

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA  
I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**D.07.03.01.**

**SYGNALIZACJA ŚWIETLNA  
AKOMODACYJNA**

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot STWiORB**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru urządzeń sygnalizacji świetlnej przy budowie sygnalizacji świetlnej na skrzyż. drogi wojewódzkiej nr 184 z drogą 1859P (Pamiątkowo - gr. powiatu) i 1860P (Pamiątkowo- Brodziszewo).

### **1.2. Zakres stosowania STWiORB**

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### **1.3. Zakres robót objętych STWiORB**

Roboty z niniejszej Specyfikacji Technicznej obejmują:

- Montaż fundamentów sterownika i złącza kablowego.
- Montaż złącza kablowego z pomiarem energii.
- Montaż sterownika 11 grup syg., 6 wejść i wyjść przycisków, 6 wejść pętli detekcji., 4 wejścia kamer wideo.
- Montaż słupka sygnalizacyjnego 3,0m z wnęką kablową.
- Montaż słupka sygnalizacyjnego 3,5m z wnęką kablową.
- Montaż bramy wys. 6,0 o szerokości 12,7 z wnęką kablową.
- Montaż bramy wys. 6,0 o szerokości 12,0 z wnęką kablową.
- Montaż masztu sygnalizacyjnego wys. 6,0 z wysięgnikiem 4,0m z wnęką kablową.
- Montaż masztu sygnalizacyjnego wys. 6,0 z wysięgnikiem 4,3m z wnęką kablową.
- Montaż sygnalizatorów 3 komorowych.
- Montaż sygnalizatorów 2 komorowych.
- Montaż sygnalizatorów 1 komorowych.
- Montaż głośników.
- Montaż kamer wideo detekcji.
- Montaż osłon kontrastowych.
- Montaż przycisków zgłoszeniowych z potwierdzeniem zgłoszenia i piktogramem.
- Montaż rur osłonowych HDPE z wykopaniem i zasypaniem rowów.
- Montaż przepustów z rur RHDPEd z wykonaniem przepychu pod nawierzchnią jezdni.
- Montaż studzienki kablowej SK-1.
- Montaż studzienki kablowej SK-2.
- Montaż kabli zasilających YAKY w ziemi i w rurach osłonowych.
- Montaż kabli energet. YKY w ziemi, w rurach osłonowych i słupkach sygnalizacyjnych.
- Montaż kabli sygnalizacyjnych YKSY w rurach osłonowych i słupkach sygnalizacyjnych.
- Montaż kabli sterowniczych XzTKMXpw w rurach osłonowych.
- Montaż kabli sterowniczych XzWDXpek w przepustach i w masztach z wysięgnikami.
- Montaż przewodów YDY i YLY w słupkach i w masztach z wysięgnikami.
- Montaż pętli indukcyjnych z przewodu LgYd.
- Montaż muf kablowych z zestawów termokurczliwych – XzTKMXpw / LgYd.
- Montaż uziomu pionowego z prętów stalowych miedziowanych.
- Montaż uziomu poziomego z płaskowników stalowych miedziowanych.
- Pomiary elektryczne i rozruch sygnalizacji.
- Inwentaryzacja geodezyjna.

### **1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1.** Sygnalizator - zestaw urządzeń optyczno-elektrycznych (komór sygnałowych) służących do wyświetlania sygnałów przeznaczonych dla uczestników ruchu.

**1.4.2.** Konstrukcje wsporcze - elementy konstrukcyjne służące do zamocowania sygnalizatorów.

**1.4.3.** Maszt sygnałowy (MS) (MSW)- stalowa konstrukcja wsporcza służąca do zamocowania sygnalizatora lub sygnalizatorów, osadzona bezpośrednio w gruncie lub na fundamencie prefabrykowanym.

**1.4.4.** Fundament - konstrukcja żelbetowa zagłębiona w ziemi, służąca do utrzymania masztu w pozycji pracy.

**1.4.5.** Kabel sterowniczy - przewód wielożyłowy izolowany, przystosowany do przewodzenia prądu elektrycznego, mogący pracować pod i nad ziemią.

**1.4.6.** Ustój - rodzaj fundamentu dla niskich masztów typu MS.

**1.4.7.** Sterownik - urządzenie techniczne zapewniające realizację założonego sposobu sterowania sygnałami świetlnymi.

**1.4.8.** Szafa zasilająco-pomiarowa - urządzenie elektryczne posiadające pomiar energii elektrycznej, bezpośrednio zasilające sterownik.

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

**1.4.10.** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi polskimi normami i definicjami podanymi w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.5.

### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót odpowiada za jakość ich wykonania w zgodności z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Inżyniera.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-00.00.00. " Wymagania ogólne ".

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów.**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

### **2.2. Materiały do wykonania ustoju betonowego „na mokro”**

#### **2.2.1. 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.

#### **2.2.2. Beton**

Klasa betonu powinna być zgodna z dokumentacją projektową lub wskazaniem Inżyniera, lecz nie niższa niż klasa B 30. Beton powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 1, według PN-88/B-06250 [3].

Tablica 1. Wymagania dla betonu klasy B 30 wg [3]

Lp.	Właściwość	Wartość
1	Wytrzymałość gwarantowana betonu na ściskanie, MPa	30
2	Nasiąkliwość betonu, %	5
3	Odporność betonu na działanie mrozu, stopień mrozoodporności	F 50

Składnikami betonu są: cement, kruszywo, woda i domieszki. Cement stosowany do betonu powinien być cementem portlandzkim marki 35, odpowiadający wymaganiom PN-88/B-30000 [6]. Cement powinien być dostarczany w opakowaniach spełniających wymagania BN-88/6731-08 [21] i składowany w dobrze wentylowanych, suchych i zadaszonych pomieszczeniach.

Kruszywo do betonu (piasek, grys) powinno odpowiadać wymaganiom PN-86/B-06712 [4].

Woda powinna być odmiany „I”, zgodnie z wymaganiami PN-88/B-32250 [7].

Domieszki chemiczne do betonu powinny być stosowane, jeśli przewiduje to dokumentacja projektowa, STWiORB lub wskazania Inżyniera, przy czym w przypadku braku danych dotyczących rodzaju domieszek, ich dobór powinien być dokonany zgodnie z zaleceniami PN-88/B-06250 [3]. Domieszki powinny odpowiadać PN-85/B-23010 [5].

### **2.3. Materiały stosowane przy układaniu kabli**

#### **2.3.1. Piasek**

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

#### **2.3.2. Folia**

Folia służąca do osłony kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi, powinna być folią kalandrowaną z uplastycznionego PCW o grubości od 0,4 do 0,6 mm, gatunku I, odpowiadającą wymaganiom BN-68/6353-03.

### **2.4. Elementy gotowe**

#### **2.4.1. 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 SST, zgodnie z „Instrukcją zabezpieczeń przed korozją konstrukcji betonowych” [32].

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

#### **2.4.2. Przepusty kablowe**

Przepusty kablowe średnicy 110mm, 75 i 50mm z zastosowaniem rur HDPE, grubościennych, niepalnych, odpowiadających wymaganiom PN-80/C-89202 normy PN-80/C-89205 [9].

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

#### **2.4.3. Kable**

##### **2.4.3.1. Kable sygnalizacyjne**

Kable sygnalizacyjne używane do sygnalizacji świetlnej powinny spełniać wymagania PN-93/E-90403 [15].

Kable wielożyłowe na napięcie 0,6/1kV w izolacji i osłonie polwinitowej - aluminiowe typu YKY 5x1,5mm<sup>2</sup>, YKSY 7x1,5mm<sup>2</sup> i przewody XzTKMXpw 2x0,8x0,8mm<sup>2</sup> jako feedery oraz przewody LgYd 2,5mm<sup>2</sup> dla pętli indukcyjnych ułożonych w jezdni według PN-76/E-90304.

Należy stosować kable posiadające atesty i uzgodnione z Zakładem Energetycznym

##### **2.4.3.2. Kable zasilające**

Kable zasilające szafę pomiarowo-bezpiecznikową i sterownik powinny spełniać wymagania PN-93/E-90401 [14]. Należy stosować kable na napięcie znamionowe 0,6/1kV, w izolacji i osłonie polwinitowej - aluminiowe typu YAKY 3x35mm<sup>2</sup> i miedziane YKY 3x10mm<sup>2</sup>. Zaleca się, pomiędzy szafą pomiarowo-bezpiecznikową a sterownikiem, stosowanie kabla o przekroju 10 mm<sup>2</sup>.

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

##### **2.4.3.3. Taśma ostrzegawcza**

Taśma z uplastycznionej folii kalandrowanej, koloru niebieskiego o grubości 0,5mm wg BN - 68/6353-03, stosowana jako ochrona kabli ziemnych przed uszkodzeniami mechanicznymi. Folię układać nad kablami, na warstwie piasku grubości 25cm.

#### 2.4.4. Źródła światła

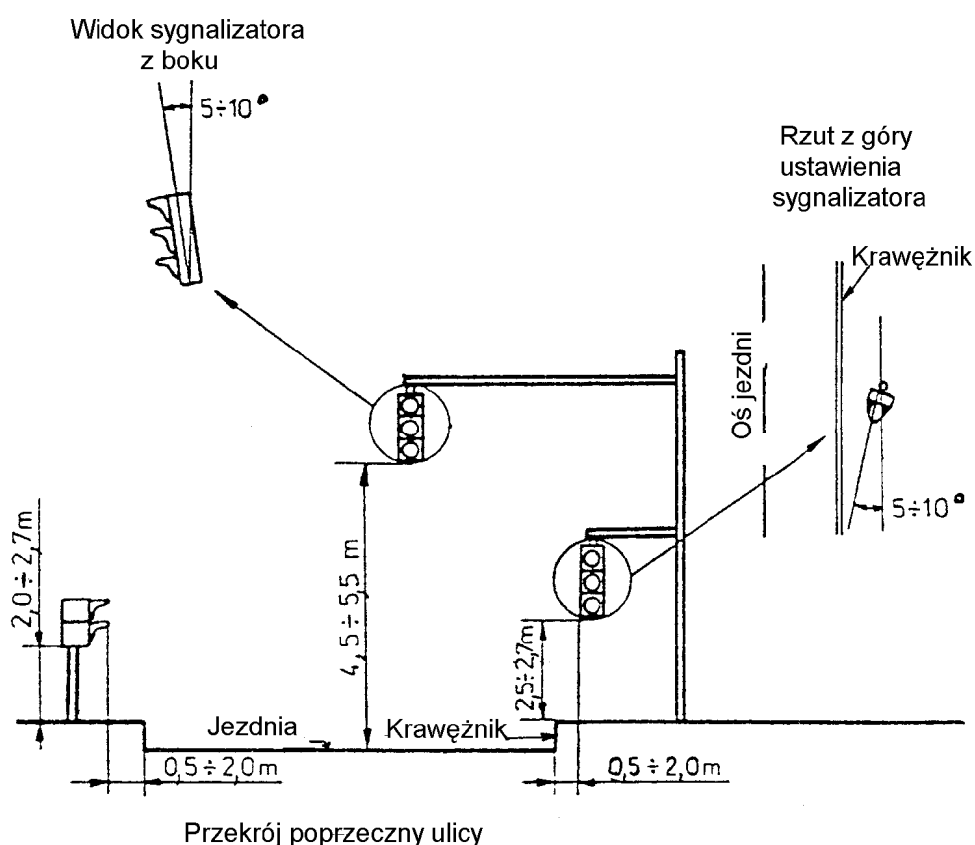
W sygnalizatorach jako źródła światła należy stosować diody LED do sygnalizacji świetlnej, spełniające wymagania PN-83/E-06230

Diody powinny być przechowywane w pomieszczeniach o temperaturze nie niższej niż  $-5^{\circ}\text{C}$  i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 80%, w opakowaniach wg PN-86/O-79100 [18].

#### 2.4.5. Sygnalizatory

Sygnalizatory dla sygnalizacji świetlnej ruchu drogowego powinny spełniać wymagania zawarte w załączniku do rozporządzenia [27] oraz mają spełniać warunki zawarte w załączniku nr 1 do niniejszej STWiORB Lampy sygnalizatorów.

Sygnalizatory powinny być zlokalizowane w stosunku do drogi (ulicy) zgodnie z rysunkiem 1.



##### 2.4.5.1. Sygnalizatory dźwiękowe (głośniki)

Sygnalizatory winny spełniać zalecenia Instytutu Akustyki Wydziału Fizyki Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, zamieszczone w załączniku nr 2 do niniejszej STWiORB.

#### 2.4.6. Konstrukcje wsporcze

##### 2.4.6.1. Ogólne wymagania dotyczące konstrukcji wsporczych

Sygnalizatory należy mocować na konstrukcjach wsporczych, które powinny być usytuowane poza jezdnią drogi, na poboczu, chodniku lub na wysepce wydzielonej 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.

##### 2.4.6.2. Maszt sygnałowy (MS)

O ile dokumentacja projektowa lub ST nie określa inaczej, maszt sygnałowy należy wykonywać ze stali rurowej R 35 według PN-80/H-74219 [16] o średnicy 108 mm i długości 3 m. W części podziemnej maszt powinien mieć dodatkową rurę tej samej średnicy o długości 0,5 m przyspawaną pod kątem  $45^{\circ}$  dla wprowadzenia kabli. W górnej części maszt powinien posiadać wywiercone otwory do mocowania konsol i przepuszczenia przewodów oraz śrubę do podłączenia przewodów ochronnych.

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

Powierzchnia masztu powinna być zabezpieczona przed korozją trzema warstwami farb: antykorozyjną, podkładową i nawierzchniową. Farba nawierzchniowa powinna być koloru szarego.

#### **2.4.6.3. Maszt sygnałowy wysięgnikowy (MSW)**

Maszt sygnałowy wysięgnikowy należy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową i STWiORB.

Maszt powinien spełniać następujące warunki wytrzymałościowe i funkcjonalne:

- przenosić obciążenia wynikające z zawieszenia sygnalizatorów i wysięgnika oraz parcia wiatru dla II i III strefy wiatrowej, zgodnie z PN-75/E-05100 [10],
  - zapewnić zawieszenie sygnalizatorów i kamer nad jezdnią z zachowaniem skrajni, według rys. 1,
  - być dostosowany do połączenia z fundamentem prefabrykowanym,
  - w swej dolnej części posiadać wnękę przystosowaną do montażu głowicy i zamykaną szczelnie pokrywą,
  - umożliwiać obrót wysięgnika wokół swojej osi,
  - wysięgnik powinien 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.

#### **2.4.7. Konsole**

Konsole powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową i STWiORB 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.

#### **2.4.8. Głowice masztowe**

Głowice dla masztów typu MS i MSW należy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową lub STWiORB.

Głowice powinny spełniać następujące wymagania:

- powinny posiadać zaciski na napięcie 500 V przystosowane do podłączenia dwóch żył kabla lub przewodów o przekroju  $1,5 \text{ mm}^2$  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,
- konstrukcja głowic powinna być dostosowana do wymiarów masztów typu MS lub MSW i zapewniać wygodny ich montaż i dostęp do styków.

#### **2.4.9. Osłona głowicy**

Osłona głowicy powinna być elementem rurowym, nasadzanym od góry na maszt typu MS. O ile dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej, osłonę należy wykonać z rury PCW według PN-81/C-89203 [8] koloru szarego, zakończonej denkiem z tego samego materiału.

#### **2.4.10. Szafa zasilająco-pomiarowa**

Szafa zasilająco-pomiarowa powinna być zgodna z dokumentacją projektową i odpowiadać wymaganiom PN-91/E-05160/01 [12], jako konstrukcja wolnostojąca na fundamencie lub utoju o stopniu ochrony IP 54.

Szafa powinna być przystosowana do sieci kablowej tak od strony zasilania jak i odbioru i wykonana na napięcie znamionowe 0,23 kV, 50 Hz. Szafa powinna posiadać następujące człony:

- zasilający, dostosowany do podłączenia kabla o przekroju żył do  $35 \text{ mm}^2$  i składający się z rozłącznika bezpiecznikowego RBK,
- pomiarowy, posiadający 1-fazowy licznik energii elektrycznej z elementem grzewczym oraz wyłączniki nadprądowe o prądzie znamionowym zależnym od obciążenia i przekroju żył kabla zasilającego tę szafę, a także gniazdo wtykowe 1-fazowe 10 A.

Szafa zasilająco-pomiarowa powinna być przedzielona ścianką na dwie części, do których dostęp byłby możliwy tylko przez oddzielne drzwiczki.

Część pomiarowa powinna być dostępna tylko dla pracowników Rejonu Energetycznego, który zaleca wyposażenie tej części w typowy dla energetyki zamek. Druga część zasilająca sterownik przeznaczona dla służb konserwujących sygnalizację, powinna być wyposażona w typowy zamek, stosowany przez policję.

Szafa powinna mieć obudowę wykonaną z materiałów izolacyjnych.

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

#### **2.4.11. Sterownik**

Sterownik dla sygnalizacji świetlnej ruchu drogowego powinien spełniać wymagania zawarte w załączniku do rozporządzenia [27] oraz mają spełniać warunki zawarte w załączniku nr 3 do niniejszej STWIORB Sterowniki sygnalizacji świetlnej.

**2.4.12.** Kamery wideodetekcji (np. Autoscope Phoenix) powinny spełniać wymagania z załącznika nr 4.

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

#### **3.2. Sprzęt do wykonania sygnalizacji świetlnej**

Roboty elektroenergetyczne mogą być wykonywane ręcznie lub przy użyciu sprzętu mechanicznego, zaakceptowanego przez Inżyniera.

Przy mechanicznym wykonywaniu robót, Wykonawca powinien dysponować sprzętem sprawnym technicznie, przewidzianym w KNR do wykonania tego typu robót.

Roboty ziemne wykonywane w pobliżu istniejących urządzeń podziemnych winny być wykonywane ręcznie.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

#### **4.2. Transport materiałów i elementów**

Materiały przewidziane do wykonania robót mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu z zachowaniem zasad kodeksu drogowego.

Dla materiałów długich należy stosować przyczepy dłuźcowe.

Bębny z kablami należy przetaczać zgodnie z kierunkiem strzałki na tabliczce bębna.

Unikać transportu kabli w temperaturze niższej od -15°C.

Przy transporcie i przechowywaniu materiałów elektroenergetycznych, zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości urządzeń, zastrzeżonych przez producenta.

### **5. WYKONANIE ROBÓT**

#### **5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5.

#### **5.2. Wykopy pod fundamenty i kable**

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

Metoda wykonywania robót ziemnych powinna być dobrana w zależności od głębokości wykopu, ukształtowania terenu oraz rodzaju gruntu. Pod fundamenty prefabrykowane zaleca się wykonywanie wykopów wąskoprzestrzennych 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, SST lub wskazaniem Inżyniera. 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 kabla należy dokonać gruntem z wykopu, bez zanieczyszczeń (np. darniny, korzeni, odpadków). 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 kabla.

Nadmiar gruntu z wykopu, pozostający po zasypaniu fundamentu lub kabla, należy rozplantować w pobliżu lub odwieźć na miejsce wskazane w SST lub przez Inżyniera.

#### **5.3. Montaż fundamentów prefabrykowanych**

Montaż fundamentów należy wykonać zgodnie z wytycznymi montażu dla konkretnego fundamentu.

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  $\pm 2$  cm. Ustawienie fundamentu w planie powinno być wykonane z dokładnością  $\pm 10$  cm.

#### **5.4. 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 odkształceń 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.

Po ustawieniu masztu należy przystąpić do montażu wysięgnika używając dźwigu i samochodu z platformą i balkonem.

Wysięgnik powinien być tak ustawiony w stosunku do jezdni, aby odległość jego części mocującej sygnalizator (rzut pionowy na jezdnię) od linii zatrzymania pojazdów, była większa lub równa 10 m, 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%.

#### **5.5. Montaż masztów typu MS**

Jeżeli dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej, to maszty typu MS należy ustawiać w wykopie głębokości 80 cm na 10 cm warstwie betonu B 10 lub płycie chodnikowej grubości 7 cm. Po wprowadzeniu kabli do rur, maszt należy zasypywać ziemią ubijając ją warstwami co 20 cm. Jeżeli maszt zlokalizowany jest w chodniku, to jego górna część podziemna nie wymaga dodatkowego utwierdzenia. W innych przypadkach należy wykonać wokół masztu umocnienie warstwą tłucznia lub gruzu betonowego. Warstwa ta po ubiciu powinna mieć grubość 15 cm, średnicę 0,5 m i znajdować się na głębokości 10 cm od powierzchni gruntu. Podziemna część masztu powinna być zabezpieczona antykorozyjnie farbą bitumiczną. Maszt należy ustawiać tak, aby otwory do mocowania sygnalizatorów wypadały na odpowiednich kierunkach, a wychylenie jego od pionu nie przekraczało 0,001 wysokości masztu.

#### **5.6. Montaż konsol**

Konsole należy montować na masztach typu MS, MSW i ewentualnie specjalnych konstrukcjach przy pomocy przynajmniej 4 śrub M 8 zabezpieczonych przed odkręceniem podkładkami sprężystymi.

#### **5.7. Montaż głowic masztowych**

W masztach typu MSW głowice należy montować na konstrukcjach, w które wyposażone są wnęki. Montaż polega na ich przykręceniu śrubami.

W masztach typu MS głowice należy montować w górnej, wewnętrznej jego części w sposób zależny od ich wykonania. Zaleca się stosowanie konstrukcji mocowanej w rurze masztu „na wcisk” bez użycia śrub.

Do zacisków, w które wyposażone są głowice, należy podłączyć wszystkie żyły kabli wchodzących i wychodzących z masztu oraz przewody odchodzące od sygnalizatorów. Zaleca się wykonanie trwałego oznakowania poszczególnych żył przy podejściu do zacisków.

Zestyki powinny być zabezpieczone przed erozją preparatem typu „Elektrosol” lub innym o podobnych właściwościach.

#### **5.8. Montaż osłon głowic**

Osłony należy nakładać na górne części masztów typu MS i mocować je w zależności od przyjętego rozwiązania.

Osłona po zamontowaniu powinna zabezpieczać głowicę przed dostawaniem się kurzu i wilgoci. Zaleca się stosowanie osłon wykonanych z polichlorku winylu.

#### **5.9. Montaż sygnalizatorów**

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

Od zacisków głowic do opravek żarówek znajdujących się w komorach sygnałowych należy poprowadzić przewody miedziane jednożyłowe z izolacją wzmocnioną o przekroju żyły nie mniejszym niż 1 mm<sup>2</sup>.

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



Sygnalizatory dla pojazdów umieszczone obok jezdni należy odchylić o kąt od 5° do 10° w stronę jezdni, natomiast sygnalizatory podwieszone 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.

#### 5.10. Układanie kabli

Kable należy układać w trasach wytyczonych przez służby geodezyjne. Układanie kabli powinno być zgodne z normą PN-76/E-05125 [11] i BN-89/8984-17/03 [26].

Kable powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp.

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

Kabel można zginać jedynie w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, jednak nie mniejszy niż 10-krotna zewnętrzna jego średnica.

Bezpośrednio w ziemi kable należy układać na głębokości co najmniej 0,7m na warstwie piasku o grubości 10cm z przykryciem również 10 cm piasku, a następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości co najmniej 15cm.

Jako ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi, wzdłuż całej trasy, co najmniej 25cm nad kablem, należy układać folię koloru niebieskiego (w przypadku kabla koordynacyjnego - folię koloru pomarańczowego) szerokości 20cm.

Przy skrzyżowaniu z innymi instalacjami podziemnymi lub z drogami, kabel należy układać w przepustach kablowych. Przepusty powinny być zabezpieczone przed przedostawaniem się do ich wnętrza wody i przed ich zamuleniem. Nie zaleca się wciąganie do jednego przepustu więcej niż dwóch kabli sterowniczych.

W miejscach skrzyżowań kabli z istniejącymi drogami o nawierzchni twardej, zaleca się wykonywanie przepustów kablowych metodą wiercenia poziomego.

Kabel ułożony w ziemi na całej swej długości powinien posiadać oznaczniki identyfikacyjne.

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.

Zaleca się przy masztach, szafie zasilająco-pomiarowej i sterowniku; pozostawienie zapasów eksploatacyjnych kabla długości 3,5 m na każdym podejściu.

Kabel sygnalizacyjny powinien zapewniać dwustronne zasilanie każdego sygnalizatora, tworząc pętlę zaczynającą i kończącą się na sterowniku.

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

Zaleca się wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, wykorzystywanie istniejącej kanalizacji teletechnicznej dla kabla koordynacyjnego.

Zbliżenia i odległości kabla od innych instalacji podano w tablicy 2.

Tablica 2. Odległości kabla sygnalizacyjnego od innych urządzeń podziemnych

Lp.	Rodzaj urządzenia podziemnego	Najmniejsza dopuszczalna odległość w cm	
		pionowa przy skrzyżowaniu	pozioma przy zbliżeniu
1	Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe sieci do 1kV	25	10
2	Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe sieci wyższe niż 1kV	50	10
3	Kable telekomunikacyjne	50	50
4	Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłone, gazowe z gazami niepalnymi	50 <sup>*)</sup>	50
5	Rurociągi z cieczami palnymi	50 <sup>*)</sup>	100
6	Rurociągi z gazami palnymi	wg PN-91/M-34501 [17]	
7	Części podziemne linii napowietrznych (ustój, podpora, odciążka)	-	80

8	Ściany budynków i inne budowle, np. tunele, kanały	-	50
---	--	---	----

\*) Należy zastosować przepust kablowy.

### 5.11. 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.

### 5.12. Montaż sterownika

Montaż sterownika należy wykonać według instrukcji dostarczonej przez producenta, która powinna zawierać wskazówki wymienione w p. 5.10.

### 5.13. Wykonanie dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej

System dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej dla instalacji oświetleniowej, do czasu ukazania się nowych przepisów, może być stosowany jako zerowanie lub uziemienie ochronne.

Jest to uzależnione od istniejącego systemu zastosowanego w konkretnej sieci zasilającej szafę zasilająco-pomiarową, oraz od warunków technicznych przyłączenia wydanych przez Zakład Energetyczny.

#### 5.13.1. Zerowanie

Zerowanie polega na połączeniu części przewodzących dostępnych z uziemionym przewodem ochronnym PE lub ochronno-neutralnym PEN i powodującym w warunkach zakłóceń odłączenie zasilania.

Połączenia te należy wykonać przewodem miedzianym o przekroju nie mniejszym niż 2,5 mm<sup>2</sup>.

Dodatkowo przy szafie pomiarowo-bezpiecznikowej, sterowniku i w najdalej od sterownika ustawionym maszcie, należy wykonać uziomy, których rezystancja nie powinna przekraczać 5 omów.

Zaleca się wykonywanie uziomu prętowego z użyciem prętów stalowych o 20 mm, nie krótszych niż 2,5m, połączonych bednarą ocynkowaną 25 x 4 mm.

Uziom z zaciskami zerowymi znajdującymi się w szafach i masztach, łączyć przewodami uziomowymi o przekrojach nie mniejszych od przekroju uziomu poziomego.

#### 5.13.2. Uziemienie

Uziemienie polega na połączeniu części przewodzących dostępnych z uziomami w sposób powodujący samoczynne odłączenie zasilania, w warunkach zakłóceń. Zaleca się wykonywanie uziomu taśmowego, układając w jednym rowie z kablem zasilającym i sterowniczym, bednarą ocynkowaną 25 x 4 mm, która następnie powinna być wprowadzona do szaf, gdzie należy ją połączyć z zaciskami ochronnymi.

W przypadku masztów stalowych typu MS i MSW, bednarę należy połączyć z masztami przez spawanie lub za pomocą 2 śrub M 8. Połączenia te powinny znajdować się 20 cm nad ziemią i być zabezpieczone farbą bitumiczną.

Ewentualne łączenie odcinków bednarki należy wykonywać przez spawanie.

Bednarka w ziemi nie powinna być układana płycej niż 0,6 m i powinna być zasypana gruntem bez kamieni, żwiru i gruzu.

Od zacisków ochronnych do elementów przewodzących dostępnych, należy układać przewody miedziane o przekroju nie mniejszym niż 2,5 mm<sup>2</sup>.

Przewody te powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

### 6.2. Wykopy pod fundamenty i kable

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

Po zasypaniu fundamentów, ustojów lub kabli należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu wg p. 5.2 oraz sprawdzić sposób usunięcia nadmiaru gruntu z wykopu.

### 6.3. 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.

### 6.4. Maszty z sygnalizatorami

Elementy masztów powinny być zgodne z dokumentacją projektową i STWiORB Sygnalizacja świetlna i zał. 1 STWiORB GDDKiA Lampy sygnalizatorów.

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

- dokładności ustawienia pionowego konstrukcji (zgodnie z p. 5.4 i 5.5),
- 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 osłony głowicy,
- stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów metalowych.

### 6.5. Linia kablowa

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,
- rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla.

Ponadto należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu nad kablem (jak w p. 5.2) i rozplantowanie nadmiaru ziemi.

### 6.6. Szafa zasilająco-pomiarowa

Sprawdzeniem należy objąć jakość wykonania i wykończenia opisaną w załączniku do rozporządzenia [10.2-1] oraz w STWiORB GDDKiA 2007 Sterownik sygnalizacji świetlnej.

### 6.7. Sterownik

Sprawdzeniem należy ująć jakość wykonania i wykończenia opisaną w załączniku do rozporządzenia [10.2-1] oraz w zał. 3 do ST STWiORB GDDKiA 2007 Sterownik sygnalizacji świetlnej.

### 6.8. Instalacja przeciwporażeniowa

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

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.

### 6.9. Sprawdzenie działania sygnalizacji

Sprawdzenie należy przeprowadzić wg załącznika do rozporządzenia [10.2-1] oraz STWiORB GDDKiA 2007 Sterownik sygnalizacji świetlnej.

### 6.10. 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. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

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

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

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

### **8.1. Ogólne zasady odbioru robót**

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

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 kable,
- wykonanie fundamentów i ustojów,
- ułożenie kabla z wykonaniem podsypki pod i nad kablem,
- wykonanie uziomów taśmowych.

### **8.3. Dokumenty do odbioru końcowego robót**

Do odbioru końcowego Wykonawca jest zobowiązany przygotować, oprócz dokumentów wymienionych w punkcie 8.5 ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne”:

- geodezyjną dokumentację powykonawczą,
- protokół z dokonanych pomiarów skuteczności zastosowanej ochrony przeciwporażeniowej,
- metrykę sygnalizacji, zawierającą podstawowe informacje o wykonanej sygnalizacji.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

### **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Cena 1 sztuki sygnalizacji świetlnej dla jednego skrzyżowania obejmuje:

- wyznaczenie robót w terenie,
- dostarczenie materiałów,
- wykopy pod fundamenty i kable,
- wykonanie fundamentów lub ustojów,
- zasypanie fundamentów, ustojów i kabli, zagęszczenie gruntu oraz rozplantowanie lub odwiezienie nadmiaru gruntu,
- wykonanie masztów z sygnalizatorami, szafy zasilająco-pomiarowej, sterownika (patrz zał.3 -STWIORB GDDKiA 2007 Sterownik sygnalizacji świetlnej) i instalacji przeciwporażeniowej,
- układanie kabli z podsypką i zasypką piaskową oraz z folią ochronną,
- podłączenie zasilania,
- przeprowadzenie prób w celu sprawdzenia działania sygnalizacji (patrz zał.3 -STWIORB GDDKiA 2007 Sterownik sygnalizacji świetlnej)
- 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 206-1   | Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność (W okresie przejściowym można stosować PN-B-06250:1988 Beton zwykły) |

4.	PN-EN 13242	Kruszywa dla niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym (W okresie przejściowym można stosować PN-B-11111:1996 Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Żwir i mieszanka, PN-B-11112:1996 Kruszywa mineralne. Kruszywo łamane do nawierzchni drogowych, PN-B-11113:1996 Kruszywa mineralne. Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych. Piasek)
5.	PN-85/B-23010	Domieszki do betonu. Klasyfikacja i określenia
6.	PN-EN 197-1	Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementu powszechnego użytku
7.	PN-EN 1008	Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
8.	PN-81/C-89203	Kształtki z nieplastifikowanego polichlorku winylu
9.	PN-80/C-89205	Rury z nieplastifikowanego polichlorku winylu
10.	PN-76/E-05125	Elektroenergetyczne linie kablowe. Projektowanie i budowa
11.	PN-91/E-05160/01	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Wymagania dotyczące zestawów badanych w pełnym i niepełnym zakresie badań typu
12.	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
13.	PN-93/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
14.	PN-91/M-34501	Gazociągi i instalacje gazownicze. Skrzyżowania gazociągów z przeszkodami terenowymi. Wymagania
15.	PN-86/O-79100	Opakowania transportowe. Odporność na narażanie mechaniczne. Wymagania i badania
16.	PN-83/T-90331	Telekomunikacyjne kable miejscowe z wiązkami czwórkowymi, pęczkowe o izolacji polietylenowej
17.	BN-68/6353-03	Folia kalandrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu suspensyjnego
18.	BN-88/6731-08	Cement. Transport i przechowywanie
20.	BN-87/6774-04	Kruszywa mineralne do nawierzchni drogowych. Piasek
21.	BN-83/8836-02	Przewody podziemne. Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze
22.	BN-77/8931-12	Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu
23.	BN-72/8932-01	Budowle drogowe i kolejowe. Roboty ziemne
24.	BN-89/8984-17/03	Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Linie kablowe. Ogólne wymagania i badania.
25.	PN-EN-12675:2002	Kontrolery sygnalizatorów. Funkcjonalne wymagania bezpieczeństwa.
26.	PN-HD 638 S1:2006	Systemy sygnalizacyjne ruchu.
27.	PN-E-90301:1976	Kable elektroenergetyczne o izolacji z tworzyw termoplastycznych i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.
28.	PN-E-90304:1976	Kable sygnalizacyjne o izolacji z tworzyw termoplastycznych i powłoce polwinitowej na napięcie znamionowe 0,6/1 kV.
29.	PN-E-05125:1976	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
30.	PN-E-90054:1987	Przewody elektroenergetyczne ogólnego przeznaczenia do układania na stałe. Przewody jednożyłowe o izolacji polwinitowej.

## 10.2. Inne dokumenty

1. Rozporządzenie MI z 3.07.2003 w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz. U. Nr 220 poz.2181) załącznik 3.
2. Przepisy budowy urządzeń elektrycznych. Warszawa 1980 r.
3. Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych. Dz.U. Nr 13 z dn. 10.04.1972 r.

4. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych - Część V. Instalacje elektryczne, 1973 r.
5. Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dn. 26.11.1990 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej. Dz.U. Nr 81 z dn. 26.11.1990 r.
6. Instrukcja zabezpieczeń przed korozją konstrukcji betonowych, nr 240 wyd. przez ITB w 1982 r.