

TRAFFIC POLSKA

BEZPIECZNY RUCH DROGOWY

TRAFFIC POLSKA

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

SYGNALIZACJA ŚWIETLNA

TRAFFIC POLSKA
Dn. 6 grudnia 2019 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	5
1.1. Przedmiot ST.....	5
1.2. Zakres stosowania ST.....	5
1.3. Zakres robót objętych ST	5
1.4. Określenia podstawowe.....	5
2. MATERIAŁY	6
2.1. Materiały do wykonania fundamentu betonowego „na mokro”	6
2.2. Materiały stosowane przy budowie kanalizacji kablowej oraz układaniu kabli	6
2.3. Elementy gotowe.....	6
3. sprzęt	12
3.1. Sprzęt do wykonania sygnalizacji świetlnej.....	12
4. transport.....	13
4.1. Transport materiałów i elementów	13
5. wykonanie robót.....	14
5.1. Wykopy pod fundamenty i kanalizację kablową.....	14
5.2. Montaż fundamentów prefabrykowanych.....	14
5.3. Montaż masztów typu MSW.....	14
5.4. Montaż masztów typu MS.....	15
5.5. Montaż konsol	15
5.6. Montaż listew zaciskowych	15
5.8. Montaż sygnalizatorów świetlnych.....	15
5.9. Montaż sygnalizatorów akustycznych podstawowych	15
5.10. Wykonywanie kanalizacji kablowej i wciąganie kabli.....	15
5.10. Montaż szafy zasilająco-pomiarowej	16
5.11. Montaż sterownika	16
5.12. Wykonanie ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu	16
Niezależnie od zastosowanego rodzaju ochrony przeciwporażeniowej, należy wykonać uziemienie ochronne.	16
6. kontrola jakości robót.....	18
6.1. Wykopy pod fundamenty i kable.....	18
6.2. Fundamenty i ustoje	18
6.3. Maszty z sygnalizatorami	18
6.4. Kanalizacja kablowa sygnalizacyjna i kable sygnalizacyjne	18
6.5. Kanalizacja kablowa teletransmisyjna i kabel optotelekomunikacyjny.....	18

6.5.1	Badania przed pracami instalacyjnymi	18
6.5.2	Badania i pomiary w czasie budowy	19
6.5.3	Badania i pomiary wykonane przy odbiorze linii	19
6.6.	Szafa zasilająco-pomiarowa	19
6.6.	Sterownik	20
6.7.	Instalacja przeciwporażeniowa	20
6.8.	Sprawdzenie działania sygnalizacji.....	20
6.9.	Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót.....	20
7.	obmiar robót	21
7.1.	Jednostka obmiarowa	21
8.	odbiór robót.....	22
8.1.	Ogólne zasady odbioru robót	22
8.2.	Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu	22
8.3.	Dokumenty do odbioru końcowego robót.....	22
9.	podstawa płatności	23
9.1.	Cena jednostki obmiarowej	23
10.	przepisy związane	24
10.1.	Normy.....	24
10.2.	Inne dokumenty.....	25

NAJWAŻNIEJSZE OZNACZENIA I SKRÓTY

ST	- specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych
ITB	- Instytut Techniki Budowlanej
BHP	- bezpieczeństwo i higiena pracy
MS	- maszt sygnałowy
MSW	- maszt sygnałowy wysięgnikowy

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru sygnalizacji świetlnej ruchu drogowego.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych (ST) stosowana jest jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach różnych kategorii.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z budową sygnalizacji świetlnej na drogach publicznych różnych kategorii, nowoprojektowanych i istniejących.

1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1.** Sygnalizator - zestaw urządzeń optyczno-elektrycznych lub optyczno-elektronicznych (komór sygnałowych) służących do nadawania sygnałów przeznaczonych dla uczestników ruchu.
- 1.4.2.** Element wsporczy – maszt lub słup wysięgnikowy służący do zamocowania sygnalizatora (sygnalizatorów) obok jezdni lub nad nią; elementy wsporcze muszą umożliwiać solidne zamocowanie w gruncie lub do obiektu kubaturowego i być odpowiednio zabezpieczone antykorozyjnie.
- 1.4.3.** Maszt sygnałowy (MS) - stalowy element wsporczy służący do zamocowania sygnalizatora lub sygnalizatorów obok jezdni, chodnika lub drogi rowerowej albo nad chodnikiem lub drogą rowerową, posadowiony na fundamencie lub w ustoju.
- 1.4.4.** Maszt sygnałowy wysięgnikowy (MSW) - stalowy element wsporczy służący do zamocowania sygnalizatorów zwłaszcza nad jezdnią, posadowiony na fundamencie.
- 1.4.5.** Fundament - konstrukcja żelbetowa zagłębiona w ziemi, służąca do utrzymania masztu w pozycji pracy.
- 1.4.6.** Ustój - rodzaj fundamentu dla niskich masztów typu MS.
- 1.4.7.** Kabel sygnalizacyjny - przewód wielożyłowy izolowany, przystosowany do przewodzenia prądu elektrycznego, mogący pracować pod lub nad ziemią.
- 1.4.8.** Kabel światłowodowy (optotelekomunikacyjny) – kabel zawierający włókna optyczne przeznaczone do transmisji sygnałów telekomunikacyjnych w postaci fali świetlnej.
- 1.4.9.** Sterownik sygnalizacji świetlnej - urządzenie elektroniczne, służące do realizacji założonego programu sygnalizacji i zapewnienia bezpieczeństwa sterowanego ruchu kołowego i pieszego.
- 1.4.10.** Szafa zasilająco-pomiarowa - urządzenie elektryczne bezpośrednio zasilające sterownik, wyposażone w układ pomiaru energii elektrycznej.
- 1.4.11.** Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu - ochrona części przewodzących dostępnych, w wypadku pojawienia się na nich napięcia w warunkach zakłóceńowych.
- 1.4.12.** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi polskimi normami i rozporządzeniami lub innymi przepisami prawnymi.

2. MATERIAŁY

2.1. Materiały do wykonania fundamentu betonowego „na mokro”

2.1.1. Szalowanie

Szalowanie powinno zapewnić sztywność i niezmienność układu. Szalowanie powinno być skonstruowane w sposób umożliwiający łatwy jego montaż i demontaż. Przed wypełnieniem masą betonową szalowanie powinno być sprawdzone, aby wykluczało wyciek zaprawy z masy betonowej, możliwość zniekształceń lub odchyłeń w betonowej konstrukcji.

2.1.2. Beton

Klasa betonu powinna być zgodna z dokumentacją projektową lub wskazaniem Inżyniera, lecz nie niższa niż klasa wytrzymałości C-25/30 i klasa ekspozycji XC2. Beton powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 1, według PN-EN 206+A1:2016-12 [3].

Tablica 1. Zalecane wartości graniczne składu betonu klasy C-25/30 XC2 wg [3]

Lp.	Właściwość	Wartość
1	Maksymalny współczynnik w/c	0,65
2	Minimalna zawartość cementu [kg]	280
3	Minimalna zawartość cementu przy stosowaniu dodatku typu II [kg]	260
4	Charakterystyka wytrzymałości na ściskanie betonu, określona na próbach cylindrycznych, po 28 dniach dojrzewania, $f_{ck,cyl}$ [N/mm ²]	25
5	Charakterystyka wytrzymałości na ściskanie betonu, określona na próbach sześciennych, po 28 dniach dojrzewania, $f_{ck,cube}$ [N/mm ²]	30
6	Stopień mrozoodporności betonu	F100

2.2. Materiały stosowane przy budowie kanalizacji kablowej oraz układaniu kabli

2.2.1. Piasek

Piasek stosowany przy układaniu kabli powinien być co najmniej gatunku „3”, odpowiadającego wymaganiom BN-87/6774-04 [22].

2.2.2. Studnie

Stosować prefabrykowane studnie kablowe.

2.2.3. Rury osłonowe

W kanalizacjach kablowych sygnalizacyjnych (na obszarze skrzyżowań) zastosować rury :

- pod jezdniami - rury z polietylenu, grubościennie, gładkie, w odcinkach, bezkielichowe (łączone przez zgrzewanie), przystosowane do wykonywania przecisków lub przewiertów sterowanych, \varnothing 110 mm i 125 mm,
- na pozostałych odcinkach - rury z polietylenu, elastyczne (z bębna), dwuścienne (ścianka wewnętrzna gładka, zewnętrzna karbowana), \varnothing 110 i 75 mm; na końcowych odcinkach - przy wprowadzaniu rury do fundamentu lub ustoju a dalej do maszty - dopuszcza się rury \varnothing 75 mm jednościenne gładkie,

Kanalizacja telekomunikacyjna winna składać się z rurociągów :

- pod jezdniami – jw.,
- na pozostałych odcinkach :
 - \varnothing 110 mm – rury z polietylenu, gładkie, w odcinkach, jednokieliłkowe, z uszczelkami,
 - \varnothing 40 mm – rury z polietylenu, o grubości ścianki 3,7 mm, przeznaczone do światłowodów, z wewnętrzną warstwą poślizgową, wodoszczelne, przystosowane do układania w ziemi.

Rury winny być zgodne z normą ZN-96/TPSA-017.

2.3. Elementy gotowe

2.3.1. Fundamenty prefabrykowane

Pod maszty wysięgnikowe zaleca się stosowanie fundamentów prefabrykowanych według ustaleń dokumentacji projektowej. Ogólne wymagania dotyczące fundamentów konstrukcji wsporczych określone są w PN-80/B-03322 [1].

W zależności od konkretnych warunków lokalizacyjnych i rodzaju wód gruntowych, należy wykonać zabezpieczenie antykorozyjne według ST, zgodnie z „Instrukcją zabezpieczeń przed korozją konstrukcji betonowych” [36].

Składowanie prefabrykatów powinno odbywać się na wyrównanym, utwardzonym i odwodnionym podłożu, na przekładkach z drewna sosnowego.

2.3.2. Przepusty kablowe

Przepusty kablowe powinny być wykonane z materiałów niepalnych, z tworzyw sztucznych, wytrzymałych mechanicznie, chemicznie.

Rury używane do wykonania przepustów powinny być dostatecznie wytrzymałe na działające na nie obciążenia. Wnętrza ścianek powinny być gładkie lub powleczone warstwą wygładzającą ich powierzchnie dla ułatwienia przesuwania się kabli.

Zaleca się stosowanie na przepusty kablowe rur z utwardzonego polietylenu (HDPE) o średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 90 mm. Rury powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-80/C-89205 [9].

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

2.3.3. Kable i przewody

2.3.3.1. Kable sygnalizacyjne

Kable sygnalizacyjne używane do sygnalizacji świetlnej powinny spełniać wymagania PN-93/E-90403 [15]. Należy stosować kable o napięciu znamionowym 0,6/1 kV, wielożyłowe, o żyłach miedzianych w izolacji polwinitowej. Należy stosować kable YK(S)Y o przekroju żył zgodnym z projektem wykonawczym.

2.3.3.2. Kable zasilające

Kable zasilające szafę pomiarowo-bezpiecznikową i sterownik powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401 [14]. Należy stosować kable o napięciu znamionowym 0,6/1 kV, trzy- lub pięciożyłowe, o żyłach miedzianych w izolacji polwinitowej. Przekrój żył kabli powinien być zgodny z projektem wykonawczym. Zaleca się, pomiędzy szafą zasilająco-pomiarową a sterownikiem, stosowanie kabla YKY.

2.3.3.3. Kable telekomunikacyjne

Jako kable telekomunikacyjne stosować kable optotelekomunikacyjne (światłowodowe), jednodomowe, tubowe, kanałowe, spełniające wymagania zawarte w załączniku nr 11 do rozporządzenia Ministra Łączności z 04.09.1997, oraz w normie ZN-96/TPSA-002 i 005.

2.3.3.4. Przewody pętli indukcyjnych

Do wykonania pętli indukcyjnych zaleca się stosowanie przewodów elektroenergetycznych w izolacji o zwiększonej odporności na temperaturę, przeznaczonych do układania na stałe, LgYc o napięciu znamionowym 450/750 V, spełniających wymagania PN-87/E-90054 [27], o żyłach miedzianych wielodrutowych o przekroju 2,5 mm². Ilość zwojów kabla powinna być zgodna z projektem wykonawczym lub wymaganiami producenta sterownika.

2.3.3.5. Kable feederów

Na kable łączące pętle indukcyjne ze sterownikami sygnalizacji świetlnej (tzw. feedery) zaleca się stosowanie kabli telekomunikacyjnych w osłonie polietylenowej, o wiązках parowych oraz wspólnym ekranie na ośrodku XzKAXwekw, spełniających wymagania ZN-CB-13:2003, o średnicy żyły 0,8 mm. Maksymalna długość kabla powinna być uzgodniona z producentem sterownika. Ilość par żył w kablu powinna być zgodna z projektem wykonawczym.

2.3.3.6. Kable do przycisków dla pieszych i rowerzystów

Na kable łączące przyciski dla pieszych i rowerzystów ze sterownikami sygnalizacji świetlnej zaleca się stosowanie kabli sygnalizacyjnych YKSY o liczbie żył wg projektu wykonawczego i przekroju żył 1 mm², spełniających wymagania PN-87/E-90056.

2.3.3.7. Kable do systemu wideodetekcji Autoscope

Na kable łączące sterowniki sygnalizacji świetlnej z kamerami przemysłowymi posiadającymi wbudowaną grzałkę 230 V, zaleca się stosowanie kabli:

- YLY 3x1,5 mm² zasilających kamerę wraz z grzałką spełniających wymagania PN-87/E-90056,
- XzWDXpek 75-1,05/5,0 przesyłających sygnał wideo, spełniających wymagania ZN-CB-04:2002.

Połączenie kamery z modulem Autoscope powinno być zabezpieczone separatorem przeciwprzepięciowym wideo dostarczonym przez dostawcę systemu detekcji wideo.

2.3.3.8. Kable do systemu detekcji wideo Traficam

Na kable łączące kamery cyfrowe ze sterownikami sygnalizacji świetlnej zaleca się stosowanie kabli teleinformatycznych STP (interfejs 1TI lub 4TI) spełniających wymagania ZN-CB-17:2002 lub kabli **telekomunikacyjnych** ekranowanych XzKAXwekw 5x2x0,8 mm (interfejs TI) spełniających wymagania normy ZN-CB-13:2003. Należy pamiętać, aby komunikacja oraz zasilanie odbywały się za pośrednictwem skręconej pary żył.

Bębny z kablami należy przechowywać w miejscach pokrytych dachem, zabezpieczonych przed opadami atmosferycznymi i bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.

2.3.4. Źródła światła

Źródłami światła w sygnalizatorach powinny być specjalne wkłady LED zgodnie z wymaganiami projektowymi, spełniające wymagania PN-EN 12368:2015-07 [28].

2.3.5. Sygnalizatory

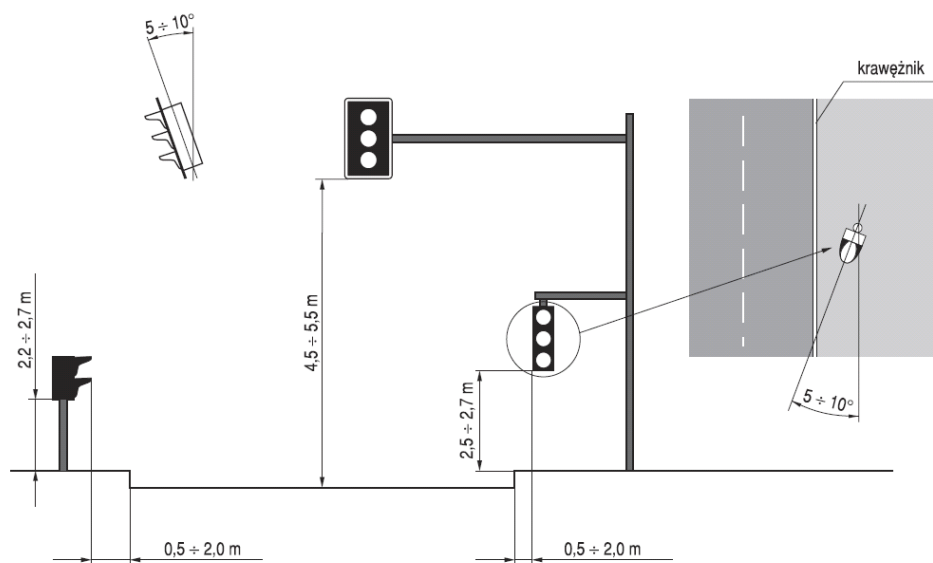
Sygnalizatory dla sygnalizacji świetlnej ruchu drogowego powinny spełniać wymagania zawarte w Szczegółowych warunkach technicznych dla sygnałów drogowych i warunkach ich umieszczania na drogach [31]. Podstawowym elementem sygnalizatora jest komora sygnałowa. Sygnalizator może składać się z 1 do 4, wyjątkowo 5 komór sygnałowych. Wyróżnia się komory sygnałowe o źródle diodowym i żarówkowym. Zaleca się stosowanie komór o diodowym źródle światła.

Dla zapewnienia właściwej czytelności wyświetlanego sygnału powierzchnia czołowa komory powinna być barwy czarnej lub ciemnozielonej, natomiast tylna część obudowy komory powinna być barwy czarnej, ciemnozielonej lub szarej.

Konstrukcja komory sygnałowej powinna umożliwiać połączenie w zestawy oraz mieć możliwość ustawienia całości pod odpowiednim kątem w stosunku do płaszczyzny pionowej i poziomej.

Elementy świetlne (np. diody elektroluminescencyjne) muszą być umieszczone w taki sposób, by zapewnić równomierne oświetlenie całej powierzchni soczewki. Dla zapewnienia odpowiedniej skuteczności sygnału, komora, w której źródłem światła są diody elektroluminescencyjne, musi być traktowana jako uszkodzona, w przypadku przepalenia się 25% diod. Układy elektroniczne tworzące diodowe źródło światła powinny pracować bezawaryjnie w zakresie temperatur od -25 do $+40^{\circ}\text{C}$.

Komory muszą spełniać wymagania ochrony przeciwporażeniowej określone w odpowiednich normach.



Rys. 1. Zasady umieszczania sygnalizatorów w przekroju poprzecznym drogi (ulicy)

Soczewki powinny mieć daszki ochronne osłaniające je przed kurzem, opadami atmosferycznymi i podglądem ze strony innych uczestników ruchu, dla których dany sygnał nie jest przeznaczony. Zaleca się, aby wystająca część daszka miała długość co najmniej 200 mm. Sygnalizatory powinny być zlokalizowane w stosunku do drogi (ulicy) zgodnie z rysunkiem 1, przy czym należy pamiętać, iż diodowe źródła światła posiadają wbudowany kąt 5° względem jezdni, a zatem montuje się je prostopadle do płaszczyzny jezdni.

2.3.6. Konstrukcje wsporcze

2.3.6.1. Ogólne wymagania dotyczące konstrukcji wsporczych

Sygnalizatory należy mocować na konstrukcjach wsporczych, które powinny być usytuowane poza jezdnią drogi, na poboczu, chodniku lub na wysepce wydźwiniętej z jezdni przy pomocy krawężników. Sygnalizatory mogą być umieszczane obok jezdni i nad jezdnią. Dopuszcza się mocowanie sygnalizatorów zarówno do specjalnie ustawionych masztów, jak i do istniejących elementów wsporczych, np. słupów, masztów oświetleniowych, ścian budynków itp. Konstrukcje wsporcze sygnalizatorów powinny być stabilne i zapewniać umieszczenie urządzeń wyświetlających w stosunku do drogi zgodnie z rysunkiem 1.

2.3.6.2. Maszty sygnałowe (MS)

Należy zastosować maszty sygnałowe przystosowane do zabetonowania w ustoju lub maszty przykręcane do fundamentu prefabrykowanego. Rodzaj masztu określa projekt wykonawczy. Maszty winny być wykonane z rury stalowej o średnicy standardowej 114 mm i długości do 6 m – wg PN-80/H-74219 [16]. Zaleca się zastosowanie masztów wykonanych z blach stalowych.

Maszty winny posiadać wnękę:

- wyposażoną w zacisk ochronny PE do podłączenia przewodów ochrony przeciwporażeniowej,
- przystosowaną do zamontowania zacisków dla kabli i przewodów roboczych,
- zamykaną bryzgoszczelną pokrywą.

Maszty winny być zabezpieczone antykorozyjnie przez zastosowanie ocynku oraz (o ile wymaga tego projekt wykonawczy) farby epoksydowej podkładowej przeznaczonej do powierzchni cynkowych i farby epoksydowej nawierzchniowej koloru szarego (RAL 7042).

Wszystkie krawędzie masztu powinny być sfazowane lub zabezpieczone wkładkami z tworzywa sztucznego, aby wyeliminować uszkodzenie izolacji kabla podczas jego wciągania i późniejszej pracy.

2.3.6.3. Maszty sygnałowe wysięgnikowe (MSW)

Należy zastosować maszty sygnałowe wysięgnikowe zgodne z projektem wykonawczym i ST. Maszt powinien spełniać następujące warunki wytrzymałościowe i funkcjonalne:

- przenosić obciążenia wynikające z zawieszenia sygnalizatorów i wysięgnika oraz parcia wiatru dla odpowiedniej dla miejsca instalacji strefy wiatrowej, zgodnie z PN-77/B-02011 [10],
- zapewnić zawieszenie sygnalizatorów nad jezdnią z zachowaniem skrajni, według rys. 1,
- być dostosowany do połączenia z fundamentem,
- w swej dolnej części posiadać wnękę :
 - wyposażoną w zacisk ochronny PE,
 - przystosowaną do montażu listwy zaciskowej,
 - zamykaną bryzgoszczelną pokrywą,
- umożliwiać obrót wysięgnika wokół swojej osi,
- ramię wysięgnikowe powinno stanowić odrębny element, montowany po ustawieniu masztu,
- elementy wewnętrzne masztu i wysięgnika, w które wciągane są kable i przewody, nie powinny mieć ostrych krawędzi,
- wszystkie powierzchnie metalowe powinny być zabezpieczone przed korozją jak dla masztu typu MS.

Składowanie masztów wysięgnikowych powinno odbywać się na wyrównanym podłożu w pozycji poziomej, z zastosowaniem przekładek z drewna sosnowego.

2.3.7. Konsole

Konsole powinny być wykonane zgodnie z projektem wykonawczym i ST, i zapewniać trwałe połączenie sygnalizatorów z konstrukcjami wsporczymi. Elementy połączeniowe konsol powinny być tak ukształtowane, aby dokładnie przylegały do konstrukcji wsporczej (masztu MS lub MSW) i sygnalizatora oraz zapewniały odpowiedni wysięg.

Powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne konsol powinny być zabezpieczone powłokami antykorozyjnymi lub wykonane z niekorodującego materiału.

2.3.8. Zaciski kablowe

W masztach typu MS i MSW należy zastosować zaciski kablowe zgodne z projektem wykonawczym i ST. Zaciski powinny spełniać następujące wymagania:

- napięcie robocze 500 V,
- przystosowane do podłączenia dwóch żył kabla lub przewodów o przekroju odpowiednim do zaprojektowanego kabla, w ilości przekraczającej liczbę żył kabla użytego w danym rozwiązaniu,
- zaciski powinny być montowane na materiale elektroizolacyjnym, niepalnym, odpornym na zmiany temperatury i umiarkowane udary mechaniczne.

2.3.9. Szafa zasilająco-pomiarowa

Szafa zasilająco-pomiarowa powinna być zgodna pod względem budowy i wyposażenia z warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej wydanymi przez Operatora Sieci Dystrybucyjnej oraz z projektem wykonawczym i odpowiadać wymaganiom PN-91/E-05160/01 [12], jako konstrukcja wolnostojąca na fundamencie lub ustoju betonowym, o stopniu ochrony IP 33.

Szafa powinna mieć obudowę wykonaną z materiałów niekorodujących (z aluminium lub tworzyw sztucznych). Zaleca się zastosowanie szafy wykonanej w drugiej klasie ochronności przeciwporażeniowej.

Składowanie szafy powinno odbywać się w zamkniętym, suchym pomieszczeniu, zabezpieczonym przed dostawaniem się kurzu i przed uszkodzeniami mechanicznymi.

2.3.10. Sterownik

Sterownik powinien zapewniać pełną realizację zadań przewidywanych w programie sygnalizacji przy zachowaniu warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego. Urządzenie to powinno być niezawodne, proste w oprogramowaniu i łatwe w eksploatacji, posiadać solidną, nierdzewną obudowę i zamki zabezpieczające przed włamaniami. Zaleca się wyposażenie sterownika w dostępne z zewnątrz, ale odpowiednio zabezpieczone przed osobami niepowołanymi, przełączniki umożliwiające wyłączenie i załączenie sterownika, wprowadzenie go w tryb pracy awaryjnej (sygnał żółty migający) lub zmianę programu w zależności od potrzeb.

Sterownik powinien spełniać wymagania określone w PN-EN 50293:2013-05 [12], PN-EN 12675:2017-10 [29], PN-EN 50556:2018-12 [30] i Szczegółowych warunkach technicznych dla sygnałów drogowych i warunkach ich umieszczania na drogach [31].

Sterownik powinien być wyposażony w następujące układy kontrolno-zabezpieczające:

- nadzoru sygnałów czerwonych lub odpowiedników, ostrzegawczych i sygnałów zezwalających na skręcanie w kierunku wskazanym strzałką, jeżeli jest to jedyny sygnał sterujący danym strumieniem ruchu; układy nadzoru sygnałów muszą uwzględniać cechy konstrukcyjne sygnalizatorów,
- wykrywania braku lub kolizji sygnałów zielonych i naruszenia minimalnych czasów międzyzielonych w grupach kolizyjnych,
- nadzoru długości cyklu (w sygnalizacjach cyklicznych),
- nadzoru napięcia zasilania,
- nadzoru pracy zdalnej,
- nadzoru detektorów.

W przypadku przeznaczenia sterownika do pracy w systemie sterowania, nadzorem należy objąć wszystkie sygnały, w tym czerwone i zielone nadzorem pełnym, tj. nadmiarowym i braku.

Zadaniem układów nadzorujących sygnały czerwone, żółte i zielone, kolizyjność sygnałów zielonych, naruszenie minimalnych czasów międzyzielonych oraz długość cyklu (w sygnalizacjach cyklicznych) jest natychmiastowe (tj. nie później niż po czasie 0,3 s) wprowadzenie sterownika w tryb pracy ostrzegawczej w przypadku zadziałania układu wraz z zapamiętaniem rodzaju i miejsca awarii, kasowaniem w momencie usunięcia przyczyny. Zadaniem układu nadzorującego przypadkowe pojawienie się sygnału zielonego na dowolnym sygnalizatorze w trybie pracy ostrzegawczej jest natychmiastowe (tj. po czasie nie dłuższym niż 0,3 sekundy) całkowite wyłączenie zasilania wszystkich sygnalizatorów.

Zaleca się, by w godzinach nocnych sterownik sygnalizacji umożliwiał nadawanie sygnałów o obniżonej o 20% luminacji (tzw. funkcja przyciemnienia), w przypadku niezbyt intensywnego oświetlenia zewnętrznego. Funkcja ta nie może mieć wpływu na działanie zabezpieczeń w sterowniku. W przypadku korzystania z funkcji przyciemniania, niezbędne jest zastosowanie wszystkich sygnalizatorów wyposażonych w źródła światła LED z funkcją przyciemniania. Ponadto, sterownik powinien być wyposażony w odpowiednie moduły wykonawcze obsługujące źródła światła LED o minimalnej mocy nie mniejszej niż 2 W. Przełączanie trybu pracy z przyciemnieniem i bez funkcji przyciemniania następuje przy wykorzystaniu zegara astronomicznego dla miejsca

usytuowania sygnalizacji świetlnej, zaimplementowanego w sterowniku sygnalizacji świetlnej. Okres przyciemnienia : od jednej godziny po zachodzie słońca do jednej godziny przed wschodem słońca.

Składowanie sterownika powinno odbywać się w zamkniętym, suchym pomieszczeniu zabezpieczonym przed dostawaniem się kurzu i uszkodzeniami mechanicznymi.

2.3.11. Przyciski dla pieszych i rowerzystów

Przyciski dla pieszych i rowerzystów powinny być typu sensorowego (dotykowego) lub mechanicznego, mocowane na maszcie sygnałowym MS lub MSW na wysokości 1,2 do 1,35 m nad poziomem terenu; jeżeli przycisk mocowany jest do osobnego słupka, wysokość słupka nie może być mniejsza niż 1,5 m.

Przyciski muszą mieć trwałą obudowę, o stopniu ochrony nie mniejszym niż IP 54, uniemożliwiającą szybkie oderwanie lub zniszczenie przycisku. Obudowa nie może jednak powodować zagrożenia bezpieczeństwa osób korzystających z sygnalizacji zarówno pod względem bezpieczeństwa przeciwporażeniowego, jak i mechanicznego. W szczególności nie może mieć ona ostrych krawędzi, zadziórów, wystających śrub itp. Ze względu na potrzeby osób niedowidzących barwa obudowy musi kontrastować z barwą konstrukcji, do której przycisk jest mocowany (zalecana żółta). Przyciski dla pieszych i rowerzystów muszą mieć możliwość nadawania sygnału optycznego potwierdzającego przyjęcie zgłoszenia przez sterownik.

Elementem składowym przycisku winien być:

- sygnalizator akustyczny pomocniczy, pomagający osobom z dysfunkcją wzroku odszukać przycisk (o ile projekt ruchowy sygnalizacji narzuca takie rozwiązanie).

2.3.13. Sygnalizatory akustyczne podstawowe

Sygnalizatory powinny spełniać wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 03 lipca 2003 r., opublikowane w Dz. U. z 23 grudnia 2003 r. nr 220 poz. 2181, a w szczególności zawarte w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 03 lipca 2015 r.

Sygnalizatory muszą posiadać następujące funkcje: blokowania sygnału akustycznego przez sterownik, nastawy częstotliwości sygnału (co najmniej częstotliwości 550 Hz, 880 Hz i 1520 Hz), nastawy okresu powtarzalności sygnału (200 ms) i nastawy głośności; zalecana jest automatyczna regulacja głośności w zależności od głośności otoczenia. Sygnalizatory akustyczne (głośniki) należy montować tylko na masztach z przyciskami dla pieszych.

Kolor obudowy : czarny.

3. SPRZĘT

3.1. Sprzęt do wykonania sygnalizacji świetlnej

Wykonawca przystępujący do wykonania sygnalizacji świetlnej winien wykazywać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu gwarantujących właściwą jakość robót:

- żurawia samochodowego,
- samochodu z podnośnikiem koszowym,
- spawarki transformatorowej do 500 A,
- zagęszczarki wibracyjnej spalinowej 70 m³/h,
- urządzenia do wykonywania przecisków lub przewiertów sterowanych,
- sprężarki,
- koparki jednonaczyniowej,
- wciągarki do kabli,
- spawarki włókien światłowodowych.

4. TRANSPORT

4.1. Transport materiałów i elementów

Wykonawca przystępujący do wykonania sygnalizacji świetlnej winien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu:

- samochodu skrzyniowego,
- przyczepy dłuźycowej do samochodu,
- samochodu dostawczego,
- samochodu samowładowczego,
- przyczepy do przewożenia kabli.

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

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Wykopy pod fundamenty i kanalizację kablową

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

Metoda wykonywania robót ziemnych powinna być dobrana w zależności od głębokości wykopu, ukształtowania terenu oraz rodzaju gruntu. Pod fundamenty prefabrykowane zaleca się wykonywanie wykopów ziemnych ręcznie. Ich obudowa i zabezpieczenie przed osypaniem powinno odpowiadać wymaganiom BN-83/8836-02 [23].

Wykopy pod maszty typu MS należy wykonywać ręcznie, bez zabezpieczenia ścian bocznych, z zastosowaniem bezpiecznego nachylenia skarp.

Wykopy pod fundamenty prefabrykowane lub maszty powinny być wykonane bez naruszenia naturalnej struktury dna wykopu, zgodnie z PN-68/B-06050 [2].

Wykop rowka pod kabel powinien być zgodny z dokumentacją projektową, ST lub wskazaniem Inżyniera Kontraktu. Wydobyty grunt powinien być składowany z jednej strony wykopu. Skarpy rowka powinny być wykonane w sposób zapewniający ich stateczność.

W celu zabezpieczenia wykopu przed zalaniem wodą z opadów atmosferycznych, należy powierzchnię terenu wyprofilować ze spadkiem umożliwiającym łatwy odpływ wody poza teren przylegający do wykopu.

Zasypanie fundamentu lub kanalizacji kablowej należy dokonać gruntem z wykopu, bez zanieczyszczeń (np. darni, korzeni, odpadków), z tym że przy zasypaniu kanalizacji kablowej, do wysokości 10 cm nad rurami należy zastosować piasek. Zasypanie należy wykonać warstwami grubości od 15 do 20 cm i zagęszczać ubijakami ręcznymi. Wskaźnik zagęszczenia gruntu powinien wynosić 0,95 według BN-77/8931-12 [24]. Zagęszczenie należy wykonywać w taki sposób, aby nie spowodować uszkodzeń fundamentu lub kanalizacji kablowej.

Nadmiar gruntu z wykopu, pozostający po zasypaniu fundamentu lub kanalizacji kablowej, należy rozplantować w pobliżu lub odwieźć na miejsce wskazane w ST lub przez Inżyniera zgodne z wymaganiami ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. 2016.1987 wraz z późniejszymi zmianami).

5.2. Montaż fundamentów prefabrykowanych

Montaż fundamentów należy wykonać zgodnie z wytycznymi montażu dla konkretnego fundamentu, zamieszczonymi w projekcie wykonawczym.

Fundament powinien być ustawiany przy pomocy dźwigu, na 10 cm warstwie zagęszczonego żwiru. Przed jego zasypaniem należy sprawdzić rzędne posadowienia, stan zabezpieczenia antykorozyjnego ścianek i poziom górnej powierzchni, do której przytwierdzona jest płyta mocująca.

Maksymalne odchylenie górnej powierzchni fundamentu od poziomu nie powinno przekroczyć 1:1500, z dopuszczalną tolerancją rzędnej posadowienia ± 2 cm. Ustawienie fundamentu w planie powinno być wykonane z dokładnością ± 10 cm.

5.3. Montaż masztów typu MSW

Przed przystąpieniem do montażu masztu, należy sprawdzić stan powierzchni stykowych elementów łączeniowych, oczyszczając je z brudu, lodu itp. oraz stan powłoki antykorozyjnej, którą w przypadku uszkodzenia podczas transportu, należy uzupełnić.

Maszt ustawiać należy przy pomocy dźwigu. Podczas podnoszenia masztu należy zwrócić uwagę, aby nie spowodować odkształcenia elementów lub ich zniszczenia.

Przed zdjęciem z haka, ustawiany maszt powinien być zabezpieczony przed upadkiem. Nakrętki śrub mocujących maszt powinny być dokręcane dwustadiowo i trwale zabezpieczone przed odkręceniem. Odchyłka osi masztu od pionu nie może być większa od 0,001 wysokości masztu.

Jeżeli maszt MSW nie jest konstrukcją monolityczną razem z wysięgnikiem, to po ustawieniu masztu należy przystąpić do montażu wysięgnika używając dźwigu i samochodu z podnośnikiem koszowym.

Wysięgnik powinien być tak ustawiony w stosunku do jezdni, jak przewiduje projekt wykonawczy, a sygnalizator znajdował się nad pasem ruchu, dla którego był przeznaczony.

Po wykonaniu robót montażowych należy sprawdzić stan powierzchni malowanych i w przypadku miejscowych ubytków, uzupełnić powłokę malując zgodnie z wymaganiami zawartymi w dokumentacji projektowej. Nie należy malować w temperaturze otoczenia niższej niż 5°C i wilgotności względnej powietrza przekraczającej 80%.

5.4. Montaż masztów typu MS

Jeżeli projekt wykonawczy nie przewiduje inaczej, to maszty typu MS przeznaczone do posadowienia w ustoju należy ustawiać w wykopie głębokości 80 cm na 10 cm warstwie betonu C8/10 lub płycie chodnikowej grubości 7 cm, natomiast maszty przeznaczone do montażu na fundamentach prefabrykowanych, przykręcić do kotw w fundamencie zgodnie z zaleceniami producenta. Podziemna część masztu powinna być zabezpieczona antykorozyjnie farbą bitumiczną. Maszt należy ustawiać tak, aby wnęka kablowa znajdowała się od strony chodnika, a wychylenie masztu od pionu nie przekraczało 0,001 wysokości masztu.

5.5. Montaż konsol

Konsole należy montować na masztach typu MS, MSW i ewentualnie specjalnych konstrukcjach zgodnie z zaleceniem producenta lub z wykorzystaniem nierdzewnych opasek zaciskowych typu Bandimex.

5.6. Montaż listew zaciskowych

W masztach typu MS i MSW listwy należy montować we wnękach masztowych.

Do listew należy podłączyć wszystkie żyły kabli wchodzących i wychodzących z masztu, które nie mogą zostać podłączone bezpośrednio do odbiornika, np. niektóre typy przycisków dla pieszych. Zarówno zaciski jak i żyły należy trwale oznakować.

Zaciski powinny być zabezpieczone przed erozją preparatem typu „Elektrosol” lub innym, o podobnych właściwościach. Ponadto listwy chronić osłonami z tworzyw sztucznych.

5.8. Montaż sygnalizatorów świetlnych

Sygnalizatory należy montować na uprzednio zamocowane do masztów konsole, w sposób przewidziany przez wytwórcę.

Sygnalizatory świetlne jako odbiorniki powinny być podłączone do sterownika sygnalizacji świetlnej bez pośrednictwa zacisków znajdujących się w masztach.

Przewody powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami izolacji w trakcie ich przeciągania przez rury i podczas późniejszej eksploatacji, gdy narażone będą na tarcie o krawędzie konstrukcji.

Sygnalizatory dla pojazdów umieszczone obok jezdni należy odchylić o kąt od 5° do 10° w stronę jezdni, natomiast sygnalizatory podwieszane nad jezdnią należy pochylić w kierunku nadjeżdżających pojazdów o kąt od 5° do 10° w stosunku do płaszczyzny prostopadłej do osi drogi, jak pokazano na rys. 1 (nie dotyczy sygnalizatorów wyposażonych w źródła światła typu LED).

5.9. Montaż sygnalizatorów akustycznych podstawowych

Sygnalizatory montować na konstrukcjach wsporczych na wysokości co najmniej 2,20 m, spełniając wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 03 lipca 2003 r.

5.10. Wykonywanie kanalizacji kablowej i wciąganie kabli

Studnie należy wykonać w sposób uniemożliwiający przedostawanie się gazów z ziemi do ich wnętrza. W tym celu należy uszczelnić połączenia rur i wejścia rur do studni. Podziemne, zewnętrzne powierzchnie studni, wywietrzniki w pokrywach i ramy zabezpieczyć lakierem asfaltowym. Wszystkie studnie wyposażać w uchwyty kablowe, a studnie wskazane w projekcie wykonawczym, w stojaki kablowe.

Rury ułożyć na 10 centymetrowej podsypce piasku. Zachować spadek 0,1-0,3% w kierunku studni kablowej. Rury przykryć co najmniej 10-centymetrową warstwą piasku. W kanalizacji sygnalizacyjnej (na obszarze skrzyżowań), 30 cm nad rurami ułożyć niebieską folię ostrzegawczą o szerokości 20 cm co najmniej 30 cm, natomiast w kanalizacji teletransmisyjnej (między skrzyżowaniami), w połowie głębokości ułożenia rur, ułożyć pomarańczową folię ostrzegawczą z napisem UWAGA! KABEL ŚWIATŁOWODOWY. Do zasypiania pozostałej części wykopu użyć przesianej ziemi z wykopu.

Kanalizacja powinna być zabezpieczona przed przedostawaniem się do ich wnętrza wody i przed ich zamulaniem.

W miejscach skrzyżowań kanalizacji z istniejącymi drogami o nawierzchni twardej, przepusty kablowe wykonać metodą przecisku lub przewiertu.

Temperatura otoczenia przy układaniu kabli nie powinna być niższa niż 0°C.

Kabel o żyłach miedzianych można zginać z promieniem nie mniejszym niż 10-krotna zewnętrzna jego średnica.

Głębokość układania rur od nawierzchni do górnej powierzchni rury – w zależności od rodzaju nawierzchni – winna wynosić:

- pod jezdniami nie mniej niż 1,0 m od nawierzchni,
- pod chodnikami nie mniej niż 0,5 m od nawierzchni,
- pod trawnikami nie mniej niż 0,7 m od powierzchni gruntu.

Na mostach i wiaduktach kable należy układać w sposób zapewniający:

- nienaruszalność konstrukcji i nieosłabienie wytrzymałości mechanicznej mostu lub wiaduktu,
- łatwość układania, montażu, kontroli, napraw i ochronę kabli przed uszkodzeniami mechanicznymi w czasie prac związanych z naprawą i konserwacją konstrukcji.

Po ułożeniu w kanalizacji kabli, należy pomierzyć rezystancję izolacji poszczególnych odcinków kabli energetycznych induktozem o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV, przy czym rezystancja nie może być mniejsza niż 20 MΩ/m.

W wypadku zaciągania kabli światłowodowych, należy przestrzegać, aby temperatura otoczenia nie była niższa od -5°C. Zaciągane kable nie mogą być poddawane nadmiernym siłom rozciągającym i zagięciom. Promień gięcia kabli nie powinien być mniejszy niż 20 średnic zewnętrznych kabla. Jeżeli dodatkowo na kabel działa siła rozciągająca, dopuszczalny promień gięcia nie może być mniejszy niż 25 średnic zewnętrznych kabla.

Zaciąganie kabli optotelekomunikacyjnych można przeprowadzać:

- a) za pomocą specjalnych wciągarek mechanicznych ze stałą kontrolą siły naciągu i z zastosowaniem płynów poślizgowych i rolowania w miejscach zmian kierunku trasy,
- b) poprzez wdmuchiwanie za pomocą sprężonego powietrza, z użyciem elastycznego tłoczka, do którego mocuje się zaciągany kabel.

Zaleca się stosowanie metody poprzez wdmuchiwanie.

Nie wolno dopuścić do wystąpienia skokowej siły ciągu w trakcie zaciągania. Dopuszczalna siła, z jaką można zaciągać kabel powinna być określona w warunkach technicznych na dany typ kabla. Siła ta, przy zaciąganiu mechanicznym, nie powinna przekraczać wartości równej ciężarowi 1 km zaciąganego kabla.

Zapasy kabla zamocować w studniach kablowych na stelażu. W studniach kablowych oraz obiektach, na kablu należy umieścić przywieszkę z oznaczeniem kabla.

5.10. Montaż szafy zasilająco-pomiarowej

Montaż szafy zasilająco-pomiarowej należy wykonać według instrukcji dostarczonej przez producenta szafy.

Instrukcja powinna zawierać wskazówki dotyczące montażu i kolejności wykonywanych robót, a mianowicie:

- wykopów pod fundament,
- montaż fundamentu,
- ustawienie i zamontowanie szafy w fundamencie,
- wykonanie instalacji ochrony przeciwporażeniowej,
- podłączenie do szafy kabli zasilających,
- zasypanie wykopu i roboty wykończeniowe.

5.11. Montaż sterownika

Montaż sterownika należy wykonać według instrukcji dostarczonej przez producenta.

5.12. Wykonanie ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu

System ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu zależy od rodzaju istniejącej sieci zasilającej, zastosowanego sterownika i urządzeń odbiorczych, dlatego należy wykonać go zgodnie z projektem wykonawczym i ST.

Wymagania dotyczące ochrony przeciwporażeniowej zawarte są w normach : [31], [32], [33], [35], [38].

Niezależnie od zastosowanego rodzaju ochrony przeciwporażeniowej, należy wykonać uziemienie ochronne.

Uziemienie ochronne polega na połączeniu części przewodzących dostępnych z uziomem w sposób powodujący samoczynne odłączenie zasilania w warunkach zakłóceń przez element zabezpieczający.

Uziom należy wykonać przy sterowniku oraz przy masztach wskazanych w projekcie wykonawczym. Winny to być maszty mające znaczący wpływ na zapewnienie skutecznej ochrony przeciwporażeniowej. Rezystancja każdego z uziomów nie powinna przekraczać 30 Ω.

Zaleca się wykonywanie uziomów prętowych z użyciem prętów stalowych ocynkowanych o średnicy 20 mm lub stalowych miedziowanych typu Galmar o średnicy 15 mm i nie krótszych niż 6 m, połączonych bednarką stalową ocynkowaną o przekroju 25 x 4 mm lub miedzianą o przekroju 25 x 3 mm. W sterowniku bednarkę podłączyć do szyny PEN/PE.

Uziom z zaciskami ochronnymi PE znajdującymi się w szafach i masztach, łączyć przewodami uziemiającymi o przekroju określonym w projekcie wykonawczym. Przekroje winny zostać dobrane zgodnie z tabelą na rys. 2.

Przekrój przewodów fazowych mm ²	Minimalny przekrój odpowiadającego przewodu ochronnego mm ²	
	Jeżeli przewód ochronny jest z tego samego materiału co przewód fazowy	Jeżeli przewód ochronny nie jest z tego samego materiału co przewód fazowy
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16 ^a	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S^a}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
Przy czym: k_1 jest wartością k dla przewodu fazowego, otrzymaną z zależności podanej w Załączniku A lub z HD 384.4.43, Tablica 43A stosownie do materiału żyły oraz izolacji przewodu; k_2 jest wartością k dla przewodu ochronnego, dobranej odpowiednio wg Tablic od A.54.2 do A.54.6.		
^a Dla przewodu PEN, zmniejszenie przekroju jest dopuszczalne tylko zgodnie z zasadami wymiarowania przewodu neutralnego (patrz HD 384.5.52).		

Rys. 2. Minimalne przekroje przewodu ochronnego

W przypadku masztów typu MS i MSW, bednarkę należy połączyć z masztami przez spawanie lub za pomocą 2 śrub M 8, jeżeli połączenie to znajduje się na zewnątrz masztu (nie zalecane dla MS). Połączenia te powinny znajdować się nie niżej niż 20 cm nad ziemią.

Przewody uziemiające prowadzone w gruncie, niezależnie od posiadanego stałego pokrycia antykorozyjnego, powinny być pokryte warstwą nieprzepuszczającą wilgoci (np. masą asfaltową) do głębokości 20 cm (do miejsca połączenia z uziomem) a odcinki nad gruntem zabezpieczyć wazeliną bezkwasową do wysokości 30 cm.

Przewody uziemiające oznakować kolorem żółto-zielonym zgodnie z normą [36].

W przypadku połączenia przewodu uziemiającego wewnątrz masztu, zacisk uziemiający winien znajdować się wewnątrz kablowej.

Od zacisków ochronnych do elementów przewodzących dostępnych, należy układać przewody miedziane o przekroju nie mniejszym niż 2,5 mm². Przewody te powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Wykopy pod fundamenty i kable

Lokalizacja, wymiary i zabezpieczenie ścian wykopu powinno być zgodne z dokumentacją projektową i ST.

Po zasypaniu fundamentów, ustojów lub kanalizacji kablowej, należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu wg p. 5.1 oraz sprawdzić sposób usunięcia nadmiaru gruntu z wykopu.

6.2. 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-80/B-03322 [1], PN-88/B-30000 [6]. Ponadto należy sprawdzić dokładność ustawienia w planie i rzędne posadowienia.

6.3. Maszty z sygnalizatorami

Elementy masztów powinny być zgodne z projektem wykonawczym i ST.

Maszty z sygnalizatorami po ich montażu, podlegają sprawdzeniu pod względem:

- zgodności lokalizacji z projektem wykonawczym,
- dokładności ustawienia pionowego konstrukcji (zgodnie z p. 5.3 i 5.4),
- prawidłowości ustawienia wysięgnika względem jezdni,
- prawidłowości ustawienia sygnalizatorów,
- jakości połączeń kabli i przewodów na głowicach masztowych i w komorach sygnalizatorów,
- jakości połączeń śrubowych masztów, wysięgników, konsol i sygnalizatorów,
- jakości montażu osłon na listwach,
- stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów stalowych.

6.4. Kanalizacja kablowa sygnalizacyjna i kable sygnalizacyjne

W czasie wykonywania i po zakończeniu robót związanych z wykonaniem kanalizacji kablowej i wciągnięciem do niej kabli, należy przeprowadzić następujące sprawdzenia i pomiary:

- zgodność trasy kanalizacji z projektem budowlanym,
- ilości i średnicy rur,
- głębokości zakopania rurociągu,
- rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla.

Ponadto należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu nad przepustem kablowym (jak w p. 5.1) i rozplantowanie nadmiaru ziemi.

6.5. Kanalizacja kablowa teletransmisyjna i kabel optotelekomunikacyjny

Należy dokonać pomiaru szczelności rurociągu kablowego Ø 40 mm :

- rurociąg powinien wytrzymać próbę krótkotrwałą nadciśnienia powietrza 1.0 MPa w ciągu 30 min,
- rurociąg nie powinien wykazywać w ciągu 24 godzin spadku nadciśnienia o więcej niż 10 kPa na odcinku 2 km, po napełnieniu sprężonym powietrzem do nadciśnienia 100 kPa.

Badanie linii światłowodowej

6.5.1 Badania przed pracami instalacyjnymi

Przed przystąpieniem do prac instalacyjnych i montażowych na linii kablowej wszystkie odcinki fabrykacyjne kabli należy poddać szczegółowym oględzinom zewnętrznym w celu wykrycia jakichkolwiek uszkodzeń, które mogły powstać podczas transportu lub przeladunku bębnow. Należy sprawdzić prawidłowość zabezpieczenia końców kabli przed zawilgoceniem oraz zabezpieczenia samych kabli przed na bębnach przed uszkodzeniami, zwracając szczególną uwagę na wygięcia kabla o zbyt małym promieniu. W przypadkach wątpliwych konieczne jest wykonanie pomiarów reflektometrycznych takich jak przy odbiorze kabli od producenta. Przed wykonaniem prac instalacyjnych konieczne jest ustalenie kolejności instalowania poszczególnych odcinków kabli dla zachowania zgodności z projektem wykonawczym, zarówno co do typów kabli jak i co do długości odcinków instalowanych. Konieczne jest więc dokonanie alokacji odcinków fabrykacyjnych, a w razie potrzeby sprawdzenie ich długości i konstrukcji w celu stwierdzenia zgodności z projektem wykonawczym.

6.5.2 Badania i pomiary w czasie budowy

W trakcie budowy i montażu linii powinny być wykonywane następujące pomiary:

- a) po ułożeniu kabla, a przed rozpoczęciem montażu złączy należy wykonać pomiary kontrolne potwierdzające parametry światłowodu, pomiary należy wykonać przy pomocy reflektometru dla fali 1550 nm,
- b) po wykonaniu połączeń odcinków światłowodu należy wykonać pomiary reflektometryczne z obydwu stron odcinka zmontowanego dla fal 1310 nm i 1550 nm w celu stwierdzenia poprawności wykonanych połączeń; dopiero po pozytywnym wyniku tych pomiarów dla wszystkich włókien można przystąpić do ostatecznego zamknięcia mufy złączonej,
- c) po całkowitym zmontowaniu odcinków, dla uzyskania wykresów reflektometrycznych, należy wykonać na wszystkich włóknach pomiary reflektometryczne dla fal 1310 nm i 1550 nm z obydwu stron odcinka, pomiędzy przełącznicami światłowodowymi. Nie spełniające wymogów spójności, ujawnione w trakcie pomiarów, należy poprawić. Wykresy reflektometryczne uzyskane po naprawieniu wadliwych spójności należy zarejestrować na płycie CD i przekazać jako załączniki do dokumentacji powykonawczej. Pomiary reflektometryczne na zmontowanej linii powinny umożliwiać określenie: całkowitej długości optycznej linii, całkowitej tłumienności linii, tłumienności jednostkowej całej linii i jej odcinków składowych, tłumienności złączy. Poprawne wyniki tych pomiarów uzyskuje się tylko wtedy, gdy wartość współczynnika załamania wprowadzona do reflektometru jest zgodna z wartością podaną przez producenta kabla.

6.5.3 Badania i pomiary wykonane przy odbiorze linii

Badania linii polegają na sprawdzeniu przez służby techniczne wykonawcy i nadzoru inwestorskiego zgodności jej wykonania z wymaganiami zawartymi w normach i dokumentacji technicznej, łącznie ze wszystkimi zmianami oraz dodatkowymi uzgodnieniami. Protokoły badań technicznych wraz z innymi dokumentami stwierdzającymi zgodność wykonania linii z wymaganiami stanowią podstawę do zgłoszenia linii do odbioru końcowego. Na zmontowanym odcinku linii należy wykonać następujące pomiary:

- a) właściwości transmisyjnych torów optycznych metodą reflektometryczną,
- b) tłumienności wynikowej torów metodą transmisyjną,
- c) reflektanci złączy rozłącznych.

Pełny zakres pomiarów wykonuje się dla każdego toru optycznego włączanego do pracy. Na torach rezerwowych przeprowadza się tylko pomiary wg. p.pkt. a i b. Dla każdego włókna światłowodowego na odcinku należy pomierzyć tłumienność pomiędzy dwiema skrajnymi przełącznicami światłowodowymi. Pomiar powinien być wykonany metodą transmisyjną dla obu pasm optycznych 1310 nm i 1550 nm, w obydwu kierunkach transmisji. Celem tego pomiaru jest sprawdzenie łącznej tłumienności linii wraz ze złączami rozłączalnymi i potwierdzenie zgodności z obliczonym bilansem mocy odcinka linii światłowodowej. Zestaw pomiarowy winien zawierać stabilizowane źródło światła na fale 1310 nm i 1550 nm z tolerancją 20 nm przy szerokości spektralnej < 10 nm. Pomiar reflektancji złączy rozłączalnych pozwala na ocenę prawidłowości połączeń zwłaszcza znajdujących się blisko laserowego źródła światła i mogących szkodliwie wpływać na jego pracę. Pomiar należy wykonać reflektometrem.

Wszystkie badania i pomiary będą przeprowadzone zgodnie z wymogami norm. W przypadku, gdy normy nie obejmują jakiegokolwiek wymaganego badania, stosować można wytyczne krajowe albo inne procedury, zaakceptowane przez Inspektora Nadzoru. Przed przystąpieniem do pomiarów lub badań, Wykonawca powiadomi Inspektora Nadzoru o rodzaju, miejscu i terminie pomiaru lub badania. Po wykonaniu pomiaru lub badania Wykonawca przedstawi na piśmie ich wyniki do akceptacji przez Inspektora Nadzoru oraz dołączy je do protokołu zakończenia i odbioru robót.

6.6. Szafa zasilająco-pomiarowa

Przed zamontowaniem należy sprawdzić, czy szafa lub jej części odpowiadają tym wymaganiom w projekcie wykonawczym, których spełnienie może być stwierdzone bez użycia narzędzi i bez demontażu podzespołów. Sprawdzeniem należy objąć jakość wykonania i wykończenia, a zwłaszcza:

- stan pokryć antykorozyjnych,
- ciągłość przewodów ochronnych i ich podłączenie do wszystkich metalowych elementów mogących znaleźć się pod napięciem a podlegających ochronie przeciwporażeniowej,
- jakość wykonania połączeń w obwodach głównych i pomocniczych,
- jakość konstrukcji.

Po zamontowaniu szafy na fundamencie lub ustoju, należy sprawdzić:

- jakość połączeń śrubowych pomiędzy fundamentem a konstrukcją szafy, w rozwiązaniu bezfundamentowym sprawdzić jakość wykonania ustoju,

- stan powłok antykorozyjnych,
- jakość połączeń kabli zasilających,
- zgodność schematu szafy ze stanem faktycznym.

Schemat taki powinien być zamieszczony na widocznym miejscu wewnątrz szafy.

6.6. Sterownik

Po zamontowaniu sterownika na fundamencie lub ustoju, należy sprawdzić:

- jakość połączeń śrubowych pomiędzy fundamentem a konstrukcją, w rozwiązaniu bezfundamentowym sprawdzić jakość wykonania ustoju,
- stan powłok antykorozyjnych,
- jakość połączeń kabli: zasilającego, sterowniczych, telekomunikacyjnych i koordynacyjnego,
- jakość połączeń ochrony przeciwporażeniowej.

6.7. Instalacja przeciwporażeniowa

Podczas wykonywania uziomów poziomych (taśmowych) należy wykonać pomiar głębokości ułożenia bednarki oraz sprawdzić stan połączeń spawanych, a po jej zasypaniu, sprawdzić stopień zagęszczenia i rozplantowanie gruntu.

Podczas wykonywania uziomów pionowych (prętowych) kontrolować głębokość pograżania pręta.

Po wykonaniu instalacji przeciwporażeniowej należy sprawdzić jakość połączeń przewodów ochronnych, wykonać pomiary rezystancji uziomów oraz pomierzyć (przy zerowaniu) impedancje pętli zwarciovych dla stwierdzenia skuteczności zerowania. Ponadto zmierzyć czas zadziałania wyłącznika różnicowo-prądowego.

6.8. Sprawdzenie działania sygnalizacji

Przed włączeniem sygnalizacji do pracy cyklicznej należy dokonać sprawdzenia działania sygnalizacji przez:

- a) wyświetlanie sygnału żółtego migającego przez co najmniej jedną dobę,
- b) kontrolę poprawności działania następujących układów nadzorujących:
 - sygnałów świetlnych wszystkich barw,
 - kolizji sygnałów zielonych w grupach kolizyjnych,
 - długości cyklu i właściwych czasów realizacji programów sygnalizacyjnych,
 - napięcia zasilania,
 - pracy zdalnej,
 - detektorów,
 - sygnalizacji akustycznej.

Działanie układów nadzorujących: sygnały czerwone, kolizyjność sygnałów zielonych oraz długość cyklu, powinno natychmiast wprowadzać sterownik w tryb pracy awaryjnej. W przypadku zadziałania układu musi nastąpić zapamiętanie rodzaju i miejsca awarii, a kasowanie może nastąpić nie wcześniej niż w momencie usunięcia przyczyny.

Układ nadzorujący napięcie zasilania powinien w przypadku stwierdzenia obniżenia napięcia poza dopuszczalną granicę, automatycznie przełączyć sterownik na zasilanie rezerwowe lub go wyłączyć.

Układ nadzorujący pracę zdalną sterownika powinien, w przypadku stwierdzenia przerwy w połączeniu ze sterownikiem koordynującym pracę, spowodować przejście nadzorowanego sterownika na pracę z programem indywidualnym.

6.9. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót

Wszystkie materiały nie spełniające wymagań ustalonych w odpowiednich punktach ST, zostaną przez Inżyniera odrzucone.

Wszystkie elementy robót, które wykazują odstępstwa od postanowień ST zostaną rozebrane i ponownie wykonane na koszt Wykonawcy.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest kompletna sygnalizacja świetlna na jednym skrzyżowaniu – 1 szt.

Obmiar robót polega na sprawdzeniu wykonania wszystkich elementów sygnalizacji świetlnej, po skontrolovaniu poprawności jego działania na całym skrzyżowaniu drogowym (ulicznym).

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt 6 dały wyniki pozytywne.

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

- wykopy pod fundamenty i kanalizację kablową,
- wykonanie fundamentów i ustojów,
- ułożenie kabla w kanalizie kablowej,
- wykonanie uziomów taśmowych.

8.3. Dokumenty do odbioru końcowego robót

Do odbioru końcowego Wykonawca jest zobowiązany przygotować:

- geodezyjną dokumentację powykonawczą,
- protokoły z dokonanych pomiarów skuteczności zastosowanej ochrony przeciwporażeniowej,
- protokół z dokonanych pomiarów izolacji zastosowanych kabli miedzianych,
- protokół z dokonanych pomiarów poszczególnych włókien kabli światłowodowych,
- protokół z pomiarów parametrów detektorów indukcyjnych,
- deklaracje zgodności i aprobaty techniczne na zastosowany sprzęt,
- oświadczenie producenta sterownika sygnalizacji świetlnej, iż zastosowany sterownik sygnalizacji świetlnej spełnia wymagania obowiązujących przepisów prawa polskiego, został zaprogramowany zgodnie z zatwierdzoną dokumentacją ruchową i zostały prawidłowo ustawione progi prądowe dla wszystkich nadzorowanych grup sygnałowych,
- wyciąg z tablicy czasów międzyzielonych zaimplementowanej w sterowniku sygnalizacji świetlnej,
- dokumentację techniczno-rozruchową sterownika sygnalizacji świetlnej,
- metrykę sygnalizacji, zawierającą podstawowe informacje o wykonanej sygnalizacji,

a w przypadku inwestycji typu zaprojektuj i wybuduj, ponadto:

- zatwierdzony projekt organizacji ruchu wraz z sygnalizacją świetlną,
- uzgodniony projekt elektryczny instalacji sygnalizacji świetlnej.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Cena jednostki obmiarowej

Cena 1 sztuki sygnalizacji świetlnej dla jednego skrzyżowania obejmuje:

- wyznaczenie robót w terenie,
- dostarczenie materiałów,
- wykopy pod fundamenty i kanalizację kablową,
- wykonanie fundamentów lub ustojów,
- zasypanie fundamentów, ustojów i kanalizacji kabli, zagęszczenie gruntu oraz rozplantowanie lub odwiezienie nadmiaru gruntu,
- wykonanie masztów z sygnalizatorami, szafy zasilająco-pomiarowej, sterownika i instalacji przeciwporażeniowej,
- wciąganie i podłączenie kabli,
- podłączenie zasilania,
- przeprowadzenie prób w celu sprawdzenia działania sygnalizacji,
- wykonanie inwentaryzacji przebiegu kabli pod ziemią,
- konserwacja urządzeń do chwili przekazania sygnalizacji Zamawiającemu.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

1. PN-80/B-03322 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Fundamenty konstrukcji wsporczych
2. PN-68/B-06050 Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania badań przy odbiorze
3. PN-EN 206+A1:2016-12 Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
4. PN-86/B-06712 Kruszywa mineralne do betonu
5. PN-85/B-23010 Domieszki do betonu. Klasyfikacja i określenia
6. PN-88/B-30000 Cement portlandzki
7. PN-88/B-32250 Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw
8. PN-81/C-89203 Kształtki z nieplastifikowanego polichlorku winylu
9. PN-80/C-89205 Rury z nieplastifikowanego polichlorku winylu
10. PN-75/E-05100 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa
11. PN-EN ISO 1461 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby żeliwne i stalowe metodą zanurzeniową. Wymagania i badania.
12. PN-EN 50293:2013-05 Systemy sygnalizacji ruchu drogowego - Kompatybilność elektromagnetyczna
13. PN-83/E-06230 Żarówki. Ogólne wymagania i badania
14. PN-93/E-90401 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
15. PN93/E-90403 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
16. PN-80/H-74219 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco ogólnego zastosowania
17. PN-91/M-34501 Gazociągi i instalacje gazownicze. Skrzyżowania gazociągów z przeszkodami terenowymi. Wymagania
18. PN-86/O-79100 Opakowania transportowe. Odporność na narażanie mechaniczne. Wymagania i badania
19. PN-92/T-90335 Telekomunikacyjne kable miejscowe z wiązkami czwórkowymi, pęczkowe, o izolacji polietylenowej, o powłoce polietylenowej z zaporą przeciwwilgociową, wypełnione. Ogólne wymagania i badania.
20. BN-68/6353-03 Folia kalandrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu suspensyjnego
21. BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie
22. BN-87/6774-04 Kruszywa mineralne do nawierzchni drogowych. Piasek
23. BN-83/8836-02 Przewody podziemne. Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze
24. BN-77/8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu
25. BN-72/8932-01 Budowle drogowe i kolejowe. Roboty ziemne
26. BN-89/8984-17/03 Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Linie kablowe. Ogólne wymagania i badania.
27. PN-87/E-90054 Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody jednożyłowe o izolacji polwinitowej.
28. PN-EN 12368:2015-07 Urządzenia do sterowania ruchem drogowym - Sygnalizatory
29. PN-EN 12675:2017-10 Kontrolery sygnalizatorów - Funkcjonalne wymagania bezpieczeństwa
30. PN-EN 50556:2018-12 Systemy sygnalizacji ruchu drogowego

- | | | |
|-----|--|--|
| 31. | PN-HD 60364-4-41 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym. |
| 32. | PN-HD 60364-4-42 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego. |
| 33. | PN-HD 60364-4-43 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym. |
| 34. | PN-HD 60364-5-53 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. |
| 35. | PN-HD 60364-5-54 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Układy uziemiające i przewody ochronne. |
| 36. | PN-HD 60364-6 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Sprawdzanie. |
| 37. | PN-EN 60445:2011 | Zasady bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną. Oznaczanie i identyfikacja. Identyfikacja zacisków urządzeń i zakończeń przewodów. |
| 38. | Norma Stowarzyszenia Elektryków Polskich N SEP-E-001 | Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniem elektrycznym. |
| 39. | Norma Stowarzyszenia Elektryków Polskich N SEP-E-004 | Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa. |

10.2. Inne dokumenty

1. Szczegółowe warunki techniczne dla sygnałów drogowych i warunki ich umieszczania na drogach. Załącznik nr 3 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (załącznik do Dz. U. nr 220 poz. 2181 z dn. 23 grudnia 2003 r. ze zm.).
2. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. 2016.1987 wraz z późniejszymi zmianami).
4. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2016.1570 wraz z późniejszymi zmianami).
5. Przepisy budowy urządzeń elektrycznych. Warszawa 1980 r.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401
7. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych - Część V. Instalacje elektryczne, 1973 r.