

D.01.03.04/12 PRZEBUDOWA KABLOWYCH LINII TELEKOMUNIKACYJNYCH ŚWIATŁOWODOWYCH

1. Wstęp

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej (ST)

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z przebudową kablowych linii telekomunikacyjnych w ramach budowy obwodnicy m. Wyrzyska w ciągu drogi krajowej nr 10.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna (ST) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt.1.1.

1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji mają zastosowanie przy wykonaniu przebudowy linii telekomunikacyjnej światłowodowej.

W zakres robót wchodzi:

- wykonanie przepustów zabezpieczających kable
- wykopanie i zasypianie rowu kablowego,
- układanie rurociągu kablowego,
- montaż kanalizacji wtórnej,
- wciąganie kabli światłowodowych do kanalizacji,
- wciąganie kabli światłowodowych do rurociągu ziemnego,
- wykonanie złączy kablowych,
- oznakowanie kabla,
- badania i pomiary,
- demontaż kabla istniejącego.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. **Światłowód** - element transmisyjny kabla optotelekomunikacyjnego w postaci włókna optycznego złożonego z rdzenia i płaszczki wraz z pokryciami, pozwalający na transmisję fali świetlnej.

1.4.2. **Kabel optotelekomunikacyjny (światłowodowy)** - kabel zawierający światłowody do transmisji sygnałów telekomunikacyjnych.

1.4.3. **Kabel tubowy** - kabel optotelekomunikacyjny, zawierający w ośrodku światłowody w pokryciu wtórnym, w postaci luźnych tub skręconych wokół elementu wytrzymałościowego albo też zawierający tubę centralną z umieszczonymi w niej światłowodami w pokryciu pierwotnym.

1.4.4. **Łącznik światłowodu** - element osprzętu stosowany do trwałego łączenia włókien światłowodowych sposobem zaciskowym

- 1.4.5. **Złączka światłowodowa** – element osprzętu służący do rozłącznego połączenia światłowodów składający się zwykle z dwóch wtyków (półzłączek) i tulejki złączowej centrującej(couplera),
- 1.4.6. **Złącze światłowodowe spajane** – trwałe połączenie światłowodów wykonane metodą spajania w łuku elektrycznym.
- 1.4.7. **Kaseta** – zasobnik złączy i zapasów światłowodów,
- 1.4.8. **Zasobnik** - zbiornik stanowiący osłonę ochronną dla złącza kabla światłowodowego i jego zapasów lub samych zapasów, umieszczony bezpośrednio w ziemi
- 1.4.9. **Kanalizacja kablowa wtórna** - kanalizacja z rur polietylenowych (lub z materiałów o nie gorszych właściwościach), umieszczonych wewnątrz otworów kanalizacji kablowej pierwotnej.
- 1.4.10. **Kanalizacja kablowa pierwotna** - kanalizacja teletechniczna, wykonana z rur z polietylenu, polipropylenu, polichlorku winylu (lub z innych tworzyw sztucznych o nie gorszych właściwościach) bloków betonowych lub rur obiektowych (PE, PP, PCW, stalowych lub innych), do której zaciągnięto rury kanalizacji kablowej wtórnej).
- 1.4.11. **Pozostałe określenia** - według PN-T-01002 i PN-T-01003 oraz norm zakładowych:
TP SA - ZN-96/TPSA 002 i 005
Netii - TDC-061-0513-S

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót wg. ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne“ pkt 1.5.

2. Materiały

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów wg. ST D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne“ pkt 2.

2.2. Kabel optotelekomunikacyjny

Kabel optotelekomunikacyjny typu Z-XOTK...- spełniający wymagania zawarte w „Załączniku nr 11 Rozporządzenia MŁ z 4.09.1997 r ...” z włóknami spełniającymi zalecenia zawarte w dokumencie ITU-T nr G.652.

Kable optotelekomunikacyjne zastosowane w sieci TP SA powinny być zgodne z normami TP SA nr ZN-96/TPSA 002 i 005,

Kable optotelekomunikacyjne zastosowane w sieci Netii powinny być zgodne z normą TDC-061-0514-S.

Dla kabli światłowodowych w przewodzie odgromowym linii wysokiego napięcia powinny być spełnione wymagania techniczne i eksploatacyjne zawarte w „Załączniku nr 12 Rozporządzenia MŁ z 4.09.1997 r ...”

2.3. Rury

Na kanalizację wtórną należy stosować rury polietylenowe HDPE 32/2,0 mm lub 32/2,9 mm a na rurociągi kablowe HDPE 40/3,7 mm wg ZN-96/TP S.A.-017 lub opracowania Netii pt. „Lista

materiałów do budowy sieci kablowych, dopuszczonych do stosowania w Netia Telekom S.A. - TDC-061-0514-S.

2.4. Piasek

Piasek zgodnie z normą BN-6774-04.

2.5. Osłony złączowe

Osłony złączowe dla kabli optotelekomunikacyjnych TP SA wg ZN-TP S.A.-008.

Osłony złączowe dla kabli optotelekomunikacyjnych Netii wg dokumentu „Lista materiałów do budowy sieci kablowych, dopuszczonych do stosowania w Netia Telekom S.A. - TDC-061-0514-S.

2.6. Zasobniki złączowe

Zasobniki złączowe do zabezpieczenia złączy i zapasów kabli wg ZN-TP S.A.-024.

Dla sieci Netii obowiązuje lista materiałów wymieniona w punkcie 2.5.

2.7. Złącza spajane (spawy)

Wykonanie złącza spajanego dla światłowodów jednomodowych TP SA wg ZN-TP S.A.-006.

Wykonanie złącza spajanego dla światłowodów jednomodowych Netii wg TDC-061-0508-S i TDC-061-0509-S.

2.8. Składowanie materiałów na budowie

Bębny z kablami należy składować na placu budowy na utwardzonym podłożu.

Rury powinny być składowane w miejscach nie narażonych na wpływy atmosferyczne i uszkodzenia mechaniczne. Na ostatniej warstwie rur na bębnie powinna być szczelnie nawinięta folia polietylenowa w kolorze czarnym dla ochrony rur polietylenowych przed szkodliwym wpływem światła dziennego. Końce rur na bębnie powinny być uszczelnione.

Przetaczanie bębnow z rurami polietylenowymi na składowisku może być prowadzone tylko w kierunku zgodnym ze strzałką umieszczoną na bębnie.

Końcówki rur na bębnach powinny być starannie umocowane i zabezpieczone przed rozwinięciem.

W razie stwierdzenia braku uszczelnień rur polietylenowych należy przed wydaniem ich na budowę sprawdzić szczelność rur i uszczelnić ponownie ich końcówki.

Materiały takie jak kable, osłony złączowe, zasobniki złączowe należy składować w przeznaczonych na ten cel zamykanych i suchych pomieszczeniach.

2.9. Odbiór materiałów na budowie

Materiały należy dostarczyć na budowę wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi i protokołami odbioru technicznego.

Dostarczone na budowę materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi producenta. Przeprowadzić oględziny materiałów dostarczonych na budowę.

W razie stwierdzenia wad lub powstania wątpliwości odnośnie jakości ich wykonania, materiały te przed wbudowaniem poddać badaniom określonym przez Inżyniera robót.

3. Sprzęt

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu wg. ST-D-M.00.00.00. „Wymagania ogólne“ pkt. 3.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do budowy linii telekomunikacyjnej kablowej powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

- sprzęt do wykonywania przewiertów,
- wciągarka ręczna,
- wciągarka mechaniczna z rejestratorem siły naciągu,
- ubijak spalinowy,
- zespół prądotwórczy,
- spawarka do światłowodów,
- reflektometr do sprawdzenia ciągłości światłowodów,
- zestaw do pomiaru tłumienności optycznej,
- ściągarka pokrycia pierwotnego,
- ściągarka pokrycia wtórnego,
- przecinarka światłowodu.

W zależności od warunków terenowych i uzbrojenia terenu roboty ziemne mogą być wykonywane ręcznie lub mechanicznie. Sposób wykonania robót oraz sprzęt zaakceptuje Inżynier.

4. Transport

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

4.2. Transport materiałów

Wykonawca przystępujący do „Przebudowy kablowych linii telekomunikacyjnych światłowodowych” powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących środków transportu:

- samochód dostawczy,
- samochód skrzyniowy,
- przyczepa kablowa

Przewożone materiały powinny być układane i zabezpieczone przed przemieszczaniem się zgodnie z warunkami transportu wydanymi przez wytwórcę dla poszczególnych elementów.

5. Wykonywanie robót

5.1. Ogólne zasady wykonywania robót

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

5.2. Trasy linii kablowych

Trasy linii kablowych powinny być zgodne z Dokumentacją Geodezyjną zatwierdzoną przez właściwe, co do rejonizacji, Zespoły Uzgadniania Dokumentacji Projektowej.

Tyczenie tras linii kablowych powinien wykonywać geodeta posiadający odpowiednie uprawnienia.

5.3. Układanie linii światłowodowych

5.3.1. Kanalizacja kablowa wtórna

Rury do budowy kanalizacji wtórnej powinny być wykonane z polietylenu dużej gęstości HDPE 32/2,9 mm (z dopuszczeniem grubości ścianki 2,0 mm) z warstwą poślizgową, o gęstości nie mniejszej niż 0,943 g/cm³ wg ZN-TP S.A.-017.

Rury do budowy kanalizacji wtórnej lub rurociągów „Netii” powinny być zgodne z „Listą materiałów do budowy sieci kablowych, dopuszczonych do stosowania w Netia Telekom S.A.” - TDC-061-0514-S.

Rury polietylenowe powinny mieć wewnętrzną powierzchnię pokrytą drobnymi, wzdłużnymi rowkami. Dopuszcza się stosowanie rur polietylenowych o wewnętrznej powierzchni gładkiej. Napisy na rurach powinny informować o ich przeznaczeniu i pozwalać na rozróżnianie ich w przypadku układaniu ciągów wielorurowych.

Krawędzie otworów na końcach łączonych rur powinny być sfazowane.

Rury polietylenowe kanalizacji wtórnej należy zaciągać do wolnych otworów kanalizacji pierwotnej.

Dopuszczalne jest zaciąganie rur kanalizacji wtórnej do zajętych przez kable z żyłami miedzianymi otworów kanalizacji pierwotnej, jeżeli zmieści się tam wymagana liczba rur polietylenowych.. Rury polietylenowe kanalizacji wtórnej należy zaciągać możliwie w jak najdłuższych odcinkach instalacyjnych. W studniach kablowych, w których nie wykonuje się złączy, należy zachować ciągłość rur polietylenowych kanalizacji wtórnej, a tam gdzie były przecięte, łączyć je dopiero po zaciągnięciu do nich kabli. Łączenie rur powinno być szczelne i wykonane wg IT-ZDBŁ-52. Rury mogą być także łączone giętkimi rurami karbowanymi z polietylenu lub polichlorku winylu.

Rury kanalizacji wtórnej wraz z zainstalowanymi w nich kablami powinny być odpowiednio wygięte łagodnymi łukami i przymocowane do ścian studni, a tam gdzie to niemożliwe do sufitu studni, w sposób zabezpieczający je przed uszkodzeniami przy innych pracach w studni.

5.3.2. Rurociągi kablowe

Rury do budowy rurociągów kablowych TP SA i Exatela powinny być wykonane z polietylenu dużej gęstości HDPE 40/3,7 mm wg ZN-TP S.A.-017.

Projektowane rurociągi kablowe Netii muszą spełniać wymagania zawarte w Normie Zakładowej TDC-061-0506-S.

Rury należy układać w rowie kablowym na głębokości 1,0 m z falowaniem 0,2% do 0,3% w gruntach o twardym podłożu i 2% w gruntach bagnistych i terenach zalewowych. Rury należy zasypywać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm ponad powierzchnię rur. Pozostałe zasady budowy wg IT-ZDBŁ-52 oraz BN-8984-17/03.

5.3.3. Zaciąganie kabli do kanalizacji wtórnej i rurociągów kablowych

W każdym wypadku zaciągania kabli OTK należy przestrzegać, aby temperatura otoczenia nie była niższa od -5°C. Nie wolno układać kabli, w okresie zimowym, przy składowaniu kabli na otwartej przestrzeni i długotrwałych ujemnych temperaturach.

Zaciągane do kanalizacji wtórnej i rurociągów kable optotelekomunikacyjne nie mogą być poddawane nadmiernym siłom rozciągającym i zagięciom. Promień gięcia kabli nie powinien być mniejszy niż 20 średnic zewnętrznych kabla. Jednak, jeśli na kabel działa jednocześnie siła

rozciągająca, dopuszczalny promień gięcia nie może być mniejszy niż wielokrotność 25 średnic zewnętrznych kabla.

Zaciąganie kabli optotelekomunikacyjnych można przeprowadzać:

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

Nie wolno dopuścić do wystąpienia skokowej siły ciągu w trakcie zaciągania.

Dopuszczalna siła, z jaką można zaciągać kabel powinna być określona w warunkach technicznych na dany typ kabla. Siła ta, przy zaciąganiu mechanicznym, nie powinna przekraczać wartości równej ciężarowi 1 km zaciąganego kabla. Szczegółowe zalecenia dotyczące zaciągania kabli do kanalizacji zawarte są w instrukcji IT-ZDBŁ-60, opracowanej przez Zakład Doświadczalny Budownictwa Łączności.

5.3.4. Zapasy kabli

Przy złączach należy pozostawić zapasy kabli, umożliwiające swobodne wyniesienie końców kabla na zewnątrz studni i wykonanie złącza i pomiarów w samochodzie. Zapasy te powinny wynosić po minimum 15,0 m z każdej strony nowego złącza. W długości tej zawarto niewielkie zapasy kabli jako rezerwy dla ewentualnej naprawy złącza. W przypadku wykorzystania istniejącego kabla do przebudowy (po nowej trasie), dopuszcza się zmniejszone ilości zapasów, lecz po uprzednim uzgodnieniu z użytkownikiem linii.

Zapasy kabli należy układać w pętli z zachowaniem promienia wyginania kabla nie mniejszego niż 20 jego średnic 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.

Wykonanie zapasów kabli dla linii Netii :

Dla zasobników i studni kablowych wzdłuż trasy kabla zapas kabla należy układać na stelażu zapasu. Stelaż należy trwale przymocować do ściany studni kablowej. W zasobnikach złączowych część odcinka kabla powinna się dawać łatwo odwijać bez narażania kabla na nadmierne zginanie lub załamanie przez odpowiednie ułożenie kabla w ósemkę.

Zasobniki złączowe, dozwolone do stosowania przy budowie sieci Netii, zostały wyspecyfikowane w dokumencie TDC-061-0514-S.

Przy każdym złączu przelotowym oraz odgałęźnym należy pozostawiać po obu stronach złącza zapas kabla o wielkości min. 15 m, aby umożliwić przeniesienie złącza ze studni lub zasobnika do samochodu montażowego. Na każdym odcinku kabla pomiędzy dwoma kolejnymi złączami (lub przełącznicami ODF) o długości większej niż 1000 m należy pozostawić w środku odcinka 50 m zapasu kabla. Dla odcinków dłuższych niż 2 km należy pozostawiać po 50 m zapasu kabla na każde 1000 m (rozlokowując je równomiernie na długości odcinka).

Przy każdorazowym pokonywaniu większych przeszkód terenowych (tj. dużych cieków wodnych, torowisk wielotorowych, głównych dróg) należy pozostawić zapasy kabla o długości 25 m. W wypadku projektowania linii na obiekcie inżynieryjnym (mosty, wiadukty) należy pozostawiać po obu stronach obiektu zapasy kabla umożliwiające odsunięcie linii na czas remontu obiektu. Zapasy te nie powinny być mniejsze niż 30 m z każdej strony. Jeżeli obiekt inżynieryjny lub inna przeszkoda terenowa znajduje się w pobliżu środka odcinka międzyzłączowego (w którym należy pozostawić zapas 50 m), to zapas (50 m) należy przesunąć do przeszkody terenowej (lub rozdzielić na dwa zapasy i zlokalizować po obu stronach obiektu inżynieryjnego).

5.3.5. Łączenie kabli

A. Zasady montażu liniowego kabli TP SA

Łączenie i odgałęzianie kabli w liniach budowanych w kanalizacji kablowej 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, montowanych zgodnie z ich instrukcjami fabrycznymi.

Światłowody powinny być łączone przez spajanie (metoda spawania obowiązuje poza miejscami zakończeń kabli) zgodnie z numeracją wg barwnego kodu identyfikacyjnego włókien. Należy także zachować zgodność kolorystyki tub.

Należy zwrócić uwagę na to, aby proces spawania przebiegał w atmosferze suchego powietrza.

Dopuszcza się łączenie światłowodów przy użyciu łączników nierozłącznych, zaciskanych mechanicznie lub rozłącznych, gwarantujących uzyskanie właściwych i trwałych parametrów transmisyjnych, jeżeli użytkownik linii wyrazi na to zgodę.

Metoda i osprzęt do łączenia światłowodów powinny być dostosowane do typu łączonego światłowodu

Każde złącze kabla OTK powinno być zaopatrzone w woreczek ze świeżo wysuszonym barwionym żelazem krzemionkowym, pochłaniającym wilgoć gromadzącą się w osłonie złączowej podczas montażu i wieloletniej eksploatacji linii.

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.

Wymaga się, aby w osłonie złączowej pozostawiać zapasy łączonych światłowodów w pokryciu pierwotnym. Zapasy te powinny być magazynowane w kasetach po ok. 1,5 m z każdej strony połączenia w ten sposób, aby promień gięcia światłowodów nigdzie nie był mniejszy od 35,0 mm.

Obróbka włókien światłowodowych do spajania ich przy użyciu konkretnego typu spawarki powinna być wykonana zgodnie z instrukcją tej spawarki. Wszystkie połączenia spajane powinny być w czasie montażu sprawdzone reflektometrem. Montaż elementów osłony złączowej oraz kaset i zapasów włókien światłowodowych, a także ostateczne uszczelnienie osłony powinno być wykonane zgodnie z instrukcją fabryczną osłony.

Wskazane jest, aby przynajmniej jeden przykładowy proces spajania włókna został utrwalony zapisem ze spawarki na dyskietce komputerowej dla obserwacji zmian parametrów spoiny w czasie eksploatacji.

Najlepsze parametry złącza spajanego uzyskuje się wtedy, gdy łączone światłowody są jednakowego typu i pochodzą z jednej serii produkcyjnej.

W celu poprawnego wykonania spoiny światłowodowej należy:

- zdjąć pokrycie wtórne światłowodu w postaci luźnej tuby na długości ok. 1 m, w celu łatwiejszego ułożenia włókna w kasecie po wykonaniu spoiny. Zapas włókna z pokryciem wtórnym w postaci ścisłej tuby może być układany bez zdejmowania tego pokrycia, promień zginania światłowodu w pokryciu pierwotnym nie może być mniejszy niż 35 mm,
- nałożyć osłonkę spoiny na jeden z łączonych światłowodów,
- zdjąć pokrycie pierwotne światłowodu przy pomocy precyzyjnej ściągarki pokrycia na długości 20-30 mm,
- oczyszczone końce światłowodu należy przemyć czystym alkoholem.
- uciąć włókno w odległości 5-10 mm od miejsca pozostawienia pokrycia pierwotnego, przy pomocy precyzyjnej przecinarki światłowodów pozwalającej uzyskać prostopadłość przecięcia (lub wymaganą kątowość, w przypadku połączeń kątowych za szlifem typu APC) z dokładnością nie gorszą niż 0,5° w stosunku do osi światłowodu,
- oczyszczone i przycięte końce światłowodów przeznaczone do połączenia umieścić w uchwycie spawarki światłowodowej.

Poprawnie wykonana i zbadana spoina powinna być zabezpieczona osłonką spoiny. Cały proces spajania światłowodów na trasie linii należy wykonać w wozie montażowo-pomiarowym.

Osłonka spoiny światłowodowej powinna stanowić trwałe zabezpieczenie miejsca połączenia światłowodów. Osłonka powinna składać się z rurki termokurczliwej, rurki termotopliwej oraz z elementu wytrzymałościowego, bądź mieć inną konstrukcję o nie gorszej skuteczności.

Materiały osłonki nie mogą oddziaływać szkodliwie na światłowód i jego pokrycie.

Element wytrzymałościowy może być wykonany w postaci pręta lub rynienki metalowej.

Temperatury:

- obkurczania rurki termokurczliwej 140°C,
- mięknięcia rurki termotopliwej 100^o +/- 5^o C.

Po obkurczeniu osłonkę należy umieścić w odpowiednim uchwycie kasety osłony złączowej.

Wymiary osłonki spoiny światłowodowej powinny być dostosowane do używanych spawarek i kaset złączowych. Maksymalna długość rurki termokurczliwej nie powinna przekraczać 65 mm, a średnica 3 mm. Element wytrzymałościowy powinien być takiej długości, aby zabezpieczał światłowód z zakładką co najmniej 10 mm z każdej strony poza miejsce oczyszczone z pokrycia pierwotnego. Na osłonkę spoiny bądź kasetę należy nanieść numer identyfikacyjny światłowodu.

B. Zasady montażu liniowego kabli Netii:

Przed przystąpieniem do montażu złączy należy sprawdzić reflektometrem stan ułożonych kabli na zgodność z dokumentacją fabryczną.

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, montowanych zgodnie z ich instrukcjami fabrycznymi.

Światłowody powinny być łączone przez spajanie zgodnie z numeracją wg barwnego kodu identyfikacyjnego włókien. Dopuszcza się łączenie światłowodów przy pomocy łączników zaciskanych mechanicznie w wypadku usuwania awarii, na czas jej trwania.

Po usunięciu awarii należy wykonać połączenia spajane.

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

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.

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

Osłony złączowe powinny mieć aktualne świadectwo homologacji.

Do montażu złączy kabli OTK w NETIA TELEKOM S.A. powinny być stosowane w zasadzie osłony złączowe typu FOSC firmy RAYCHEM o pojemnościach dostosowanych do konstrukcji kabli.

Wymaga się, aby w osłonie złączowej pozostawiać zapasy łączonych światłowodów w pokryciu pierwotnym. Zapasy te powinny być magazynowane w kasetach po ok. 1,5 m z każdej strony połączenia w ten sposób, aby promień gięcia światłowodów nigdzie nie był mniejszy od 35 mm.

Do obróbki i spajania światłowodów używane są następujące narzędzia:

- spawarki automatyczne z odczytem tłumienności wnoszonej przez spoinę (zwykle metodą PAS) oraz z grzejnikiem do zgrzewania termokurczliwych osłon spoiny,
- przecinarki światłowodów,

–szczypce do zdejmowania pokrycia pierwotnego i wtórnego światłowodów.

Do montażu i uszczelniania osłon złączowych używa się typowych narzędzi monterskich opisanych w instrukcji fabrycznej osłon oraz dmuchawy gorącego powietrza do uszczelniania osłon termokurczliwych.

Prace montażowe powinny być wykonywane w dobrych warunkach umożliwiających prawidłowe wykonanie złączy, np. w samochodzie montażowo -pomiarowym.

Obróbka włókien światłowodowych do spajania ich przy użyciu konkretnego typu spawarki powinna być wykonana zgodnie z instrukcją tej spawarki. Wszystkie połączenia spajane powinny być w czasie montażu sprawdzone reflektometrem.

Montaż elementów osłony złączowej oraz kaset i zapasów włókien światłowodowych, a także ostateczne uszczelnienie osłony powinno być wykonane zgodnie z instrukcją fabryczną osłony. Wskazane jest, aby przynajmniej przykładowy proces spajania włókna został utrwalony zapisem ze spawarki na nośniku pamięci komputerowej dla obserwacji zmian parametrów spoiny w czasie eksploatacji.

Najlepsze parametry złącza spajanego uzyskuje się wtedy, gdy łączone światłowody są jednakowego typu i pochodzą z jednej serii produkcyjnej.

Złącza spajane należy stosować przy montażu złączy kabli OTK przelotowych oraz na przełącznicach i w złączach zakończeniowych stacyjnych.

W celu poprawnego wykonania spoiny światłowodowej należy:

- zdjąć pokrycie wtórne światłowodu w postaci luźnej tuby na długości od 1 do 2 m, w celu łatwiejszego ułożenia włókna w kasecie po wykonaniu spoiny. Zapas włókna z pokryciem wtórnym w postaci ścisłej tuby może być układany bez zdejmowania tego pokrycia; promień zginania światłowodu w pokryciu pierwotnym nie może być mniejszy niż 35 mm,
- na jeden z łączonych światłowodów nasunąć osłonkę spoiny,
- zdjąć pokrycie pierwotne światłowodu przy pomocy precyzyjnej ściągarki pokrycia na długości 20-30 mm, a oczyszczone końce światłowodu przemyć czystym alkoholem (99%) lub alkoholem izopropylowym,
 - uciąć włókno, w odległości 5-10 mm od miejsca pozostawienia pokrycia pierwotnego, przy pomocy precyzyjnej przecinarki światłowodów pozwalającej uzyskać prostopadłość przecięcia z dokładnością nie gorszą niż $0,5^\circ$ w stosunku do osi światłowodu,
 - oczyszczone i przycięte końce światłowodów przeznaczone do połączenia umieścić w uchwycie spawarki światłowodowej.

Poprawnie wykonana i zbadana spoina powinna być zabezpieczona osłonką spoiny. Osłonka spoiny światłowodowej powinna stanowić trwałe zabezpieczenie miejsca połączenia światłowodów. Osłonka powinna składać się z rurki termokurczliwej, rurki termotopliwej oraz z elementu wytrzymałościowego, bądź mieć inną konstrukcję o nie gorszej skuteczności. Materiały osłonki nie mogą oddziaływać szkodliwie na światłowód i jego pokrycie. Element wytrzymałościowy może być wykonany w postaci pręta lub rynienki metalowej.

Temperatury:

- obkurczania rurki termokurczliwej 140°C ,
- mięknięcia rurki termotopliwej $100 \pm 5^\circ\text{C}$.

Po obkurczeniu osłonkę umieszcza się w odpowiednim uchwycie w kasecie osłony złączowej. Wymiary osłonki spoiny światłowodowej powinny być dostosowane do używanych spawarek i kaset złączowych. Maksymalna długość rurki termokurczliwej nie powinna przekraczać 65 mm, a średnica 3 mm. Element wytrzymałościowy powinien być takiej długości, aby zabezpieczał światłowód z zakładką, co najmniej 10 mm z każdej strony poza miejsce oczyszczone z pokrycia pierwotnego. Na osłonkę spoiny bądź kasetę należy nanieść numer identyfikacyjny światłowodu.

W czasie montażu złącza należy sprawdzić wszystkie połączone włókna przy pomocy reflektometru. Należy również odnotować długość optyczną linii przed i po połączeniu odcinków kabli. Pomiary należy wykonać dla fal 1310 i 1550 nm.

Jeśli jest to możliwe, pomiar należy wykonywać z zakończeń kablowych, tj. z przełącznicy światłowodowej. W każdym razie pomiary te mogą być wykonane z końca odcinka linii albo też z jakiegokolwiek odpowiedniego punktu na trasie linii z zastosowaniem adapterów do podłączenia włókien światłowodowych.

Ponieważ przy pomiarze reflektometrem występuje pewna strefa martwa, są trudności przy pomiarze tłumienności złączy położonych w pobliżu punktu pomiarowego. Sposobem na pokonanie tej trudności jest przeprowadzenie pomiaru ze złącza odległego o co najmniej 40 m od złącza badanego albo też zastosowanie odpowiednio długiego odcinka tzw. włókna rozbiegowego.

Połączenia światłowodów jednomodowych w złączu powinny być tak wykonane, aby tłumienność średnia przypadająca na jedną spoinę w złączu nie przekroczyła wartości 0,10 dB. Tłumienność spoin powinna być określona jako wartość średnia (z uwzględnieniem znaków) z pomiarów reflektometrycznych w obu kierunkach transmisji.

Wymagania powinny być spełnione dla fal o długości 1310 nm i 1550 nm.

Wykonanie spoiny o minimalnej tłumienności może wymagać kilku prób i powtórzeń. Aby liczbę prób spajania przy wykonywaniu złącza pozostawić na rozsądnym poziomie, należy przyjąć następujące zasady:

- jeśli tłumienność połączenia jest wyższa niż 0,10 dB (odczyt ze spawarki), włókno powinno być przecięte i ponownie spojone,
- jeśli ponowna próba spajania nie daje pozytywnego rezultatu, należy przejść do montażu włókna następnego,
- jeśli to następne włókno daje się zmontować poprawnie, należy powrócić do włókna poprzedniego i starać się uzyskać prawidłowe połączenie,
- jeśli próby ponownego spojenia włókna nie dają pozytywnego rezultatu odnośnie tłumienności spoiny, a osiągane wyniki nie spełniają wymagań, ale są zbliżone co do wartości, należy uznać, że przyczyną są różne parametry światłowodów.

Przy tej metodzie liczba prób na jedno włókno nie powinna przekroczyć trzech.

Jeśli nie można uzyskać wymaganej tłumienności również na innym włóknie, a różnice osiąganych tłumienności włókien są stosunkowo duże, należy sprawdzić spawarkę i starannie oczyścić elektrody zgodnie z instrukcją obsługi.

Jeśli pomimo kilku prób (np. trzech) uzyskiwane tłumienności spoiny przekraczają wartość przepisaną i powtarzają się co do wielkości w każdej próbie, to należy przyjąć, że jest to spowodowane zróżnicowaniem parametrów łączonych światłowodów. Można wtedy dopuścić większą tłumienność wnoszoną przez spoinę, do wartości 0,2 dB, ale połączeń takich nie może być więcej niż 2 na 15-kilometrowym odcinku kontrolnym każdego światłowodu.

Jeśli połączenie włókna można uznać za poprawne, należy umieścić na swoim miejscu osłony spoiny włókna. Ważne jest, aby ułożenie pętli zmontowanego włókna w osłonie złączowej wykonać dopiero po całkowitym ostygnięciu osłony spawu.

Po zmontowaniu i ułożeniu włókna należy ponownie sprawdzić, czy tłumienność połączenia nie uległa zmianie. Sprawdzenie należy wykonać dla fal 1310 i 1550 nm i odnotować w protokole.

Do pomiarów na odcinkach krótkich należy stosować możliwie krótki impuls sygnału pomiarowego.

5.4. Ochrona mechaniczna linii kablowych

Podczas przechowywania, transportu i układania, końce kabli należy chronić przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem ich ośrodków, za pomocą kapturków termokurczliwych, szczelnie zamykających kabel. Kapturki powinny być zdejmowane tuż przed montażem złączy lub przed wykonaniem pomiarów.

Podstawową ochronę kabli OTK stanowią rury kanalizacji wtórnej lub rurociągi kablowe, w których kabel może się swobodnie przesuwac.

Dodatkową ochronę stanowią taśmy ostrzegawcze układane nad kablem lub kabel lokalizacyjny.

5.5. Znakowanie i numeracja

Oznakowanie ostrzegawcze

W studniach, kanałach, tunelach, gdzie kable przechodzą bez złączy w rurach kanalizacji kablowej lub rurociągów kablowych o zachowanej ciągłości, rury te należy oznakować opaskami ostrzegawczymi w kolorze pomarańczowym z napisem „UWAGA. KABEL ŚWIATŁOWODOWY.”

Opaski te powinny być umieszczane na wszystkich odcinkach rur dostępnych w toku eksploatacji dla własnych i obcych służb utrzymania.

Oznakowanie identyfikacyjne

Znakowanie i numeracja linii optotelekomunikacyjnych powinna być zgodne z oznaczeniami i numeracją istniejącej linii kablowej.

Oznakowanie należy umieszczać na rurach kanalizacji wtórnej we wszystkich studniach, po obu stronach złączy z rozróżnieniem kierunków kabla.

Tabliczki identyfikacyjne powinny posiadać czytelny napis informujący o właścicielu kabla, numerze eksploatacyjnym linii oraz kontakcie do służb eksploatacyjnych linii.

Oznakowanie może być w formie opasek oznaczeniowych bądź przywieszek identyfikacyjnych.

5.6. Wymagania transmisyjne

5.6.1. Wymagania ogólne

Zaleca się, aby kable przeznaczone do wbudowania na wstawkę pochodziły z tej samej partii produkcji i od tego samego producenta, a ściślej chodzi tu o ten sam rodzaj włókna i te same jego parametry.

5.6.2. Tłumienność włókien światłowodowych

- Wszystkie światłowody jednomodowe powinny mieć zmierzoną tłumienność dla fal 1310 nm i 1550 nm, a następnie wyliczoną tłumienność jednostkową toru.
- Tłumienność jednostkowa każdego włókna światłowodowego nie powinna przekraczać wartości maksymalnych, zawartych w warunkach technicznych dla kabli danej klasy, spełniając wymagania bilansu mocy dla danego odcinka regeneratorskiego. Tłumienność ta dla światłowodów jednomodowych nie powinna przekraczać 0,40 dB/km dla fali 1310 nm oraz 0,25 dB/km dla fali 1550 nm.

5.6.3. Tłumienność połączeń światłowodów

A. Dla kabli TP SA i Exatela

Połączenia światłowodów jednomodowych powinny być tak wykonane, aby ich tłumienność nie przekroczyła wartości:

- 0,15 dB w przypadku odcinka regeneratorskiego zawierającego nie więcej niż 10 złączy kabli światłowodowych,
- 0,08 dB w przypadku odcinka regeneratorskiego zawierającego więcej niż 10 złączy kabli światłowodowych,

W przypadku połączeń spawanych dopuszcza się maksymalną wartość tłumienności połączenia 0,3 dB, jeśli 3 próby spawania nie pozwoliły na uzyskanie wartości 0,15 dB. Złączy takich nie może być w odcinku kontrolnym (15 km) więcej niż dwa, pod warunkiem uwzględnienia ich w bilansie mocy odcinka.

Jeśli połączenie włókna można uznać za poprawne, należy umieścić na swoim miejscu osłony spoiny włókna

B. Wymagania dla połączeń w kablach Netii

Połączenia światłowodów jednomodowych powinny być tak wykonane, aby ich tłumienność nie przekroczyła wartości:

- 0,1 dB dla połączeń spajanych, określona jako wartość średnia (z uwzględnieniem znaków) z pomiarów w obu kierunkach transmisji,
- 0,5 dB dla złączy rozłączalnych, jako wartość maksymalna przyjmowana do obliczeń, przy czym średnia wartość tej tłumienności nie powinna przekraczać 0,3 dB.
- $\pm 0,4$ dB dla złączy spajanych mierzonych reflektometrem z jednej strony.

Dla połączeń spajanych dopuszcza się maksymalną wartość bezwzględną tłumienności połączenia 0,2 dB, jeśli 3 próby spajania nie pozwoliły na uzyskanie wartości 0,1 dB, przy czym uzyskiwane wyższe wartości były prawie jednakowe.

Dopuszcza się na odcinku regeneratorskim nie więcej niż 2 tego typu połączenia dla każdego toru pod warunkiem uwzględnienia ich obecności w bilansie mocy odcinka regeneratorskiego.

Zmiana tłumienności jednostkowej wzdłuż odcinka, pomiędzy sąsiednimi złączami światłowodowymi, nie powinna przekraczać 0,1 dB/km dla fal 1310 nm i 1550 nm, na każdym dowolnie wybranym jednokilometrowym odcinku światłowodu.

Skokowy wzrost tłumienności wywołany punktowymi wtrąceniami nie powinien być większy od 0,1 dB.

5.6.4 Dyspersja chromatyczna

Dla włókien w kablach TP SA i Exatela współczynnik dyspersji chromatycznej:

A. optymalizowanych dla fali 1310nm:

- mniejszy od 3,5 ps/nm * km w zakresie 1285÷1330 nm
- długość fali zerowej dyspersji powinna być zawarta pomiędzy 1300 i 1325 nm.
- mniejszy od 20 ps/nm * km w zakresie 1525÷1575 nm.

B. optymalizowanych dla fali 1550nm i przesuniętej dyspersji:

- mniejszy od 25 ps/nm * km w zakresie 1285÷1330 nm,
- mniejszy od 2,7 ps/nm * km w zakresie 1525÷1575 nm,

Parametry dla włókien dla kabli TP SA i Exatela optymalizowanych dla transmisji w oknie 1550 nm z przesuniętą niezerową dyspersją, będą podawane przez użytkownika linii.

Dla włókien optymalizowanych dla transmisji DWDM parametry są podawane każdorazowo przez użytkownika linii.

Dla włókien w kablach Netii współczynnik dyspersji chromatycznej nie powinien przekraczać: 3,5 ps/nm*km dla długości fali z zakresu 1285-1330 nm,

6,0 ps/nm*km dla długości fali z zakresu 1270-1340 nm,

20,0 ps/nm*km dla długości fali 1550 nm

Dla kabla Netii, ze względu na transmisję DWDM, należy wykonać pomiary na 6 włóknach związane z dyspersją. Zakres tych pomiarów nie jest podawany przez specyfikacje opracowane przez Netię, dlatego należy go każdorazowo uzgadniać z użytkownikiem linii.

5.6.5 Inne parametry kabli

Długość fali odcięcia w światłowodzie, w kablu powinna być mniejsza niż 1260 nm.

Dla kabli TP SA i Exatela pozostałe parametry włókien powinny być zgodne z ZN-96/TP SA-005.

Dla kabli Netii pozostałe parametry włókien powinny być zgodne z ITU-T G.652 i TDC-061-0510 i 0514-S.

5.7. Dokumentacja powykonawcza

A.. Dokumentacja powykonawcza dla linii TP SA:

Dokumentacja powykonawcza wybudowanej linii powinna być sporządzona przez wykonawcę po zakończeniu budowy linii, w oparciu o inwentaryzację geodezyjną w uzgodnieniu z Inżynierem i powinna zawierać:

- wszystkie niezbędne szczegóły wymienione w punkcie 9 normy ZN-96/TP SA- 002 i w instrukcji TP S.A. T-01,
- dokładne dane o przebiegu linii przez podanie domiarów do trasy linii, studni kablowych, złączy - z zaznaczeniem tych, które wykonano przy użyciu łączników rozłącznych,
- zapasów kabli - z podaniem ich długości, głębokości ułożenia kabla, o ile odbiega ona od normalnej, przyjętej głębokości 1 m,
- wyniki pomiarów wszystkich torów gotowej linii.

Dokumentacja powinna być aktualizowana w toku eksploatacji linii, w przypadku prowadzenia remontów i przebudów linii, zmieniających usytuowanie linii, złączy lub zapasów kabli, powstania wstawek kablowych i nowych złączy.

B. Dokumentacja powykonawcza dla linii Netii:

Dokumentacja powykonawcza wybudowanej linii optotelekomunikacyjnej Netii powinna zawierać wszystkie składniki określone w prawie budowlanym. Dokumentacja dostarczana jest inwestorowi po zakończeniu przebudowy linii.

Część trasową dokumentacji powykonawczej stanowi poprawiona dokumentacja projektowa. Powinna być ona wykonywana na bieżąco, w miarę postępu budowy linii, przez uprawnionego geodetę pod nadzorem wykonawcy i inspektora nadzoru. Fakt ten powinien znaleźć odzwierciedlenie w postaci odpowiedniego zapisu w dzienniku budowy.

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 dokumentacji powykonawczej należą również protokoły zawierające wyniki pomiarów.

Do wszystkich operatorów dokumentacja powinna być przekazana również w formie elektronicznej wg standardów obowiązujących u danego użytkownika.

5.8. Demontaż linii optokablowej

Demontaż linii polega na:

- lokalizacji tras linii,
- odkopaniu rurociągu kablowego,
- wyjęciu kabli światłowodowych,
- wyjęciu rurociągu kablowego,
- demontażu połączeń i osprzętu,
- zasypaniu rowów kablowych,
- wyrównaniu terenu.

5.9. Zasady bezpieczeństwa pracy przy montażu

Należy zachować szczególną ostrożność przy pracach prowadzonych ze światłowodami, których ułamane lub odcinane końce są bardzo ostre i łatwo mogą się wbijać w skórę ludzką, a więc niebezpieczne dla pracowników, zwłaszcza dla oczu, ust, delikatnych miejsc skóry twarzy itp. Krótkie odcinki kabli i światłowodów powinny być starannie zbierane i składane do specjalnych pojemników, a następnie likwidowane w taki sposób, aby nie były bezpośrednio dostępne dla osób nieświadomych ich szkodliwości. Monterzy i technicy powinni być ostrzeżeni

o niebezpieczeństwach prac z włóknami światłowodowymi i pouczeni o sposobie obchodzenia się z nimi.

Stosowane przyrządy do pomiarów parametrów transmisyjnych kabli, linii i urządzeń teletransmisyjnych oraz same urządzenia wyposażone są prawie zawsze w lasery, będące źródłem promieniowania optycznego o dużej mocy. Jest ono szczególnie niebezpieczne dla oczu, nie wolno więc pod żadnym pozorem wystawiać oczu na działanie tych promieni. Nie wolno "zaglądać" w końcówki światłowodów emitujące promieniowanie laserowe, aby np. sprawdzić czy laser już działa albo czy koniec światłowodu lub połączenia jest czysty.

Końcówki przewodów, gniazda na urządzeniach i przyrządach pomiarowych lub połączenia, na wyjściu których może być emitowane promieniowanie ze źródeł laserowych powinno być opatrzone znakiem ostrzegawczym i napisem:

"UWAGA ! NIEWIDZIALNE PROMIENIOWANIE LASEROWE"

Szczegółowe przepisy bezpieczeństwa pracy z laserami jakie należy przestrzegać podane w normie PN-T-06700, a zwłaszcza w rozdziale III "Wytyczne dla użytkownika".

Dla kabli TP SA obowiązują przepisy zawarte w instrukcji TP S.A. T-01 "Odbiór i utrzymanie kablowych linii optotelekomunikacyjnych".

6. Kontrola jakości robót

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

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

6.2. Badania przed pracami instalacyjnymi

Przed przystąpieniem do prac instalacyjnych i montażowych na linii kablowej, wszystkie odcinki fabrykacyjne kabli należy poddać szczegółowym oględzinom zewnętrznym w celu wykrycia uszkodzeń, które mogły powstać podczas transportu lub przeładunku bębnow. Należy sprawdzić prawidłowość zabezpieczenia końców kabli przed zawilgoceniem i zabezpieczenia przed uszkodzeniami samych kabli na bębnach, zwracając uwagę na ewentualne wygięcia kabla na zbyt małym promieniu. Jeżeli istnieje podejrzenie o niewłaściwym obchodzeniu się z kablem, przed dostarczeniem go na plac budowy, konieczne jest wykonanie pomiarów takich, jak przy odbiorze kabli od producenta.

Na tym etapie prac konieczne jest dokonanie oględzin odcinków fabrykacyjnych, a w razie potrzeby sprawdzenie ich długości i konstrukcji, w celu stwierdzenia zgodności z Dokumentacją Projektową.

6.3. Pomiary w trakcie budowy i montażu linii

Powinny być wykonywane poniżej podane pomiary:

- a) pomiary reflektometrem przy długości fali 1310 nm, po ułożeniu kabli a przed połączeniem światłowodów należy wykonać na wszystkich torach (wszystkich światłowodach), z jednej strony każdego odcinka instalacyjnego; w celu stwierdzenia ciągłości światłowodów. Pomiarów należy dokonać reflektometrem lub testerem tłumienności
- b) po zmontowaniu złącz na kablu, należy wykonać pomiary reflektometryczne z obu stron odcinka regeneratorskiego dla fal 1310 nm i 1550 nm w celu stwierdzenia poprawności wykonania połączeń. Dopiero po pozytywnym wyniku tych pomiarów dla wszystkich światłowodów w kablu można przystąpić do ostatecznego zamknięcia złącza,
- c) pomiary po zmontowaniu linii, tj. po wykonaniu połączeń na linii należy wykonać reflektometrem z obu stron każdego odcinka regeneratorskiego, w obu oknach transmisyjnych (1310 i 1550 nm), na wszystkich światłowodach dla uzyskania wykresów reflektometrycznych. Należy zlokalizować ewentualne wadliwe połączenia, a po ich

poprawieniu należy nowe charakterystyki reflektometryczne zarejestrować w postaci wykresów i jeśli to możliwe na nośnikach pamięci komputerowej.

Do badań wykonywanych w trakcie budowy linii należy również kontrola przeprowadzana przez Inżyniera, dotycząca jakości realizowanych robót, wbudowanych elementów, stosowanych materiałów oraz zgodności prowadzonych robót z projektem oraz przepisami technicznymi.

6.4. Pomiary wykonywane przy odbiorze linii

A. Pomiary wykonywane przy odbiorze linii TP SA i Exatela:

Na zmontowanym odcinku regeneratorskim linii optotelekomunikacyjnej należy wykonać następujące pomiary:

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

Na uzasadnione technicznie życzenie zlecniodawcy dopuszcza się wykonanie pomiaru współczynnika dyspersji chromatycznej światłowodów w wybudowanej linii celem obliczenia rzeczywistego pasma przenoszenia.

Pełny zakres pomiarów wykonuje się dla każdego toru optycznego włączanego do pracy. Na torach rezerwowych przeprowadza się tylko pomiary wg punktów a i b.

Dla każdego włókna światłowodowego na odcinku regeneratorskim należy pomierzyć tłumienność pomiędzy wszystkimi skrajnymi przełącznikami światłowodowymi. Pomiar powinien być wykonany dla obu pasm optycznych tj. 1310 nm i 1550 nm w obydwu kierunkach transmisji. Celem tego pomiaru jest sprawdzenie łącznej tłumienności kabla wraz ze złączami rozłącznymi i potwierdzenie zgodności z obliczonym bilansem mocy odcinka regeneratorskiego.

Zestaw pomiarowy powinien zawierać stabilizowane źródło światła na fale 1310 ± 20 nm i 1550 ± 20 nm przy szerokości spektralnej (FWHM) < 10 nm.

Pomiary wypadkowego pasma przenoszenia toru optycznego wykonuje się przy odbiorze wybudowanej linii optotelekomunikacyjnej, jeśli wymagane pasmo transmisji jest większe niż połowa pasma obliczonego teoretycznie dla danego toru.

Pomiar ten sprowadza się do pomiaru uśrednionej wartości współczynnika dyspersji chromatycznej. Zalecaną metodą pomiaru jest metoda pomiaru przesunięcia fazy.

B. Pomiary wykonywane przy odbiorze linii Netii

Na zmontowanym odcinku regeneratorskim linii optotelekomunikacyjnej należy wykonać następujące pomiary:

- a) pomiary właściwości transmisyjnych torów optycznych metodą reflektometryczną,
- b) pomiary tłumienności wynikowej torów metodą transmisyjną.

Dla każdego włókna światłowodowego na odcinku regeneratorskim należy pomierzyć tłumienność metodą reflektometryczną i transmisyjną pomiędzy dwiema skrajnymi przełącznikami światłowodowymi. Pomiar powinien być wykonany dla obu pasm optycznych, tj. 1310 nm i 1550 nm, w obydwu kierunkach transmisji. Celem tego pomiaru jest sprawdzenie łącznej tłumienności kabla wraz ze złączami rozłącznymi, potwierdzenie zgodności z obliczonym bilansem mocy odcinka regeneratorskiego i z wynikiem pomiaru reflektometrycznego.

Jak przedstawiono wyżej, pomiary linii optotelekomunikacyjnych wykonuje się dla fal 1310 nm i 1550 nm. Jednak przy ocenie parametrów linii powinny decydować wyniki pomiarów wykonane dla fali o długości 1550 nm.

Badania linii optotelekomunikacyjnych przy odbiorze polegają na sprawdzeniu przez służby techniczne wykonawcy i nadzoru inwestorskiego zgodności ich wykonania z wymaganiami zawartymi w normie i dokumentacji technicznej, łącznie ze wszystkimi zmianami oraz

dodatkowymi uzgodnieniami. Protokoły badań technicznych wraz z innymi dokumentami stwierdzającymi zgodność wykonania linii z wymaganiami stanowią podstawę do zgłoszenia linii do komisyjnego odbioru.

Tryb przeprowadzania odbiorów wynika z przepisów prawa budowlanego.

Dla wykonania pomiarów końcowych na linii światłowodowej należy posiadać następujący zestaw przyrządów pomiarowych:

a) stabilizowane źródło światła o długości fali odpowiedniej do pasma pracy systemu, przy szerokości spektralnej FWHM nie większej od 10 nm. Dla fal 1310 ± 20 nm i 1550 ± 20 nm są to źródła laserowe. Urządzenie powinno mieć zasilanie bateryjne i przewody połączeniowe ze złączami SC-PC,

b) miernik mocy optycznej o dynamice pomiaru tłumienności od -60 dBm do +3dBm z dokładnością 0,1 dBm. Powinien on umożliwiać pomiar fali świetlnej o długości odpowiedniej dla systemu. Urządzenie powinno mieć zasilanie bateryjne i przewody połączeniowe ze złączami SC-PC,

c) reflektometr dla badania linii optotelekomunikacyjnej ze światłowodami jednomodowymi. Urządzenie powinno mieć możliwość przełączalnej pracy na falach 1310 i 1550 nm. Zakres pomiaru powinien wynosić co najmniej 80 km z rozdzielczością 1 m. Dokładność pomiaru odległości powinna wynosić 10^{-4} . Dynamika pomiaru tłumienności reflektometrem powinna wynosić:

– 24 dB dla pasma 1310 nm,

– 20 dB dla pasma 1550 nm.

Urządzenie powinno mieć zasilanie bateryjne i przewody połączeniowe ze złączami SC-PC.

Wskazane jest, aby reflektometr miał możliwość zapamiętywania wyników pomiarów i zapisywania ich na dyskietkach komputerowych. Umożliwia to precyzyjną obróbkę wyników i przechowywanie ich dla potrzeb porównawczych w czasie eksploatacji linii.

Dodatkowe pomiary dyspersji włókien DWDM w zakresie niezbędnym, wg ścisłych zaleceń operatora.

6.5. Badania linii optotelekomunikacyjnych przy odbiorze

6.5.1. Ogólne wymagania

Badania linii polegają na sprawdzeniu przez służby techniczne wykonawcy i nadzoru inwestorskiego zgodności jego wykonania z wymaganiami zawartymi w normie i Dokumentacji Projektowej łącznie ze wszystkimi zmianami oraz dodatkowymi uzgodnieniami. Protokoły badań technicznych wraz z innymi dokumentami stwierdzającymi zgodność wykonania linii z wymaganiami stanowią podstawę do zgłoszenia linii do komisyjnego odbioru.

6.5.2. Program badań

Składniki optotelekomunikacyjnych linii kablowych TP SA i Exatela podlegają przy odbiorze badaniom wymienionym w tablicy 4 normy ZN-TP S.A.-002.

Składniki linii światłowodowych Netii podlegają przy odbiorze testom odbiorczym opisanym w dokumencie - TDC-061-0512-S.

6.5.3. Opis badań

6.5.3.1. Ogłędziny

Należy sprawdzić, czy elementy składowe linii optotelekomunikacyjnych odpowiadają tym wymaganiom, których spełnienie może być stwierdzone bez użycia narzędzi i bez demontażu.

6.5.3.2. Sprawdzenie wymiarów

W celu stwierdzenia zgodności z Dokumentacją Projektową należy sprawdzić:

- a) wymiary gabarytowe elementów lub części składowych linii optotelekomunikacyjnych,
- b) domiary poprzeczne i wzdłużne trasy do punktów domiarowych,
- c) głębokość ułożenia rurociągu, rur ochronnych przepustowych, taśm ostrzegawczych i ostrzegawczo-lokalizacyjnych, kabli sygnalizacyjnych i alarmowych i innych elementów.

Pomiary należy wykonać przymiarami liniowymi. Odchyłki wymiarowe można uznać za dopuszczalne, jeżeli umożliwiają montaż części składowych i nie będą miały wpływu na prawidłową eksploatację linii optotelekomunikacyjnej.

6.5.3.3. Sprawdzenie materiałów

Sprawdzenie materiałów użytych do budowy linii optotelekomunikacyjnej polega na stwierdzeniu ich zgodności z wymaganiami norm lub innych dokumentów poświadczających zgodność użytych materiałów z wymaganiami Dokumentacji Projektowej lub uzgodnionych warunków technicznych. Jakość materiałów powinna być poświadczona atestem lub innym dokumentem ich dostawców. Dla kabli i osprzętu użytego do budowy linii optotelekomunikacyjnej, powinny być przedstawione aktualnie ważne dokumenty homologacyjne Ministerstwa Łączności.

6.5.3.4. Sprawdzenie poprawności doboru kabli i osprzętu

Sprawdzenie polega na porównaniu zastosowanych kabli i osprzętu z Dokumentacją Projektową.

6.5.3.5. Sprawdzenie długości i tłumienności odcinków regeneracyjnych

Sprawdzenie polega na obliczeniu faktycznej tłumienności torów na odcinku regeneracyjnym i porównaniu ich z wynikami pomiarów wykonanych wg niniejszej Specyfikacji Technicznej.

6.5.3.6. Sprawdzenie szczelności

Badany odcinek kanalizacji wtórnej lub rurociągu kablowego należy uszczelnić na jego końcach kapturkami termokurczliwymi. Na jednym z jego końców zainstalować zawór wpustowo-kontrolny (wentyl). Poprzez wentyl należy odcinek ten napełnić stopniowo sprężonym powietrzem do nadciśnienia ok. 100 kPa i zanotować wartość nadciśnienia. Po upływie co najmniej 24 godzin należy ponownie zmierzyć nadciśnienie i zanotować jego wartość. Odcinek kanalizacji wtórnej lub rurociągu kablowego należy uznać za szczelny, jeśli porównanie wyników pomiarów nie wykazuje ubytku nadciśnienia o więcej, niż 10 kPa.

6.5.3.7 Sprawdzenie zgodności numeracji łączonych światłowodów z profilem kabla i numeracją przełącznic

Sprawdzenie zgodności numeracji elementów polega na kontroli połączeń przez nadzór techniczny w trakcie montażu złączy na zgodność z postanowieniami w punkcie 5.3.5 i po porównaniu z dokumentacją powykonawczą (eksploatacyjną) złączy.

6.6. Ocena wyników badań

Przedstawioną do badań linię optotelekomunikacyjną TP SA lub Exatela należy uznać za wykonaną zgodnie z wymaganiami normy ZN-TP S.A.-002, jeżeli badania dały wynik

pozytywny. Składniki, które w wyniku badań otrzymały ocenę ujemną, powinny być poprawione lub wymienione i ponownie zgłoszone do odbioru. Analogicznie dla linii Netii, z tym, że wynik badań i testów być zgodny z dokumentem „Testy odbiorcze” oraz p. 5.5 specyfikacji pt. „Budowa linii optotelekomunikacyjnych”.

7. Obmiar robót

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

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

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową światłowodowej linii telekomunikacyjnej jest 1 km.
Dla wykonywanych przewiertów obiektowych jednostką obmiarową jest 1km.

8. Odbiór robót

8.1. Ogólne zasady odbioru robót

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

- Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z ST, Dokumentacją Projektową i poleceniami Inżyniera, jeżeli wszystkie badania i pomiary wg punktu 6 ST dały wynik pozytywny.

9. Podstawa płatności

9.1 Ogólne zasady dotyczące podstawy płatności

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

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania robót obejmuje:

- wytyczenie trasy w terenie,
- koszty odszkodowań przy wejściu na grunty prywatne,
- zakup i dostarczenie materiałów i zmontowanie linii kablowej,
- demontaż odcinka linii kolidującej,
- transport zdemontowanego materiału,
- przeprowadzenie prób i konserwacja w okresie gwarancji,
- czyszczenie terenu z odpadów powstałych przy budowie linii,
- koszt nadzoru użytkownika,
- inne prace niezbędne do wykonywania przebudowy linii światłowodowej,
- sporządzenie dokumentacji geodezyjnej powykonawczej

10. Przepisy związane

10.1. Normy

A. Normy i instrukcje przy przebudowie sieci optycznej wszystkich operatorów:

BN-8984-05

Kanalizacja kablowa. Ogólne badania i wymagania.

PN-T-01003

Słownictwo telekomunikacyjne. Telefonía. Nazwy i określenia..

PN-T-06700	Bezpieczeństwo pracy przy promieniu emitowanym przez urządzenia laserowe. Klasyfikacja sprzętu. Wymagania i wytyczne dla użytkownika.
BN-3233-13	Telekomunikacyjne linie kablowe. Opaski oznaczeniowe.
BN-6353-03	Folia kalendrowana techniczna z uplastycznionego polichlorku winylu.
DT-ZDBŁ-43	Pomiar tłumienności, lokalizacja niejednorodności i uszkodzeń telekomunikacyjnych kabli światłowodowych reflektometrem, ZDBŁ, Warszawa.
DT-ZDBŁ-45	Wstępna technologia wykonywania złączy kabli światłowodowych z wykorzystaniem mufy MS. Część I, ZDBŁ, Warszawa.
DT-ZDBŁ-47	jak wyżej, Część II, ZDBŁ, Warszawa.
DT-ZDBŁ-51	jak wyżej, Część III, ZDBŁ, Warszawa.
DT-ZDBŁ-57	Technologia pneumatycznego zaciągania (z wpychaniem) kabli światłowodowych do kanalizacji, ZDBŁ, Warszawa.
IT-ZDBŁ-52	Wstępna instrukcja zaciągania kabli światłowodowych do kanalizacji kablowej oraz budowy kanalizacji wtórnej, ZDBŁ, Warszawa
IT-ZDBŁ-55	Wstępna instrukcja układania kabli światłowodowych w ziemi i w wodzie, ZDBŁ, Warszawa.
IT-ZDBŁ-60	Instrukcja układania kabli światłowodowych kanałowych, ZDBŁ.

B. Obowiązujące dokumenty norm zakładowych przy budowie sieci TP SA i Exatela:

ZN-TP S.A.-002	Telekomunikacyjne linie kablowe dalekosieźne. Linie optotelekomunikacyjne. Ogólne wymagania techniczne.
ZN-TP S.A.-004	Zbliżenia i skrzyżowania z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego.
ZN-TP S.A.-005	Kable optotelekomunikacyjne. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-006	Złącza spajane światłowodów jednomodowych. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-007	Złączki światłowodowe i kable stacyjne. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-008	Ośłony złączowe. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-011	Telekomunikacyjna kanalizacja kablowa. Ogólne wymagania techniczne.
ZN-TP S.A.-012	Kanalizacja pierwotna. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-013	Kanalizacja wtórna i rurociągi kablowe. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-017	Rury kanalizacji wtórnej i rurociągu kablowego (RHDPE). Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-018	Rury polietylenowe (RHDPEp) przepustowe.
ZN-TP S.A.-020	Złączki rur. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-021	Uszczelki końców rur. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-024	Zasobniki złączowe. Wymagania i badania.
ZN-TP S.A.-025	Taśmy ostrzegawczo-lokalizacyjne. Wymagania i badania.
WTE-ZDBŁ-22	Wymagania techniczno - eksploatacyjne na kable optotelekomunikacyjne jednomodowe, ZDBŁ, Warszawa.

Instrukcja TP S.A. T-01. Odbiór i utrzymanie kablowych linii optotelekomunikacyjnych.

C. Obowiązujące dokumenty norm zakładowych przy budowie sieci Netii:

- Zasady planowania i przygotowania ITLD - TDC-061-0501-S
- Zasady budowy sieci dostępowych miedzianych - TDC-061-0503-S
- Zasady projektowania sieci abonenckich - TDC-061-0504-S
- Zasady budowy sieci abonenckich - TDC-061-0505-S
- Zasady projektowania kanalizacji kablowej - TDC-061-0506-S
- Zasady budowy kanalizacji kablowej - TDC-061-0507-S
- Zasady projektowania sieci optotelekomunikacyjnych TDC-061-0508-S

- Zasady budowy sieci telekomunikacyjnych - TDC-061-0509-S
- Materiały stosowane do budowy sieci - TDC-061-0510-S
- System znakowania i oznaczania elementów sieci (i kanalizacji) – TDC-061-0511-S
- Testy odbiorcze - TDC-061-0512-S
- Słownik kablowej techniki telekomunikacyjnej - Terminy, określenia, skróty –TDC-061-0513-S
- Lista materiałów do budowy sieci kablowych, dopuszczonych do stosowania w Netia Telekom S.A. - TDC-061-0514-S
- Wymagania dotyczące formatu i zawartości dokumentacji -TDC-061-0515-S
- Zasady projektowania i budowy sieci optotelekomunikacyjnych dla potrzeb sieci szkieletowej Netii – TDC-061-0611-S ostatnie wydanie,
- Instrukcja planowania sieci szkieletowej.

10.2 Inne dokumenty

Obowiązujące wszystkich operatorów:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U.Nr 414 z 1985 r.) wraz z późniejszymi zmianami
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89 z 1994 r.) wraz z późniejszymi zmianami
- Zarządzenie Ministra Łączności z dnia 12 marca 1992 r. w sprawie zasad i warunków budowy linii telekomunikacyjnych wzdłuż dróg publicznych, wodnych, kanałów, oraz w pobliżu lotnisk i w miejscowościach, a także ustalenie warunków, jakim te linie powinny odpowiadać (M.P. Nr 313 z 1992 r.)
- Zarządzenie Ministra Łączności z dnia 2 września 1997 r w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać linie i urządzenia telekomunikacyjne oraz urządzenia do przesyłania płynów lub gazów w razie ich skrzyżowania się lub zbliżenia,
- Wytyczne o ochronie linii i urządzeń telekomunikacyjnych przed szkodliwym oddziaływaniem linii elektroenergetycznych i trakcji elektrycznej prądu stałego wprowadzone Zarządzeniem Nr 13 Ministra Łączności z dn. 28.II.1986 r.
- KPT -92 - Krajowy Plan Transmisji KPT- 92,
- Rozporządzenie Ministra Łączności z dnia 4 września 1997r. w sprawie wymagań technicznych i eksploatacyjnych dla urządzeń, linii i sieci telekomunikacyjnych zakładanych i używanych na terytorium Rzeczypospolitej wraz z załącznikami nr 2÷50 stanowiącymi odrębne wydawnictwa,
- Zarządzenie Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie,
- zalecenia ITU-T tom III.3 “Transmission media-Characteristics. Recommendations G.601÷G 654 - nr G.652 „Characteristics of single mode optical fibre cable”.

B. Inne dokumenty obowiązujące przy przebudowie sieci optycznej TP SA:

- Zarządzenie Nr 17 Prezesa Zarządu TP S.A. z dnia 20 czerwca 1995 r. w sprawie zabezpieczenia telekomunikacyjnej sieci miejscowej, załącznik p.t. "Zasady zabezpieczenia telekomunikacyjnej sieci miejscowej przed ingerencją osób nieuprawnionych".
- Załącznik do Zarządzenia nr 83 Dyrektora Pionu Sieci Tadeusza Grucy z dnia 12 maja 2003 r – Instrukcja oznaczenia elementów stosowanych w sieci telekomunikacyjnej TP SA.