

## **D-01.03.04 - PRZEBUDOWA DOZIEMNYCH LINII TELEKOMUNIKACYJNYCH KABLOWYCH**

---

### **Zabezpieczenie linii światłowodowej HAWE i PCSS Poznań dla zadania: Budowa dróg gminnych na Osiedlu Skorodeckiego w Ropczycach**

---

#### **1. WSTĘP.**

##### **1.1. Przedmiot STWiORB**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru budowy zabezpieczenia sieci światłowodowej wzdłuż drogi (ulicy) jak w nagłówku.

##### **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**

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z zabezpieczeniem sieci telekomunikacyjnej.

##### **1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1. Rurociąg kablowy** – ciąg rur polietylenowych lub innych o nie gorszych właściwościach oraz zasobników złączowych układanych bezpośrednio w ziemi i stanowiących osłonę ochronną dla kabli światłowodowych.

**1.4.2. Rura przepustowa** - rura grubościenna z tworzywa sztucznego, rura stalowa lub z innego materiału o nie gorszych właściwościach, przeznaczona do budowy przepustów dla kabli lub rurociągów kablowych w miejscach skrzyżowań z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego.

**1.4.3. Rura kanalizacji pierwotnej, wtórnej i rurociągu kablowego (RHDPE)** – rura z polietylenu o dużej gęstości, służąca do budowy kanalizacji wtórnej i rurociągów kablowych, a także kanalizacji kablowej.

**1.4.4. Studnia kablowa** - pomieszczenia podziemne wbudowane między ciągi kanalizacji kablowej w celu umożliwienia wciągania, montażu i konserwacji kabli.

**1.4.5. Studnia kablowa rozdzielcza** – studnia kablowa wbudowana między ciągi kanalizacji rozdzielczej.

**1.4.6. Studnia kablowa szafka** - studnia kablowa przed szafką lub rozdzielnicą kablową.

**1.4.7. Szafka kablowa** - metalowe lub z mas termoplastycznych pudło wraz z konstrukcją wsporczą do montażu głowic kablowych.

**1.4.8. Telekomunikacyjna linia światłowodowa** – linia wybudowana z kabli optycznych.

**1.4.9. Taśma ostrzegawcza** - taśma zazwyczaj polietylenowa w kolorze żółtym z napisem **UWAGA! KABEL ŚWIATŁOWODOWY** lub **UWAGA! KABEL TELEKOMUNIKACYJNY** układana nad kablem lub rurociągiem kablowym w celu ostrzeżenia o zakopanym kablu telekomunikacyjnym.

**1.4.10. Taśma ostrzegawczo-lokalizacyjna** - taśma zazwyczaj polietylenowa w kolorze żółtym z napisem **UWAGA KABEL ŚWIATŁOWODOWY** zawierająca czynnik lokalizacyjny np. taśmę stalową układana nad rurociągiem kablowym.

**1.4.11. Szafka kablowa** - metalowe lub z mas termoplastycznych pudło wraz z konstrukcją wsporczą przystosowaną do mocowania głowic kablowych.

**1.4.12. Zbliżenie do obiektów uzbrojenia terenowego** - bezkolizyjny przebieg linii telekomunikacyjnej w stosunku do innych urządzeń uzbrojenia terenowego, przy którym możliwy jest jednak szkodliwy wpływ tych urządzeń na linię telekomunikacyjną lub odwrotnie.

---

**1.4.13. Skrzyżowanie z obiektami uzbrojenia terenowego** - przebieg linii telekomunikacyjnej, przy którym trasa linii przecina się z trasą lub miejscem posadowienia innych urządzeń uzbrojenia terenowego. Szkodliwy wpływ tych urządzeń na linię telekomunikacyjną lub odwrotnie może być w tym wypadku większy niż przy zbliżeniu.

**1.4.14. Odległość podstawowa** - najmniejsza dopuszczalna odległość linii telekomunikacyjnej od innych urządzeń uzbrojenia terenowego zabezpieczająca linię przed szkodliwym oddziaływaniem tych urządzeń, bez zabiegów dodatkowych.

**1.4.15. Zabezpieczenie specjalne linii telekomunikacyjnej** - dodatkowe zabezpieczenie linii telekomunikacyjnej w wypadku zmniejszenia odległości pomiędzy linią a innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego do połowy odległości podstawowej.

**1.4.16. Zabezpieczenie szczególne linii telekomunikacyjnej** - dodatkowe zabezpieczenie linii telekomunikacyjnej w wypadku zmniejszenia odległości pomiędzy linią a innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego poniżej połowy, lecz nie mniej niż do 25% odległości podstawowej.

**1.4.17.** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z definicjami podanymi w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania**

Materiały do budowy kablowych linii telekomunikacyjnych nabywane są przez Wykonawcę u wytwórców. Każdy materiał musi mieć atest wytwórcy stwierdzający zgodność jego wykonania z odpowiednimi normami.

### **2.2. Elementy prefabrykowane**

#### **2.2.1. Prefabrykowane studnie kablowe**

Prefabrykowane studnie kablowe powinny być wykonane z betonu klasy B20. Studnie kablowe i ich prefabrykowane elementy mogą być składowane na palcu składowym nie zabezpieczonym przed wpływami atmosferycznymi. Elementy studni powinny być ustawione warstwami na wyrównanym podłożu, przy czym poszczególne asortymenty należy układać w oddzielnych stosach.

#### **2.2.2. Elementy studni kablowych**

Do budowy studni kablowych należy stosować następujące ich części:

wietrznik do pokryw, ramy i pokrywy, wsporniki kablowe.

Powyższe elementy powinny być składowane w pomieszczeniach suchych i zadaszonych.

### **2.3. Materiały gotowe**

#### **2.3.1. Rury z polietylenu (HDPE)**

#### **2.3.2. Rury z polipropylenu (PP)**

#### **2.3.3. Rury z polietylenu karbowane dwuwarstwowe (PE)**

#### **2.3.4. Rury z polietylenu (RHDPEp) przepustowe**

Stosowane do budowy ciągów kanalizacji pod drogami i placami. Wszystkie rury należy przechowywać na utwardzonym placu, w nie nasłonecznionych miejscach zabezpieczonych przed działaniem sił mechanicznych.

#### **2.3.5. Elementy rurociągów kablowych**

Do budowy rurociągów kablowych należy stosować następujące ich części: złączki rur, uszczelki końców rur, przywieszki identyfikacyjne. Powyższe elementy powinny być składane w pomieszczeniach suchych, zadaszonych.

#### **2.3.6. Szafki i skrzynki kablowe**

Szafy kablowe powinny spełniać następujące wymagania ogólne:

- trwałość co najmniej 30 lat w agresywnym środowisku miejskim i przemysłowym, przy nasłonecznieniu, znacznych drganiach i wandalizmie,
  - obudowa z tworzywa sztucznego odporna na promieniowanie UV,
  - zabezpieczenie przed otwarciem przez osoby postronne i nieuprawnione,
-

- przystosowane do zainstalowania zamka przemysłowego.

Szafy kablowe metalowe i z tworzyw sztucznych należy przechowywać w suchych i zadaszonych pomieszczeniach nie narażając ich na uszkodzenia mechaniczne.

### **2.3.7. Kable**

#### **2.3.7.1. Rodzaje kabli**

Wyboru rodzajów kabli w zależności od warunków instalowania należy dokonywać według wskazań tablicy 1. Przy wyborze rodzajów kabli należy też brać pod uwagę zalety kabli światłowodowych o zmiennym skręcie S-Z, które to kable charakteryzują się zwiększoną odpornością na uszkodzenia oraz działanie sił wzdłużnych w procesie budowy i eksploatacji linii.

Zaleca się, aby kable przeznaczone do wbudowania na odcinku regeneratorskim oraz zawarte w nich światłowody pochodziły od jednego producenta.

**Tablica 1**

| <b>Lp.</b> | <b>Rodzaje kabli</b>                  | <b>Warunki instalowania</b>  |
|------------|---------------------------------------|--|
| 1.         | Kabel (OTK) kanałowy                  | w kanalizacji wtórnej lub w rurociągu kablowym   |
| 2.         | Kabel (OTK) o konstrukcji wzmocnionej | w kanalizacji wtórnej lub w rurociągu kablowym na terenach szkód górniczych  |
| 3.         | Kabel (OTK) trudnopalny.              | przy wprowadzaniu kabli do budynków w kanałach pionowych, w przejściach obiektowych, tunelach, w metrze - gdzie istnieje zagrożenie pożarowe |
| 4.         | Kabel (OTK) samonośny                 | do budowy linii nadziemnych, w których globalna pojemność nie przekracza liczby kanałów realizowanych w jednym systemie 140 Mbit/s           |
| 5.         | Kabel (OTK) stacyjny                  | wewnątrz budynków central i stacji teletransmisyjnych  |

Dopuszcza się inne rodzaje kabli optotelekomunikacyjnych dielektrycznych o nie gorszych właściwościach.

#### **2.3.7.2. Rodzaj światłowodów**

Kable powinny zawierać światłowody jednomodowe (J) lub jednomodowe o przesuniętej charakterystyce dyspersji (Jp), nadające się do transmisji sygnałów w obu oknach transmisyjnych, tj. przy znamionowych długościach fal 1310 nm i 1550 nm. Światłowody powinny być optymalizowane dla jednej z tych fal.

#### **2.3.7.3. Profile kabli**

Zaleca się stosowanie kabli o liczbie włókien od 4 do 48. Dopuszcza się stosowanie w kablu liczby światłowodów większej od 32.

Nie dopuszcza się umieszczania w jednym kablu światłowodów tego samego rodzaju pochodzących od różnych producentów, dopuszcza się natomiast w jednym kablu światłowody z przesuniętą i nie przesuniętą charakterystyką dyspersji, z tym że w każdej jednostce (tubie) muszą się znajdować wyłącznie światłowody jednego rodzaju.

Kable powinny zawierać światłowody jednomodowe (J), nadające się do transmisji sygnałów w obu oknach, to jest przy znamionowych długościach fal 1310 nm i 1550 nm. Światłowody mogą być optymalizowane dla jednej z tych fal.

Wyboru rodzaju światłowodów według ich tłumienności jednostkowej i charakterystyki dyspersji należy dokonać na etapie projektowania linii i poszczególnych odcinków regeneratorskich, przy sporządzaniu bilansu mocy i określaniu potrzebnego pasma przenoszenia.

Wybór liczby światłowodów w profilu kabla powinien wynikać z przewidywanej wielkości ruchu telekomunikacyjnego i zaspokojenia potrzeb w okresie najbliższych 5 - 10 lat. Dalsze zapotrzebowanie powinno być pokrywane przez wprowadzanie systemów transmisyjnych o wyższej krotności. Oprócz tak wyliczonej liczby światłowodów w kablu należy przewidywać w profilu kabla światłowody rezerwowe w liczbie 1 pary na każde rozpoczęte 10 par w kablu.

#### **2.3.7.4. Ośrodki kabli**

Ośrodki kabli OTK powinny być wypełnione, wodoszczelne, z wyjątkiem kabli stacyjnych, które mogą być niewypełnione. Kable powinny zawierać światłowody w luźnych tubach, z wyjątkiem kabli stacyjnych, które zawierają światłowody w tubach ścisłych. Dopuszcza się inne rodzaje kabli OTK dielektrycznych o nie gorszych właściwościach.

---

#### **2.3.7.5. Typy kabli**

Podstawowym typem kabla powinien być kabel dielektryczny (d), tubowy, zarówno jako kabel kanałowy, jak i wzmocniony lub samonośny.

#### **2.3.7.6. Powłoki kabli**

Powłoki kabli powinny być wykonane z polietylenu o dużej gęstości (HDPE).

#### **2.3.7.7. Kable stacyjne**

Kable stacyjne powinny posiadać powłoki i osłony z materiałów nie rozprzestrzeniających płomienia, bezhalogenowych.

Kable stacyjne jedno- lub dwuwłóknowe są elementem składowym sznurów optycznych zakończeniowych (pigtaili) i łączeniowych, krosowych (patchcordów).

Kable stacyjne wielowłóknowe służą do przedłużenia kabli liniowych wewnątrz budynków, od komory kablowej do przełącznicy światłowodowej.

#### **2.3.8. Osłony złączowe**

Do montażu kabli światłowodowych powinny być stosowane osłony złączowe z tworzyw sztucznych, odpornych na korozję, wytrzymałych mechanicznie i zapewniających długotrwałą hermetyczność przy umieszczaniu złączy w zasobnikach, studniach kablowych na słupach linii nadziemnych lub bezpośrednio w ziemi.

Osłony złączowe powinny zapewniać łatwe ułożenie wewnątrz nich wszystkich włókien światłowodowych (wraz z ich zapasami) łączonych odcinków kabli, bez przekraczania dopuszczalnego promienia zginania światłowodów ( $R > 35$  mm).

Osłony złączowe umieszczane na słupach powinny być odporne na bezpośrednie działanie światła słonecznego albo umieszczane w przystosowanych do tego celu skrzynkach kablowych.

Osłony złączowe powinny umożliwiać ich wielokrotne otwieranie, a także wyprowadzanie kabli odgałęźnych bez potrzeby odcinania kabla i wykonywania nowych połączeń światłowodów oraz bez potrzeby wymiany całego osprzętu złączowego.

Zaleca się stosowanie osłon dielektrycznych, kapturowych, z jednostronnym wprowadzeniem kabli, uszczelnianych opaskami termokurczliwymi i klejem termotopliwym.

#### **2.3.9. Zasobniki złączowe**

Do zabezpieczania złączy kabli światłowodowych i zapasów kabli ułożonych w rurociągach kablowych zaleca się stosowanie zasobników złączowych o odpowiedniej wielkości gwarantującej:

- a). swobodne ułożenie 1 lub 2 muf złączowych kabla światłowodowego oraz do 50 m zapasów technologicznych kabla, bez nadmiernego jego wyginania, w sposób umożliwiający częściowe, bezpieczne rozwinięcie tych zapasów w razie awaryjnego wyciągnięcia kabla na trasie,
- b). swobodne ułożenie zapasów technologicznych kabla na środku odcinka, międzyzłączowego w sposób umożliwiający bezpieczne rozwinięcie tych zapasów w razie awaryjnego wyciągnięcia kabla na trasie,
- c). swobodne zaciąganie dodatkowego kabla światłowodowego w razie awarii lub rozbudowy linii optotelekomunikacyjnej.

Zasobniki powinny być dostosowane do ułożenia ich bezpośrednio w ziemi na poziomie posadowienia rurociągu kablowego, tak aby na powierzchni terenu możliwa była uprawa gleby nawet przy użyciu ciężkiego rolniczego sprzętu zmechanizowanego o masie ok. 10 t.

Rurociągi doprowadzone do zasobników, a także ułożone w nich kable nie mogą być narażone na zgniatanie w razie przypadkowych ruchów zasobnika w ziemi.

Zasobnik złączowy powinien być odporny na zamulanie i zasypany warstwą ziemi o grubości co najmniej 0,7 m.

#### **2.3.10. Przełącznice światłowodowe**

Do zakończenia linii optotelekomunikacyjnych należy stosować przełącznice światłowodowe w wykonaniu stojakowym lub skrzynkowym, o pojemności odpowiedniej do liczby światłowodów we wprowadzanych kablach.

Przełącznice należy wyposażać w złączki światłowodowe i kable stacyjne.

---

### 2.3.11. Długości linii

W zależności od długości projektowanej relacji należy wybrać taką klasę światłowodów w kablu, aby możliwe było jak najbardziej ekonomiczne połączenie punktów docelowych jednoodcinkowo, to jest bez przelotowych stacji regeneracyjnych. Konieczne jest w tym celu dokonanie bilansu mocy dla wybranych urządzeń instalowanego systemu i sprawdzenie, czy długość linii nie przekracza wartości dopuszczalnej, przy uwzględnieniu wszystkich strat występujących w torze światłowodowym na drodze sygnału od nadajnika do odbiornika optoelektronicznego oraz zachowaniu niezbędnych rezerw tłumienności:

- na długości rezerwowe kabla OTK oraz jego dodatkowe długości technologiczne i eksploatacyjne,
- na starzenie się teletransmisyjnych urządzeń końcowych, wzrost tłumienności połączeń stałych i złązek światłowodowych, - na starzenie się światłowodów.

Typy kabli telekomunikacyjnych, ich pojemności i średnice żył ustala się w uzgodnieniu z urzędem telekomunikacyjnym odpowiednim dla danego terenu.

Kable telekomunikacyjne dostarczane są na bębnach drewnianych, których wielkości zależą od średnicy kabla i jego powłoki.

Każdy bęben jest nacechowany numerem wielkości i numerem ewidencyjnym oraz następującymi znakami i napisami:

- nazwą i znakiem fabrycznym producenta,
- strzałką wskazującą kierunek obrotów bębna przy toczeniu.

Do jednej z tarcz bębna przymocowana jest tabliczka, na której podany jest typ kabla, jego długość i ciężar oraz producent.

Stosuje się następujące typy kabli:

- 1) **Kable kanałowe** - w liniach kablowych kanałowych powinny być stosowane telekomunikacyjne kable miejscowe o izolacji i powłoce polietylenowej wypełnione parowe lub czwórkowe z wzdłużną zaporą przeciwwilgociową (XzTKMXw lub XzTKMXpw).
- 2) **Kable doziemne** - w liniach kablowych ziemnych powinny być stosowane telekomunikacyjne kable miejscowe o izolacji i powłoce polietylenowej wypełnione parowe lub czwórkowe z wzdłużną zaporą przeciwwilgociową (XzTKMXw lub XzTKMXpw).
- 3) **Kable światłowodowe** - do budowy telekomunikacyjnych linii światłowodowych stosować kable posiadające odpowiednie certyfikaty i zatwierdzenia.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania

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

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

### 3.2. Sprzęt do budowy kablowych linii telekomunikacyjnych

Wykonawca przystępujący do wykonania budowy kanału technologicznego dla sieci szerokopasmowej powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu, w zależności od zakresu robót gwarantujących właściwą jakość robót:

- ubijak spalinowy,
  - żurawik hydrauliczny,
  - sprężarka powietrzna spalinowa, przewoźna,
  - wciągarka mechaniczna kabli,
  - wciągarka ręczna kabli,
  - miernik sprzężeń pojemnościowych,
  - sprężarka powietrzna, spalinowa, przewoźna,
  - megomierz,
-

- mostek kablowy,
- generator poziomu do 20 kHz,
- miernik poziomu do 20 kHz,
- przesłuchomierz,
- koparka jednonaczyniowa kołowa,
- urządzenie do przebić poziomych,
- koparka łańcuchowa do rowów kablowych,
- koparka na podwoziu gąsiennicowym,
- żuraw samochodowy 6 t,
- ciągnik siodłowy z naczepą,
- pługoukładacz kabli na ciągniku gąsiennicowym,
- ciągnik gąsiennicowy,
- zgrzewarka do zgrzewania rur,
- miernik pojemności skutecznej,
- zespół prądotwórczy jednofazowy do 2,5 kVA,
- próbnik wytrzymałości izolacji,
- wzmacniacz heterodynowy,
- miernik oporności pozornej,
- poziomoskop,
- równoważnik nastawny,
- transformator symetryczny,
- wzmacniacz mocy,
- oscyloskopowy miernik sprzężeń.

#### **4. TRANSPORT**

##### **4.1. Wymagania ogólne**

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

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

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

Wykonawca przystępujący do przebudowy kablowych linii telekomunikacyjnych powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu, w zależności od zakresu robót:

- samochód skrzyniowy,
- samochód samowyładowczy,
- samochód dostawczy,
- przyczepa dłuźycowa,
- przyczepa do przewozu kabli,
- przyczepa niskopodwoziowa.

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

#### **5. WYKONANIE ROBÓT**

##### **5.1. Ogólne zasady wykonywania robót.**

Budowę kanału technologicznego dla sieci szerokopasmowej realizuje się w oparciu o wytyczne Inwestora przy przebudowie lub budowie dróg i ulic miejskich.

Technologia budowy kanału uzależniona jest od warunków technicznych wydanych przez użytkownika linii, który w ogólny sposób określa zakres budowy.

Roboty należy wykonać zgodnie z normami i przepisami budowy oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.

---

### **5.1.1. Przewiert sterowany**

Bezwykopowe nieniszczące przekraczanie przeszkody jaką jest droga, torowisko lub rzeka możliwe jest przy zastosowaniu technologii przewiertu sterowanego. W wykonany odwiert wprowadzona będzie rura ochronna polietylenowa HDPE 110, do której wprowadzony będzie kabel doziemny, a końce rury zostaną uszczelnione przed przedostawaniem się do niej zanieczyszczeń stałych i wody.

### **5.1.2. Układanie rurociągów kablowych w ziemi**

#### **5.1.2.1. Wymagania ogólne**

Odcinki rur polietylenowych dostarczane na bębnach lub w zwojach układa się bezpośrednio w ziemi w uprzednio przygotowanym rowie albo też za pomocą pługoukładaczy. Wybór technologii układania rur w ziemi uzależniony jest od rodzaju gruntu, ukształtowania terenu i uzbrojenia go w inne urządzenia podziemne.

Ułożone rury polietylenowe należy łączyć w ciągi na całej długości odcinka instalacyjnego kabla OTK. Połączenia rur powinny być szczelne i odpowiednio wytrzymałe na działanie podwyższonego ciśnienia powietrza używanego do wdmuchiwania kabli OTK do rurociągu. Zaleca się, aby połączenia były wykonane przy użyciu rozbieralnych złączy rurowych.

#### **5.1.2.2. Głębokość układania rurociągów kablowych w ziemi**

Głębokość układania rurociągów kablowych mierzona od dolnej powierzchni rury ułożonej na dnie wykopu lub na warstwie podsypki wykonanej z piasku grubości 5 cm, powinna wynosić co najmniej 1 m. W gruntach skalistych, gdzie do wykopania rowu kablowego konieczne jest użycie młotków pneumatycznych lub zastosowanie metody wybuchowej, głębokość ułożenia może być zmniejszona do 0,4 m pod warunkiem, że na rurociągu kablowym znajdującym się płycej niż 0,6 m zastosowana zostanie dodatkowa rura osłonowa grubościenna z materiału termoplastycznego lub rura stalowa.

W razie konieczności ułożenia rurociągu kablowego na głębokości mniejszej niż 1 m, lecz większej od 0,6 m, powinien on być zbudowany z rur polietylenowych o zwiększonej grubości ścianki w stosunku do grubości przewidywanej. Tolerancja głębokości ułożenia rurociągu kablowego nie może przekraczać  $\pm 5$  cm.

#### **5.1.2.3. Zapasy kabli**

Przy złączach kablowych należy pozostawić zapasy kabli, umożliwiające swobodne wykonywanie złączy (spajanie światłowodów) i dokonywanie pomiarów, przy wyniesieniu końców kabla na zewnątrz studni lub zasobnika i wykonywanie złączy i pomiarów w samochodzie montażowym. Zapasy te powinny wynosić co najmniej po 10 m z każdej strony złącza.

W środku odcinków instalacyjnych kabli, w miejscach skąd wdmuchiowano kabel do rur polietylenowych, pozostawić zapasy kabli zabezpieczające kabel przed zerwaniem w razie przypadkowego poderwania rurociągu. Zapasy te o długości 10 m powinny być ułożone w zasobniku lub w studni kablowej.

Zapasy kabli należy układać w pętle w ten sposób, aby możliwe było bezpieczne ich wyciąganie na trasie odcinka instalacyjnego. Powinny być one starannie zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi na stelażach w studniach kablowych lub przez odpowiednie ułożenie w zasobnikach złączowych.

Na terenach szkód górniczych dodatkowe zapasy należy układać na każde 500 m zainstalowanego kabla po ok. 3-4 m, luźno ułożone i zabezpieczone, tak aby kable mogły przesuwąć się w rurach polietylenowych w razie ruchów gruntu.

#### **5.1.2.4. Oznaczanie przebiegu kabla OTK**

Rurociągi kablowe w których układa się kable OTK powinny być na całej trasie oznakowane.

W dokumentacji trasowej rurociągu kablowego powinny być zwymiarowane wzdłużnie i poprzecznie:

- przebieg trasy rurociągu,
- położenie zasobników złączowych, przepustów dla rurociągu, miejsca połączeń rur polietylenowych,
- punkty zmian trasy rurociągu.

Domiarowanie powinno być wykonane do istniejących w terenie obiektów stałych np. mostów, przepustów drogowych, wiaduktów, budynków, studni itp.

W miejscach, gdzie brak jest obiektów stałych, powinny być ustawione słupki oznaczeniowe. Odległości między domiarowanymi elementami rurociągu kablowego a obiektami stałymi lub słupkami oznaczeniowymi nie powinny przekraczać 50 m dla domiaru wzdłużnego i 30 m dla domiaru poprzecznego.

Wszystkie domiary trasowe powinny być wykonane z dokładnością nie gorszą, niż 1%,

---

Słupki oznaczeniowe (SO) lub oznaczeniowo-pomiarowe (SOP) powinny być usytuowane w pobliżu oznaczanych elementów rurociągu, w granicach pasa drogowego, po zewnętrznej stronie rowu odwadniającego.

Rurociągi kablowe ułożone w ziemi powinny być oznaczone na całej długości taśmą ostrzegawczą w kolorze żółtym, z napisem UWAGA! KABEL ŚWIATŁOWODOWY, umieszczoną w ziemi nad rurociągiem w połowie głębokości jego ułożenia.

Dla umożliwienia szczegółowej lokalizacji w terenie dielektrycznych kabli OTK metodami elektromagnetycznymi należy stosować w linii jedno z niżej podanych rozwiązań:

- taśmę ostrzegawczą posiadającą wewnątrz taśmę metalową, układaną w połowie głębokości posadowienia rurociągu kablowego,
- przewody elektryczne izolowane układane równolegle z rurociągiem kablowym co najmniej na głębokości taśmy ostrzegawczej.

Taśma metalowa lub przewody elektryczne powinny posiadać ciągłość elektryczną na całej długości odcinków międzyzłączowych, a miejsca ich połączeń powinny być chronione przed korozją.

Przy zasobnikach złączowych powinny być ustawione słupki oznaczeniowo-pomiarowe na zaciski których należy wyprowadzać końcówki taśmy metalowej lub przewodów elektrycznych dla umożliwienia lokalizacji przebiegu rurociągu elektrycznymi metodami czynnymi.

Jako lokalizacyjne przewody elektryczne należy stosować przewody jedno- lub wielożyłowe dostosowane do długotrwałej eksploatacji w ziemi.

W celu oznaczenia przebiegu rurociągu kablowego układanego wzdłuż innych rurociągów na terenie upraw rolniczych powinny być dodatkowo stosowane słupki oznaczeniowe o specjalnej, wysokiej konstrukcji, umożliwiające identyfikację przebiegu rurociągu kablowego bez konieczności naruszania upraw.

Słupki oznaczeniowe powinny być zakopane na taką głębokość, aby nadziemna część słupka miała wysokość:

- 0,5 m dla słupków oznaczeniowych i oznaczeniowo-pomiarowych
- 2,0 m dla słupków konstrukcji specjalnej przy rurociągach.

Słupki oznaczeniowe i oznaczeniowo - pomiarowe powinny posiadać napisy wykonane czarną farbą olejną na białym tle o wymiarach umożliwiających odczytanie napisu z drogi.

#### **5.1.2.5. Układanie kabli OTK w kanalizacji kablowej**

Kable OTK w kanalizacji kablowej powinny być układane w kanalizacji wtórnej.

W studniach kablowych rury kanalizacji wtórnej wraz z zainstalowanymi w nich kablami powinny być odpowiednio wygięte łagodnymi łukami i przymocowane do ścian studni, a tam, gdzie jest to niemożliwe - do sufitu studni, w sposób zabezpieczający je przed uszkodzeniami przy różnych pracach w studni.

W przypadku trudnych warunków panujących w studniach kablowych (małe studnie, duże wypełnienie kablami) dopuszcza się, po zaciągnięciu kabla, przecięcie rur kanalizacji wtórnej w studni kablowej, uszczelnienie ich końców i zabezpieczenie kabla światłowodowego giętką rurą polietylenową karbowaną o stosownej średnicy, przeciętą wzdłużnie. Giętka rura osłonowa powinna być wraz z kablem ułożona na wspornikach kablowych.

Łączenie i odgałęzianie kabli należy wykonywać tylko w studniach kablowych.

#### **5.1.2.6. Oznakowanie kabli OTK w studniach kablowych, kanałach i tunelach**

##### **a. Oznakowanie ostrzegawcze**

W studniach, kanałach i tunelach, gdzie kable OTK przechodzą bez złączy w rurach kanalizacji wtórnej lub rurociągów kablowych o zachowanej ciągłości, rury te należy oznakować opaskami ostrzegawczymi w kolorze żółtym z napisem UWAGA ! KABEL ŚWIATŁOWODOWY. Opaski te powinny być rozmieszczone w odstępach co najwyżej 5 m i przymocowane do rur.

Opaski powinny być umieszczane na wszystkich odcinkach rur dostępnych w toku eksploatacji dla własnych i obcych służb utrzymania. Szerokość opaski powinna wynosić  $5 \div 10$  cm.

Do czasu opracowania właściwej opaski dopuszcza się dla oznakowania kabli OTK mocowanie na każdej rurze obwoju z taśmy ostrzegawczej o długości obejmującej cały napis UWAGA ! KABEL ŚWIATŁOWODOWY.

---



## **b. Oznakowanie identyfikacyjne**

Dla identyfikacji kabli OTK w studniach kablowych, kanałach i tunelach, na rurach kanalizacji wtórnej lub rurociągu kablowego, należy mocować tabliczki identyfikacyjne w kolorze żółtym z łatwo czytelnym napisem informującym o właścicielu kabla oraz o numerze paszportyzacyjnym linii. Wymiary tabliczek bez oprawy nie powinny być mniejsze niż 45x70 mm. Tabliczki powinny być trwale chronione przed dostępem wilgoci (np. przez foliowanie). Powinny być one umieszczane na rurach w każdej studni kablowej (po 1 - 2 szt.) oraz w odstępach co najwyżej 5 m w kanałach i tunelach.

## **5.2. Skrzyżowania i zbliżenia z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego**

### **5.2.1. Wymagania ogólne**

Skrzyżowania i zbliżenia kanału technologicznego dla sieci szerokopasmowej układanych z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami obowiązujących norm.

### **5.2.2. Skrzyżowania i zbliżenia kanału technologicznego**

We wszystkich wypadkach gdzie przy przejściach pod obiektami wymagane jest stosowanie przepustów z rur ochronnych, kabel OTK należy układać w rurociągu kablowym z rur polietylenowych umieszczonych w rurze ochronnej.

Jako rur ochronnych należy używać grubościennych rur z tworzyw sztucznych. Dopuszcza się w szczególnych wypadkach stosowanie rur stalowych o średnicy nie mniejszej niż 100 mm.

Skrzyżowania kabli OTK z drogami nieutwardzonymi, polnymi oraz wjazdami do posesji i zabudowań gospodarczych mogą być wykonywane bez dodatkowych rur przepustowych, tj. kablem OTK ułożonym tylko w rurociągu kablowym.

## **5.3. Montaż linii optotelekomunikacyjnych**

### **5.3.1. Montaż liniowy**

Odcinki regeneracyjne linii optotelekomunikacyjnych ze światłowodami jednomodowymi mogą osiągać długości kilkudziesięciu kilometrów. Zaleca się, aby montaż długich odcinków regeneracyjnych prowadzić etapami, dzieląc je na krótsze (15 km) odcinki kontrolne. Dla każdego odcinka kontrolnego należy przeprowadzić pomiary montażowe w obu kierunkach transmisji dla fal 1310 nm i 1550 nm, a następnie przeprowadzić łączenie odcinków z kolejnym sprawdzaniem połączeń spajanych. Po wykonaniu połączeń odcinków kontrolnych należy wykonać pomiary.

### **5.3.2. Łączenie kabli i światłowodów**

Łączenie i odgałęzianie kabli w liniach budowanych w kanalizacji wtórnej należy wykonywać w studniach kablowych. W liniach budowanych w rurociągach kablowych złącza kablowe należy umieszczać w zasobnikach złączowych.

Kable powinny być łączone w osłonach złączowych, które powinny być montowane zgodnie z ich instrukcjami fabrycznymi.

Światłowody powinny być łączone zgodnie z numeracją wg barwnego kodu identyfikacyjnego włókien przez spawanie. Dopuszcza się łączenie światłowodów przy pomocy łączników zaciskanych mechanicznie w przypadku usuwania awarii, na czas jej trwania. Po usunięciu awarii należy wykonać połączenia spawane.

Światłowody przewidziane do odgałęzienia zaleca się w miarę możliwości technicznych układać w oddzielnej kasie.

Każde złącze kabla OTK powinno być zaopatrzone w woreczek ze świeżo wysuszonym, barwionym żelazem krzemionkowym pochłaniającym wilgoć.

### **5.3.3. Montaż odgałęzień**

W miejscach przewidzianych do wykonania odgałęzień z linii optotelekomunikacyjnej należy zainstalować osłony złączowe rozbieralne, do wielokrotnego otwierania, umożliwiające wprowadzenie dodatkowych kabli.

Do odgałęziania z linii optotelekomunikacyjnej należy przeznaczać kolejne ostatnie światłowody z profilu kabla.

W miarę możliwości technicznych odgałęziane światłowody należy układać w oddzielnej kasie.

---

Nie dopuszcza się przy budowie linii optotelekomunikacyjnej wyprzedzającego wyprowadzania ze złączy kabli światłowodowych odcinków odgałęźnych kabla z przewidywaniem podłączenia ich w przyszłości do linii odgałęźnej.

#### **5.4. Ochrona linii optotelekomunikacyjnych**

##### **5.4.1. Ochrona kabli przed zawilgoceniem**

Podczas przechowywania, transportu i układania końce kabli należy chronić przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniami ich ośrodków przy pomocy kapturków termokurczliwych, szczelnie zamykających kabel. Kapturki powinny być zdejmowane tuż przed montażem złączy lub przed pomiarami kabli.

##### **5.4.2. Ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi**

Podstawową ochronę kabli OTK stanowią rury kanalizacji wtórnej lub rurociągów kablowych oraz rury przepustowe, w których kabel może się swobodnie przesuwąć.

Dodatkową ochronę stanowi taśma ostrzegawcza, ułożona w połowie głębokości posadowienia rurociągu kablowego na całej jego trasie oraz w wyjątkowych przypadkach przykrywy kablowe.

#### **5.5. Dokumentacja powykonawcza**

##### **5.5.1. Wymagania ogólne**

Dokumentacja powykonawcza wybudowanej linii optotelekomunikacyjnej powinna zawierać wszystkie elementy określone w instrukcji TP SA T-01 pt. "Odbiór i utrzymanie kablowych linii optotelekomunikacyjnych". Dokumentacja dostarczana jest inwestorowi przez kierownika budowy po zakończeniu budowy linii.

##### **5.5.2. Dokumentacja trasowa**

Część trasowa dokumentacji powykonawczej powinna być sporządzona w formie odrębnego dokumentu powykonawczego, niezależnie od poprawionej dokumentacji projektowej. Powinna być ona wykonywana na bieżąco, w miarę postępu budowy linii, przez uprawnionego geodetę pod nadzorem kierownika budowy i inspektora nadzoru. Fakt ten powinien znaleźć odzwierciedlenie w postaci odpowiedniego zapisu w dokumentacji powykonawczej.

##### **5.5.3. Załączniki do dokumentacji**

Załącznikami do dokumentacji powykonawczej powinny być protokoły przekazania użytkownikom terenu czasowo zajętego dla potrzeb budowy linii oraz odpowiednie protokoły stwierdzające prawidłowość wykonania zbliżeń i skrzyżowań linii z innymi obiektami uzbrojenia terenowego.

Do zakresu dokumentacji powykonawczej należą również protokoły zawierające wyniki pomiarów.

### **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

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

Celem kontroli jest stwierdzenie osiągnięcia założonej jakości wykonywanych robót przy budowie kanału technologicznego.

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

Przed przystąpieniem do badania Wykonawca powinien powiadomić Inżyniera o rodzaju i terminie badania, a po wykonaniu badania przedstawia na piśmie wyniki badań do akceptacji Inżyniera.

Wykonawca powiadamia pisemnie Inżyniera o zakończeniu każdej roboty zanikającej, która może być kontynuowana dopiero po pisemnej akceptacji odbioru przez Inżyniera.

Kontrola jakości robót telekomunikacyjnych powinna odbywać się w obecności przedstawiciela użytkownika.

Jakość robót musi uzyskać akceptację wyżej wymienionego Użytkownika.

#### **6.2. Rurociąg kablowy**

Kontrola jakości wykonania przebudowy lub budowy telekomunikacyjnych kabli miejscowych polega na sprawdzeniu:

- trasy rurociągu kablowego przez oględziny uporządkowania terenu wzdłuż ciągów rurociągu w miejscach studni kablowych,
- przebiegu kanału technologicznego na zgodność z dokumentacją projektową,
- skrzyżowań i zbliżeń kanału technologicznego,
- prawidłowości budowy studni kablowych.
- poprawność ułożenia rur w studniach oraz mocowanie kanalizacji i montaż złącz,
- ochrony przed wnikaniem wilgoci,
- ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi.

### **6.3. Ocena wyników badań.**

Przedstawioną do odbioru kablową i światłowodową linię telekomunikacyjną należy uznać za wykonaną zgodnie z wymaganiami normy, jeżeli sprawdzenia i pomiary podane w punkcie 6.1 i 6.2 STWiORB dały wynik dodatni.

Elementy linii i kanalizacji, które w wyniku przeprowadzonych badań otrzymały ocenę ujemną, powinny być wymienione lub poprawione i ponownie zgłoszone do odbioru.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”. Obmiaru robót dokonać należy w oparciu o dokumentację projektową i ewentualnie dodatkowe ustalenia, wyniki w czasie budowy, akceptowane przez Inżyniera.

Jednostką obmiarową kablowych linii telekomunikacyjnych jest kilometr [km].

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w OST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Po wykonaniu budowy kanału technologicznego sieci szerokopasmowej Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu następujące dokumenty:

- aktualną powykonawczą dokumentację projektową,
- geodezyjną dokumentację powykonawczą,
- protokoły z dokonanych pomiarów,
- protokoły odbioru robót zanikających.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Płatność za jednostkę obmiarową należy przyjmować zgodnie z obmiarem i oceną jakości wykonanych robót na podstawie atestów producenta urządzeń, oględzin i pomiarów sprawdzających.

Cena wykonania robót obejmuje:

- roboty przygotowawcze,
- zaplecze zamawiającego
- dostarczenie i zmontowanie urządzeń,
- wykonanie przecisków pod obiektami,
- uruchomienie przebudowywanych urządzeń,
- zdemontowanie kolizyjnych odcinków linii,
- transport zdemontowanych materiałów,
- przeprowadzenie prób i konserwowanie urządzeń w okresie gwarancji,
- wykonanie inwentaryzacji urządzeń telekomunikacyjnych,
- wykonanie inwentaryzacji geodezyjnej powykonawczej robót.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1. Normy**

Przedstawione normy jeżeli nie zostały powołane w odpowiednich rozporządzeniach należy stosować na zasadzie dobrowolności i stanowią podstawowe źródło wiedzy technicznej potrzebnej dla przedmiotowego zakresu robót.

**ZN-93/TP S.A.-001** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Kablowe linie optotelekomunikacyjne. Ogólne wymagania techniczne. – Warszawa, 1993.

---

- ZN-96/TP S.A.-002** Telekomunikacyjne linie kablowe dalekosiężne. Linie optotelekomunikacyjne. Ogólne wymagania techniczne. – Warszawa, 1996.
- ZN-96/TP S.A.-004** Telekomunikacyjne linie kablowe. Zbliżenia i skrzyżowania z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego. Wymagania i badania. – Warszawa, 1996.
- ZN-14/OPL-005-1** Optotelekomunikacyjne linie kablowe. Część 1: Włókna światłowodowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 2014.
- ZN-14/OPL-005-2** Optotelekomunikacyjne linie kablowe. Część 2: Kable światłowodowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 2014.
- ZN-15/OPL-006** Linie optotelekomunikacyjne. Spoiny zgrzewane oraz mechaniczne światłowodów jednomodowych. Wymagania i badania. – Warszawa,
- ZN-14/OPL-008** Linie optotelekomunikacyjne. Kasety spoin włókien i osłony złączowe do zastosowań w światłowodowych systemach telekomunikacyjnych. Wymagania i badania. – Warszawa, 2014.
- ZN-13/TP S.A.-009** Linie optotelekomunikacyjne. Przełącznice światłowodowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 2013.
- ZN-15/OPL-010** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Osprzęt dla telekomunikacyjnych linii kablowych nadziemnych i napowietrznych. Wymagania i badania. – Warszawa, 2015.
- ZN-96/TP S.A.-011** Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Ogólne wymagania techniczne. – Warszawa, 1996.
- ZN-96/TP S.A.-012** Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Kanalizacja pierwotna. Wymagania i badania. – Warszawa, 1996.
- ZN-15/OPL-013** Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Kanalizacja wtórna. Wymagania i badania. – Warszawa, 2015.
- ZN-15/OPL-014** Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Elementy kanalizacji. Wymagania i badania. – Warszawa, 2015.
- ZN-15/OPL-022** Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Przywieszki identyfikacyjne. Wymagania i badania. – Warszawa, 2015.
- ZN-12/TP S.A.-023** Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Studnie kablowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 2012.
- ZN-99/TP S.A.-025** Telekomunikacyjne linie kablowe. Taśmy ostrzegawcze i ostrzegawczo-lokalizacyjne. Wymagania i badania. – Warszawa, 2000.
- ZN-06/TP S.A.-026** Telekomunikacyjne linie kablowe. Słupki oznaczeniowe i oznaczeniowo-pomiarowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 2006.
- ZN-96/TP S.A.-027** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Linie kablowe o żyłach metalowych. Ogólne wymagania techniczne. – Warszawa, 1996.
- ZN-96/TP S.A.-028** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Tory kablowe abonenckie i międzycentralowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 1996.
- ZN-15/OPL-029** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Kable telekomunikacyjne symetryczne o żyłach miedzianych. Kable i przewody krosowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 2015.
- ZN-05/TP S.A.-030** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Łączniki żył. Wymagania i badania. – Warszawa, 2005.
- ZN-11/TP S.A.-031** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Osłony złączowe – termokurczliwe i owijane. Wymagania i badania. – Warszawa, 2011.
- ZN-05/TP S.A.-032** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Łączówki i zespoły łączówkowe, kablowe i przełącznicowe. Wymagania i badania. – Warszawa, 2005.
- ZN-05/TP S.A.-033** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Obudowy zakończeń kablowych. Wymagania i badania. – Warszawa, 2005.
- ZN-12/TP S.A.-035** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Przyłącze abonenckie i sieć przyłączeniowa. Wymagania i badania. – Warszawa, 2012.
- ZN-15/OPL-036** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Urządzenia ochrony ludzi i sieci telekomunikacyjnej przed przepięciami i przetężeniami. Wymagania i badania. – Warszawa, 2015.
- ZN-10/TP S.A.-037** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Systemy uziemiające telekomunikacyjnych obiektów budowlanych. Wymagania i badania. – Warszawa,
-

2010.

**ZN-97/TP S.A.-039** Zakładowy Katalog Nakładów Rzeczowych. Linie optotelekomunikacyjne. – Warszawa, 1997. – 96 s.

**ZN-97/TP S.A.-040** Zakładowy Katalog Nakładów Rzeczowych. Telekomunikacyjne sieci miejscowe. (Uzupełnienie do KNR 5-01). – Warszawa, 1997. – 100 s.

**ZN-00/TP S.A.-042** Karty telekomunikacyjne. Elektroniczna karta stykowa. Podstawowe wymagania i badania. – Warszawa, 2000.

**ZN-14/OPL-043** Linie optotelekomunikacyjne. Tłumiki światłowodowe do zastosowań w sieciach jednomodowych. Wymagania i badania – Warszawa, 2014.

**ZN-13/TP S.A.-044** Linie optotelekomunikacyjne. Złącza rozłączalne dla światłowodów jednomodowych. Wymagania i badania. Warszawa, 2013.

**ZN-13/TP S.A.-045** Linie optotelekomunikacyjne. Światłowodowe elementy rozgałęziające do zastosowań w sieciach jednomodowych. Wymagania i badania – Warszawa, 2013.

**ZN-13/TP S.A.-046** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Szafy zewnętrzne do zastosowań telekomunikacyjnych. Wymagania i badania – Warszawa, 2013.

**ZN-06/TP S.A.-047** Telekomunikacyjne sieci miejscowe. Przełącznice główne PG (MDF). Wymagania i badania – Warszawa, 2006.

**ZN-14/OPL-048** Linie optotelekomunikacyjne. Mikrorurki i złączki mikrorurek do zastosowań w światłowodowych systemach telekomunikacyjnych. Wymagania i badania – Warszawa, 2014.

**ZN-14/OPL-049** Linie optotelekomunikacyjne. Światłowodowe cyrkulatory do zastosowań w sieciach jednomodowych. Wymagania i badania. – Warszawa, 2014.

**ZN-14/OPL-050** Linie optotelekomunikacyjne. Światłowodowe izolatory do zastosowań w sieciach jednomodowych. Wymagania i badania. – Warszawa, 2014.

---