

# **SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**E.01.00.00**

**ROBOTY ELEKTRYCZNE**



**SPIS TREŚCI:**

STWiORB E.01.00.00 – ROBOTY ELEKTRYCZNE.....	92
<b>1. Dane ogólne .....</b>	<b>92</b>
1.1. Nazwa zamówienia .....	92
1.2. Zakres stosowania SST .....	92
1.3. Przedmiot i zakres robót.....	92
1.4. Określenia podstawowe.....	92
1.5. Nazwy i kody CPV dla przewidzianych robót budowlanych .....	93
<b>2. Ogólny opis projektu.....</b>	<b>93</b>
2.1. Opis sygnalizacji świetlnej .....	93
<b>3. Materiały .....</b>	<b>93</b>
3.1. Materiały dla robót ziemnych.....	93
3.2. Materiały do wykonania fundamentu betonowego „na mokro” .....	93
3.3. Elementy gotowe.....	94
<b>4. Sprzęt .....</b>	<b>101</b>
<b>5. Transport materiałów i elementów .....</b>	<b>101</b>
<b>6. Wykonanie robót .....</b>	<b>102</b>
6.1. Ogólne wymagania dotyczące robót .....	102
6.2. Roboty ziemne – wykopy pod fundamenty i kanalizację kablową .....	102
6.3. Montaż kanalizacji kablowej.....	103
6.4. Montaż masztów sygnalizacyjnych.....	103
6.5. Układanie kabli .....	103
6.6. Montaż pojedynczych aparatów, odbiorników, szafek sterowniczych .....	103
6.7. Technologia montażu pętli detekcyjnych.....	105
6.8. Wykonanie ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu (dodatkowa).....	106
6.9. Wykonanie ochrony przeciwprzepięciowej .....	106
6.10. Montaż sygnalizatorów .....	107
6.11. Montaż sterownika .....	107
<b>7. Kontrola jakości robót .....</b>	<b>107</b>
7.1. Wykopy pod fundamenty i kanalizację .....	107
7.2. Fundamenty .....	107
7.3. Maszty z sygnalizatorami .....	107
7.4. Kanalizacja kablowa .....	108
7.5. Kable .....	108
7.6. Instalacja przeciwporażeniowa.....	108
7.7. Sterownik .....	108
7.8. Sprawdzenie działania sygnalizacji.....	108
7.9. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót .....	108
<b>8. Obmiar robót.....</b>	<b>109</b>
<b>9. Odbiór robót.....</b>	<b>109</b>
9.1. Ogólne zasady odbioru robót .....	109
9.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu .....	109
9.3. Odbiór ostateczny robót .....	109
<b>10. Cena jednostki obmiarowej.....</b>	<b>110</b>
<b>11. Podstawa płatności.....</b>	<b>110</b>
<b>12. Przepisy związane .....</b>	<b>110</b>

12.1.	Normy.....	110
12.2.	Inne dokumenty.....	112



## **STWiORB E.01.00.00 – ROBOTY ELEKTRYCZNE**

### **1. Dane ogólne**

#### **1.1. Nazwa zamówienia**

„Projekt instalacji sygnalizacji świetlnej w m. Śrem na skrzyżowaniu DW 434 (obwodnica) z DW 432 (ul. Gostyńska)”

#### **1.2. Zakres stosowania SST**

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna (SST) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1.

#### **1.3. Przedmiot i zakres robót**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z budową sygnalizacji świetlnej oraz kanalizacji kablowej w tym:

- zakupienie lub wykonanie urządzeń i materiałów;
- wykonanie wykopów, przepustów i innych robót przygotowawczych;
- wykonanie fundamentów;
- montaż studni kablowych i rur osłonowych;
- budowa linii kablowych eNN, sygnalizacyjnych, telekomunikacyjnych oraz wizyjnych;
- montaż konstrukcji wsporczych oraz sygnalizatorów świetlnych, i kamer wideodetekcji;
- wykonanie pętli detekcyjnych dla pojazdów;
- montaż urządzeń i osprzętu;
- budowa systemu wideo detekcji;
- oprogramowanie sterownika;
- pomiary, próby i uruchomienie sygnalizacji;

#### **1.4. Określenia podstawowe**

Określenia podane w niniejszej SST są zgodne z określeniami ujętymi w odpowiednich normach i przepisach, których zestawienie podano w punkcie 12.

- Konstrukcje wsporcze - elementy konstrukcyjne służące do zamocowania sygnalizatorów.
- Maszt sygnalizacyjny - stalowa konstrukcja wsporcza służąca do zamocowania sygnalizatora lub sygnalizatorów, osadzona bezpośrednio w gruncie lub na fundamencie prefabrykowanym.
- Fundament - konstrukcja żelbetowa zagłębiona w ziemi, służąca do utrzymania masztu w pozycji pracy.
- Kabel telekomunikacyjny - przewód wielożyłowy izolowany, przystosowany do przewodzenia prądu elektrycznego, mogący pracować pod i nad ziemią.
- Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa - ochrona części przewodzących dostępnych w wypadku pojawienia się na nich napięcia w warunkach zakłóceń.
- Sygnalizator - zestaw urządzeń optyczno-elektrycznych (komór sygnałowych) służących do wyświetlania sygnałów przeznaczonych dla uczestników ruchu.
- Sterownik - urządzenie techniczne zapewniające realizację założonego sposobu sterowania sygnałami świetlnymi;
- System wideo detekcji – zestaw urządzeń optyczno-elektrycznych służący do detekcji uczestników ruchu.

- Studnia kablowa – pomieszczenie podziemne wbudowane w ciągi kanalizacji kablowej umożliwiające wciąganie, montaż i konserwację kabli lub przynajmniej jedno z tych zadań.

### 1.5. Nazwy i kody CPV dla przewidzianych robót budowlanych

Przedmiot zamówienia objęty niniejszą ST odpowiada robotom opisanym kodem Wspólnego Słownika Zamówień (CPV) wg. Rozporządzenia Komisji Wspólnoty Europejskiej Nr 2151/2003 z 16.12.2003r.

45100000-8	Przygotowanie terenu pod budowę
45200000-9	Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych
45231400-9	Roboty budowlane w zakresie budowy linii energetycznych
45316212-4	Instalowanie świateł ruchu drogowego

## 2. Ogólny opis projektu

### 2.1. Opis sygnalizacji świetlnej

Wykonanie sygnalizacji świetlnej w m. Śrem na skrzyżowaniu DW 434 (obwodnica) z DW 432 (ul. Gostyńska).

## 3. Materiały

Parametry techniczne materiałów i wyrobów powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w projekcie i powinny odpowiadać wymaganiom (np. PN-EN PN) oraz przepisom dotyczącym budowy urządzeń elektrycznych. Materiały, wyroby i urządzenia, dla których wymaga się świadectw jakości, np. aparaty, kable, urządzenia prefabrykowane itp. należy dostarczać ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi, protokołami odbioru technicznego (np. w przypadku urządzeń prefabrykowanych).

### 3.1. Materiały dla robót ziemnych

- Do zasypywania rowów kablowych należy użyć żwir uziarniony jednofrakcyjny 2,0-8,0 mm
- Dla wykonania podsypki na dnie rowu kablowego oraz nasypiania warstwy piasku nałożonym w rowie kablu może być użyty piasek zwykły do betonu.
- Folia z tworzywa sztucznego do oznakowania trasy kabli barwy niebieskiej, grubości min. 0,5 mm i szerokości dopasowanej do ilości kabli w wykopie, jednak nie mniejszej niż 200 mm.

### 3.2. Materiały do wykonania fundamentu betonowego „na mokro”

#### 3.2.1. 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 odchyłen w betonowej konstrukcji.

#### 3.2.2. Beton

Klasa betonu powinna być zgodna z dokumentacją. Beton powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tablicy 1, według PN-EN 206-1:2003 [3].

Tablica 1. Wymagania dla betonu klasy C25/30 wg [3]

Właściwość	Wartość
Wytrzymałość gwarantowana betonu na ściskanie, MPa	30
Nasiąkliwość betonu, %	5
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-B-19701:1997 [6]. Cement

powinien być dostarczany w opakowaniach spełniających wymagania BN-88/6731-08 [14] i składowany w dobrze wentylowanych, suchych i zadaszonych pomieszczeniach.  
Kruszywo do betonu (piasek, grys) powinno odpowiadać wymaganiom PN-EN 12620:2004 [4].  
Woda powinna być odmiany „I”, zgodnie z wymaganiami PN-EN 1008:2004 [7].

### **3.3. Elementy gotowe**

#### **3.3.1. Kanalizacja kablowa**

Kanalizację kablową wykonać ze studni (z elementów prefabrykowanych o przybliżonych wymiarach 1,2x0,6x1,35, 0,6x0,6x0,95 i rur osłonowych HDPE o średnicy, 75 mm i 110 mm (pod jezdniami grubościennymi z utwardzonego polietylenu RHDPE o średnicy 110 mm). Studnie powinny posiadać wywietrzniki. Pod jezdniami stosować rury gładkie, o szczególnej wytrzymałości. W pozostałych miejscach rury giętkie (w zwojach), dwuścienne, wewnątrz gładkie, na zewnątrz karbowane. Kanalizacja winna spełniać wymogi norm: ZN-96/TPSA-004 [24], ZN-96/TPSA-012 [26] i ZN-96/TPSA-023 [27].

#### **3.3.2. Kable**

##### **3.3.2.1. Kable sygnalizacyjne**

Kable używane do sygnalizacji świetlnej powinny spełniać wymagania N SEP-E-004 [23]. Należy stosować kable o napięciu znamionowym 0,6/1 kV, wielożyłowe o żyłach miedzianych w izolacji polwinitowej. Stosować kable typu YKY i YKSY o przekroju żył 1,5 mm<sup>2</sup> i ilości żył zgodnej z projektem.

##### **3.3.2.2. Kable telekomunikacyjne do pętli detekcyjnych**

Jako kable do pętli zastosować kabel telekomunikacyjny typu XzTKMXpw 2x2x0,8. Kabel ten powinien spełniać normę PN-T-90335:1992 [12].

##### **3.3.2.3. Kable wizyjne do kamer wideodetekcji**

Jako kable wizyjne do kamer wideo detekcji zastosować kabel typu XzWDXpek 75-1,5/5.0 - kabel ziemny współosiowy (koncentryczny) do zastosowań zewnętrznych.

#### **3.3.3. Konstrukcje wsporcze**

Sygnalizatory należy mocować na konstrukcjach wsporczych, które powinny być usytuowane poza jezdnią drogi, na poboczu, chodniku lub na wysepce wyodrębnionej z jezdni przy pomocy krawężników – zgodnie z projektem wykonawczym. Konstrukcje wsporcze dla sygnalizatorów powinny być stabilne i zapewniać właściwe umieszczenie urządzeń wyświetlających w stosunku do drogi. Konstrukcje powinny być zabezpieczone antykorozyjnie za pomocą cynkowania oraz dwukrotnego malowania emalią poliuretanową na podkładzie poliuretanowym przeznaczonym do powierzchni cynkowych. Grubość ścianki słupów ocynkowanych min. 4mm. Konstrukcje powinny spełniać normy: PN-B-03200:1990 [33], PN-B-02011:1977 [35], PN-B-02003:1982 [34], PN-B-02013:1987[36].

#### **3.3.4. Źródła światła**

W sygnalizatorach świetlnych jako źródła światła zastosować diody LED. Źródła powinny być przechowywane w pomieszczeniach o temperaturze nie niższej niż -5°C i wilgotności względnej powietrza nie przekraczającej 80%, w opakowaniach wg PN-EN 24180-1:2002 [13].



### 3.3.5. Sygnalizatory

Sygnalizatory dla sygnalizacji świetlnej ruchu drogowego powinny spełniać wymagania zawarte w Rozporządzeniu [1a]. Podstawowym elementem sygnalizatora jest komora sygnałowa; sygnalizatory składają się z 2. do 4. komór sygnałowych.

Dla zapewnienia właściwej czytelności wyświetlanego sygnału powierzchnia czołowa komory powinna być czarna.

Konstrukcja komory powinna umożliwiać:

- ustawienie jej pod kątem w płaszczyźnie pionowej i poziomej,
- połączenie kilku komór w zestawy.

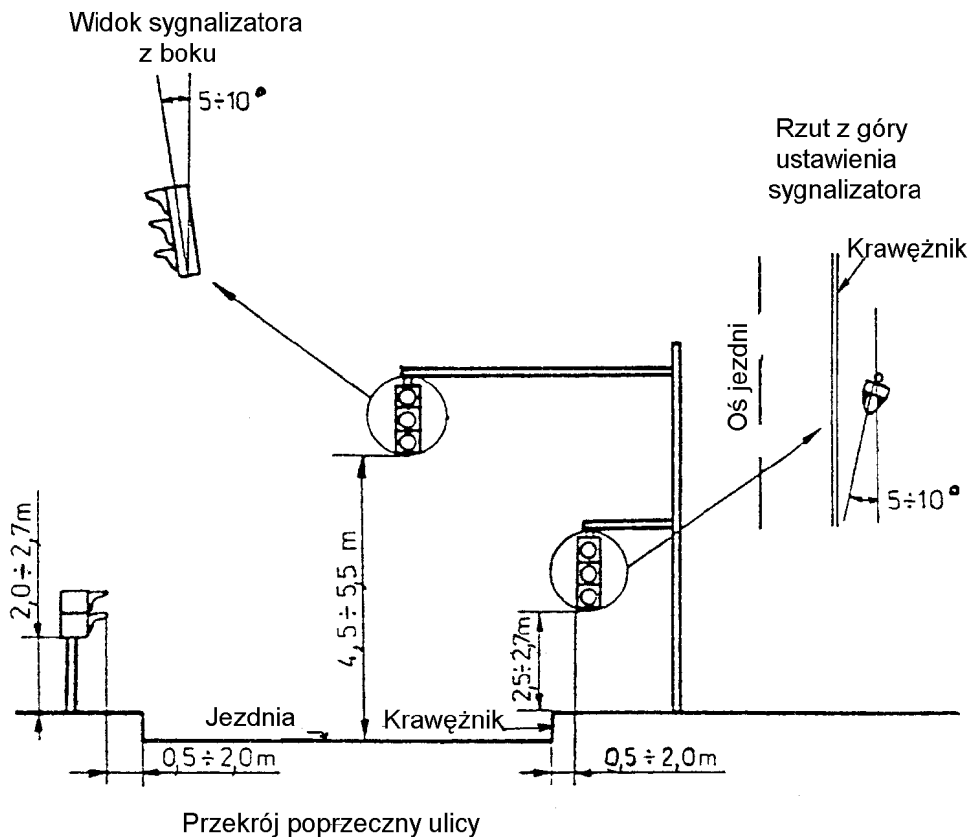
Soczewki w komorach sygnałowych powinny mieć średnice:

- dla pojazdów : 300 mm, wyjątek : komora strzałki jazdy warunkowej – 200 mm,
- dla pieszych i rowerzystów : 200 mm.

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 . Zaleca się stosowanie soczewek przeciwoodblaskowych. Sygnalizatory powinny być zlokalizowane w stosunku do drogi zgodnie z rysunkiem 1.

Sygnalizatory świetlne muszą posiadać następujące cechy :

- a) mocowanie dwupunktowe,
- b) konsole aluminiowe mocowanie na opaski lub śruby, umożliwiające montaż elementu stykającego się z masztem ("stopki") zarówno w górę jak i w dół, a elementu stykającego się z komorą sygnalizacyjną w dowolnym kierunku w płaszczyźnie pionowej,
- c) budowa modułowa umożliwiająca wykorzystanie elementów lampy w celach serwisowych, w tym co najmniej : wkład diodowy, soczewki, śruby i nakrętki wieńcowe, drzwiczki, daszki, uszczelki, komory sygnalizatora, blok zaciskowy,
- d) daszek mocowany tylko za pomocą elementów przewidzianych przez producenta, czyli bez dodatkowych elementów mocujących takich jak śruby, nity, kołki,
- e) połączenie komór sygnalizatora między sobą i do konsoli za pomocą śrub i nakrętek wieńcowych lub pierścienia sprężystego, przy czym konstrukcja i wytrzymałość poszczególnych elementów powinna być taka, że w przypadku uderzenia pojazdu w maszt uszkodzeniu winny ulegać elementy łączące, a nie komora sygnalizacyjna,
- f) wytrzymałość mechaniczna o poziomie IR3,
- g) obudowa wykonana z poliwęglanu czarnego, odpornego na działanie promieniowania UV,
- h) drzwiczki wyposażone w uszczelkę obwodową,
- i) możliwość dowolnego montażu drzwiczek (otwieranie w prawo lub w lewo bez demontażu komory),
- j) obudowa spełniająca wymagania IP 54,
- k) zakres pracy temperatury -40 °C do +60 °C,
- l) wkład diodowy:
  - emitujący równomierne (jednolite) światło na całej powierzchni soczewki (brak pojedynczych punktów światła widocznych z bliska i z daleka - od 1.do 100. m),
  - posiadający układ optyczny z zespołem od 3 do 10 diod LED umieszczonych w ognisku soczewki, który powoduje kompensację świecenia w przypadku uszkodzenia jednej z diod,
  - posiadający soczewki z wytrzymałością mechaniczną na poziomie IR3,
  - o poborze mocy minimum 12VA dla każdego koloru,
  - o stopniu ochrony IP 65,
  - montowany w drzwiczkach za pomocą elastycznej uszczelki,
  - wymiar zewnętrzny wkładu Ø209mm±1mm dla wkładów Ø200 oraz Ø299,5mm±1mm dla wkładów Ø300
  - klasa fantomowa 5 lub 4,
- m) dla sygnalizatorów na wysięgniku ekran kontrastowy pełny (nie żaluzjowy) o szerokości 650 mm,
- n) mocowanie sygnalizatora na wysięgniku musi mieć wytrzymałość odpowiednią do miejscowej strefy wiatrowej.



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

### 3.3.6. Konsole

Jako konsole do montowania sygnalizatorów na konstrukcjach wsporczych, stosować mocowania masztowe i mocowania wysięgnikowe dostarczone przez producenta sygnalizatorów.

### 3.3.7. Wideodetekcja i transmisja obrazu

Wymagania dla systemu wideodetekcji:

1. System wideodetekcji powinien składać się z następujących elementów:
  - kamer w obudowach wyposażonych w odpowiednie uchwyty umieszczonych na konstrukcjach zgodnie z projektem,
  - modułów wideodetekcji (wideodetektorów) przetwarzających obraz z kamer umieszczonych w szafie sterownika sygnalizacji świetlnej,
  - przewodów zasilania kamer typu YKY 3\*1,5 (1\*1,0) prowadzonych pomiędzy sterownikiem sygnalizacji świetlnej a listwami zasilania w masztach sygnalizacyjnych oraz przewodów OWY 3\*1,5 (3\*1,0) prowadzonych pomiędzy listwami zasilania w masztach a każdą z kamer,
  - przewodów transmisji obrazu typu XzWDXpek 75-1,5/5,0 prowadzonych pomiędzy sterownikiem sygnalizacji świetlnej a każdą z kamer.
2. Obudowy kamer powinny posiadać stopień ochrony co najmniej IP65 i być wyposażone w grzałki z termostatami.
3. Kamery powinny być wyposażone w obiektywy o regulowanej ogniskowej umożliwiające precyzyjne ustawienie na obiekcie optymalnej ostrości pola widzenia

kamery dla określonych przez projekt stref detekcji (wymagana regulacja AUTO-IRYS).

4. Wideodetektory powinny być umieszczone w sterowniku sygnalizacji świetlnej, który należy wyposażać w moduły transmisji danych.
5. Każdy z wideodetektorów powinien umożliwiać zdefiniowanie minimum 25 stref detekcji wirtualnej dla jednej kamery. Wideodetektor powinien umożliwiać programowe deklarowanie na wynikach detekcji dla poszczególnych stref funkcji logicznych OR, AND, NAND, MzN oraz operacji filtracji i wydłużania zgłoszeń obecności pojazdów.
6. Strefy detekcji wirtualnej powinny mieć możliwość eliminowania wzbudzeń od poruszających się cieni. Możliwe powinno być programowanie na wideodetektorze dla poszczególnych stref detekcji wirtualnej
  - identyfikacji pojazdów kierunku poruszających się zgodnie z kierunkiem ruchu,
  - identyfikacji pojazdów poruszających się przeciwnie do kierunku ruchu,
  - obecności pojazdów w strefie,
  - detekcji pojazdów stojących.
7. Ilość wyjść transmisji równoległej wyprowadzonych z jednego wideodetektora powinna wynosić minimum 16.
8. System wideodetekcji (wideodetektor + kamera) powinien umożliwiać detekcję pojazdów do odległości minimum 120m od kamery.
9. Wideodetektor powinien umożliwiać przesłanie do sterownika sygnalizacji świetlnej informacji o złej widoczności uniemożliwiającej prawidłową detekcję pojazdów.
10. Wideodetektor powinien umożliwiać podgląd obrazów przesyłanych przez kamerę w czasie rzeczywistym.
11. System wideodetekcji powinien posiadać możliwość rozbudowy o wideoserwer w celu przesyłania obrazu z kamer do centrum monitorowania.
12. System wideodetekcji powinien posiadać możliwość zdalnej zmiany parametrów.
13. System wideodetekcji powinien posiadać możliwość obserwacji obrazu z kamer z naniesionymi na nim lokalizacjami stref wideodetekcji oraz powinien umożliwiać obserwację w czasie rzeczywistym pojawiania się zgłoszeń w tych strefach.

Lokalizację kamer pokazano w części rysunkowej.

#### Wytyczne do instalowania kamer

##### Zasilanie kamer

- Przewody zasilający i wizyjny między sterownikiem a kamerami umieszczonymi na konstrukcjach wsporczych prowadzić w rurach ochronnych.
- Kamery są zasilane napięciem 230V.
- Od sterownika do każdego ze słupów poprowadzić przewód zasilający YKY 3x1,5mm<sup>2</sup> (z żyłą ochronną).
- W słupie umieścić listwę zaciskową, od której należy wyprowadzić zasilanie kamery przewodem OWY 3x1,5 mm<sup>2</sup> (z żyłą ochronną). Przewód ten biegnie wewnątrz słupa i wewnątrz rury wysięgnika kamery.
- W pobliżu końca ramienia wysięgnika przewód wyprowadzić od spodu ramienia poprzez otwór zabezpieczony przepustem kablowym. Pozostawić co najmniej 2.7m przewodu na zewnątrz ramienia wysięgnika dla swobodnego montażu do kamery (położenie kamery na ramieniu wysięgnika będzie wyznaczone podczas końcowej instalacji).

#### Wymagania dla urządzeń i systemu transmisji obrazu

Kamery powinny być wyposażone w obiektywy o regulowanej ogniskowej umożliwiające precyzyjne ustawienie na obiekcie optymalnej ostrości pola widzenia kamery dla określonych przez projekt stref detekcji (wymagana regulacja AUTO-IRYS).

Kamery powinny umożliwiać obserwację pojazdów do odległości minimum 120m od kamery.

#### Wymagania w odniesieniu do wideoserwerów

- obsługa kamer w ilości zgodnie z projektem

- możliwość uzyskania transferu minimum 15 klatek na sek. przy rozdzielczości 352x288 w trybie PAL i jednoczesnym transferze obrazu z 4 kamer
- detekcja ruchu obiektów w polu widzenia kamer, generowanie alarmów
- możliwość ograniczania przepustowości łącza wykorzystywanego przez serwer wideo w zakresie od 64kbit/sek do 2Mbit/sek.
- wbudowane wejścia cyfrowe
- wbudowane wyjścia przekaźnikowe
- obsługa protokołów TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP, Telnet, NTP, DNS, DHCP
- wyjścia 10BaseT Ethernet oraz 100BaseT FastEthernet
- kompresja wideo JPEG, MJPEG
- sterowanie kamerami obrotowymi PAN/TILT/ZOOM

### 3.3.8. Kamery

Kamery zamontować na wysokości 6 do 7 m za pośrednictwem wspornika przewidzianego przez producenta.

### 3.3.9. 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 włamaniem. Sterownika wyposażony jest 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-IEC 439-1:1994 [11] i Rozporządzenia [1a].

Konfiguracja sterownika:

- 6 grup sygnalizacyjnych
- 6 wejść pętli indukcyjnych
- system wideodetekcji do współpracy z 4 kamerami dla detekcji pojazdów w 7 strefach + 4 kamery z obiektowymi i obudowami
- izolowany
- ściemniacz
- panel policyjny
- moduł GPRS do monitorowania sygnalizacji
- UPS 1000VA z podtrzymaniem sterownika przez 10min.
- zaprogramowany
- pomiary, próby, uruchomienie sygnalizacji świetlnej i systemu wideodetekcji
- sterownik przystosowany do docelowej rozbudowy o:
- 8 wejść przycisków zgłoszeniowych
- 4 wyjścia potwierdzenia zgłoszenia
- 1 wyjście blokujące sygnały akustyczne (12 zacisków dla podłączenia kabli)

Wymagania dla sterownika:

- **Konstrukcja 2-procesorowa** – osobno funkcjonujące niezależnie od siebie mikrokomputery sterowania i nadzoru oraz 2 działające niezależnie od siebie tory pomiarów napięć i prądów zaimplementowane na pakietach wykonawczych. W sterowniku powinny być wydzielone **osobne magistrale** – magistrala toru sterowania i magistrala nadzoru.
- **Oba** mikrokomputery: sterowania i nadzoru 32-bitowe.
- Wbudowany interfejs obsługi w postaci wyświetlacza LCD oraz klawiatury.

- Napięcie sieci doprowadzone do układów wykonawczych sterujących sygnałami świetlnymi winno być doprowadzone przez układ 4 styczników, które umożliwiają
  - o **odłączenie napięcia sieci** od obwodów sygnałów czerwonych i zielonych (etap I),
  - o **odłączenie napięcia sieci od** obwodów sygnałów żółtych (etap II).
- **Załączanie zasilania** sieciowego układów wykonawczych, sterujących sygnałami świetlnymi **zdublowane** – osobne styczniki załączania zasilania sterowane przez mikrokomputer sterowania i mikrokomputer nadzoru.
- Ciągły pomiar napięcia zasilania sterownika - **spadek** napięcia zasilania **poniżej zadanego progu**, deklarowanego w [V] przez obsługę **powinien skutkować wyłączeniem sygnalizacji**, powrót napięcia do poprawnej wartości powinien powodować automatyczne załączenie sygnalizacji. Aktualna wartość napięcia sieci winna być udostępniana użytkownikowi na wyświetlaczu LCD. Należy zapewnić możliwość programowania wartości progowej przy pomocy wyświetlacza i klawiatury sterownika przez użytkowników o odpowiednio wysokich uprawnieniach.
- Wbudowany **moduł kontroli** realizujący funkcje **watchdogów mikrokomputerów** sterowania i nadzoru powodujący załączenie sygnałów żółtych pulsujących w przypadku awarii jednego z mikrokomputerów lub wyłączenie sygnalizacji w przypadku awarii obu mikrokomputerów.
- Eliminacja **stanów** sygnalizacji **niebezpiecznych** dla ruchu winna następować w czasie **< 0,3s**.
- Realizacja funkcji **światła żółtego-pulsującego serwisowego** – sygnały żółte-pulsujące na sygnalizatorach, sterowanie diod LED pakietów wykonawczych zgodnie z wybranym programem 'kolorowym'.
- Wbudowane **łącza szeregowo** umożliwiające dołączenie urządzeń transmisji danych z systemem centralnego sterowania oraz terminala diagnostycznego (komputera PC).
- Wbudowane **łącze Ethernet (RJ45)** umożliwiające dołączenie urządzeń transmisji danych z systemem centralnego sterowania oraz terminala diagnostycznego (komputera PC).
- **Zdublowane układy pomiarów** napięć i prądów w torach sygnałów świetlnych (**osobne** układy pomiarowe dla **toru sterowania i toru nadzoru**). Oba układy mierzące napięcie lub prąd w tym samym kanale powinny działać w pełni **niezależnie** od siebie i być dołączone jeden do komputera sterowania, a drugi do komputera nadzoru.
- **Wyświetlanie** na wyświetlaczu LCD aktualnych **wartości napięć w torach sygnałów świetlnych** w woltach i pobieranej **mocy w torach sygnałów czerwonych** w watach
- Dynamiczne **deklarowanie (programowanie) przy pomocy wyświetlacza i klawiatury** wartości **progów** kontroli napięć (z krokiem **1 V**) i mocy (z krokiem **0,1 W**).
- Dynamiczne **deklarowanie (programowanie) przy pomocy wyświetlacza i klawiatury** 2 progów kontroli prądowej dla świateł czerwonych – **prog awarii i prog ostrzegania**. Spadek mocy pobieranej w kanale poniżej progów ostrzegania powoduje zapis do logu, spadek mocy w kanale poniżej progów awarii - załączenie światła żółtego-pulsującego.
- **Dostęp do menu** na wyświetlaczu terminala wewnętrznego możliwy po wprowadzeniu przez użytkownika jego **kodu PIN**, z 3 różnymi poziomami uprawnień.
- **Przechowywanie** w dziennikach zdarzeń (logach) min. **1.000** komunikatów o wykrytych zdarzeniach i awariach. Komunikaty powinny być prezentowane w języku polskim. Dla komputera sterowania i komputera nadzoru powinny być zaimplementowane wydzielone dzienniki zdarzeń.
- Sterownik winien umożliwiać odczyt dzienników zdarzeń – logów poprzez port PC do notebooka. **Oprogramowanie umożliwiające odczyt logów winno być dostarczone razem ze sterownikiem.**
- **Sterownik powinien być kompatybilny ze sterownikami zainstalowanymi na sąsiednich skrzyżowaniach.**
- Realizacja **pomiarów** ruchu w kwantach **1, 5, 15, 30** minutowych oraz **1, 2, 6 i 24 h** w okresie **min. 90 dni dla 64 punktów pomiarowych.. Do sterownika należy dołączyć oprogramowanie do programowania pomiarów w sterowniku oraz odczytu danych.**

- Wbudowany moduł interfejsu z **symulatorem** ruchu **Vissim** firmy PTV.  
Przełączenie z trybu przetwarzania zgłoszeń rzeczywistych w tryb symulacji zgłoszeń generowanych przez symulator.
- Możliwość realizacji przez sterownik 3 okresów sygnału zielonego akomodowanego w każdej grupie sygnałowej kołowej. Każdy z w/w okresów powinny charakteryzować następujące parametry :
  - o luka czasowa okresu akomodacji,
  - o maksymalna długość okresu akomodacji.Zmiana okresu akomodacji winna być realizowana zgodnie z zaprogramowanymi warunkami logicznymi.  
Sterownik winien umożliwiać realizację okresu akomodacyjnego 'bezpiecznego zjazdu' – dodatkowe wydłużenie sygnału zielonego jeżeli po realizacji maksymalnej długości sygnału w strefie dylematu znajduje się pojazd.
- Sterownik winien umożliwiać dynamiczne **deklarowanie (programowanie) przy pomocy wyświetlacza i klawiatury sterownika** przez użytkownika o odpowiednio wysokim poziomie dostępu
  - o wartości luk czasowych akomodacji,
  - o wartości czasów międzyzielonych sterowania,
  - o wartości czasów międzyzielonych wydłużania ewakuacji,
  - o wartości maksymalnych długości poszczególnych okresów akomodacji,
  - o dołączenia/odłączenia detektora do/od logiki sterującej lub zastąpienia detektora stałym zgłoszeniem/stałym brakiem zgłoszenia lub zastąpienia detektora procedurą programową symulującą zgłoszenia na detektorze,
  - o zmian w harmonogramie selekcji programów sygnalizacji,Deklarowanie w/w wartości winno także być możliwe z notebooka – należy w tym celu dostarczyć Zamawiającemu odpowiednie oprogramowanie.
- Możliwość pełnego przetestowania reakcji sterownika na zgłoszenia od uczestników ruchu. Sterownik winien umożliwiać za pośrednictwem portu szeregowego współpracę z **symulatorem zgłoszeń**. Przy pomocy symulatora zgłoszeń możliwe winno być symulowanie dowolnych kombinacji zgłoszeń odpowiadających zgłoszeniom na detektorach.
- Sterownik winien zapewniać możliwość **zadeklarowania przy pomocy wyświetlacza i klawiatury sterownika nadzoru granicznej wartości utrzymywania się zgłoszenia lub jego braku** wraz z możliwością **deklarowania przez sterownik sposobu reakcji na przekroczenie wartości granicznej** (ignorowanie zgłoszenia, stałe zgłoszenie, przełączenie na harmonogram awaryjny, automatyczna symulacja zgłoszenia).
- Sterownik winien mieć wbudowany nadzór maksymalnego czasu oczekiwania na obsługę zgłoszenia (przekroczenie wartości granicznej winno powodować przejścia do realizacji harmonogramu awaryjnego).
- **Razem ze sterownikiem winno zostać dostarczone oprogramowanie (nadające się do zainstalowania na komputerze przenośnym typu notebook) umożliwiające :**
  - o ładowanie programów sygnalizacji do sterownika,
  - o odczyt dzienników zdarzeń ze sterownika,
  - o programowanie i odczyt wyników pomiarów ruchu ze sterownika,
  - o zmianę parametrów sterowania w poszczególnych grupach sygnalizacyjnych (długości sygnałów minimalnych, okresów akomodacji, czasów międzyzielonych wydłużania ewakuacji realizowanego przez pętle wydłużania ewakuacji).
- Obudowa aluminiowa z 5 letnią gwarancją.
- Sterownik powinien zostać wyposażony w ściemniacz służący do obniżania jasności świecenia sygnalizatorów w godzinach nocnych.
- Sterownik powinien zostać wyposażony w modem GPRS do monitorowania sygnalizacji świetlnej.

- **Sterownik powinien spełniać wymagania następujących przepisów i norm :**
    - **Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 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 wraz z Załącznikiem Nr 3 do w/w Rozporządzenia 'Szczegółowe warunki techniczne dla sygnałów drogowych i warunki ich umieszczania na drogach'**
    - **PN-EN 50556 Systemy sygnalizacji ruchu drogowego**  
**Wymagana realizacja klas T1, V2, AF1, AG4, X2, AM1, AB2, AE3**
    - **PN-EN 50293 Kompatybilność elektromagnetyczna EMC – Systemy sygnalizacji ruchu drogowego Norma wyrobu**
    - **PN-EN 12675 Kontrolery sygnalizatorów Funkcjonalne wymagania bezpieczeństwa**  
**Wymagana realizacja klas AA1, AF1, BA1, BB1, BC1, CA1, CB1, CC1, CE1, DA1, FB1, FC1, GA1**
- Spełnienie wymagań w/w przepisów powinno być potwierdzone badaniami wykonanymi przez niezależne jednostki badawcze.**

**Dostarczenie certyfikatów badań będzie warunkiem koniecznym akceptacji sterownika przez Zamawiającego.**

## **4. Sprzęt**

Urządzenia pomocnicze, transportowe i ochronne stosowane przy robotach elektrycznych powinny odpowiadać ogólnie przyjętym wymaganiom, co do ich jakości oraz wytrzymałości.

Maszyny, urządzenia i sprzęt zmechanizowany używane na budowie powinny mieć ustalone parametry techniczne i powinny być ustawione zgodnie z wymaganiami producenta oraz stosowane zgodnie z ich przeznaczeniem.

Urządzenia i sprzęt zmechanizowany podlegające przepisom o dozorze technicznym, eksploatowane na budowie, powinny mieć aktualnie ważne dokumenty uprawniające do ich eksploatacji.

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

- żurawia samochodowego,
- samochodu specjalnego linowego z platformą i balkonem,
- spawarki transformatorowej do 500 A,
- zagęszczarki wibracyjnej spalinowej 70 m<sup>3</sup>/h,
- ręcznego zestawu świrdrów do wiercenia poziomego otworów do średnicy 15 cm,
- sprężarki.

Sprzęt musi spełniać wymagania o których mowa w ST.

## **5. Transport materiałów i elementów**

Środki i urządzenia transportowe powinny być odpowiednio przystosowane do transportu materiałów, elementów, konstrukcji urządzeń itp. niezbędnych do wykonania danego rodzaju robót elektrycznych. W czasie transportu należy zabezpieczyć przemieszczane przedmioty w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu.

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

- samochodu skrzyniowego,

- samochodu dostawczego,
- samochodu samowyladowczego,
- przyczepy do przewożenia kabli.

W czasie transportu, załadunku i wyładunku oraz składowania aparatury elektrycznej i urządzeń rozdzielczych należy przestrzegać zaleceń wytwórców.

Zaleca się dostarczenie urządzeń i ich konstrukcji oraz aparatów bezpośrednio przed montażem, w celu uniknięcia dodatkowego transportu wewnętrznego z magazynu budowy. Stosowane środki i urządzenia transportowe winny spełniać warunki ustaw o transporcie drogowym.

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

## **6. Wykonanie robót**

### **6.1. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w specyfikacji D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.6.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową.

Rodzaje (typy) kabli, urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do budowy linii powinny być zgodne z podanymi w dokumentacji projektowej. Zastosowanie do budowy linii innych rodzajów kabli i osprzętu niż wymienione w dokumentacji projektowej dopuszczalne jest jedynie pod warunkiem wprowadzenia do dokumentacji projektowej zmian, uzgodnionych w obowiązującym trybie z Inwestorem i Projektantem.

#### **6.1.1. Prowadzenie robót wymaga**

Stosowania się do warunków i wymagań podanych w przepisach związanych oraz uzgodnień wykonania robót z jednostkami utrzymującymi dane obiekty.

#### **6.1.2. Odbiór placu budowy**

Przed rozpoczęciem robót elektrycznych wykonawca powinien zapoznać się z obiektem budowlanym (lub terenem), gdzie będą prowadzone roboty oraz stwierdzić odpowiednie przygotowanie frontu robót.

Odbiór placu budowy przez wykonawcę powinien być dokonany komisyjnie z udziałem zainteresowanych stron i udokumentowany spisaniem protokołu.

#### **6.1.3. Koordynacja robót elektrycznych z innymi robotami**

Koordynacja robót budowlano-montażowych poszczególnych rodzajów powinna być dokonywana we wszystkich fazach.

Koordynacja należy objąć projekt organizacji budowy, szczegółowy harmonogram robót elektrycznych oraz pomocnicze roboty ogólnobudowlane związane z robotami elektrycznymi.

### **6.2. Roboty ziemne – 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.

Metoda wykonywania robót ziemnych powinna być dobrana w zależności od głębokości wykopu, ukształtowania terenu oraz rodzaju gruntu. Pod fundamenty prefabrykowane zaleca się wykonywanie wykopów wąsko-przestrzennych ręcznie. Ich obudowa i zabezpieczenie przed osypaniem powinno odpowiadać wymaganiom PN-B-10736:1999 [16].

Wykopy pod maszty 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-B-06050:1999 [2].

Wykop rowu dla kanalizacji powinien być zgodny z dokumentacją projektową. 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 wykonać zgodnie z normą PN-S-02205:19998[9] z wymianą gruntu na żwir lub pospółkę, zagęszczać warstwami o grubości odpowiedniej dla zastosowanego sprzętu zagęszczającego, aby uzyskać współczynnik zagęszczenia równy 1,0 potwierdzony przez laboratorium drogowe. Zagęszczenie należy wykonywać w taki sposób, aby nie spowodować uszkodzeń fundamentu lub kanalizacji.

Nadmiar gruntu z wykopu, pozostający po zasypaniu fundamentu lub kanalizacji należy wywieźć.

### 6.3. Montaż kanalizacji kablowej

Przy wykonywaniu przepustów pod drogami przeznaczonymi do ruchu kołowego odległość między górną częścią osłony a powierzchnią drogi nie powinna być mniejsza niż 100 cm. Dla terenów bez nawierzchni odległość między górną częścią osłony a powierzchnią gruntu powinna wynosić co najmniej 70 cm, pod chodnikami co najmniej 50 cm. Odległość pomiędzy powierzchniami zewnętrznymi rur prowadzonych obok siebie powinna wynosić minimum 5 cm. Rury układać należy w wykopie otwartym na podsypce z piasku frakcji 0-8 mm i grubości min. 10 cm. Grubość warstwy piasku nad rurą nie może być mniejsza niż 10 cm. Wypełnienie do poziomu gruntu może być wykonane z przesianego materiału dostępnego na miejscu. Rury należy układać ze spadkiem co najmniej 0,1% w kierunku studzienki kablowej. Metodę ułożenia przepustów pod jezdniami (przekop otwarty lub przewiert ręczny) określi projekt budowlany. Zastosować rury w kolorze niebieskim (kable do 1kV) Wprowadzenie rur do studzienki uszczelnić pianką silikonową.

### 6.4. Montaż masztów sygnalizacyjnych

Maszty powinny być posadowione przy zastosowaniu kręgów betonowych, zabezpieczone antykorozyjnie poprzez cynkowanie galwaniczne lub cynkowanie natryskowe. Maszt należy ustawiać tak, aby otwory do mocowania sygnalizatorów znajdowały się na odpowiednich kierunkach, a wychylenie jego od pionu nie przekraczało 0,001 wysokości masztu.

### 6.5. Układanie kabli

Kable należy układać w projektowanej kanalizacji kablowej. Układanie kabli powinno być zgodne z normą N SEP-E-004 [23] i BN-89/8984-17/03 [19]. Temperatura otoczenia przy układaniu kabli nie powinna być mniejsza niż 0°C. Kable powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp. Kabel można zginać jedynie w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, jednak nie mniejszy niż 10-krotna zewnętrzna jego średnica. Kabel powinien posiadać oznaczniki identyfikacyjne.

Zaleca się przy masztach, szafie zasilająco-pomiarowej i sterowniku; pozostawienie zapasów eksploatacyjnych kabla długości 0,5m na każdym podejściu.

Po ułożeniu należy zmierzyć ciągłość żył i 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.

### 6.6. Montaż pojedynczych aparatów, odbiorników, szafek sterowniczych

#### 6.6.1. Mocowanie obudowy

Aparaty, odbiorniki, szafki rozdzielcze i sterownicze należy mocować zgodnie ze wskazaniami podanymi w instrukcji montażowej wytwórcy i uwzględniając następujące warunki:

- jeżeli urządzenie jest mocowane na konstrukcji, należy ją uprzednio umocować zgodnie z projektem, jeżeli mocowanie tej konstrukcji nie zostało wykonane przy robotach budowlanych.

- konstrukcję pod urządzenie należy mocować do podłoża w zależności od jej rodzaju za pomocą w betonowanych kotew, kołków rozporowych, spawania, śrub lub wkrętów oraz przewidzianych do tego celu elementów konstrukcyjnych.
- urządzenia (aparaty, odbiorniki, tablice) należy mocować śrubami lub wkrętami do stalowych konstrukcji (ewentualnie aparaty w rozdzielnicach przez mocowanie zatrzaskowe na prefabrykowanych listwach montażowych), natomiast do podłoża (ściana, strop) na kołkach kotwiących rozporowych lub w betonowanych kotwach. Śruby należy umieszczać we wszystkich otworach urządzenia służących do ich mocowania.

#### **6.6.2. Kable i przewody**

Przed przystąpieniem do prac elektro-montażowych sprawdzić prawidłowość mocowania i ustawienia aparatów i odbiorników.

Wprowadzenie przewodów do urządzeń (aparaty, odbiorniki, tablice) należy wykonać zgodnie ze wskazówkami podanymi w instrukcji montażowej wytwórcy i uwzględniając następujące warunki:

- w miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne przewody doprowadzone muszą być chronione.
- przewody wychodzące z rur powinny być zabezpieczone przed mechanicznymi uszkodzeniami izolacji, np. przez założenie tulejek izolacyjnych.
- przewody odbiorników i aparatów nie powinny przenosić naprężeń, a przewód ochronny powinien mieć większy nadmiar długości niż przewody robocze.
- zewnętrzne warstwy ochronne przyłączonych przewodów wolno usuwać tylko z tych części przewodu, które po podłączeniu będą niedostępne.
- przy połączeniu odbiornika lub aparatu z instalacją w rurze stalowej należy wykonać połączenie za pomocą króćca umożliwiającego demontaż aparatu bez demontowania rury.
- w przypadku, gdy instalacja jest wykonana przewodami tabelkowymi lub oponowymi a aparat lub odbiornik jest zaopatrzony w dławik, należy uszczelnić przewód zgodnie z warunkami wykonania instalacji szczelnych.

#### **6.6.3. Przyłączenie pod zaciski**

Miejsca przyłączy żył przewodów z zaciskami odbiorników powinny być dokładnie oczyszczone. Samo połączenie musi być wykonane w sposób pewny pod względem elektrycznym i mechanicznym oraz zabezpieczone przed osłabieniem siły docisku i korozją. Ponadto należy zachować następujące wymagania:

- żyła przewodu powinna być pozbawiona izolacji tylko na długości niezbędnej dla prawidłowego połączenia z zaciskiem.
- koniec żyły wielodrutowej należy zabezpieczyć przed możliwością oddzielenia się poszczególnych drutów lub skrętek np. przez końcówkę lub zaprasowaną tulejkę (dopuszcza się zakończenia z dobrze pocynowanym końcem w przypadku przewodów z żyłami Cu).
- długość żył wprowadzonych do odbiornika lub aparatu powinna umożliwiać przyłączenie ich do dowolnego zacisku.
- końce żył przewodów wprowadzonych do odbiornika, a nie wykorzystanych należy izolować i unieruchomić.
- na żyły należy założyć oznaczniki (z symbolami zgodnymi ze schematem) z materiału izolacyjnego.
- żyły przewodów powinny być oznaczone zgodnie z normą PN-EN 60446:2008[37], PN-HD 308 S2:2007[38]

#### **6.6.4. Cechowanie urządzeń, odbiorników i aparatów**

Każde urządzenie, aparat i odbiornik należy oznakować symbolem zgodnym ze schematem. Aparaty przeznaczone do sterowania i sygnalizacji nie zamontowane na sterowanych urządzeniach należy zaopatrzyć w nazwę i opis funkcjonalny.

## 6.7. Technologia montażu pętli detekcyjnych

Wykonawca winien w szczególny sposób zadbać o staranne wykonanie i zabezpieczenie pętli zgodnie z SST. Zaleca się ułożenie przewodów pętli w warstwie wiążącej nawierzchni – przed wykonaniem warstwy ścieralnej. (jeżeli wykonaniu sygnalizacji towarzyszą roboty drogowe związane z wymianą nawierzchni).

### 6.7.1. Wykonywanie rowka pod przewód pętli w nawierzchni jezdni

1. Położenie rowka w nawierzchni należy zaznaczyć kredą, zwracając szczególną uwagę, aby odstęp między rowkiem, a linia segregacyjna sąsiedniego pasa ruchu nie był mniejszy niż 75 cm;
2. Rowek nie może posiadać narożników o kątach mniejszych, niż  $135^\circ$  (należy wykonać ukośne rowki w odległości 15 cm od każdego narożnika);
3. Szerokość rowka musi być o około 2mm większa niż średnica przewodu, tj. 6 -7mm dla przewodu LgYd 2,5 mm<sup>2</sup>;
4. Optymalna głębokość rowka wynosi 75 mm,
5. Rowek w nawierzchni, gdzie biegnie „bierna” część przewodu pętli do krawężnika, winien mieć szerokość dwukrotnej średnicy przewodu plus ok. 4mm, tj. ok. 13mm;
6. przewody pętli przeprowadzić przez krawężnik otworem wywierconym pod kątem  $45^\circ$  do nawierzchni, o średnicy umożliwiającej wprowadzenie rurki RL 16, np. 18 - 20mm;
7. Przy użyciu np. dłuta, należy usunąć nierówności ścianek rowka, nie uszkadzając jego górnych części;
8. Rowek należy odvodnić, osuszyć i odkurzyć przy pomocy kompresora; należy sprawdzić, czy na dnie rowka nie znajdują się fragmenty nawierzchni, które mogłyby uszkodzić przewód pętli.

### 6.7.2. Instalowanie przewodu pętli detekcyjnej

1. Przewód pętli musi być układany w rowku zupełnie suchym; powinien leżeć na dnie rowka; dla utrzymania przewodu przy dnie, mocować go za pomocy np. drewnianych klinów, które należy usunąć podczas wypełniania rowka masą bitumiczną;
2. Od miejsca zakończenia rowka pętli, do punktu połączenia z feederem, przewody należy skręcić (10 skręceń na metr); w wywierconym w krawężniku otworze, przewody należy prowadzić w rurce polietylenowej od strony rowka, rurka powinna być uszczelniona, aby zapobiec wnikaniu do niej wypełniacza,
3. Po ułożeniu przewodu pętli w rowku, rowek należy wypełnić wypełniaczem dobrej jakości masą zalewowa bitumiczna o dużej przyczepności i odporności na nacisk o parametrach spełniających wymagania podane w tabeli poniżej:

Lp.	Właściwość	Jednostka	Wymaganie według Z/96-03-003
1	Penetracja w temperaturze 25 °C	0,1 mm	70-100
2	Temperatura mięknięcia PiK	°C	>80
3	Spływność w temp. 60°C, w czasie 30 minut pod kątem 15°	mm	≤3,0
4	Mrozoodporność (upadek 4 kul z wysokości 250cm; temp. -20°C	szt.	min. 3 kule całe
5	Temperatura wypełniania	°C	podaje producent
6	Odporność na przegrzanie; przyrost temperatury mięknięcia PiK po wygrzewaniu próbki w 240°C przez 4 godziny	°C	≤10

7	Wydłużenie w temperaturze -20°C: próbka niewygrzewana; szczelina gruntowana	mm	≥4,0
	próbka niewygrzewana; szczelina niegruntowana	mm	
	próbka wygrzewana; szczelina gruntowana	mm	
	próbka wygrzewana; szczelina niegruntowana	mm	

4. Zależnie od rodzaju stosowanego wypełniacza, w przypadku niektórych mas bitumicznych, korzystne jest nagrzanie górnej powierzchni rowka, w celu lepszego spojenia świeżo wylanej masy z nawierzchnią;
5. Końcówki przewodu pętli, jeżeli nie mają być natychmiast połączone feederem, muszą być zaopatrzone w kołpaki ochronne;
6. Przed i po wylaniu masy uszczelniającej, należy wykonać opisane poniżej pomiary.

#### **6.7.3. Wykonanie mufy przewód pętli – feeder**

Połączenie feedera z przewodami pętli musi być połączeniem lutowanym, zabezpieczonym mufą z rur termokurczliwych. Nie należy pozostawiać nadmiernego zapasu przewodu pętli lub kabla feeder ponieważ może to spowodować niewłaściwą pracę pętli.

#### **6.7.4. Pomiary i czynności sprawdzające**

Po zakończeniu kolejnych etapów instalacji pętli, należy wykonać następujące pomiary i czynności sprawdzające:

1. Po ułożeniu przewodu pętli w rowku, lecz jeszcze przed zalaniem wypełniaczem: pomiar rezystancji i indukcyjności pętli; pomiar rezystancji izolacji kabla pętli względem ziemi (nie mniej niż 100 MΩ); sprawdzenie ilości zwojów.
2. Po dołączeniu pętli do kabla i połączeniu kabla z listwą zaciskowa sterownika (detektory muszą, być wtedy odłączone): pomiar rezystancji i indukcyjności pętli z kablem; pomiar rezystancji izolacji względem ziemi żył pętli z kablem przy zwarcu żył między sobą (nie mniej niż 100 MΩ). Pomiary rezystancji izolacji wykonać miernikiem o napięciu 500 V DC. Jeżeli zmierzone wartości są niższe od wyżej wymienionych, wskazuje to na uszkodzenia izolacji lub upływy w punktach połączeń.
3. Po wypełnieniu rowka i stwardnieniu wypełniacza, należy ponownie dokonać pomiarów tak, jak podano w pkt. 2.

Po wykonaniu powyższych czynności należy sporządzić „Protokół pomiarów instalacji pętli”, który powinien zawierać zmierzone wartości, datę wykonania pomiarów oraz uwagi dotyczące ewentualnych elementów mogących zakłócać detekcję, np. zbrojenia.

#### **6.8. Wykonanie ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu (dodatkowa)**

Jako ochronę przeciwporażeniową przy uszkodzeniu (dodatkowa) zastosowano samoczynne wyłączanie zasilania zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2009 [10]. W sieci zasilającej (do sterownika) przewiduje się układ TN-C, tzn. wspólny przewód ochronny i neutralny PEN, natomiast w sieci rozdzielczej (do sygnalizatorów) układ TN-S, tzn. oddzielny przewód ochronny PE i neutralny N.

Szynę PE sterownika połączyć z uziomem. Zastosować uziom pionowy z prętów stalowych miedziowanych. Rezystancja uziomu nie powinna przekraczać 30 Ω. Wszystkie elementy podlegające ochronie połączyć przewodem ochronnym PE z szyną PE w sterowniku. W instalacji jako przewód ochronny PE wykorzystać wolne żyły kabli sygnalizacyjnych.

#### **6.9. Wykonanie ochrony przeciwprzepięciowej**

W celu ochrony przeciwprzepięciowej sterownik winien być wyposażony w hybrydowy ogranicznik przepięć klasy II na zasilaniu oraz wejściach i wyjściach sygnałowych i transmisyjnych.

## 6.10. Montaż sygnalizatorów

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

Od zacisków głowic do oprawek żarówek znajdujących się w komorach sygnałowych należy poprowadzić przewody miedziane 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.

Należy zwrócić uwagę na takie zamocowanie sygnalizatorów, aby zachowana była przepisowa skrajnia. Wysokość mocowania sygnalizatora winna wynosić 2,20 m do dolnego wspornika.

Sygnalizatory łączyć we wnęce rozdzielczej przewodem YDY 4 x 1,5 mm<sup>2</sup> i YDY 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> za pośrednictwem listwy zaciskowej z zaciskami sprężynowymi klatkowymi.

Kolorystyka zacisków :

- pomarańczowy – przewód fazowy,
- niebieski – przewód neutralny N,
- żółty z zielonym – przewód ochronny PE – połączyć z metalowymi elementami konstrukcji,
- szary – obwody o napięciu bezpiecznym – przyciski i potwierdzenie zgłoszenia 24V.

Na wysięgnikach zamontować ekrany kontrastowe pełne (nie ażurowe) o szerokości 650 mm.

## 6.11. Montaż sterownika

Montaż sterownika należy wykonać na fundamencie betonowym według instrukcji dostarczonej przez producenta.

## 7. Kontrola jakości robót

Kontrolę jakości robót należy przeprowadzić zgodnie z normami i przepisami właściwymi dla danego rodzaju robót oraz uwagami zawartymi w SST.

### 7.1. Wykopy pod fundamenty i kanalizację

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

Po zasypaniu fundamentów lub kanalizacji należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu oraz sprawdzić sposób usunięcia nadmiaru gruntu z wykopu.

### 7.2. Fundamenty

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-B-03322:1980 [1]. Ponadto należy sprawdzić dokładność ustawienia w planie i rzędne posadowienia.

### 7.3. Maszty z sygnalizatorami

Elementy masztów powinny być zgodne z dokumentacją projektową i SST.

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

1. dokładności ustawienia pionowego konstrukcji,
2. rodzaju sygnalizatorów,
3. prawidłowości ustawienia sygnalizatorów,
4. jakości połączeń kabli i przewodów we wnękach kablowych i w komorach sygnalizatorów,
5. jakości połączeń śrubowych masztów, wysięgników,
6. konsol i sygnalizatorów,

7. stanu antykorozyjnej powłoki ochronnej wszystkich elementów metalowych.

#### **7.4. Kanalizacja kablowa**

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

- poziomu ułożenia pokryw studni względem terenu,
- zabezpieczenia przeciwwilgociowego,
- uszczelnienia przeciwigazowego,
- drożności wywietrzników w pokrywach studni,
- głębokości ułożenia rur,
- grubości podsypki piaskowej nad i pod rurami,
- odległości między rurami.

Ponadto należy sprawdzić wskaźnik zagęszczenia gruntu i rozplantowanie nadmiaru ziemi.

#### **7.5. Kable**

W czasie wykonywania i po zakończeniu robót kablowych należy przeprowadzić pomiary rezystancji izolacji i ciągłości żył kabla.

#### **7.6. Instalacja przeciwporażeniowa**

Po wykonaniu instalacji przeciwporażeniowej należy sprawdzić jakość połączeń przewodów ochronnych, wykonać pomiary rezystancji uziomów i sprawdzić działanie wyłącznika różnicowo-prądowego.

#### **7.7. Sterownik**

Po zamontowaniu sterownika należy sprawdzić:

1. wyposażenie,
2. jakość połączeń śrubowych pomiędzy fundamentem a konstrukcją,
3. stan powłok antykorozyjnych,
4. jakość połączeń kabli: zasilającego, sygnalizacyjnych i telekomunikacyjnych.

#### **7.8. Sprawdzenie działania sygnalizacji**

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

1. wyświetlanie sygnału żółtego migającego przez co najmniej jedną dobę,
2. kontrolę poprawności działania następujących układów nadzorujących:
3. sygnałów czerwonych, co najmniej w grupach sygnałowych dla pojazdów,
4. kolizji sygnałów zielonych w grupach kolizyjnych,
5. długości cyklu i właściwych czasów realizacji programów sygnalizacyjnych,
6. napięcia zasilania,
7. pracy zdalnej.

Działanie układów nadzorujących: sygnały czerwone, kolizyjność sygnałów zielonych oraz długość cyklu, powinno natychmiast wprowadzać sterownik w tryb pracy awaryjnej w przypadku zadziałania układu wraz z zapamiętaniem rodzaju i miejsca awarii, kasowanym 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.

#### **7.9. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi elementami robót**

Wszystkie materiały nie spełniające wymagań ustalonych w odpowiednich punktach SST zostaną przez inspektora nadzoru inwestorskiego odrzucone.

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

## 8. Obmiar robót

Ogólne wymagania podano w specyfikacji D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

Jednostka obmiarową jest 1 m, 1 dm<sup>3</sup>, 1 szt, 1 m<sup>3</sup>, 1 m<sup>2</sup>, 1kg, 1szt. . Do obliczenia należności przyjmuje się faktyczną długość linii kablowych i kanalizacji kablowej oraz ilość wykonanych fundamentów i montowanych konstrukcji.

Obmiar robót polega na sprawdzeniu wykonania wszystkich elementów, zgodnie z Przedmiarem robót stanowiącym element materiałów przetargowych.

## 9. Odbiór robót

Ogólne wymagania podano w specyfikacji D.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

Jednostka obmiarową jest 1 m, 1 dm<sup>3</sup>, 1 szt, 1 m<sup>3</sup>, 1 m<sup>2</sup>, 1kg, 1szt. . Do obliczenia należności przyjmuje się faktyczną długość linii kablowych i kanalizacji kablowej oraz ilość wykonanych fundamentów i montowanych konstrukcji.

Obmiar robót polega na sprawdzeniu wykonania wszystkich elementów, zgodnie z Przedmiarem robót stanowiącym element materiałów przetargowych.

### 9.1. Ogólne zasady odbioru robót

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową i SST, jeżeli wszystkie pomiary i badania dały wyniki pozytywne.

### 9.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

Przed odbiorem ostatecznym dużych oraz skomplikowanych instalacji elektrycznych należy przekazać Inwestorowi poszczególne fragmenty instalacji w drodze odbiorów częściowych.

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

1. wykopy pod fundamenty i kanalizację,
2. wykonanie fundamentów,
3. wykonanie studni kablowych,
4. ułożenie rur osłonowych z wykonaniem podsypki pod i nad rurami,
5. wykonanie uziomów,
6. zasypanie oraz zagęszczenie.

### 9.3. Odbiór ostateczny robót

Odbiór ostateczny przeprowadza się na podstawie technicznych warunków odbioru robót przy przestrzeganiu ogólnych zasad odbioru obiektów podanych w przepisach związanych

1. Odbiór ostateczny robót wykonanych w obiekcie dokonywany przez Inwestora może być połączony z odbiorem mających na celu przekazanie obiektu użytkownikowi do eksploatacji.
2. Odbiór ostateczny powinien być poprzedzony odbiorami częściowymi.
3. Przed przystąpieniem do odbioru ostatecznego wykonawca robót jest zobowiązany do:

- Przygotowania dokumentów potrzebnych do należytej oceny wykonanych robót będących przedmiotem odbioru, a w szczególności

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

- Umożliwienia komisji odbioru zapoznania się z wyżej wymienionymi dokumentami i przedmiotem odbioru.

4. Przy dokonywaniu odbioru ostatecznego należy:

- sprawdzić zgodność wykonywanych robót z kontraktem, dokumentacja projektowo - kosztorysową, warunkami technicznymi wykonania, normami i przepisami,
- sprawdzić udokumentowanie jakości materiałów i urządzeń,
- sprawdzić udokumentowanie jakości wykonanych robót odpowiednimi protokołami prób montażowych, sprawdzając przy tym również wykonanie zaleceń i ustaleń zawartych w protokołach prób i odbiorów.
- w przypadku odbioru całości obiektu, sprawdzić czy odbierany obiekt spełnia warunki zasad prawidłowej eksploatacji i może być użytkowany lub stwierdzić istniejące wady i usterki,

5. Z odbioru ostatecznego powinien być spisany protokół podpisany przez upoważnionych przedstawicieli Inwestora, oddającego wykonany obiekt (lub roboty) i przez osoby biorące udział w czynnościach odbioru. Protokół powinien zawierać ustalenia poczynione w toku odbioru, stwierdzone ewentualne wady i usterki oraz uzgodnione terminy ich usunięcia.

## 10. Cena jednostki obmiarowej

Cena Jednostki obmiarowej dla danego rodzaju robót ujęte są w odpowiadającym im SST.

Dla robót objętych SST do obliczenia należności przyjmuje się faktyczną ilość wykonanych robót:

1. 1 m wykopu rowu o określonych wymiarach dla ułożenia kabla lub wykonania fundamentu,
2. 1 m zasyp rowów, wykonanie podsypki i nasypki z piasku,
3. 1 szt. montażu aparatów lub szafek sterowniczych.
4. Inne jednostki obmiaru występujące w przedmiarze robót

## 11. Podstawa płatności

Jednostki obmiarowe będące podstawą płatności dla danego rodzaju robót ujęte są w odpowiadającym im SST.

Dla robót objętych SST podstawę płatności stanowi cena jednostkowa za ilość robót wg jednostek podanych zgodnie z zakresem robót opisanym w SST. Cena obejmuje: wykonanie robót ziemnych oraz montażowych dla aparatów i szafek sterowniczych, a także inne czynności związane z doprowadzeniem terenu do stanu sprzed wykonania robót.

Dla robót objętych SST do obliczenia należności przyjmuje się faktyczną ilość wykonanych robót:

1. 1 m<sup>3</sup> wykonania fundamentów,
2. 1 szt. montażu konstrukcji wsporczej,
3. 1 m wykonania kanalizacji kablowej,
4. 1 m ułożenia linii kablowej w kanalizacji,
5. 1 szt. próby i pomiary kabli,
6. 1 m pętli detekcyjnej w nawierzchni jezdni,
7. 1 szt. montaż instalacji przeciwporażeniowej i przeciwprzepięciowej,
8. 1 szt. montowania urządzenia.

## 12. Przepisy związane

### 12.1. Normy

- |                      |   |
|----------------------|---|
| [1] PN-B-03322:1980  | Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Fundamenty konstrukcji wsporczych |
| [2] PN-B-06050:1999  | Gootechnika – Roboty ziemne – Wymagania ogólne.                           |
| [3] PN-EN 206-1:2003 | Beton –Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność              |



- [4] PN-E 12620+A1:2008 Kruszywa do betonu
- [5] PN-EN 934-2:2009 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 2: Domieszki do betonu – Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie
- [6] PN-EN 197-1:2002 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
- [7] PN-EN 1008:2004 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-EN 61386-24:2010 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów -- Część 24: Wymagania szczegółowe – Systemy rur instalacyjnych układanych w ziemi
- [9] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania
- [10] PN-HD60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa
- [11] PN-IEC 60439-1:2003 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe – Część 1. Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.
- [12] PN-T-90335:1992 Telekomunikacyjne kable miejscowe z wiązkami czwórkowymi, pęczkowe, o izolacji polietylenowej, o powłoce polietylenowej z zaporą przeciwwilgociową, wypełnione - Ogólne wymagania i badania
- [13] PN-T 90335:1992/Az1 :1998 Telekomunikacyjne kable miejscowe z wiązkami czwórkowymi, pęczkowe, o izolacji polietylenowej, o powłoce polietylenowej z zaporą przeciwwilgociową, wypełnione - Ogólne wymagania i badania
- [14] PN-EN 24180-1:2002 Opakowania transportowe z zawartością - Postanowienia ogólne dotyczące opracowania programów badań właściwości użytkowych - Część 1: Ogólne zasady
- [15] PN-EN 197- 1:2002/ A3:2007 Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- [16] PN-EN 13043:2004 Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu
- [17] PN-B-10736:1999 Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych – Warunki techniczne wykonania.
- [18] PN-B-04481:1988 Grunty budowlane - Badania próbek gruntu
- [19] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania
- [20] BN-89/8984-17/03 Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Linie kablowe. Ogólne wymagania i badania.
- [21] PN-EN 61140:2003(U) Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Wspólne aspekty instalacji i urządzeń
- [22] PN-HD S1:2002(U) 627 Kable energetyczne – Kable wielożyłowe i wieloparowe przeznaczone do układania w ziemi i na powietrzu
- [23] PN-HD S1:2002(U) 626 Energetyczne kable napowietrzne na napięcie znamionowe  $U_o/U(U_m):0,6/1,0(1,2)\text{kV}$
- Kable elektroenergetyczne na napięcie znamionowe 0,6/1 kV
- PN-HD 603 S1: 2006

- [24] ZN-96/TPSA-004 Zbliżenia i skrzyżowania z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego – Ogólne wymagania techniczne
- [25] ZN-96/TPSA-006 Linie optotelekomunikacyjne. Złącza spajane światłowodów jednomodowych. Wymagania i badania
- [26] ZN-96/TPSA-012 Kanalizacja kablowa pierwotna. Wymagania i badania
- [27] ZN-96/TPSA-023 Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Studnie kablowe. Wymagania i badania.
- [28] ZN-96/TPSA-024 Zasobnik złączowy. Wymagania i badania
- [29] ZN-96/TPSA-017 Rury kanalizacji wtórnej i rurociągu kablowego (RHDPE). Wymagania i badania.
- [30] ZN-96/TPSA-018 Rury polietylenowe (RHDPEp) przepustowe. Wymagania i badania.
- [31] ZN-96/TPSA-015 Rury polipropylenowe RPP i polietylenowe RPE kanalizacji pierwotnej. Wymagania i badania.
- [32] ZN-96/TPSA-002 Linie optotelekomunikacyjne. Ogólne wymagania techniczne
- [33] PN-B-03200:1990 Konstrukcje stalowe. Obciążenia statyczne i projektowanie
- [34] PN-B-02003:1982 Obciążenia statyczne i projektowanie
- [35] PN-B-02011:1977 Obciążenia statyczne i projektowanie
- [36] PN-B-02013:1987 Obciążenia statyczne i projektowanie
- [37] PN-EN 60446:2008 Obciążenia statyczne i projektowanie
- [38] PN-HD 308 S2:2007 Obciążenia statyczne i projektowanie

## 12.2. Inne dokumenty

[1a] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 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 (Dz. U. nr 220 z 23.12.2003 r.)

[2a] Przepisy Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych. Instytut Energetyki, W-wa 1997 r.

[3a] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. 06.02.2003 Dz.U. Nr 47 poz.401

[4a] Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych – Część V. Instalacje elektryczne, 2001 r.

[5a] Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dn. 10.05.2003 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej. Dz.U. Nr 80 poz. 718

[6a] Zgodnie z ustawą z dn. 16 kwietnia 2004 o wyrobach budowlanych Dziennik Ustaw 30 kwietnia 2004 wszystkie materiały użyte do budowy sygnalizacji muszą być oznaczone znakiem „B” i posiadać Krajową Deklarację Zgodności na podstawie rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 11 sierpnia 2004

w sprawie Deklaracji Zgodności Wyrobów Budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym Dziennik Ustaw 198/2004.

[7a] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. z dnia 12 maja 2004r