadzenia kabli do rur powinny być uszczelnione nasmołowanymi szmatami, sznurami lub pakułami, uniemożliwiającymi przedostawanie się do ich wnętrza wody i przed ich zamuleniem.

#### **5.10. Oznaczenie linii kablowych**

Kable ułożone w gruncie powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki (np. opaski kablowe typu OK wg inwestora) rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy mufach i miejscach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniach.

Kable ułożone w powietrzu powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki przy głowicach oraz w takich miejscach i w takich odstępach, aby rozróżnienie kabla nie nastęczało trudności.

Na oznacznikach powinny znajdować się trwałe napisy zawierające:

- symbol i numer ewidencyjny linii,
- oznaczenie kabla,
- znak użytkownika kabla,
- rok ułożenia kabla

### **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

#### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót przy przebudowie linii kablowej.

Wykonawca ma obowiązek wykonania pełnego zakresu badań na budowie w celu wskazania Inżynierowi zgodności dostarczonych materiałów i realizowanych robót z dokumentacją projektową.

Materiały posiadające atest producenta stwierdzający ich pełną zgodność z warunkami podanymi w specyfikacjach, mogą być przez Inżyniera dopuszczone do użycia bez badań.

Przed przystąpieniem do badania, Wykonawca powinien powiadomić Inżyniera o rodzaju i terminie badania.

Po wykonaniu badania, Wykonawca przedstawia na piśmie wyniki badań do akceptacji Inżyniera.

Wykonawca powiadamia pisemnie Inżyniera o zakończeniu każdej roboty zanikającej, którą może kontynuować dopiero po stwierdzeniu przez Inżyniera i ewentualnie przedstawiciela inwestora.

#### **6.2. Badania przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót, Wykonawca powinien uzyskać od producentów zaświadczenia o jakości lub atesty stosowanych materiałów.

Do materiałów, których badania powinien przeprowadzić Wykonawca, należą materiały do wykonania fundamentów „na mokro” i ustojów słupów. Uwzględniając nieskomplikowany charakter robót fundamentowych, na wniosek Wykonawcy, Inżynier może zwolnić go z potrzeby wykonania badań materiałów dla tych robót.

Na żądanie Inżyniera, należy dokonać testowania sprzętu posiadającego możliwość nastawienia mechanizmów regulacyjnych. W wyniku badań testujących należy przedstawić Inżynierowi świadectwa cechowania

### **6.3. Badania w czasie wykonywania robót**

#### **6.3.1. Wykopy pod fundamenty**

Sprawdzeniu podlega lokalizacja wykopów, ich wymiary oraz ewentualne zabezpieczenie ścianek przed osypywaniem się ziemi. Wykopy powinny być tak wykonane, aby zapewnione było w nich ustawienie fundamentów lub ustojów, których lokalizacja i rzędne posadowienia były zgodne z dokumentacją projektową.

#### **6.3.2. Fundamenty i ustoje**

Program badań powinien obejmować sprawdzenie kształtu i wymiarów, wyglądu zewnętrznego oraz wytrzymałości. Parametry te powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w dokumentacji projektowej oraz wymaganiami PN.

Ponadto należy sprawdzić usytuowanie fundamentów w planie i rzędne posadowienia.

Po zasypaniu fundamentów lub wykonaniu ustojów ziemnych, należy sprawdzić stopień zagęszczenia gruntu, który powinien wynosić co najmniej 0,85 wg BN.

#### **6.3.4. Słupy żelbetowe i strunobetonowe**

Słupy po zmontowaniu i ustawieniu w pozycji pracy podlegają sprawdzeniu w zakresie:

- lokalizacji,
- kompletności wyposażenia i prawidłowości montażu,
- dokładności ustawienia słupów w pionie i kierunku - tolerancja wykonania wg p. 5.4,
- stanu antykorozyjnych powłok ochronnych konstrukcji stalowych i osprzętu,
- zgodności posadowienia z dokumentacją projektową.

#### **6.3.1. Zawieszenie przewodów**

Podczas montażu przewodów należy sprawdzić jakość połączeń zamontowanych izolatorów i osprzętu oraz przeprowadzić kontrolę wartości naprężeń zawieszanych przewodów.

Naprężenia nie powinny przekraczać dopuszczalnych wartości normalnych (jeżeli przęsło linii nie podlega obostrzeniu albo podlega obostrzeniu 1 lub 2 stopnia) i zmniejszonych (przy 3 stopniu obostrzenia). Wartości tych naprężeń dla poszczególnych rodzajów przewodów i typów linii należy przyjąć z dokumentacji projektowej lub SST.

W liniach o napięciu znamionowym 60 kV i wyższym należy sprawdzić zabezpieczenia przed skutkami drgań mechanicznych przewodów (wykonanie pętli tłumiących).

Po wybudowaniu linii należy sprawdzić wysokości zawieszonych przewodów nad obiektami krzyżującymi. Przewody nie powinny być zawieszane niżej niż podano w p. 5.7 i 5.12 przy spełnieniu odpowiednich warunków, zamieszczonych w dokumentacji projektowej i PN.

#### **6.3.6. Instalacja przeciwporażeniowa**

Podczas wykonywania uziomów taśmowych należy wykonać pomiar głębokości ułożenia bednarki, stanu połączeń spawanych, a po zasypaniu wykopu, sprawdzenie stopnia zagęszczenia gruntu, który powinien osiągnąć co najmniej 0,85 wg BN.

Po wykonaniu uziomów ochronnych należy wykonać pomiary ich rezystancji. Wartości pomierzonych rezystancji powinny być mniejsze lub co najmniej równe wartościom podanym w dokumentacji projektowej.

#### **6.3.2. Rowy pod kable**

Po wykonaniu rowów pod kable, sprawdzeniu podlegają wymiary poprzeczne rowu i zgodność ich tras z dokumentacją geodezyjną.

Odchyłka trasy rowu od wytyczenia geodezyjnego nie powinna przekraczać 0,3 m.

#### **6.3.2. Kable i osprzęt kablowy**

Sprawdzenie polega na stwierdzeniu ich zgodności z wymaganiami norm przedmiotowych lub dokumentów, według których zostały wykonane, na podstawie atestów, protokół odbioru albo innych dokumentów.

#### **6.3.3. Układanie kabli**

W czasie wykonywania i po zakończeniu robót kablowych należy przeprowadzić następujące pomiary:

- głębokości zakopania kabla,
- grubości podsypki piaskowej nad i pod kablem,
- odległości folii ochronnej od kabla,

– stopnia zagęszczenia gruntu nad kablem i rozplantowanie nadmiaru gruntu.  
Pomiary należy wykonywać co 10 m budowanej linii kablowej, a uzyskane wyniki mogą być uznane za dobre, jeżeli odbiegają od założonych w dokumentacji nie więcej niż o 10%.

#### **6.3.4. Sprawdzenie ciągłości żył**

Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i powrotnych oraz zgodności faz należy wykonać przy użyciu przyrządów o napięciu nie przekraczającym 24 V. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli poszczególne żyły nie mają przerw oraz jeśli poszczególne fazy na obu końcach linii są oznaczone identycznie.

#### **6.3.5. Pomiar rezystancji izolacji**

Pomiar należy wykonać za pomocą megaomierza o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV, dokonując odczytu po czasie niezbędnym do ustalenia się mierzonej wartości. Wynik należy uznać za dodatni, jeżeli rezystancja izolacji wynosi co najmniej:

- 50 M $\Omega$ /km - linii wykonanych kablami elektroenergetycznymi o izolacji z papieru nasyczonego, o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV oraz kablami elektroenergetycznymi o izolacji z tworzyw sztucznych,
- 0,75 dopuszczalnej wartości rezystancji izolacji kabli wykonanych wg PN.

#### **6.3.6. Próba napięciowa izolacji**

Próbie napięciowej izolacji podlegają wszystkie linie kablowe. Dopuszcza się niewykonywanie próby napięciowej izolacji linii wykonanych kablami o napięciu znamionowym do 1 kV. Próbę napięciową należy wykonać prądem stałym lub wyprostowanym. W przypadku linii kablowej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, prąd upływu należy mierzyć oddzielnie dla każdej żyły. Wynik próby napięciowej izolacji należy uznać za dodatni, jeżeli:

- izolacja każdej żyły wytrzyma przez 20 min. bez przeskoku, przebicia i bez objawów przebicia częściowego, napięcie probiercze o wartości równej 0,75 napięcia probierczego kabla wg. PN,
- wartość prądu upływu dla poszczególnych żył nie przekroczy 300  $\mu$ A/km i nie wzrasta w czasie ostatnich 4 min. badania; w liniach o długości nie przekraczającej 300 m dopuszcza się wartość prądu upływu 100  $\mu$ A.

#### **6.4. Badania po wykonaniu robót**

W przypadku zadawalających wyników pomiarów i badań wykonanych przed i w czasie wykonywania robót, na wniosek Wykonawcy, Inżynier może wyrazić zgodę na niewykonywanie badań po wykonaniu robót.

### **7. OBMIAR ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w STWiORB D-M-00.00.00.

Obmiaru robót dokonać należy w oparciu o dokumentację projektową i ewentualnie dodatkowe ustalenia, wyniki w czasie budowy, akceptowane przez Inżyniera.

Jednostką obmiarową dla linii kablowej jest metr.

### **8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w STWiORB.

Przy przekazywaniu linii kablowej do eksploatacji, Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu następujące dokumenty:

- projektową dokumentację powykonawczą,
- geodezyjną dokumentację powykonawczą,
- protokoły z dokonanych pomiarów,
- protokoły odbioru robót zanikających,
- ewentualną ocenę robót wydaną przez zakład eksploatujący sieci.

### **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne wymagania dotyczące podstawy płatności podano w OST.

Płatność za metr należy przyjmować zgodnie z obmiarem i oceną jakości użytych materiałów i wykonanych robót na podstawie wyników pomiarów i badań kontrolnych.

Cena jednostkowa wykonanych robót obejmuje:

- roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- przygotowanie, dostarczenie i wbudowanie materiałów,
- odłączenie i demontaż kolidującego odcinka linii kablowej,
- podłączenie linii do sieci, zgodnie z dokumentacją projektową,
- wykonanie inwentaryzacji przebiegu kabli pod gruntem.

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

1. PN-E-01002:1997 Słownik terminologiczny elektryki - Kable i przewody
2. N-SEP-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
3. PN-E-06401-06-01:1990 Elektroenergetyczne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym do 60 kV. Ogólne wymagania i badania.
4. PN-HD 621 S1:2003 Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyconej
5. PN-E-90400:1993 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji i powłoce polwinitowej, na napięcie znamionowe nie przekraczające 6/6 kV -- Ogólne wymagania i badania
6. PN-E-90401:1993 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 6/6 kV -- Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.
7. PN-E-90403:1993 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 6/6 kV -- Kable sygnalizacyjne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.
8. PN-E-90301:1976 Kable elektroenergetyczne o izolacji z tworzyw termoplastycznych i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe 0,6/1 kV
10. PN-B-14501:1990 Zaprawy budowlane zwykłe.
11. EN 50575:2015 Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne -- Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej
12. PN-HD 620 S2:2010 Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej na napięcia znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV włącznie
13. PN-HD 629.2 S2:2006 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 przesyconej
14. PN-EN 61386 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów