

Jednostka organizacyjna:
Instytut Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki

Wymagania techniczne dla wykonawczej i powykonawczej dokumentacji projektowej

Część 1:

Wymagania dla dokumentacji części pasywnej sieci

Seria:

Autor:

Jacek Oko
Rafał Królikowski
Andrzej Maciejewski

Słowa kluczowe:

Infrastruktura teleinformatyczna

Krótkie streszczenie:

Dokument ustanawia standardy i szczegółowe specyfikacje techniczne w zakresie przygotowania wykonawczej i powykonawczej dokumentacji projektowej dotyczącej projektowania i budowy Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej (DSS) jako sieci klasy NGN, z zastosowaniem technologii mikrokanalizacji.

Wrocław, 2011-06-17



Metryka dokumentu					
Projekt:	Likwidacja obszarów wykluczenia informacyjnego i budowa Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej				
Beneficjent:	Województwo Dolnośląskie				
Wykonawca:	Instytut Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki Politechnika Wrocławska				
Rodzaj dokumentu:	Dokument standaryzacyjny				
Tytuł dokumentu:	Wymagania techniczne dla wykonawczej i powykonawczej dokumentacji projektowej Część 1: Wymagania dla dokumentacji części pasywnej sieci				
Autor/Autorzy dokumentu:	Zespół projektowy w składzie: Jacek Oko, Rafał Królikowski, Andrzej Maciejewski				
Nr wersji:	1.0	Status:		Data	17.06.2011
Sprawdził:			Data i Podpis:		
Zatwierdził:			Data i Podpis:		
Historia zmian dokumentu					
Wersja	Data	Osoba/ Osoby	Opis		
1.0	17.06.2011	Zespół projektowy	Opracowanie pierwotnej wersji dokumentu		

Wrocław, 17.06.2011



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



DOLNY ŚLĄSK



DOLNOŚLĄSKA
SIEĆ
SZKIELETOWA



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt „Likwidacja obszarów wykluczenia informacyjnego i budowa Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej” jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz budżetu Województwa Dolnośląskiego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Priorytet 2 Rozwój Społeczeństwa Informacyjnego na Dolnym Śląsku (Społeczeństwo Informacyjne) Działanie 2.1 Infrastruktura Społeczeństwa Informacyjnego

Spis Treści

Spis Treści:

1	Informacje podstawowe i definicje	13
1.1	Ogólne definicje i używane skróty	13
1.1.1	Elementy kanalizacji kablowej	13
1.1.2	Osprzęt rur osłonowych i mikrokanalizacji	16
1.1.3	Pozostałe określenia podstawowe dotyczące procesu budowlanego.....	17
1.2	Symbolika i oznaczenia graficzne na schematach i projektach	19
2	Bazowe dokumenty normatywne	22
3	Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej	23
3.1	Ogólne wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej	23
3.2	Normy i dokumenty odniesienia dla dokumentacji projektowej.....	23
3.3	Normy i dokumenty odniesienia dla prac projektowych	24
3.4	Forma dokumentacji projektowo-wykonawczej.....	25
3.5	Równoważność rozwiązań i projektowanych materiałów.....	26
3.6	Zasady ogólne dla projektowania trasy przebiegu rurociągów kablowych DSS.....	26
3.7	Zasady ogólne dla obiektów dystrybucyjnych i ich usytuowania na trasie rurociągów kablowych DSS.....	28
3.8	Przepusty i skrzyżowania z innymi przeszkodami terenowymi.....	31
3.9	Przepusty i skrzyżowania specjalne (tunele, mosty drogowe, kładki dla pieszych).....	32
3.10	Wprowadzanie i uszczelnianie kanalizacji w studniach kablowych	32
3.11	Połączenia przelotowe rur rurociągu kablowego.....	33
3.11.1	Połączenia doziemne rur rurociągu kablowego.....	33
3.11.2	Prowadzenie przelotowe kanalizacji w studniach i zasobnikach kablowych z HDPE	35
3.11.3	Przelotowe prowadzenie kanalizacji w studniach kablowych betonowych.....	35
3.12	Połączenia odgałęźne rurociągów kablowych.....	37
3.12.1	Odgałęzienia doziemne rurociągów kablowych	37
3.12.2	Odgałęzienia doziemne z wykorzystaniem mikrorurki wzmocnionej MRS DB.....	39
3.12.3	Odgałęzienia rurociągu kablowego wykonywane w studniach kablowych betonowych.....	39
3.13	Wprowadzanie rurociągu kablowego do obiektów węzłowych i budynków	40
3.13.1	Studnia przyobektowa – wymagania projektowe.....	41
3.13.2	Kanalizacja wprowadzeniowa – wymagania projektowe.....	41
3.13.3	Komora kablowa – wymagania projektowe	42

Spis Treści

3.13.4	Uszczelnienia wprowadzeń obiektowych – wymagania projektowe	43
3.13.5	Wprowadzenie rur prefabrykowanych mikrokanalizacji o średnicach 32-34mm.....	43
3.13.6	Kanalizacja wewnątrzbudynkowa – wymagania projektowe.....	44
4	Szczególne zasady projektowania i budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej na terenach kolejowych.....	46
4.1	Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach z torami kolejowymi.....	46
4.2	Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach z kolejowymi obiektami mostowymi i przepustami	46
4.3	Skrzyżowania rurociągów z torami kolejowymi	47
4.4	Głębokość ułożenia rur ochronnych pod obiektami kolejowymi.....	48
4.5	Długość rur ochronnych	48
4.6	Projektowanie rurociągu kablowego na zboczach wysokich nasypów podtorza i stromych skarp w wykopach	49
4.7	Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach i skrzyżowaniach z doziemnymi kablami telekomunikacyjnymi miejscowymi i dalekosiężnymi	49
4.8	Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach i skrzyżowaniach z doziemnymi kablami energetycznymi	49
4.9	Usytuowanie i zabezpieczenia elektroenergetycznej linii napowietrznej lub linii trakcyjnej	49
4.10	Lokowanie obiektów węzłowych sieci regionalnej na terenach kolejowych.....	50
5	Wymagania dotyczące procesu projektowania mikrokanalizacji w pasach drogowych i obszarach zabudowy miejskiej i podmiejskiej.....	51
5.1	Dobór średnic mikrorurek	52
5.2	Dobór ilości mikrorurek (ilości otworów mikrokanalizacji)	52
5.3	Hermetyzacja sieci	52
6	Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej	53
6.1	Równoważność rozwiązań i użytych materiałów	53
6.2	Standaryzacja użytych rozwiązań i wymagania związane z trwałością.....	53
6.3	Wymagania związane z logistyką dostaw	54
6.4	Wymagania związane z testowaniem zastosowanych materiałów	54
6.4.1	Testy i badania fabryczne (Factory Acceptance Test).....	55
6.4.2	Testy i badania odbiorowe (Site Acceptance Test).....	55
6.4.3	Testy i badania materiałów – wymagania końcowe	56
6.5	Mikrokanalizacja światłowodowa – wymagania ogólne	56
6.6	Wymagania dla materiałów rurociągów kablowych.....	57
6.6.1	Wymagania szczegółowe dla mikrorurek	58
6.6.2	Zalecana konstrukcja mikrorurki ze standardową ścianką	59

Spis Treści

6.6.3	Wymagania dodatkowe dla mikrorurek wzmocnianych.	61
6.6.4	Wymagania dodatkowe dla mikrorurek budynkowych.	61
6.6.5	Badania odbiorowe i sprawdzenie własności mikrorurek podczas testów fabrycznych (FAT).....	62
6.7	Wymagania dla rur doziemnych kanalizacji teletechnicznej.	62
6.7.1	Wymagania dla doziemnych rury magistralnych DSS	63
6.7.2	Wymagania dla doziemnych rury RHDPE.....	64
6.7.3	Identyfikacja rur ciągów kanalizacji teletechnicznej	64
6.7.4	Badania odbiorowe i sprawdzenie własności rur doziemnych RHDPE i mikrokanalizacji podczas testów fabrycznych (FAT).....	65
6.8	Elementy i akcesoria połączeniowe rur i mikrorurek – wymagania ogólne.....	65
6.8.1	Wymagania dla doziemnych obudów liniowych i odgałęźnych rur kanalizacji teletechnicznej	66
6.8.2	Wymagania dla osprzętu i obudów liniowych do połączeń rur w studniach betonowych i komorach kablowych	67
6.8.3	Wymagania dla złączy i zatyczek mikrorurek.....	67
6.9	Studnie kablowe i zasobniki – wymagania ogólne	68
6.9.1	Betonowe studnie kablowe.....	68
6.9.2	Studnie kablowe z tworzywa HDPE	69
6.10	Ramy i pokrywy studni kablowych (zwieńczenia studni).....	70
6.11	Zasobniki kabli światłowodowych.....	71
6.12	Zewnętrzne szafy kablowe	72
6.13	Kanalizacja teletechniczna – wytyczne wykonawcze.....	74
6.13.1	Transport, składowanie i przygotowanie rur polietylenowych do układania	75
6.13.2	Układanie rurociągów kablowych w ziemi	75
6.13.3	Układanie prefabrykowanych rur z mikrokanalizacją	76
6.13.4	Sprzęt do budowy kablowych linii telekomunikacyjnych	77
7	Ogólne zasady projektowania linii optotelekomunikacyjnych	79
7.1	Ogólne wytyczne dla projektowania linii optotelekomunikacyjnych DSS.....	79
7.2	Organizacja segmentu światłowodowego DSS.....	80
7.2.1	Organizacja połączenia węzłów w warstwie magistralnej sieci.....	80
7.2.2	Organizacja połączenia węzłów w warstwie dystrybucyjnej sieci	82
7.2.2.1	Metoda rozplywu równoważonego dla kabli odgałęźnych.....	85
7.2.3	Organizacja połączenia węzłów w warstwie dostępowej sieci	85
7.3	Schemat rozplyw włókien i kabli światłowodowych Regionalnej Sieci Szkieletowej.....	88
7.4	Alternatywne metody budowy łącz szerokopasmowych	89

Spis Treści

8	Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych.....	90
8.1	Wymagania dotyczące materiałów dla linii optotelekomunikacyjnych	90
8.2	Wymagania dotyczące włókien w torach światłowodowych	90
8.3	Ogólne wymagania dotyczące kabli stosowanych w DSS	91
8.3.1	Wymagania dodatkowe dotyczące mikrokabli światłowodowych.....	93
8.3.2	Wymagania szczegółowe dotyczące magistralnych mikrokabli światłowodowych.....	94
8.3.3	Wymagania dotyczące kabli światłowodowych warstwy dystrybucji i dostępowej.....	97
8.3.4	Wymagania ogólne dotyczące standardowych kabli światłowodowych stosowanych w DSS	98
8.3.5	Wymagania dotyczące kabli światłowodowych wewnątrz budynkowych.....	98
8.3.6	Badania odbiorowe i sprawdzenie własności kabli i mikrokabli optotelekomunikacyjnych podczas testów fabrycznych (FAT).....	99
8.4	Ogólne wymagania dla osprzętu światłowodowego.....	100
8.4.1	Parametry połączeń światłowodowych.....	100
8.4.2	Wtyki i adaptery światłowodowe.....	100
8.4.3	Oslony złączowe (mufy światłowodowe).....	101
8.4.3.1	Oslona złączowa kabli magistralnych.....	102
8.4.3.2	Oslona złączowa kabli poniżej 24 włókien i specjalnego przeznaczenia.....	102
8.4.4	Szafy przełącznic światłowodowych ODF	103
8.4.5	Przełącznice światłowodowe	104
8.4.6	Stelaże zapasów kabli i mikrokabli.....	105
8.4.7	Uszczelnienia kabli.....	105
8.5	Prace wstępne i instalacyjne związana z budową linii optotelekomunikacyjnych.....	106
8.5.1	Układanie wiązek mikrorur w istniejącej kanalizacji wtórnej i pierwotnej.....	106
8.5.2	Wdmuchiwanie wiązek swobodnych mikrorurek.....	107
8.5.3	Badania wykonywane w trakcie budowy i montażu linii światłowodowych.....	107
8.5.4	Wymagania dotyczące instalacji standardowych kabli światłowodowych.....	108
8.5.5	Wymagania dotyczące instalacji mikrokabli światłowodowych	109
8.5.6	Prowadzenie kabli światłowodowych w budynkach	109
8.5.7	Wykonywanie połączeń spawanych włókien jednomodowych.....	110
8.5.8	Sprzęt do budowy kablowych linii telekomunikacyjnych	111
9	Bezpieczeństwo fizyczne pasywnej struktury światłowodowej.....	112

Spis Treści

10	Odbiory i testowanie powykonawcze.....	114
10.1	Testy odbiorcze powykonawcze.....	114
10.1.1	Zasady podstawowe.....	114
10.1.2	Badania odbiorcze rurociągu kablowego	115
10.1.2.1	Oględziny	115
10.1.2.2	Sprawdzenie wymiarów	115
10.1.2.3	Sprawdzenie materiałów.....	116
10.1.3	Badanie odcinka wykonanego z rur RHDPE40.....	116
10.1.3.1	Badania szczelności zmontowanego odcinka	116
10.1.3.2	Sprawdzenie drożności rurociągu kablowego	116
10.1.3.3	Sprawdzenie prawidłowości ułożenia rurociągu w ziemi oraz wykonania zbliżeń i skrzyżowań	116
10.1.3.4	Ocena wyników badań.....	116
10.1.4	Badania odbiorcze mikrokanalizacji	116
10.1.4.1	Oględziny	117
10.1.5	Badanie szczelności mikrorurek	117
10.1.5.1	Sprawdzenie wymiarów	117
10.1.5.2	Sprawdzenie materiałów.....	117
10.1.5.3	Ocena wyników badań.....	118
10.1.6	Badania odbiorcze studni kablowych	118
10.1.7	Badania odbiorcze szaf kablowych	118
10.1.8	Badania odbiorcze linii światłowodowych.....	119
10.1.9	Badanie tłumienności połączeń spawanych.....	119
10.1.10	Badanie parametrów linii światłowodowych	119
10.1.11	Inspekcja wizualna i test ciągłości.....	119
10.2	Dokumentacja testów odbiorczych.....	120
10.2.1	Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru rurociągu kablowego.....	120
10.2.2	Formularz Testów Odbiorczych Rurociągu Kablowego	121
10.2.3	Formularz Testów Odbiorczych Mikrokanalizacji	122
10.2.4	Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru linii światłowodowej.....	123
11	Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej	124
11.1	Format i zawartość dokumentacji technicznej.....	124
11.2	Wymagania ogólne i zasady podstawowe dla dokumentacji technicznej.....	124
11.2.1	Zawartość projektu budowlanego.....	125
11.2.2	Zawartość projektu wykonawczego.....	126
11.3	Wymagania dla rysunków projektowych	126
11.3.1	Format rysunków i tabelka rysunkowa	126

Spis Treści

11.3.2	Kolejność rysunków i schematów.....	127
11.3.3	Plan sytuacyjny sieci telekomunikacyjnej.....	127
11.3.4	Przebieg trasowy rurociągów kablowych	127
11.3.5	Schemat rozwinięty rurociągów kablowych.....	128
11.3.6	Schemat rozplywu włókien światłowodowych	128
11.3.7	Rysunki obiektowe.....	129
11.3.8	Rysunek przebiegu wewnątrzbudynkowego i zakończenia kabla światłowodowego w pomieszczeniach węzłów Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej.....	129
11.4	Charakterystyka techniczna	129
11.4.1	Charakterystyka techniczna - projekt techniczny budowlany.....	129
11.4.2	Charakterystyka techniczna - projekt techniczny wykonawczy.....	130
11.4.3	Tabele w projekcie wykonawczym	130
11.4.4	Zestawienie zbiorcze	131
11.5	Przykładowe tabele i zestawienia.....	132
12	Dokumentacja powykonawcza	136
13	Wzór strony opisowej projektu technicznego.....	138

Spis Ilustracji:

Rysunek 1.	Ważniejsze symbole typowych elementów sieciowych	20
Rysunek 2.	Symbole elementów mikrokanalizacji	21
Rysunek 3.	Przykładowa obudowa liniowa doziemna	34
Rysunek 4.	Przykładowy zasobnik wykorzystany jako obudowa rozgałęźna dla odgałęzień dowolnej średnicy	34
Rysunek 5.	Przykładowa doziemna puszka rozdzielcza	34
Rysunek 6.	Przykładowa doziemna złączka prosta i zatyczka	34
Rysunek 7.	Przykładowa puszka -obudowa liniowa doziemna	35
Rysunek 8.	Przykładowe uszczelnienie dwudzielne rury 7x10/8mm	36
Rysunek 9.	Przykładowa obudowa liniowa przedłużana	36
Rysunek 10.	Przykładowa obudowa odgałęźna typu Y.....	38
Rysunek 11.	Przykładowa obudowa odgałęźna typu H.....	38
Rysunek 12.	Przykładowa obudowa odgałęźna typu T.....	38
Rysunek 13.	Mikrorurka doziemna typu MRS DB.....	39
Rysunek 14.	Przykładowe Uszczelnienia rur i kabli.....	43
Rysunek 15.	Uszczelnienia przepustów ściennych lub rur ostonowych z kablami lub rurami prefabrykowanymi mikrokanalizacją.....	43
Rysunek 16.	Przykładowe uszczelnienia gumowe zakończeń rur z mikrorurkami	44
Rysunek 17.	Przykładowe uszczelnienia segmentowe do zastosowania w obiektach kontenerowych - Segmento firmy Hauff-Technik, Roxtec, Hawke.....	44
Rysunek 18.	Przykładowe przepusty abonenckie dla przepustów nad poziomem gruntu	44
Rysunek 19.	Skrzyżowania rurociągów z torami kolejowymi.....	48
Rysunek 20.	Mikrorurka standardowa MRS.....	60
Rysunek 21.	Sposób wymiarowania mikrorurki typu MRS.....	60
Rysunek 22.	Rury prefabrykowane RMK-DB 7 x10mm	63
Rysunek 23.	Przykładowy zasobnik doziemny dla połączeń odgałęźnych i skrośnych rur z mikrokanalizacją.....	66
Rysunek 24.	Przykładowy zasobnik doziemny dla połączeń skrośnych rur z mikrokanalizacją	66
Rysunek 25.	Złączki mikrokanalizacji	67
Rysunek 26.	Przykładowa studnia SKO-2g	69
Rysunek 27.	Przykładowe studnie z HDPE	70
Rysunek 28.	Przykładowy zasobnik doziemny dla połączeń skrośnych rur z mikrokanalizacją	72
Rysunek 29.	Szafa kablowa zewnętrzna typu SZD	73
Rysunek 30.	Szafki dostępne typu StreetCAB.....	73
Rysunek 31.	Topologia połączeń światłowodowych warstwy magistralnej typu pierścień w I etapie (dla 3 węzłów)	80
Rysunek 32.	Topologia połączeń światłowodowych warstwy magistralnej typu full-mesh w następnych etapach (dla 4 węzłów).....	81
Rysunek 33.	Topologia połączeń światłowodowych warstwy magistralnej z węzłami IXP.....	82
Rysunek 34.	Schemat połączeń typu hub-and-spoke pomiędzy węzłami dystrybucyjnymi (punktami agregującymi) a węzłami centralnymi sieci.....	83
Rysunek 35.	Schemat połączeń pomiędzy węzłami dystrybucyjnymi (punktami agregującymi) a punktem szkieletowym z wykorzystaniem włókien magistrali.	83
Rysunek 36.	Schemat połączeń pomiędzy sąsiednimi węzłami dystrybucyjnymi (punktami	

Spis Ilustracji i Tabel

	<i>agregującymi) a węzłem szkieletowym (punktem szkieletowym) w topologii pierścienia.</i>	<i>84</i>
Rysunek 37.	<i>Idea zastosowania metody rozptywu równoważonego</i>	<i>85</i>
Rysunek 38.	<i>Zalecana topologia gwiazdy lokalnej w warstwie dostępowej z/bez pasywnymi węzłami dystrybucyjnymi (Lokalnymi Punktami Konsolidacji)</i>	<i>87</i>
Rysunek 39.	<i>Topologia pierścieni lokalnych w warstwach dostępowych</i>	<i>87</i>
Rysunek 40.	<i>Schemat ideowy budowy połączeń w warstwie dostępowej z wykorzystaniem pasywnych punktów konsolidacji włókien LPK</i>	<i>88</i>
Rysunek 41.	<i>Konstrukcja mikrokabla wielotubowego magistralnego o liczbie włókien do 72 (6 tub po 12 włókien.....</i>	<i>95</i>
Rysunek 42.	<i>Przykładowy zasobnik zapasu mikrokabla liniowego.....</i>	<i>105</i>
Rysunek 43.	<i>Złączki uszczelniające mikrokanalizacji</i>	<i>106</i>
Rysunek 44.	<i>Przykładowa pokrywa antywłamaniowa z dwoma zamkami</i>	<i>112</i>
Rysunek 45.	<i>Taśma ostrzegawczo-lokalizacyjna TOL</i>	<i>112</i>
Rysunek 46.	<i>Przykrywa z cokołami (np. 600x400mm)</i>	<i>112</i>
Rysunek 47.	<i>Wzór stopki dokumentu projektowego</i>	<i>138</i>

Spis Ilustracji i Tabel

Spis Tabel:

Tabela 1.	Kryteria projektowe doboru rodzaju studni	29
Tabela 2.	Wymiary puszki połączeniowej rur mikrokanalizacji typu Y PPRMK-Y	37
Tabela 3.	Wymiary puszki połączeniowej rur mikrokanalizacji typu H - PPRMK-H	38
Tabela 4.	Wymiary puszki połączeniowej rur mikrokanalizacji typu T - PPRMK-T	38
Tabela 5.	Wymiary typoszeregu MRS DB	39
Tabela 6.	Odległości dla linii optotelekomunikacyjnych przebiegających wzdłuż linii kolejowej	46
Tabela 7.	Zabezpieczenie rurociągów dla skrzyżowań a kolejowymi obiektami mostowymi i przepustami	47
Tabela 8.	System audytów gwarancyjnych	55
Tabela 9.	Właściwości materiałów rur kanalizacji teletechnicznej	58
Tabela 10.	Wymiary przykładowego typoszeregu MRS	60
Tabela 11.	Właściwości materiałów mikrorur kanalizacji teletechnicznej	60
Tabela 12.	Właściwości materiałów mikrorur wzmacnianych kanalizacji teletechnicznej	61
Tabela 13.	Właściwości materiałów mikrorur budynkowych MRS-FP	61
Tabela 14.	Wymiary geometryczne rury szkieletowej RMK-DB 7x10mm	63
Tabela 15.	Parametry mechaniczne rury szkieletowej RMK-DB 7x10/8mm	63
Tabela 16.	Kod kolorystyczny rur mikrokanalizacji	64
Tabela 17.	Klasy zwieńczeń studni kablowych i miejsce zastosowania	71
Tabela 18.	Parametry włókien jednomodowych Włókno jednomodowe 9/125:	91
Tabela 19.	Tabela doboru mikrokabli światłowodowych, oczekiwane minimalne zasięgi wdmuchiwanie zaznaczono pogrubieniem	93
Tabela 20.	Dopuszczalne parametry złącza rozłączalnego	100
Tabela 21.	Dopuszczalne parametry złącza spawanego	100
Tabela 22.	Standardy złącz stosowanych w DSS	100
Tabela 23.	Możliwe do wdmuchiwanie konfiguracje wiązek mikrorur	106
Tabela 24.	Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru rurociągu kablowego - wzór	120
Tabela 25.	Formularz Testów Odbiorczych Rurociągu Kablowego - wzór	121
Tabela 26.	Formularz Testów Odbiorczych Mikrokanalizacji - wzór	122
Tabela 27.	Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru linii światłowodowej - wzór	123
Tabela 28.	Format tabeli rysunkowej	127
Tabela 29.	Zakres rzeczowy dla całej sieci lub obszaru - wzór	132
Tabela 30.	Zestawienie długości kanalizacji dla danej relacji - wzór	132
Tabela 31.	Zbiorcze zestawienie rur dla danego obszaru - wzór	133
Tabela 32.	Wykaz obiektów ochronnych - wzór	133
Tabela 33.	Zestawienie typów studni kablowych - wzór	133
Tabela 34.	Zestawienie liczby studni kablowych dla danego obszaru - wzór	133
Tabela 35.	Zbiorcze zestawienie liczby i typów studni kablowych - wzór	133
Tabela 36.	Wykaz powierzchni pasa drogowego zajmowanego przy budowie inwestycji - wzór	134
Tabela 37.	Zestawienie odcinkowe kabli światłowodowych dla danego obszaru - wzór	134

Spis Ilustracji i Tabel

Tabela 38.	Zbiorcze zestawienie kabli - wzór.....	134
Tabela 39.	Zestawienie projektowanych złączy i skrzynek zapasu kabla światłowodowego - wzór.....	134
Tabela 40.	Zestawienie osłon złączy kablowych - wzór	134
Tabela 41.	Zestawienie tłumienności światłowodów dla poszczególnych odcinków linii OTK - wzór	135
Tabela 42.	Zestawienie zakończeń kablowych (punktów dostępowych) dla danego obszaru - wzór dotyczy jedynie projektów, w których przewiduje się budowę warstwy dostępowej	135
Tabela 43.	Wykaz materiałów podstawowych - wzór	135

1 Informacje podstawowe i definicje

Rozdział obejmuje informacje podstawowe oraz definicje (wraz ze skrótami) stosowane w niniejszym opracowaniu a w szczególności:

- Słownik,
- Symbolikę i oznaczenia,
- Reguły nazewnictwa i numeracji.

1.1 Ogólne definicje i używane skróty

1.1.1 Elementy kanalizacji kablowej

Elementy kanalizacji kablowej:

Ciąg kanalizacji kablowej - zestaw przewodów (rur, otworów) kanalizacyjnych służących do układania w nich (wciągania) kabli. W zależności od ilości przewodów (rur, otworów) w zestawie rozróżniamy kanalizację jedno- dwu- otworową,

Ciąg rurowy CRL-MDT – ciąg rurowy CRL do w kanalizacji kablowej,

Ciąg rurowy CRL-ZDB – ciąg rurowy CRL do układania bezpośrednio w ziemi,

Ciąg rurowy CRM-MDT – ciąg rurowy CRM do w kanalizacji kablowej,

Ciąg rurowy CRM-ZDB – ciąg rurowy CRM do układania bezpośrednio w ziemi,

Ciąg rurowy lokalny (CRL) – zespół rur kanalizacji kablowej zawierający rury RKK i RMK układany pomiędzy WSR a węzłami innych sieci,

Ciąg rurowy magistralny (CRM) – zespół rur kanalizacji kablowej zawierający rury RKK i RMK układany pomiędzy węzłami WSR,

CZS – Centrum Zarządzania Siecią DSS,

Długość elektryczna lub optyczna kabla - rzeczywista długość zmontowanego kabla z uwzględnieniem falowania i zapasów kabla oraz uwzględnieniem ułożenia jego żył (włókien optycznych),

Długość fabrykacyjna - długość odcinka kabla w momencie zakupu,

Długość trasowa - odległość między dwoma punktami po trasie kabla bez uwzględnienia falowania i zapasów kabla,

Domiar poprzeczny - odległość trasy kabla od stałego, łatwo identyfikowanego punktu mierzona wzdłuż linii możliwej do odtworzenia łatwym sposobem (np. wzdłuż ściany budynku, ogrodzenia itp., lub poprzecznie do ściany, krawędzi jezdni itp.),

Domiar wzdłużny - długość trasową kabla mierzoną od punktu przyjętego umownie za 0.

DSS – Dolnośląska Sieć Szkieletowa,

Falowanie kabla - sposób układania lub zaciągania kabla, przy którym długość kabla układanego jest większa od długości trasy, na której układa lub zaciąga się kabel,

Kabel energetyczny lub sygnalizacyjny – kabel służący do przesyłania sygnałów przy użyciu prądu elektrycznego z zachowaniem parametrów przewidzianych dla danego typu sieci,

Kabel światłowodowy (optotelekomunikacyjny, OTK) - kabel z torami w postaci włókien światłowodowych, wzdłuż których jako nośniki informacji przesyłane są impulsy świetlne,

Kanalizacja (kablowa) wewnątrzbudynkowa - szyby, przepusty itp. oraz kanalizacja i mikrokanalizacja z rur trudnopalnych ułożonych w budynku, łączące kanalizacje kablową z pomieszczeniem WSR,

Kanalizacja kablowa (KK) - system podziemnych rur instalacyjnych i studni kablowych, służący do prowadzenia zewnętrznych kabli telekomunikacyjnych i optotelekomunikacyjnych oraz wiązek mikrorur i rur prefabrykowanych w systemach mikrokanalizacji,

Informacje podstawowe i definicje

Kanalizacja pierwotna - kanalizacja kablowa, do której wciąga się kable telekomunikacyjne, rury wtórne HDPE lub rury mikrokanalizacji,

Klasa odporności rury KK na ściskanie - wyrażona w niutonach (N) miara odporności rury KK na ściskanie,

Linia telekomunikacyjna - linia do przesyłania sygnałów telekomunikacyjnych,

Mikrokabel światłowodowy (optotelekomunikacyjny mikro kabel OTMK) kabel światłowodowy o zmodernizowanej, konstrukcji (zmniejszone wymiary średnicy) w wersji centralnej tuby lub wielotubowej wypełnionymi włóknami światłowodowymi, wzdłuż których jako nośniki informacji przesyłane są impulsy świetlne.,

Mikrokanalizacja - należy przez to rozumieć zespół rurek (tzw. mikrorurek) w postaci wiązek foliowanych lub rur prefabrykowanych układanych bezpośrednio w ziemi lub wciąganych do otworów kanalizacji pierwotnej, stanowiących jej zwielokrotnienie, a zarazem dodatkowe zabezpieczenie dla mikrokabli optotelekomunikacyjnych,

Mikrorurka światłowodowa MRS – mikrorurka o średnicach zewnętrznych od 4 do 15mm, w której instaluje się mikrokabel światłowodowy dobrany do średnicy mikrorurki, z wewnętrzną powierzchnią rowkowaną lub gładką z powłoką antyelektrostatyczną,

Mikrorurka światłowodowa MRS-FP (Fire Protection) niepaliona mikrorurka LSOH lub LZOH o średnicach zewnętrznych od 4 do 12mm, w której instaluje się mikrokabel światłowodowy dobrany do średnicy mikrorurki,

Mikrorurka światłowodowa wzmacniana MRS-DB – mikrorurka o średnicach zewnętrznych od 7 do 16mm i zwiększonej grubości ścianki zewnętrznej z przeznaczeniem do bezpośredniego układania w kanalizacji pierwotnej i bezpośrednio w ziemi. Średnice wewnętrzne dobrane do średnic typowych mikrokabli, średnice zewnętrzne odpowiadające rozmiarom dostępnych, typowych złączek mikrorurek,

Mikrowiązka światłowodowa (optotelekomunikacyjna mikrowiązka włókien) OTMW - wiązka włókien światłowodowych SM pokryta aktyłem przeznaczona do mikrorurek o najmniejszej średnicy o maksymalnej liczbie 12 włókien światłowodowych, wzdłuż których, jako nośniki informacji przesyłane są impulsy świetlne,

Obiekt kablowy (przepust kablowy) - wiązka rur o jednakowej długości ułożona warstwami (w szczególnym przypadku wiązkę może stanowić jedna rura) dla umożliwienia przeciągania nowych kabli lub rur kanalizacji kablowej bez kopania w ziemi (na długości obiektu/rowu). Niekiedy obiekt spełnia rolę zabezpieczenia kabla przed uszkodzeniami mechanicznymi, elektrochemicznymi, lub przed przepięciami,

Odcinek fabrykacyjny - odcinek rury (jednolity, bez złączek) dostarczany na plac budowy,

Odcinek instalacyjny - ciąg rurowy złożony, co najmniej z dwóch odcinków fabrykacyjnych połączonych złączkami rur,

Odległość podstawowa - najmniejsza odległość budowli telekomunikacyjnej od skrajni innego obiektu budowlanego, przy której nie wymaga się stosowania zabezpieczenia specjalnego bądź szczególnego, na odcinkach zbliżeń i skrzyżowań.

Oslona złączowa – szczelna warstwa metalu lub materiału niemetalicznego zapobiegająca przenikaniu wilgoci do złącza kablowego, szczelnie połączona z powłoką kabla,

Powłoka kabla - szczelna warstwa metalu lub materiału niemetalicznego zapobiegająca przenikaniu wilgoci do ośrodka kabla,

Przełącznica – urządzenie, gdzie zakończony został kabel, umożliwiające realizację połączeń kabli wg ustalonego schematu,

Regionalna Sieć Rurociągów Kablowych (RSRK) – regionalna sieć kanalizacji kablowej KK służąca do prowadzenia kabli światłowodowych różnych użytkowników,

RSS – Regionalna Sieć Szerokopasmowa - sieć szkieletowa klasy NGN realizowana na

Informacje podstawowe i definicje

obszarze województwa (szczególnie: Dolnośląska Sieć Szkieletowa),

Rura kanalizacji kablowej (RKK) - rura instalacyjna z pojedynczym płaszczem do budowy telekomunikacyjnej kanalizacji kablowej (rurociągów kablowych), o średnicach standaryzowanych: 25mm, 32mm, 40mm, 50mm, wykonana z polietylenu pierwotnego o gęstości nie mniejszej niż 0,94 g/cm³ (HDPE), z wewnętrzną powierzchnią rowkowaną (ryflowaną), koloru czarnego z nadrukiem inwestora i paskami barwnymi dla rozróżnienia poszczególnych rur w wiązce,

Rura mikrokanalizacji (RMK) – rura RKK z zainstalowaną wiązką mikrorurek światłowodowych do układania bezpośrednio w ziemi lub w innych rurach instalacyjnych,

Rura mikrokanalizacji do bezpośredniego układania kanalizacji pierwotnej (RMK-DI) - prefabrykowana rura składająca się z odpowiedniej ilości mikrorur RMK w pojedynczym płaszczu z HDPE klasy 1000N lub większej zawierająca określone konfiguracje wiązek mikrorurek, przeznaczona do bezpośredniego układania w kanalizacji pierwotnej,

Rura mikrokanalizacji do bezpośredniego układania w gruncie (RMK-DB) - prefabrykowana rura składająca się z odpowiedniej ilości mikrorur RMK w podwójnym płaszczu z HDPE klasy 1000N lub większej zawierająca określone konfiguracje wiązek mikrorurek, przeznaczona do bezpośredniego układania w ziemi, w konstrukcji ścisłej tuby zapewniającej prostoliniowość mikrorur w wiązce,

Rura mikrokanalizacji uniwersalna (RMK-U) - prefabrykowana rura RMK w pojedynczym płaszczu wykonanym z rury RHDPE klasy 750N lub większej, zawierająca określone konfiguracje wiązek mikrorurek, przeznaczona do bezpośredniego układania w ziemi na krótkich odcinkach między studniowych lub układania w kanalizacji osłonowej,

Rura osłonowa (RO) - rura KK, w której instaluje się rury RS,

Rura RO przepustowa (ROp) - rura klasy 750 lub wyższej, instalowana na przejściach rur KK pod ulicami, ciekami wodnymi itp.

Rura RO zbliżeniowa (ROzb) - rura RO klasy 600 lub wyższej, instalowana na odcinkach zbliżeń rur KK do innych urządzeń uzbrojenia terenowego,

Rura RO ziemna (pierwotna) (ROz) - rura RO klasy 450 lub wyższej, instalowana bezpośrednio w ziemi,

Rura RS doziemna (RSz) - rura RS klasy 450, instalowana bezpośrednio w ziemi,

Rura RS wtórna (RSw) - rura RS klasy 250 lub większej, instalowana w rurach osłonowych,

Rura światłowodowa (RS) - rura RKK, w której instaluje się kabel światłowodowy,

Skrzynka zapasów, stelaż zapasów – osłona ochronna dla zapasu kabla ułożonego w kształcie pętli lub zwojów, umieszczana w studni kablowej lub budynku,

Studnia kablowa - pomieszczenie podziemne, wbudowane między ciągi kanalizacji kablowej lub (studnia końcowa) na końcu ciągu, w celu umożliwienia wciągania, montażu i konserwacji kabli,

System rur instalacyjnych – część składowa systemu zamkniętego oprzewodowania, zwykle o okrągłym przekroju poprzecznym, umożliwiającą wciąganie i/lub wymianę izolowanych przewodów i kabli w instalacjach elektrycznych lub telekomunikacyjnych oraz wiązek mikrorur i rur prefabrykowanych w systemach mikrokanalizacji,

Trasa kabla - linia łamana pokrywająca z dokładnością do 0,5 m (w miejscu ułożenia zapasu szerokość pasa zajętego przez kabel jest większa i może wynosić do kilku metrów) rzeczywiste położenie kabla,

Węzeł Sieci Regionalnej (WSR) – miejsce zakończenia kabli telekomunikacyjnych,

Wiązka foliowana mikrorurek (WFMRS) – wiązki mikrorurek MRS fabrycznie zespolone cienką folią MDPE i przygotowane do instalowania w rurach kanalizacji kablowej (KK) metodami mechanicznymi lub pneumatycznymi z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu,

Wiązka foliowana mikrorurek wzmacnianych (WFMRS-DB) – wiązki mikrorurek wzmacnianych MRS DB, zespolone folią PE, przygotowane do instalacji bezpośrednio w ziemi,

Informacje podstawowe i definicje

Wielorura światłowodowa (moduł) (MRS) - konstrukcyjnie zespolona wiązka rur RS,
Zapas kabla - dodatek długości kabla, uzyskany przez ułożenie kabla w kształcie pętli lub zwojów,
Złącze kablowe –miejsce połączenia 2 odcinków kabla.

1.1.2 Osprzęt rur osłonowych i mikrokanalizacji

Elementy oznakowania i lokalizacji:

Kabel sygnalizacyjny (KS) – kabel typu XzTKMXpw 2x2x0.8, układany wzdłuż rurociągu lub zainstalowany wewnątrz prefabrykowanej rury mikrokanalizacji (RMK),

Łuk rury (ŁR) - prefabrykowany odcinek rury KK w kształcie łuku o określonym kącie zmiany kierunku ciągu rur KK,

Marker lokalizacyjny (MRK) – specjalny element oznaczeniowy, doziemny, zawierający odbiornik indukcyjny wyzwalany falą elektromagnetyczną, z generatora sondy lokalizatora i umożliwiający odnalezienie obiektów zainstalowanych bezpośrednio w gruncie,

Odgałęźnik rur (RR) - element umożliwiający tworzenie odgałęzień rur KK,

Przekładka dystansowa (PD) - element wsporczo-wiążący ustalający pozycje rur KK podczas ich układania w ziemi,

Puszka połączeniowa prosta rur mikrokanalizacji (PPRMK-P) – w pełni dwudzielny, wodoszczelny element do łączenia rur mikrokanalizacji (RMK) z miejscem na połączenia złączkami mikrorur wykonywane przy pomocy złączek mikrorurek, nadający się do bezpośredniego zakopywania w ziemi,

Puszka połączeniowa rur mikrokanalizacji typu Y (PPRMK-Y) – w pełni dwudzielny wodoszczelny element typu Y do wykonywania pojedynczego odgałęzienia z rury mikrokanalizacji (RMK) do innej rury o tej samej lub innej średnicy, nadający się do bezpośredniego zakopywania w ziemi,

Puszka połączeniowa rur mikrokanalizacji typu H (PPRMK-H) – w pełni dwudzielny, wodoszczelny element typu H do wykonywania podwójnego odgałęzienia z dwóch rur mikrokanalizacji (RMK) do dwóch rur o tej samej lub innej średnicy, nadający się do bezpośredniego zakopywania w ziemi,

Puszka połączeniowa rur mikrokanalizacji typu T (PPRMK-T) – w pełni dwudzielny, wodoszczelny element typu T do wykonywania pojedynczego odgałęzienia z rury mikrokanalizacji (RMK) do innej rury o tej samej lub innej średnicy, nadający się do bezpośredniego zakopywania w ziemi,

Rura dwudzielna (RD) - prefabrykowany odcinek rury KK, składający się z dwóch rozłącznych połówek i dający się nałożyć na odkryte wnętrze otworu kanalizacji kablowej,

Taśma ostrzegawcza–lokalizacyjna (TOL) - taśma, zazwyczaj polietylenowa, w kolorze pomarańczowym z napisem UWAGA! KABEL ŚWIATŁOWODOWY lub UWAGA! KABEL TELEKOMUNIKACYJNY, zawierająca czynnik lokalizacyjny w postaci taśmy stalowej, układana nad ciągiem rur w połowie głębokości wykopu,

Uszczelka końca mikrorury (UKMRS) – element przeznaczony do uszczelnienia końca mikrorury (MR) wyposażonej w mikrokabel światłowodowy (OTMK),

Uszczelka końca rury (UR) - element przeznaczony do uszczelnienia końca rury KK pustej lub z kablem w środku,

Złączka gazoszczelna-wodoszczelna mikrorury (ZŁGWMR) – element do łączenia mikrorurek światłowodowych tworzący barierę gazo-wodoszczelną, w której zainstalowany jest mikrokabel światłowodowy,

Złączka końcowa mikrorury (ZŁKMRS) – element do zakończenia pustej mikrorurki,

Złączka mikrorury (ZŁMR) – element do łączenia mikrorurek o tej samej średnicy w różnej

Informacje podstawowe i definicje

klasie szczelności (wodoszczelna i gazoszczelna),

Złączka mikrorury (ZLMR DB) – element do łączenia mikrorurek wzmocnionych DB, układany bezpośrednio w ziemi, o odpowiedniej klasie szczelności,

Złączka redukcyjna mikrorury (ZLRMR) – element do łączenia mikrorurek o różnej średnicy (redukcja średnicy jednej mikrorury do drugiej mikrorury),

Złączka rur (ZR) – obudowa do pewnego mechanicznego i/lub pneumatycznego łączenia rur KK,

Złączka wodoszczelna mikrorury (ZLWMR) – element do łączenia mikrorurek światłowodowych, tworzący barierę wodoszczelną, w której zainstalowany jest mikrokabel światłowodowy.

1.1.3 Pozostałe określenia podstawowe dotyczące procesu budowlanego

Aprobata techniczna - pozytywna ocena techniczna wyrobu, stwierdzająca jego przydatność do stosowania w budownictwie,

Budowa - należy przez to rozumieć wykonanie obiektu budowlanego w określonym miejscu, a także odbudowę, rozbudowę, nadbudowę obiektu budowlanego,

Budowla – każdy obiekt budowlany, nie będący budynkiem lub obiektem małej architektury,

Budynek - obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych posiadający fundamenty i dach,

Części obiektu lub etap wykonania - należy przez to rozumieć część obiektu budowlanego zdolną do spełnienia przewidywanych funkcji techniczno- użytkowych i możliwą do odebrania i przekazania do eksploatacji,

Dokumentacja budowy – pozwolenie na budowę wraz z załączonym projektem budowlanym, dziennik budowy, protokoły odbiorów częściowych i końcowych, w miarę potrzeby rysunki, opisy, służące realizacji obiektu, operaty geodezyjne i książka obmiarów,

Dokumentacja powykonawcza - należy przez to rozumieć dokumentację budowy z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót oraz geodezyjnymi pomiarami powykonawczymi,

Dostawca – podmiot realizujący dostawę kompletnego systemu mikrokanalizacji i okablowania światłowodowego wraz z osprzętem na zamówienie Inwestora lub Wykonawcy,

Droga tymczasowa - należy przez to rozumieć drogę specjalnie przygotowaną, przeznaczoną do ruchu pojazdów obsługujących roboty budowlane, na czas ich wykonywania, przewidzianą do usunięcia po ich zakończeniu,

Dziennik budowy – dziennik, wydany przez właściwy organ zgodnie z obowiązującymi przepisami, stanowiący urzędowy dokument przebiegu robót budowlanych oraz zdarzeń i okoliczności zachodzących w czasie wykonywania robót,

Inspektor nadzoru – osoba uprawniona (uprawnienia w telekomunikacji przewodowej bez ograniczeń) reprezentująca Inwestora na budowie, która sprawuje kontrolę zgodności realizacji przedsięwzięcia budowlanego z projektem, pozwoleniem na budowę, przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Inspektor nadzoru sprawuje swoją funkcję w rozumieniu przepisów ustawy prawo budowlane,

Inwestor – Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego,

Kierownik budowy – uprawniona (uprawnienia w telekomunikacji przewodowej bez ograniczeń) osoba wyznaczona przez Wykonawcę robót, do kierowania robotami i występowania w jego imieniu, w sprawach realizacji kontraktu, ponosząca ustawową odpowiedzialność za prowadzoną budowę,

Laboratorium - należy przez to rozumieć laboratorium jednostki naukowej, Zamawiającego, Wykonawcy lub inne laboratorium badawcze zaakceptowane przez Zamawiającego, niezbędne do

Informacje podstawowe i definicje

przeprowadzania niezbędnych prób i badań związanych z oceną jakości stosowanych materiałów budowlanych oraz rodzajów prowadzonych robót,

Materiały – wszelkie materiały naturalne i wytwarzane, jak również różne tworzywa i wyroby niezbędne do wykonania robót, zgodnie z dokumentacją projektową i specyfikacjami technicznymi zaakceptowane przez Inspektora nadzoru,

Obiekt małej architektury – niewielkie obiekty, a w szczególności: użytkowe służące rekreacji codziennej i utrzymaniu porządku jak: meble uliczne (kosze, ławki, oświetlenie uliczne),

Obszar oddziaływania obiektu - teren wyznaczony w otoczeniu budowlanym na podstawie przepisów odrębnych, wprowadzających związane z tym obiektem ograniczenia w zagospodarowaniu tego terenu,

Odpowiednia zgodność - zgodność wykonanych robót z dopuszczalnymi tolerancjami, , jeśli granice tolerancji nie zostały określone - z przeciętnymi tolerancjami przyjmowanymi zwyczajowo dla danego rodzaju robót budowlanych,

Operatorski Punkt Dostępowy (OPD) – punkt styku (przełącznica światłowodowa) sieci DSS z siecią innych operatorów

Oplata – należy przez to rozumieć kwotę należności, wnoszoną przez zobowiązanego za określone ustawą obowiązkowe kontrole dokonywane przez właściwy organ,

Polecenie Inspektora nadzoru - należy przez to rozumieć, wszelkie polecenia przekazane Wykonawcy przez Inspektora nadzoru, w formie pisemnej, dotyczące sposobu realizacji robót lub innych spraw związanych z prowadzeniem budowy,

Pozwolenie na budowę - należy przez to rozumieć, decyzję administracyjną zezwalającą na rozpoczęcie i prowadzenie budowy lub wykonywanie robót budowlanych, innych niż budowa obiektu budowlanego,

Prawo do dysponowania nieruchomością na cele budowlane - tytuł prawny wynikający z prawa własności, użytkowania wieczystego, zarządu, ograniczonego prawa rzeczowego, albo stosunku zobowiązaniowego, przewidującego uprawnienia do wykonywania robót budowlanych,

Projektant – uprawniona osoba prawna lub fizyczna, będącą autorem dokumentacji budowlanej,

Przedmiar robót – zestawienie przewidzianych do wykonania robót, według technologicznej kolejności ich wykonania, wraz z obliczeniem i podaniem ilości robót w ustalonych jednostkach przedmiarowych,

Rejestr obmiarów - należy przez to rozumieć akceptowaną przez Inspektora nadzoru książkę z ponumerowanymi stronami, służącą do wpisywania przez Wykonawcę obmiaru dokonanych robót w formie wycień, szkiców i ewentualnie dodatkowych załączników. Wpisy w rejestrze obmiarów podlegają potwierdzeniu przez Inspektora nadzoru budowlanego,

Rekultywacja – roboty mające na celu uporządkowanie i przywrócenie pierwotnych funkcji terenu naruszonego w czasie realizacji budowy lub robót budowlanych,

Roboty budowlane - budowa a także prace polegające na przebudowie, montażu , remoncie lub rozbiórce obiektu budowlanego

Słupek oznaczeniowy (SO) – słupek betonowy do oznaczania trasy sieci telekomunikacyjnej i lokalizacji zasobników złączowych

Słupek oznaczeniowo-lokalizacyjny (SL) – słupek betonowy do oznaczania trasy sieci telekomunikacyjnej i lokalizacji zasobników złączowych z wyprowadzonym na zaciski kablem sygnalizacyjnym (KS)

Teren budowy – należy przez to rozumieć przestrzeń, w której prowadzone są roboty budowlane wraz z przestrzenią zajmowaną przez urządzenia zaplecza budowy,

Tymczasowy obiekt budowlany - obiekt budowlany przeznaczony do czasowego użytkowania w okresie krótszym od jego trwałości technicznej, przewidziany do przeniesienia w inne miejsce lub

Informacje podstawowe i definicje

rozbiórki, a także obiekt budowlany niepołączony trwale z gruntem jak: barakowozy, obiekty kontenerowe

Urządzenia budowlane - urządzenia techniczne związane z obiektem budowlanym zapewniające możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, jak przyłącza i urządzenia instalacyjne, a także przejazdy, ogrodzenia, place postojowe, place pod śmietniki

Ustalenia techniczne - należy przez to rozumieć ustalenia podane w normach, aprobatkach technicznych i szczegółowych specyfikacjach technicznych,

Właściwy organ - organ nadzoru architektoniczno- budowlanego lub organ specjalistycznego nadzoru budowlanego,

Wykonawca DSS - jednostka organizacyjna realizująca budowę sieci DSS wg zatwierdzonej dokumentacji projektowej.

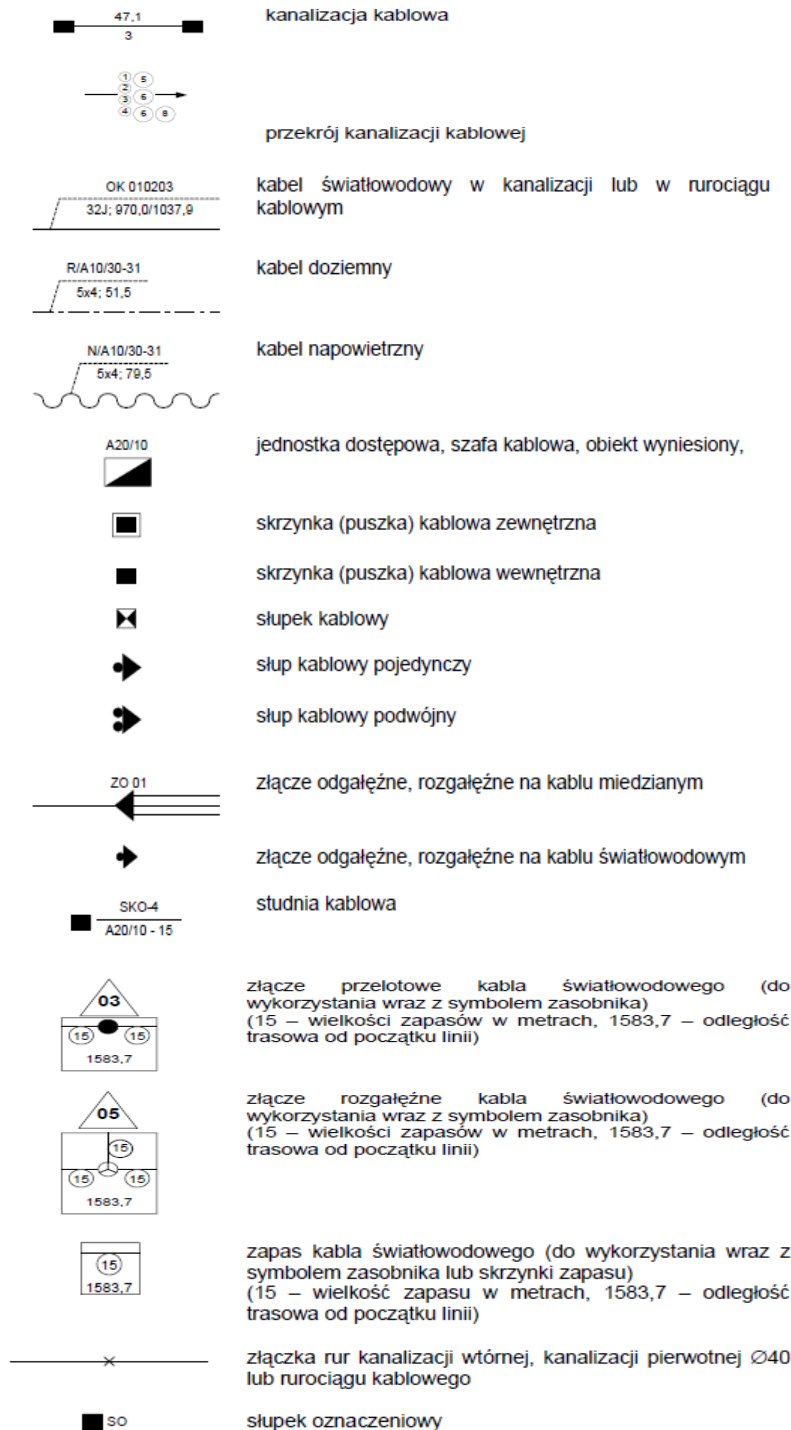
Wyrób budowlany - wyrób w rozumieniu przepisów o ocenie zgodności, wytworzony w celu wbudowania, wmontowania, zainstalowania lub zastosowania, w sposób trwały, w obiekcie budowlanym, wprowadzany do obrotu, jako wyrób pojedynczy, lub jako zestaw wyrobów do stosowania we wzajemnym połączeniu stanowiącym integralną całość użytkową.

1.2 Symbolika i oznaczenia graficzne na schematach i projektach

Przy sporządzaniu dokumentacji sieci telekomunikacyjnej należy stosować symbole i oznaczenia zgodne z normą ZN-02/TD S.A. – 01 oraz proponowanymi symbolami dodatkowymi dla oznaczeń elementów mikrokanalizacji światłowodowej. Ważniejsze symbole zebrano na rysunku poniżej.

Część 1: Wymagania dla dokumentacji części pasywnej sieci

Informacje podstawowe i definicje

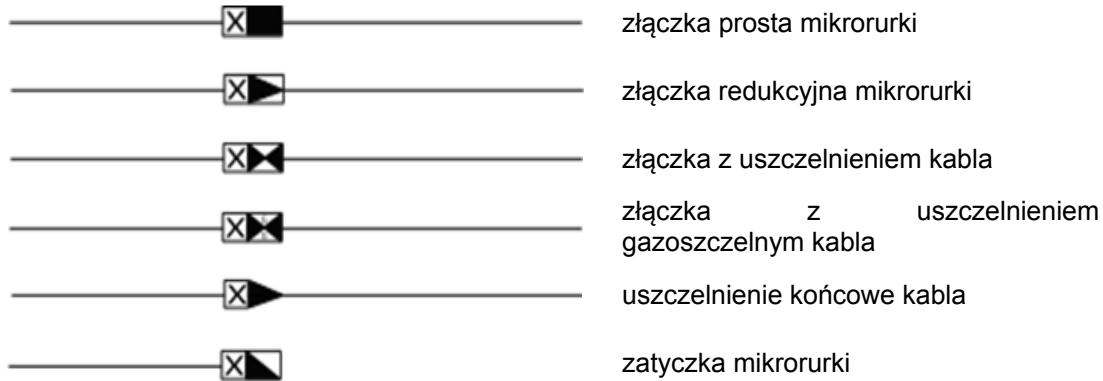


Rysunek 1. Ważniejsze symbole typowych elementów sieciowych

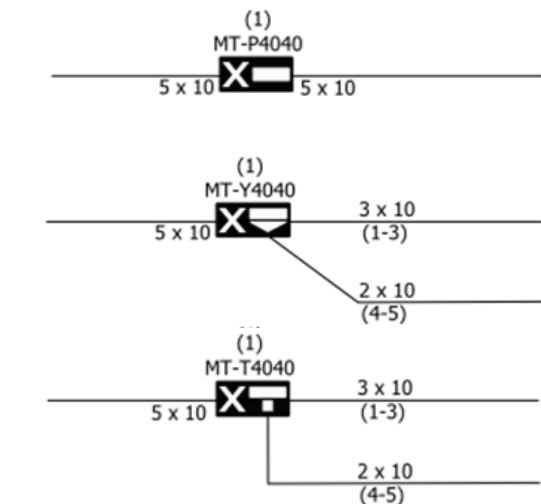
Oznaczenia elementów mikrokanalizacji wymagają wprowadzenia nowej symboliki, proponowane symbole dla oznaczania złączek mikrorurek i obudów liniowych znajdują się poniżej.

Informacje podstawowe i definicje

Złączki mikroturek:



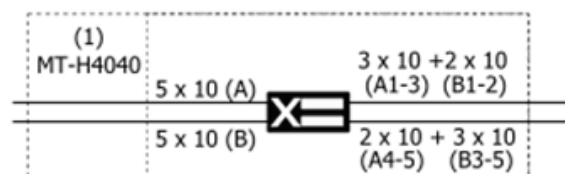
Oznaczenia obudów liniowych i odgałęzień z przykładowymi oznaczeniami (oznaczenia typu obudów należy traktować jako przykładowe):



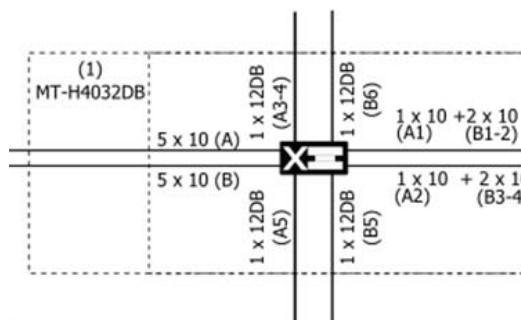
Obudowa liniowa prosta (domyślnie przyjęto połączenie wszystkich mikroturek odpowiednimi złączkami - nie rysuje się złączek mikroturek)

Odgałęzienie liniowe typu Y (w nawiasach podano numery mikroturek wejściowych)

Odgałęzienie liniowe typu T (w nawiasach podano numery mikroturek wejściowych)



Obudowa liniowa typu H (w nawiasach podano numery mikroturek wejściowych)



Wodoszczelna obudowa liniowa typu HH (w nawiasach podano numery mikroturek wejściowych)

Rysunek 2. Symbole elementów mikrokanalizacji

2 Bazowe dokumenty normatywne

Na potrzeby niniejszego opracowania wykorzystano następujące dokumenty normatywne:

- PN-EN 50086-1:2001 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 1: Wymagania ogólne.
- PN-EN 50086-1:2001:2001/AC Dotyczy PN-EN 50086-1:2001 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów Część1: Wymagania ogólne.
- PN-EN 50086-2-4:2002 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 2-4: Wymagania szczegółowe dla systemów rur instalacyjnych układanych w ziemi.
- PN-EN 50086-2-4:2002/Ap1:2003 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 2-4:Wymagania szczegółowe dla systemów rur instalacyjnych układanych w ziemi.
- Dyrektywa WE - numer 2006/95/WE w sprawie harmonizacji ustawodawstwa Państw Członkowskich odnoszących się do sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych w granicach napięcia.
- Norma PN-EN 60794-5:2007 Kable światłowodowe - Część 5: Kable światłowodowe - Specyfikacja grupowa mikrokanalizacji kablowej dla instalacji metodą wdmuchiwania.

3 Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej obejmują również rozwiązania w zakresie skrzyżowań, zbliżeń z infrastrukturą obcą i pokonywania przeszkód terenowych.

3.1 Ogólne wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

Do zadań Wykonawcy należy przygotowanie i opracowanie kompletnej dokumentacji projektowej zgodnie z wymogami ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. z późniejszymi zmianami. Dokumentacja musi posiadać wszystkie potrzebne uzgodnienia i decyzje administracyjne. Opracowanie tej dokumentacji musi zostać wykonane w formie elektronicznej i papierowej. Dokumentacja, powinna być wykonana przez uprawnionych projektantów oraz ma być zgodna z aktualnie obowiązującymi przepisami, w szczególności z „Ustawą o wspieraniu rozwoju usług szerokopasmowych” z dnia 7 maja 2010 r. (Dziennik Ustaw z dnia 16 czerwca 2010 r. Nr 106 poz. 675).

Dokumentacja projektowa powinna być wykonana w stanie kompletnym z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

3.2 Normy i dokumenty odniesienia dla dokumentacji projektowej

Dokumentacja projektowa będzie opracowana zgodnie z wymaganiami ujętymi w następujących przepisach:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r - Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r Nr 156 poz.1118 z późn. zm.) z uwzględnieniem art. 20 ust 1 i 2 tej ustawy,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2003 r Nr 120 poz. 1133 z późn. zm),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej) specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. z 2004 r Nr 2020 poz. 2072 z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 7 maja 2010 r. o wspieraniu rozwoju usług i sieci telekomunikacyjnych (Dz. U. z 2010 r Nr 106, poz. 675),

oraz

- obowiązującymi normami i zasadami wiedzy technicznej , przepisami BHP, . itp.

Przedmiary robót opracowane zostaną zgodnie z przepisami rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U z 2004 r Nr 202 poz.2072 z późn. zm.) i zawierać będą w szczególności zestawienie wszystkich przewidywanych do wykonania robót, w kolejności technologicznej ich wykonania oraz zestawieniem urządzeń i armatury, sporządzone na podstawie dokumentacji projektowej, zgodnie z systematyką robót właściwą, dla danego przedsięwzięcia, a także zawierające opisy, jednostki oraz ilości wyliczone zgodnie z zasadami ustalonymi w specyfikacjach technicznych.

Specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych wykonane zostaną

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

zgodnie z przepisami rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. z 2004 r Nr 202 poz. 2072 z późn. zm.) oraz Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 23 kwietnia 2010 r zmieniającego rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego.

Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia ze względu na specyfikę projektowanych obiektów budowlanych opracowana zostanie zgodnie z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 - Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.) – art. 20 ust. 1 pkt. 1b tej ustawy.

Kosztorisy inwestorskie wykonane zostaną zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzenia kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowania kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz. U. z 2004 r Nr 130 poz. 1389).

Wykonane opracowania projektowe i opisowe w szczególności, specyfikacje techniczne, przedmiary robót będą wzajemnie spójne i skoordynowane pod względem technicznym dla zapewnienia uwzględnienia zasad bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w procesie budowy.

W dokumentacji projektowej zostaną zastosowane materiały o parametrach nie gorszych niż wskazane w niniejszych wytycznych oraz odpowiadające wymogom wyrobów dopuszczonych do obrotu i stosowania w budownictwie (art. 10 Prawa Budowlanego oraz przepisy Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r o wyrobach budowlanych Dz. U. z 2004 r Nr 92 poz. 891), a w przypadku elementów mikrokanalizacji posiadające odpowiednie badania i certyfikaty na zgodność z normą PN-EN 60794-5 lub IEC 60794-5 potwierdzone raportami z testów zgodnie z Aneks E normy IEC 60794-5. Projektant uzyska pisemną akceptację Zamawiającego na wszelkie propozycje rozwiązań technicznych i materiałowych odbiegające od standardów i/lub wpływające na podniesienie kosztów realizacji inwestycji.

3.3 Normy i dokumenty odniesienia dla prac projektowych

W zakresie prac projektowych prowadzonych na potrzeby Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej obowiązują następujące dokumenty:

- Aktualna wersja dokumentu „Wymagania techniczne dla wykonawczej i powykonawczej dokumentacji projektowej”
- Ustawa z dnia 7 maja 2010 r. o wspieraniu rozwoju usług i sieci telekomunikacyjnych (Dziennik Ustaw nr 106 z 16 czerwca 2010 r., poz. 675)
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne - tekst jednolity (Dziennik Ustaw z 2005 r. Nr 239, poz. 2019)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie, (Dziennik Ustaw z 2005 Nr 219, Poz. 1864)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 22 czerwca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dziennik Ustaw z 2010 Nr 113, Poz. 752)
- Rozporządzenie Ministra Łączności z dnia 21 kwietnia 1995 r. w sprawie warunków technicznych zasilania energią elektryczną obiektów budowlanych łączności. (Dziennik Ustaw z 1995 r., Nr 50, Poz. 271)
- Normy zakładowe Telefonii DIALOG S.A. ZN-02/TD S.A.-01 – Projektowanie i budowa sieci

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- telekomunikacyjnej - Ogólne zasady projektowania i budowy sieci kablowych,
- Normy zakładowe Telefonii DIALOG S.A. ZN-02/TD S.A.-02 - Projektowanie kanalizacji kablowej,
- Normy zakładowe Telefonii DIALOG S.A. ZN-02/TD S.A.-02 - Projektowanie sieci optotelekomunikacyjnych,
- ZN-96/TPSA-017. Rury kanalizacji wtórnej i rurociągu kablowego (RHDPE). Wymagania i badania,
- ZN-96/TPSA-023. Studnie kablowe. Wymagania i badania,
- ZN-96/TPSA-024. Zasobnik złączowy. Wymagania i badania,
- ZN-96/TPSA-025. Taśmy ostrzegawcze i ostrzegawczo-lokalizacyjne. Wymagania i badania,
- ZN-96/TPSA-026. Słupki oznaczeniowe i oznaczeniowo-pomiarowe. Wymagania i badania,
- ZN-96/TP S.A.-039 Zakładowy Katalog Nakładów Rzeczowych - Linie optotelekomunikacyjne.
- ZN-96/TP S.A.-040 Zakładowy Katalog Nakładów Rzeczowych. Telekomunikacyjne Sieci Miejskowe (uzupełnienie do KNR 5-01).
- ZN-96/TPSA-041 Zabezpieczone pokrywy studni kablowych, dodatkowe (wewnętrzne). Wymagania i badania,
- Normy PN-79/E-08106 – Urządzenia elektroenergetyczne, stopnie ochrony.

3.4 Forma dokumentacji projektowo-wykonawczej

Dokumentację projektową należy opracować i dostarczyć w następujących formach i ilościach egzemplarzy (oddzielnie dla każdego tomu opracowania dokumentacji) nie mniejszych niż:

- projekt budowlany i projekt wykonawczy - 5 egzemplarzy na papierze (w tym 1 egz. nie zszyty), oraz po 1 egzemplarzu na nośniku elektronicznym płyta CD wersji nieedytowalnej (format PDF, JPG) i wersji edytowalnej (format WORD, DWG),
- informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ) - 3 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (program WORD),
- specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych - 3 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (program WORD),
- przedmiary robót (komplet) - 2 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (format program ZUZIA lub Norma),
- kosztorysy inwestorskie (komplet) - 2 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (program ZUZIA) - przy czym nazwy plików wersji elektronicznej należy wpisać bez użycia polskich znaków.

Przedmiary oraz kosztorysy inwestorskie powinny być opracowane w następujących zbiorach(nazwy plików):

1. Wykonanie kanalizacji teletechnicznej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B),
2. Wykonanie magistrali światłowodowej doziemnej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B),
3. Adaptacja i wyposażenie pomieszczenia węzłów dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B),
- ,
56. Wykonanie kanalizacji teletechnicznej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B),
57. Wykonanie magistrali światłowodowej doziemnej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B),
58. Adaptacja i wyposażenie pomieszczenia węzła (nazwa węzła WSR).

Dokumentacja projektowa powinna także spełniać dodatkowe warunki:

- posiadać nazwę opracowania i wykaz zawartości w formacie ustalonym z Zamawiającym,
- posiadać pisemne oświadczenia Wykonawcy, że jest ona wykonana zgodnie z umową,

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi oraz normami oraz że zostaje wydana w stanie zupełnym (kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć),

- powinna zapewnić spójność funkcjonalną i technologiczną projektowanej sieci (w tym m.in. w zakresie organizacji i wyposażenia węzłów sieci) z istniejącą infrastrukturą telekomunikacyjną będącą w posiadaniu jednostek samorządu terytorialnego.

Wszelkie wątpliwości lub propozycje Wykonawcy odnośnie: formatu dokumentacji, rozwiązań projektowych i technologicznych, zabudowywanych materiałów dla części pasywnej jak i aktywnej, typu szaf i kontenerów telekomunikacyjnych, muszą zostać uzgodnione z Zamawiającym przed przystąpieniem do wykonywania dokumentacji projektowej. Odstępstwa i wszelkie zmiany od założeń projektowych muszą uzyskać pisemną akceptację Zamawiającego.

3.5 Równoważność rozwiązań i projektowanych materiałów

Rozwiązania przyjęte w niniejszych wytycznych, zostały dobrane w oparciu o rozwiązania i systemy dostępne na rynku, i po analizie dostępnych rozwiązań, uznano je za optymalne do spełnienia wymagań jakościowych i funkcjonalnych Zamawiającego. Wskazanie w dokumentacji projektu nazwy handlowej lub marki wraz z ich rozwiązaniami technicznymi, certyfikatami i deklaracjami, należy rozumieć, jako określenie standardu spełniającego, w sposób optymalny, oczekiwania w stosunku do systemu. Wskazane marki i eksploatacyjne cechy techniczne lub nazwy handlowe, certyfikaty i deklaracje określają wymaganą klasę produktu, a nie jego producenta. Dopuszcza się rozwiązania równoważne, za pisemną zgodą Zamawiającego, pod warunkiem, że są one co najmniej równorzędne konstrukcyjnie, funkcjonalnie i technicznie w stosunku do opisanych w dokumentacji projektowej oraz posiadają parametry nie gorsze, niż określone przez Zamawiającego. Planowane do wykorzystania przez Wykonawcę urządzenia równoważne nie mogą zmienić założeń technologicznych. Do obowiązków Wykonawcy należeć będzie przedstawienie pełnej dokumentacji technicznej i kompletnych zestawień porównawczych, ułatwiających Zamawiającemu dokonanie oceny rozwiązań

3.6 Zasady ogólne dla projektowania trasy przebiegu rurociągów kablowych DSS

Trasa rurociągów kablowych powinna przebiegać zgodnie z postanowieniami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 25 października 2006 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie wzdłuż dróg publicznych, wodnych, kanałów oraz w pobliżu lotnisk i w miejscowościach, a także ustalania warunków, jakim te linie powinny odpowiadać (Dz.U. z 2006 r poz.). Wytyczne, zawarte w tym rozporządzeniu, określają również głębokości układania rurociągów kablowych w ziemi, mierzoną od dolnej powierzchni rury ułożonej na dnie wykopu lub na warstwie podsypki. W konkretnych sytuacjach terenowych, należy zaprojektowane głębokości ułożenia, określić dokładnie w dokumentacji technicznej (w projekcie budowlanym i wykonawczym).

Szczegółowe usytuowanie rurociągów kablowych wynika z przeprowadzonych uzgodnień, dokonywanych stosownie do procedur opracowania i zatwierdzania projektu budowlanego, i musi uwzględniać istniejące i projektowane usytuowanie elementów innych ciągów uzbrojenia terenu.

Projektowanie tras kablowych musi także uwzględniać specyfikę Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej, a w szczególności, przyjęte w koncepcji inwestycji, założenie budowy tras wzdłuż linii kolejowych.

Rurociąg kablowy Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej powinien być zaprojektowany zgodnie z następującymi wymaganiami:

- Kanalizację międzymiastową dla kabli światłowodowych należy projektować, jako 7 otworowy

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- ciąg rurowy (CRM-MDB), w postaci rury prefabrykowanej doziemnej, dwupłaszczyznowej **RMK-DB** zawierającej wiązkę 7 mikrorurek o średnicy 10/8mm układanej bezpośrednio w ziemi metodami ręcznymi lub mechanicznymi. Liczba opcjonalnych, dodatkowych rur RHDPE 40/3.7 mm, rurociągu kablowego międzymiastowego jest każdorazowo uwarunkowana rodzajem relacji i waha się od 3 do kilkunastu. Liczba ta jest każdorazowo określana w umowie na prace projektowe. Na etapie początkowym nie przewiduje się projektowania dodatkowych rur.
- Poza obszarem zabudowanym należy przewidywać zasobniki z tworzywa sztucznego w odstępach do około 1000 m w celu umożliwienia pozostawienia zapasów kabla światłowodowego. Zasobnik na trasie rurociągu kablowego powinien znajdować się na głębokości ułożenia rurociągu. Wierzchnia płyta zasobnika powinna znajdować się na głębokości co najmniej 0,5 m. Przed zasypaniem, zasobnik należy przykryć warstwą folii i oznaczyć markerem indukcyjnym.
 - W przypadku zastosowania wielu rur w ciągu, w celu ułatwienia rozróżnienia poszczególnych ciągów rurowych rurociągu kablowego, należy stosować rury z barwnymi wyróżnikami, a w przypadku wspólnej inwestycji kilku inwestorów, także rozróżnienie barwne rur oraz nazwy Inwestora w znacznikach rur.
 - W przypadku, gdy rurociąg kablowy dla potrzeb światłowodowej magistrali międzymiastowej (CRM) będzie przebiegał we wspólnym wykopie z rurociągiem dla potrzeb światłowodowej magistrali lokalnej (CRL), liczbę i typ rur rurociągu wspólnego należy ustalić na podstawie dodatkowych, pisemnych ustaleń Zamawiającego z inwestorami lokalnymi oraz wyraźnie rozdzielić dokumentację projektową i kosztorysy, pod kątem przyszłej własności projektów.
 - W przypadku, gdy w obszarze zabudowanym istnieje możliwość zabudowania rurociągu magistralnego w kanalizacji pierwotnej Zamawiającego lub operatorów lokalnych na podstawie podpisanych umów dzierżawy lub udostępnienia, rurociąg kablowy należy zaprojektować jako 7 otworowy ciąg rurowy (CRM-MDT) w postaci rury prefabrykowanej wtórnej, jednopłaszczyznowej typu RMK-DI zawierającej wiązkę 7 mikrorurek o średnicy 10/8mm o średnicy do 34mm, zaciąganej do kanalizacji pierwotnej ręcznie lub metodami mechanicznymi.
 - W przypadku projektowania rurociągów we wspólnych wykopach z innymi inwestycjami ziemnymi (w tym projektowanymi na potrzeby innych sieci szerokopasmowych w miejscowościach na trasie DSS) należy przewidywać pełny rozdział własności rur rurociągów oraz projektować osobne studnie kablowe dla każdego z inwestorów, chyba że osobne, pisemne porozumienia Zamawiającego z odrębnymi stronami – stanowić będą inaczej.
 - Przy przejściach przez drogi, ulice, torowiska oraz na skrzyżowaniach z innymi mediami, np. rurociągami gazowymi lub wodnymi, rury ciągu rurowego należy zabezpieczyć poprzez zaciągnięcie do odpowiedniej rury obiektowej przepustowej grubościenniej o średnicy dopasowanej do profilu rurociągu kablowego (np. Ø125).
 - Zabezpieczenia stykowe należy określić w uzgodnieniu z zarządcą lub właścicielem innego obiektu budowlanego.
 - Przy przejściach i skrzyżowaniach zmieniających głębokość posadowienia rurociągu kablowego na zakończeniach rur ochronnych należy projektować zasobniki kablowe, studnie kablowe lub doziemne obudowy liniowe przedłużane, zależnie od charakteru miejsca zabudowy i innych wymogów projektowych.
 - Przebieg rurociągu kablowego powinien być wybrany w ten sposób, aby liczba miejsc kolizyjnych z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego była jak najmniejsza.
 - Skrzyżowanie rurociągu kablowego z innym urządzeniem uzbrojenia terenowego powinno być wykonane w największym miejscu tego obiektu, prostopadle do jego osi wzdłużnej z dopuszczalną odchyłką 15°. Przy skrzyżowaniu z obiektem o szerokości nie większej niż 1,5 m

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- odchyłka kąta skrzyżowania może być powiększona do 40°.
- W terenie niezabudowanym miejsce skrzyżowania rurociągu kablowego z innym urządzeniem uzbrojenia terenowego powinno być szczegółowo zdomiarowane do najbliższego obiektu stałego, a w razie potrzeby do słupków oznaczeniowych SO ustawionych po jednej lub po obu stronach skrzyżowania.
 - Standardową głębokość ułożenia rurociągu kablowego w ziemi należy przyjąć jako 1m.

Przebieg kanalizacji światłowodowej, projektowanej w terenach zurbanizowanych na trasie Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej, powinien uwzględniać przebieg ulic ze szczególnym uwzględnieniem ulic remontowanych i modernizowanych przez samorząd lokalny. Z uwagi na wysokie koszty odtworzenia nawierzchni, instalacja kanalizacji przy wspólnych inwestycjach może przynieść inwestorowi znaczące oszczędności. Stąd, w projektach, powinno kłaść się duży nacisk na koordynację projektu i harmonogramu prac z ziemnymi pracami i inwestycjami prowadzonymi przez miejskie służby infrastrukturalne.

Zalecane jest projektowanie tras rurociągów kablowych przez obszary w jak największym stopniu wykorzystujące zasoby publiczne (gminne, miejskie, powiatowe lub wojewódzkie) tj.:

- w istniejącej kanalizacji teletechnicznej będącej zasobem miasta;
- w chodniku ulicy;
- w trawniku ulicy;
- w pasie rozdzielającym drogi dwujezdniowe (wymaga uzgodnienia z Inwestorem);
- w pasie drogowym (wymaga uzgodnienia z zarządcą drogi);
- w polu i terenach zielonych miasta;
- na mostach, przejściach schodowych, tunelach będących zasobem miasta.

Jeśli kanalizacja kablowa ma być budowana na nieruchomościach niebędących własnością Skarbu Państwa lub gminy, to należy dołożyć maksimum starań o polubowne zawarcie stosownych umów z właścicielami nieruchomości, tak, aby nie trzeba było uciekać się do procedur wywłaszczeniowych.

W miejscach, w których już istnieje znaczące uzbrojenie techniczne, w postaci różnych sieci podziemnych, pozyskanie terenów może być ograniczone, w sposób naturalny, przepisami techniczno-budowlanymi, a zwłaszcza koniecznością sytuowania poszczególnych ciągów w odległościach normatywnych, zapewniających prawidłową i bezpieczną budowę i eksploatację poszczególnych budowli liniowych. W takich sytuacjach, należy starać się projektować trasy ciągów przez tereny mniej uzbrojone lub należy rozważyć możliwość zaprojektowania kanalizacji w zmniejszonych odległościach do uzbrojenia podziemnego, stosując zabezpieczenia stykowe lub szczególne (§ 3 pkt. 16 i pkt. 17 wyżej wymienionego Rozporządzenia), wymagające zastosowania rur przepustowych oraz dodatkowych elementów. Zaprojektowanie tego rodzaju zabezpieczeń, wymaga uzgodnienia z właścicielem uzbrojenia sąsiadującego. Projektowanie ze zmniejszonymi odległościami, można również przewidzieć przy wykorzystaniu doziemnych, dwupłaszczowych rur prefabrykowanych mikrokanalizacji o klasie wytrzymałości na ściskanie >750N.

3.7 Zasady ogólne dla obiektów dystrybucyjnych i ich usytuowania na trasie rurociągów kablowych DSS

W projekcie sieci regionalnej istotnym zadaniem projektowym będzie dobór lokalizacji i rozwiązań dla miejsc podziału, odgałęzień oraz dokonywania czynności instalacyjnych kabli i krosowań tras mikrorurek. Opisane czynności będą dokonywane w obiektach kanalizacji teletechnicznej realizowanych w postaci:

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- studni kablowych z betonu,
- studni i zasobników polietylenowych z HDPE,
- doziemnych obudów połączeniowych rur prefabrykowanych mikrokanalizacji,
- szaf kablowych zewnętrznych jedno i dwupłaszczowych.

Zadaniem projektanta, będzie odpowiedni dobór wielkości studni/szafy kablowej/obudowy liniowej, w zależności od charakteru miejsca podziału i miejsca w strukturze sieci.

Wielkość studni powinna być dostosowana także, do profilu ciągów rur oraz przewidywanej ilości operatorów, którzy będą mogli posadawiać w studni własny osprzęt.

Na projektowanie typu rozwiązania i miejsca posadowienia, będą miały również wpływ, pozostałe wymagania ogólne oraz wymagania dodatkowe wynikające ze specyficznego charakteru inwestycji:

- Projektowana linia kanalizacji sieci DSS powinna zaczynać i kończyć się w studniach kablowych.
- Trasy sieci DSS będą przebiegały zarówno w relacjach dalekosiężnych, jak i również w zabudowie miejskiej – projekt musi uwzględniać ten rozbieżny charakter wymagań, poprzez dobór odpowiednich rozwiązań dla obiektów dystrybucyjnych.
- Projektowana kanalizacja przeznaczona jest do budowy sieci otwartej dostępnej dla różnych operatorów, gdzie punkty dostępu będą również często współdzielone,
- Studnie kablowe powinny być sytuowane tak, aby było możliwie łatwe wykonanie ich połączenia ze studniami istniejącej kanalizacji,
- Na trasach magistralnych, budowanych w pasie kolejowym, wymagane jest stosowanie zasobników lub studni kablowych łatwych w budowie, zwłaszcza w terenach trudnych i niedostępnych ciężkim sprzętem (zasobniki lub studnie z tworzywa sztucznego) i zapewniających zarówno ergonomię i bezpieczeństwo pracy monterów, jak i uporządkowane, bezpieczne ułożenie kabli i ich złączy.
- Z uwagi na rozległy charakter projektu i prowadzenie tras w miejscach nienadzorowanych wymagane jest zabezpieczenie studni i szaf kablowych przed dostępem osób nieuprawnionych.
- Wszystkie obiekty dystrybucyjne, w których podczas eksploatacji mogą być dokonywane jakiegokolwiek instalacyjne należy lokalizować w miejscach łatwo dostępnych dla służb utrzymaniowych (łatwy dojazd pojazdu technicznego w bezpośrednie sąsiedztwo obiektu, w miejscach umożliwiających wykonanie złączy na kablach światłowodowych z zaparkowanego samochodu dostawczego, przy zapasach kabli nie większych niż 15 m).

Wymagania szczegółowe dla usytuowania studni kablowych i innych obiektów dystrybucyjnych sieci kanalizacji zależą od rodzaju obiektu i można je określić następująco:

Tabela 1. Kryteria projektowe doboru rodzaju studni

Rodzaj obiektu	Typ obiektu	Charakter miejsca posadowienia
Studnie przepustowe (SK-PR-xx)	zasobniki doziemne i studnie z HDPE, studnie kablowe betonowe SKO2g lub doziemne obudowy liniowe przedłużane (np. typu P lub H Long)	<ol style="list-style-type: none"> 1. W miejscach potrzebnych ze względów technologicznych (kwestie odległości zaciągania, etc.) - na końcach przepustów i przewiertów pod ulicami i innymi przeszkodami terenowymi, także na początku i końcu obiektów mostowych, 2. przy przejściach i skrzyżowaniach zmieniających głębokość posadowienia rurociągu kablowego, 3. na zakończeniach rur ochronnych. Typ należy projektować, zależnie od charakteru miejsca zabudowy i innych wymogów projektowych.
Studnie magistralne	studnie kablowe z HDPE	<ol style="list-style-type: none"> 1. na odcinkach prostoliniowych magistral dalekosiężnych w pasie

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

Rodzaj obiektu	Typ obiektu	Charakter miejsca posadowienia
pozamiejskie (SK-MD-xx)	(np. SKPE-KS6380)	<p>drogowym lub pasie kolejowym - jako pośrednie punkty umożliwiające wdmuchnięcie kabla światłowodowego (studnie przelotowe) oraz zgromadzenie zapasu kabla światłowodowego i/lub wykonanie do 2 złączy światłowodowych przelotowych lokowane co maksimum 2000 m trasy rurociągu,</p> <p>2. w punktach ostrych załamania trasy, przy licznych zakrętach magistrali dalekosiężnej – należy projektować studnie gęściej, o ile ich roli nie będą mogły przejąć inne studnie przepustowe,</p> <p>3. w miastach - rolę studni zaciągowych przejmą inne rodzaje studni kablowych.</p>
Zasobniki złączowo-zapasowe kabla magistralnego (ZZK-MD-xx)	Zasobniki doziemne z HDPE (np. ZSPE-ZZ2)	1. na odcinkach prostoliniowych magistral dalekosiężnych w pasie drogowym lub pasie kolejowym - jako pośrednie punkty umożliwiające zgromadzenie zapasu kabla światłowodowego i/lub wykonanie do 2 złączy światłowodowych przelotowych lokowane do 1000 m trasy rurociągu (pomiędzy SK-MD-xx).
Studnie magistralne miejskie duże (SK-MM-xx)	Studnie typu, SKO-4, SKO-6	Duże punkty magistralne, rozgałęźne, zapasowe przeznaczone na osłony złączowe przelotowe oraz tam, gdzie jeżdżą i parkują samochody, gdzie jest miejsce na posadowienie studni i duża liczba przewidywanych krosowań kanalizacji.
Operatorskie Studnie Dostępne (SK-OSD-xx)	Studnie typu, SKO-4, SKO-6, SKMP-3	Punkty styku z sieciami innych operatorów przeznaczone na osłony złączowe i wprowadzenie kanalizacji innych operatorów, lokalizowane na skraju pasa wyłączenia terenu kolejowego, tam gdzie jest miejsce na posadowienie studni i duża liczba przewidywanych operatorów zewnętrznych, przy różnych wskazaniach zainteresowanych użytkowników miejsce posadowienia tych studni należy wyśrodkować w uzgodnieniu z użytkownikami.
Studnie przyobiektove (SK-OB-xx)	Studnie typu SKO-2	Punkty rozgałęźne, zapasowe warstwy dystrybucji i przyłączeniowe do punktów końcowych, gdzie nie będzie konieczności stosowania muf osłonowych kabli.
Studnie magistralne miejskie małe (SK-MM-xx)	Studnie typu SKO-2g	Punkty rozgałęźne i przeznaczone na obudowy liniowe, tam gdzie jest mało miejsca na posadowienie studni i mała liczba przewidywanych abonentów
Studnie przyszafkowe (SK-SP-xx)	<p>Studnie typu SKO-2</p> <p>Studnie z HDPE z włazami</p> <p>Prefabrykat fundamentu</p> <p>Obudowa doziemna typu MT-EH5050L</p>	<p>Miejsca zgromadzenia zapasów kabli i mikrorurek wprowadzanych do szafek zewnętrznych, o ile nie pozwalają one na zgromadzenie takiego zapasu.</p> <p>Betonowe fundamenty dla szaf metalowych nie posiadających cokołów na ramie metalowej.</p> <p>Studnie przyszafkowe chroniące miejsce odgałęzienia rur rurociągu magistralnego na odcinku do szafy.</p>

Rury rurociągu kablowego należy wprowadzać do wszystkich studni znajdujących się na trasie rurociągu rozmieszczonych, co odległość zgodną z tabelą, przy czym zalecana długość przelotów między studniami magistralnymi oraz między studniami rozdzielczymi, w mieście, nie powinna przekraczać 750 m, przy czym studnie należy budować w miejscach odgałęzień. Długość odcinka kanalizacji od studni przyobiektovej do obiektu nie powinna przekraczać 20 m.

Poza obszarem zabudowanym należy przewidywać zasobniki z tworzywa sztucznego w odstępach do maksimum 1000m, celu umożliwienia pozostawienia zapasów kabla światłowodowego. Zasobnik na trasie rurociągu kablowego powinien znajdować się na głębokości ułożenia rurociągu. Wierzchnia płyta zasobnika powinna znajdować się na głębokości co najmniej 0,7m. Zasobnik powinien być wodoszczelny, na ciśnienie do 0,25 bara. Minimalne wymiary wewnętrzne: średnica 75cm, wysokość 40cm. Przed zasypaniem zasobnik należy oznaczyć markerem indukcyjnym i oznaczyć folią ostrzegawczą ułożoną w połowie głębokości zasyпки.

3.8 Przepusty i skrzyżowania z innymi przeszkodami terenowymi

Zasady prowadzenia rurociągów kablowych na odcinkach zbliżeń i skrzyżowań z różnymi elementami uzbrojenia i urządzenia terenu są szczegółowo określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 25 października 2006 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz. U. z 2006 r. poz.....)

Liczba zbliżeń i skrzyżowań rurociągu kablowego z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego, wodami powierzchniowymi, miejscami narażonymi na uszkodzenia mechaniczne, chemiczne, itp oraz liczba przejść przez ściany i stropy powinna być możliwie mała. Prowadzenie linii przez pomieszczenia i strefy zagrożone wybuchem lub pożarem powinno być ograniczone do niezbędnych przypadków.

Sposób realizowania zbliżeń i skrzyżowań podczas budowy rurociągu kablowego powinien być jednoznacznie określony w zatwierdzonym projekcie technicznym (projekcie budowlanym i wykonawczym) uzgodnionym z właścicielem uzbrojenia terenowego, do którego zbliża się projektowany rurociąg.

Wykonane i zakończone roboty, przy zbliżeniach i skrzyżowaniach, powinny być odebrane przez użytkowników uzbrojenia terenowego, na podstawie protokołu odbioru, albo też prawidłowe wykonanie robót powinno być potwierdzone odpowiednim zapisem w Dzienniku budowy, dokonanym przez upoważnionych przedstawicieli użytkowników urządzeń uzbrojenia terenowego.

W terenie niezabudowanym miejsce skrzyżowania rurociągu kablowego z innym urządzeniem uzbrojenia terenowego powinno być szczegółowo zdomiarowane do najbliższego obiektu stałego, a w razie potrzeby do słupków oznaczeniowych (SO) lub oznaczeniowo-lokalizacyjnych (SL), ustawionych po jednej lub po obu stronach skrzyżowania.

W terenie zabudowanym początek rury obiektowej (przepustowej) winien być oznaczony markerem lokalizacyjnym. Przy skrzyżowaniach linii światłowodowych z przeszkodami wodnymi, jezdniami o nawierzchni utwardzonej, torowiskami, rurociągami itp. należy przewidzieć obiektowe grubościennne rury przepustowe o średnicy, co najmniej 110 mm, (np. \varnothing 125) wypełnione rurami podstawowego rurociągu kablowego wynikającego z projektu (RHDPE40) i mikrokanalizacją.

W każdym wypadku przy projektowaniu przejść pod dużymi obiektami wodnymi, drogami krajowymi, torami kolejowymi lub tramwajowymi należy zaprojektować większą liczbę rur rurociągu kablowego, niż to wynika z potrzeb.

W uzgodnieniu z Inwestorem w strategicznych miejscach skrzyżowań z obiektami wodnymi, drogami krajowymi, torami kolejowymi lub tramwajowymi należy stosować przekroczenia rokadowe (w dwóch oddalonych miejscach). W przypadku projektowania przepustów przez obiekty wodne należy spełnić wymagania ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz. U. z 2005 r. Nr 239, poz. 2019).

W razie potrzeby, należy zwiększyć średnicę rury przepustowej, aby mogła ona pomieścić potrzebną liczbę zapasowych rur dla rurociągu kablowego lub zaprojektować drugą rurę przepustową. Jako podstawowe należy przyjąć rury przepustowe grubościennne z HDPE. Dopuszcza się stosowanie rur stalowych, jednak tylko, na wyraźne życzenie właściciela (użytkownika) przeszkody. Zapasowe rurociągi należy uszczelnić stosując zaślepki skręcane szczelnie pneumatycznie po obu stronach.

Metody wykonywania przepustów rurowych opierają się na wypieraniu lub na wydobywaniu gruntu, lub metodą wykopu otwartego. Przy wykonywaniu przepustów dla rurociągów kablowych znajduje również zastosowanie tzw. wiercenie kierunkowe metodą płuczaco-wierconą, która umożliwia ułożenie rurociągu praktycznie na dowolnej głębokości. Dobór metody powinien uwzględniać rodzaj gruntu, lokalizację przecisku, średnicę wykonywanego przepustu, rodzaj stosowanej rury przepustowej oraz grubość warstwy nad przeciskiem.

Przepusty pod jezdniami dróg i ulic powinny być wykonywane bez naruszania ich nawierzchni, a

więc metodami przecisku lub przewiertu, w zależności od możliwości sprzętowych. Jednakże metody te wymagają odpowiednio obszernego terenu poza ulicą, dla wykonania stanowisk startowych i docelowych niezbędnych dla ustawienia sprzętu.

W innych sytuacjach, w szczególności w trudnych terenowo, wykonywanych w ścisłych centrach miast oraz wszędzie, tam gdzie jest to uzasadnione ekonomicznie, (przepusty pod drogami gruntowymi, mało ważnymi i o mniej trwałej nawierzchni) stosowana powinna być metoda wykopu otwartego.

3.9 Przepusty i skrzyżowania specjalne (tunele, mosty drogowe, kładki dla pieszych)

Przejścia przez wszelkie przeszkody realizowane w przestrzeni otwartej, należy projektować z wykorzystaniem specjalnych rur osłonowych wykonanych z materiałów odpornych na UV.

W szczególności dla przejść wykonywanych na obiektach mostowych, kładkach dla pieszych, itp. można użyć rozwiązania systemu MOST (nazwa własna producenta) lub równoważnego. W przypadku tuneli, mostów i wiaduktów rury rurociągów i rur osłonowych powinny być wykonane z materiałów niepalnych. Każdy ciąg rur powinien być oznaczony napisami wydrukowanymi, wytłoczonymi lub naklejonymi na powierzchni.

Rurociąg kablowy w tunelu może być prowadzony w dowolnej odległości od kabli elektroenergetycznych, jednak pod warunkiem wyraźnego, niezawodnego wyróżnienia go od tych ciągów kablowych i ciągów innych urządzeń biegnących w tunelu.

W miejscach szczególnie narażonych na drgania oraz na zginanie należy stosować odpowiednie zabezpieczenia i umocowania, np. w postaci dodatkowych rur osłonowych i mocowania ich na poduszkach elastycznych lub zamocowaniach sprężystych. Podejście rurociągu kablowego na pomost powinno być wykonane w dodatkowej osłonie z rury stalowej o średnicy dostosowanej do potrzeb.

Każdorazowo, w przypadku projektowania skrzyżowań specjalnych, w dokumentacji projektowej powinien być wykonany szczegółowy rysunek.

3.10 Wprowadzanie i uszczelnianie kanalizacji w studniach kablowych

Rury tworzące rurociąg powinny być wyłożone na ścianie studni, przy czym rury na odcinku 1 m przed wlotem do studni powinny przebiegać prostoliniowo. Wprowadzenie ciągu rurowego do studni SKO powinno odbywać się poprzez nawiercanane otwory w ścianie studni, przy czym rura z mikrokanalizacją powinna być prowadzona najwyżej. Po wprowadzeniu rur do studni, otwory należy uszczelnić elastyczną zaprawą cementową wodoszczelną, a następnie zaizolować od zewnątrz przez podwójne pokrycie warstwą masy bitumiczno-kauczukowej.

Ułożenie rur w studni powinno być wykonane starannie tak, aby zapewnić współosiowość końcówek rur przechodzących przez studnie, co ułatwi montaż osprzętu rozdzielczego i połączeniowego mikrokanalizacji. Rury RHDPE40 i rury mikrokanalizacji powinny być łączone w ciągi o maksymalnej długości. Końce rurociągów należy lokować tylko w studniach złączowych lub podobiektowych. Zakończenia ciągów rurowych odgałęźnych i magistralnych, wprowadzone na długość co najmniej 1 m, rura wyłożona na ścianę studni i zamknięta przez zaślepki skręcane szczelne pneumatycznie. Prefabrykowane rury z mikrokanalizacją powinny być prowadzone do obudowy osprzętu połączeniowego mikrorurek, usytuowanego w sposób umożliwiający odejście mikrokanalizacji w pozostałe otwory studni. Zaleca się wykonywanie montażu obudów liniowych na etapie układania rurociągów, zgodnie z projektowanymi trasami mikrokanalizacji i planowanymi odgałęzieniami. Dotyczy to studni złączowych, końcowych i odgałęźnych. W szczególnych

przypadkach, dopuszcza się wprowadzenie rury zewnętrznej mikrokanalizacji, na głębokość 15-30 cm, doszczelnienie elementem gumowym oraz osłonięcie rurą osłonową typu KR50 doprowadzoną do obudowy liniowej. W podobny sposób należy osłaniać odcinki końcowe mikrokanalizacji pustej lub niepołączonej, przy czym puste mikrorury powinny zostać wyposażone w zatyczki zapewniające szczelność pneumatyczną. Odcinek wolnej wiązki mikrorur, w rurze KR50, powinien mieć długość ok. 1-1,5m.

Wprowadzanie rur rurociągu do studni z tworzywa HDPE powinno odbywać się poprzez wywiercone wiertłami koronowymi otwory w boku studni oraz powinno zostać doszczelnione specjalną uszczelką typu IS40 (np. ROMOLD) lub jej odpowiednikiem.

Po zaciągnięciu kabli lub nowych wiązek mikrorur, rury RHDPE40 w miejscach, w których są wykonane złącza kablowe, powinny być uszczelnione. Uszczelnienia powinny być wykonane we wszystkich miejscach, gdzie kabel wchodzi lub wychodzi z rur polietylenowych. Należy uszczelnić także wszystkie wolne otwory.

3.11 Połączenia przelotowe rur rurociągu kablowego

Łączenie rur rurociągów kablowych należy wykonywać przede wszystkim w studniach i zasobnikach, unikając łączenia odcinków rur bezpośrednio w ziemi. W przypadku wykonywania tras o długości przekraczającej długość fabrykacyjną rury mikrokanalizacji, zalecane jest projektowanie połączeń rur w studzienkach. Dopuszczalne jest również umiejscowienie takiego połączenia bezpośrednio w ziemi przy pomocy doziemnych puszek połączeniowych (PPRMK-X).

Wszystkie mikrorurki połączenia przelotowego powinny być ze sobą połączone złączkami (ZŁMR).

Zalecane jest łączenie wszystkich mikrorurek połączenia przelotowego lub prowadzenie ich bez rozcinania. Wszystkie mikrorurki połączenia przelotowego, nie łączone ze sobą z ważnych powodów technicznych, powinny być zaślepione złączkami końcowymi (ZŁKMRS).

3.11.1 Połączenia doziemne rur rurociągu kablowego

Łączenie rur RHDPE40 powinno być wykonane, przy użyciu **skręcanych, wodoszczelnych złączek rurowych**. Połączenia rur powinny zapewniać szczelność rurociągu, a także powinny być odporne na działanie podwyższonego ciśnienia powietrza przy zaciąganiu kabli światłowodowych metodami pneumatycznymi. Złącza powinny spełniać warunki szczelności, jak dla zmontowanego ciągu rurowego, i wykazywać wytrzymałość na krótkotrwałe działanie podwyższonego ciśnienia powietrza (1 MPa), stosowanego przy różnych metodach pneumatycznego zaciągania kabli.

Bezpośrednio w ziemi rury mikrokanalizacji RMK należy łączyć ze sobą za pomocą wodoszczelnych puszek połączeniowych PPRMK-x złączek prostych mikrorurek osłoniętych **wodoszczelną, dwudzielną obudową liniową prostą** z reduktorami portów dobranymi do średnicy rury prefabrykowanej. Łączenie kilku rur doziemnych powinno być projektowane z zachowaniem odstępu kilkunastocentymetrowego między obudowami doziemnymi (kaskada). Wymagana szczelność puszek połączeniowych PPRMK-x wynosi IP68 przy 9⁰ odchyleniach zamocowanej rury lub szczelność do 0,25 bara. Wytrzymałość na rozciąganie połączenia powinna wynosić minimum 1,5kN przy prędkości testowej 25mm/m.



Rysunek 3. Przykładowa obudowa liniowa doziemna

Łączenie dwóch rur z mikrokanalizacją, z zapewnieniem możliwości wykonania połączenia skrzyżowanego między mikrorurkami tych rur, powinno odbywać się w doziemnych, wodoszczelnych zasobnikach z HDPE lub w innej obudowie liniowej, wg dokumentacji zatwierdzonej przez Inwestora.



Rysunek 4. Przykładowy zasobnik wykorzystany jako obudowa rozgałęźna dla odgałęzień dowolnej średnicy



Rysunek 5. Przykładowa doziemna puszka rozdzielcza

W przypadku połączeń pojedynczych mikrorurek światłowodowych wzmacnianych MRS DB, realizowanych bezpośrednio w gruncie, dopuszcza się łączenie mikrorur za pomocą specjalizowanych złączek prostych doziemnych ZŁMR DB wyposażonych w podwójny, metalowy pierścień kotwiący lub skręcany system mocujący uszczelnień, o bardzo dużej sile trzymania bez możliwości rozłączenia połączenia bez zniszczenia mikrorurki.



Rysunek 6. Przykładowa doziemna złączka prosta i zatyczka

Wszelkie doziemne połączenia rur, wykonywane w miejscach możliwych ruchów gruntu lub

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

narażonych na rozerwanie połączeń, powinny być projektowane z zabezpieczeniem w postaci dodatkowych puszek połączeniowych.

Miejsce posadowienia złącza rury powinno zostać odnotowane na projekcie oraz, w celu lokalizacji zasypanej obudowy, zaleca się projektowanie i stosowanie znaczników indukcyjnych kulistych typu EMS 1421 produkcji firmy 3M (lub równoważnych), układanych nad złączem.

3.11.2 Prowadzenie przelotowe kanalizacji w studniach i zasobnikach kablowych z HDPE

Wprowadzanie rur rurociągu do prostopadłościennych studni z tworzywa HDPE powinno odbywać się poprzez wywiercone wiertłami koronowymi otwory, w boku studni oraz powinno zostać doszczelnione specjalną uszczelką wargową typu IS40.

W przypadku wprowadzania rur kanalizacji doziemnej do wodoszczelnych zasobników okrągłych powinny one być fabrycznie wyposażone w króćce 40mm długości 30cm. Wzmocnieniem połączenia będzie zastosowanie złączki skrętniej rur typu MO40.

Wprowadzone rury doziemne wprowadza się do zasobnika poprzez króćce, w miarę potrzeby, bez płaszczka zewnętrznego, po wprowadzeniu i uszczelnieniu końca rury z mikrokanalizacją dwudzielnym uszczelnieniem gumowym - mikrorurki można prowadzić w zasobniku luzem.



Rysunek 7. Przykładowa puszka -obudowa liniowa doziemna

W szczególnych wypadkach zasobniki kablowe, które nie mogą być zabudowane na ciągu rurowym lub dokładane zasobniki kablowe należące do innego operatora instalującego nowy mikrokabel na przebiegu istniejącym – można projektować, obok ciągu rurowego z wprowadzeniem mikrorurek mikrokanalizacji poprzez puszkę - obudowę doziemną odgałęźną i odcinki mikrorurki doziemnej lub rury RHDPE o odpowiedniej długości łączące mikrorurki rury liniowej z zasobnikiem.

3.11.3 Przelotowe prowadzenie kanalizacji w studniach kablowych betonowych

Rury tworzące rurociąg powinny być wyłożone na ścianie studni, przy czym rury na odcinku 1 m przed wlotem do studni powinny przebiegać prostoliniowo. Wprowadzenie ciągu rurowego do studni SKO powinno odbywać się poprzez nawiercane otwory w ścianie studni, przy czym rury prowadzące mikrokanalizację, powinny być montowane najwyżej w studni, w sposób umożliwiający swobodny dostęp. Po wprowadzeniu rur do studni, otwory należy uszczelnić elastyczną zaprawą cementową wodoszczelną, a następnie zaizolować od zewnątrz przez podwójne pokrycie warstwą masy bitumiczno-kauczukową.

Ułożenie rur w studni powinno być wykonane starannie tak, aby zapewnić współosiowość końcówek rur przechodzących przez studnie, co ułatwi montaż osprzętu rozdzielczego i połączeniowego mikrokanalizacji. Dodatkowe rury RHDPE40 powinny zostać wprowadzone do studni, wyłożone na ściankach i połączone ze sobą prostoliniowo złączkami MO. W studniach złączkowych lub przyobiektowych rury RHDPE40 powinny być wprowadzone na głębokość min. 50 cm, uszczelnione zaślepkami skręcanymi, zapewniającymi szczelność pneumatyczną. Zasadą podstawową jest tworzenie ciągów rur o jak największej długości.

W studniach przelotowych z gardłem bocznym (przy ścianie studni) prefabrykowane rury z mikrokanalizacją mogą być:

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- prowadzone przez studnię bez rozcinania, zdejmowania płaszczy zewnętrznych i wykonywania połączeń złącznych;
- wprowadzone przez gardło studni z zachowaniem ciągłości zewnętrznego płaszcza, wprost do puszkii połączeniowej - obudowy osprzętu połączeniowego mikrorurek typu prostego przedłużanego (typu P-L) lub typu H, łączącej bezpośrednio końce rury doziemnej, przymocowanej do wsporników rurociągów. W tym przypadku wszystkie mikrorurki powinny zostać połączone ze sobą złączkami prostymi ZŁMR.

W przypadkach szczególnych przy zastosowaniu studni z gardłem na osi studni oraz w przypadkach, gdy wprowadzenie rur nie jest prostoliniowe projektuje się jako:

- wprowadzenie rury doziemnej mikrokanalizacji z wyodrębnieniem wiązki luźnych mikrorurek. Wprowadzenie należy zaplanować na całą długość studni plus zapas min.1m długości dodatkowej wiązki mikrorurek 7x10/8mm. Płaszcz zewnętrzny rury doziemnej należy zakończyć 30cm za ścianą studni, nacinając je specjalnym nożem obrotowym bez nacięcia mikrorurek w środku. Przebieg uzyskanej w ten sposób luźnej wiązki mikrorurek, na wyjściu rury doziemnej, powinien zostać zabezpieczony puszką połączeniową rur mikrokanalizacji z dwudzielnym uszczelnieniem gumowym, a przebieg wychodzącej wiązki osłonięty elastyczną rurą osłonową karbowaną wiązki mikrorurek z uszczelnieniem.

W przypadku, gdy nie dysponujemy wolnym odcinkiem końcówki mikrorurek aby nasunąć osłonę karbowaną należy osłonić zainstalowany już przebieg wiązki mikrorurek wykorzystując wielosegmentowe osłony dwudzielne przystosowane do wiązek mikrorurek

Zaleca się wykonywanie montażu obudów liniowych na etapie układania rurociągów, zgodnie z projektowanymi trasami mikrokanalizacji.



Rysunek 8. Przykładowe uszczelnienie dwudzielne rury 7x10/8mm

Wolny koniec wiązki mikrorurek, po przycięciu na odpowiednią długość potrzebną do doprowadzenia mikrorurek, należy doprowadzić do miejsca posadowienia osłony studniowej. W obudowie następuje połączenie mikrorurek za pomocą złączek prostych, bądź redukcyjnych z mikrorurkami relacji liniowej lub odgałęzienia.



Rysunek 9. Przykładowa obudowa liniowa przedłużana

W miejscach narażonych na działalność gryzoni wszystkie elementy obudów i osłon wiązek mikrorurek powinny być wykonane w wersjach antygryzoniowych.

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

Wszystkie mikrorurki magistrali liniowej i rury RHDPE40 powinny być ze sobą połączone złączkami tworząc tor kablowy. Mikrorurki odgałęzień, nie podłączane do magistrali, muszą być zakończone złączką końcową mikrorury ZŁKMRS, zapewniającą szczelność pneumatyczną.

W podobny sposób należy osłaniać odcinki końcowe pustej mikrokanalizacji, przy czym niewykorzystane mikrorury powinny zostać wyposażone w złączkę końcową mikrorury ZŁKMRS. Odcinek wolnej wiązki mikrorur w elastycznej rurze osłonowej, karbowanej wiązki mikrorurek powinien mieć długość ok. 1-2m (większą niż najdłuższa przekątna studni).

3.12 Połączenia odgałęźne rurociągów kablowych

Wszelkie odgałęzienia i zmiany tras przebiegu kabli w rurociągach kablowych w warstwie magistralnej oraz odgałęziania kabli światłowodowych (z zastosowaniem osłon złączowych) należy wykonywać w studniach, zasobnikach, szafach kablowych lub komorach kablowych budynków należących do Inwestora. Punkty styku rurociągów kablowych Regionalnej Sieci Szerokopasmowej z sieciami innych operatorów należy lokalizować w studniach kablowych lub w szafach dostępowych przystosowanych do tego celu.

Zalecaną metodą wykonywania odgałęzień jest przyjęcie do projektowania metody zasilania obustronnego obiektu węzłowego. W rurę odgałęzienia kierowana może być dowolna liczba mikrorurek, ograniczana jedynie pojemnością rury odgałęzienia (związana z jej średnicą) oraz pojemnością obudowy odgałęźnej. W minimalnym przypadku rura odgałęzienia powinna posiadać parę mikrorurek – odgałęzianą i powrotną.

Połączenie mikrorurki trasy głównej i odgałęzianej wykonuje się przy pomocy odpowiednich złączek mikrorurek, aby umożliwić późniejsze prace wykonawcze związane z instalacją mikrokabli światłowodowych. Wszystkie mikrorurki magistrali liniowej powinny być ze sobą połączone złączkami, tworząc tor kablowy. Mikrorurki odgałęzień nie podłączane do magistrali muszą być zakończone złączką końcową mikrorury ZŁKMRS. Wszelkie odgałęzienia należy zdomiarować oraz zaznaczyć na mapach jednoznacznie oznaczając miejsce, jak i typ wykonanego odgałęzienia.

3.12.1 Odgałęzienia doziemne rurociągów kablowych

Odgałęzienia doziemne rurociągów kablowych winny być stosowane tylko w szczególnych przypadkach. Odgałęzienia rur z mikrokanalizacją wykonywane doziemnie, dla podłączenia punktów końcowych i przyłączy abonenckich, wymagają zaprojektowania **doziemnych, rozdzielczych obudów odgałęźnych typu Y, T lub V**, posiadających otwory rozgałęźne i akcesoria uszczelniające pozwalające na montaż rur RHDPE o średnicach zestandaryzowanych 40/32/25, a także umożliwiające wykonanie odgałęzienia z **wzmocnionych mikrorurek MRS DB** (posiadających grubsze ścianki). Odgałęzienie to, może być wykonane w szczególności z pojedynczej mikrorurki lub wiązki o określonej konfiguracji.

Tabela 2. Wymiary puszki połączeniowej rur mikrokanalizacji typu Y PPRMK-Y

Typ	Rura magistralna	Rura odgałęzienie	Szerokość	Długość
	Maksymalny wymiar [mm]			
PPRMK-Y 3232	32	32	218	346
PPRMK-Y 4040	40	40	218	346
PPRMK-Y 4032	40	32	218	346
PPRMK-Y 4025	40	25	218	346
PPRMK-Y 4016	40	16	218	346
PPRMK-Y 4026	40	2x16	218	346

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej



Rysunek 10. Przykładowa obudowa odgałęźna typu Y

Tabela 3. Wymiary puszeki połączeniowej rur mikrokanalizacji typu H - PPRMK-H

Typ	Rura magistralna	Rura odgałęzienie	Szerokość	Długość
	Maksymalny wymiar [mm]			
PPRMK-H 3232	32/32	32/32	238	616
PPRMK-H 4040	40/40	40/40	238	616
PPRMK-H 4032	40/2x16	40/2x16	238	616
PPRMK-H 4026	40	25	238	616



Rysunek 11. Przykładowa obudowa odgałęźna typu H

Tabela 4. Wymiary puszeki połączeniowej rur mikrokanalizacji typu T - PPRMK-T

Typ	Rura magistralna	Rura odgałęzienie	Szerokość	Długość
	Wymiary [mm]			
PPRMK-T 3232	32	32	90	275
PPRMK-T 4040	40	40	90	275
PPRMK-T 4032	40	32	90	275
PPRMK-T 4025	40	25	90	275
PPRMK-T 4016	40	16	90	275
PPRMK-T 4026	40	2x16	90	275



Rysunek 12. Przykładowa obudowa odgałęźna typu T

Zalecaną obudową do wykonywania doziemnych odgałęzień do przyłączy, do punktów końcowych jest obudowa typu Y lub T instalowana bezpośrednio na rurach. Ten typ obudowy

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

powinien być również stosowany do wykonywania przyłączy do Głównych i Lokalnych Punktów Dystrybucji oraz wszędzie tam, gdzie należy wykorzystać pustą mikrorurkę przecinaną w miejscu odgałęzienia, posiadającą dalszy bieg w kanalizacji.

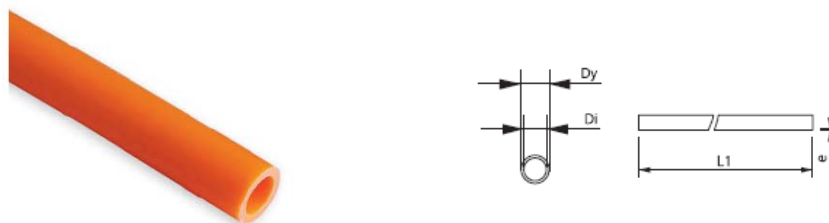
Obudowy te powinny być montowane bezpośrednio na rurze prefabrykowanej i umożliwiać połączenie z rurą odgałęzienia tej samej średnicy lub średnicy zredukowanej.

3.12.2 Odgałęzienia doziemne z wykorzystaniem mikrorurki wzmacnianej MRS DB

Mikrorurki wzmacniane MRS DB nadają się do układania bezpośrednio w ziemi, mogą być również zaciągane do kanalizacji pierwotnej oraz stosowane jako odgałęzienia z głównej kanalizacji bez rur osłonowych RHDPE. Szczególnym zastosowaniem mikrorurek MRS DB może być podłączanie punktów kamerowych na słupach systemu monitoringu wizyjnego lub zastosowanie ich jako elementów osłonowych przy wprowadzeniu mikrokabli do standardowej mufy złączowej.

Tabela 5. Wymiary typoszeregu MRS DB

Typ	Średnica zewnętrzna	Grubość ścianki	Średnica wewnętrzna
	[mm]		
MRS DB 12 / 8	12,00	2,00	8,00
MRS DB 10 / 5	10	2,25	5,5



Rysunek 13. Mikrorurka doziemna typu MRS DB

Połączenie ze standardową mikrorurką wykonywane jest poprzez złączkę redukcyjną ZŁRMR, dzięki zastosowaniu standardowego typoszeregu średnic zewnętrznych. Dobór mikrorurki MRS DB stosowanej do połączenia ze standardową, powinien odbywać się pod kątem zgodności ich średnic wewnętrznych, co umożliwi ciągłość kanalizacji dla wdmuchiwanego mikrokabla kabla światłowodowego.

W przypadku połączeń z mikrorurkami doziemnymi typu MRS DB realizowanymi w obudowach liniowych i studniach kablowych należy wykorzystywać złączki proste i redukcyjne wzmacniane ZŁMR, ZŁRMR, nierozłączne wyposażone w podwójny, metalowy pierścień kotwiący.

3.12.3 Odgałęzienia rurociągu kablowego wykonywane w studniach kablowych betonowych

W studzienkach, obiektach terenowych i komorach kablowych oraz szafach kablowych, w których nie ma możliwości posadowienia obudów liniowych bezpośrednio na rurze oraz dla wykonania połączeń i odgałęzień wiązek rur zainstalowanych w istniejących rurach RHDPE w okresie eksploatacji kanalizacji kablowej, dopuszcza się wykonanie złączy mikrorurek w dzielonych obudowach

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

studniowych, odgałęźnych (np. PPRMK-Y) zamocowanych do ściany studni lub komory kablowej.

Rura doziemna z mikrokanalizacją powinna zostać wprowadzona do studni i uszczelniona w przepuszczeniu. Wprowadzenie należy zaplanować na całą długość studni plus zapas min.1m długości dodatkowej wiązki mikrorurek 7x10/8mm. Płaszcze zewnętrzne rury doziemnej należy zakończyć 30cm za ścianą studni, nacinając je, specjalnym nożem obrotowym, bez nacięcia mikrorurek w środku.

Przebieg uzyskanej w ten sposób luźnej wiązki mikrorurek na wyjściu rury doziemnej powinien zostać zabezpieczony dwudzielnym uszczelnieniem gumowym, a przebieg wiązki osłonięty elastyczną rurą osłonową karbowaną wiązki mikrorurek nałożoną na koniec rury doziemnej z uszczelnieniem.

Wolny koniec wiązki mikrorurek, po przycięciu na odpowiednią długość potrzebną do doprowadzenia mikrorurek, należy doprowadzić do miejsca posadowienia osłony studniowej odgałęźnej. W obudowie następuje połączenie mikrorurek za pomocą złączek prostych bądź redukcyjnych z mikrorurkami relacji liniowej lub odgałęźnienia.

W studzienkach małych (np. SKO-2g) oraz wszędzie tam, gdzie jest mało miejsca na wykonanie odgałęźnienia, zalecaną obudową jest obudowa typu T instalowana bezpośrednio na rurach. Ten typ obudowy powinien być również stosowany do wykonywania przyłączy do Głównych i Lokalnych Punktów Dystrybucji oraz wszędzie tam, gdzie należy wykorzystać pustą mikrorurkę przecinaną w miejscu odgałęźnienia, posiadającą dalszy bieg w kanalizacji. Rura odgałęźnienia, w takim przypadku, powinna posiadać parę mikrorurek – odgałęźnianą i powrotną.

W studzienkach, w których wprowadzenie rur doziemnych lub zajętość studni uniemożliwia wykonanie odgałęźnienia lub posadowienie obudowy odgałęźnej w studni - dopuszcza się projektowanie odgałęźnienia wykonywanego łukami poza studnią kablową przy wyprowadzeniu równoległym odgałęźnianej rury doziemnej ze studni kablowej. Połączenia rur i krosowanie mikrorurek osłania obudowa liniowa typu H (PPRMK-H). Wolne porty obudowy należy zaślepić zatyczką portu.

3.13 Wprowadzanie rurociągu kablowego do obiektów węzłowych i budynków

Przed budynkami stacyjnymi i innymi obiektami węzłowymi sieci regionalnej (szafy dostępowe i kontenery), do których mają być wprowadzone kable światłowodowe, rurociąg kablowy powinien być zakończony w studni kablowej przyobiektovej i uszczelniony. Kanalizację wprowadzeniową do budynku należy wykonać stosując rurki uniepalnione i bezhalogenowe

W skład ciągów kablowych stanowiących wprowadzenie do budynków obiektów węzłowych wchodzi w kolejności: studnia przyobiektovej, kanalizacja wprowadzeniowa, komora kablowa i kanalizacja wewnątrzbudynkowa. Istotnym elementem wprowadzenia będą wszelkiego rodzaju uszczelnienia i przepusty kablowe.

Przy projektowaniu powyższych elementów należy przestrzegać następujących zasad ogólnych:

- Zakończenia ciągów powinny umożliwiać wprowadzanie kabli telekomunikacyjnych do obiektów telekomunikacyjnych.
- Zakończenia powinny być tak wykonane, aby obiekty telekomunikacyjne były chronione przed wnikaniem do nich wody i gazu. Rozwiązania techniczne, przewidziane w projekcie budowlanym obiektu, powinny zapewniać wymaganą szczelność przestrzeni międzyrurowych zarówno kanalizacji wprowadzeniowej w ścianie studni przyobiektovej i w ścianie komory kablowej (budynku), jak i szczelność przestrzeni międzyrurowych kanalizacji wewnątrzbudynkowej w miejscu wprowadzenia do komory kablowej i pomieszczenia węzła sieci regionalnej.
- Kanalizacja i ciągi kablowe wewnątrzbudynkowe powinna spełniać odpowiednie wymagania

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

przeciwpożarowe dla określonych budynków.

- W wypadku braku możliwości zlokalizowania komory kablowej w budynku, dopuszcza się wykonanie komory kablowej w studni kablowej (odpowiednio przystosowanej do pełnienia tej funkcji). Projekt takiej studni podlega projektowi indywidualnemu i wymaga zatwierdzenia przez Zamawiającego.

Dopuszcza się stosowanie uproszczonych rozwiązań zakończeń kanalizacji kablowej (bez komory kablowej) w stacjach telekomunikacyjnych wykonywanych jako kontenery lub zewnętrzne szafy dostępowe. W przypadku zastosowania rur doziemnych z mikrokanalizacją, w miejscach bez możliwości zabudowy studni kablowej, dopuszcza się także możliwość wykorzystania doziemnych zasobników kablowych lub doziemnych obudów liniowych mikrokanalizacji.

Z uwagi na charakter inwestycji zakładający współdzielenie infrastruktury pomiędzy różnych operatorów oraz prowadzenie tras Regionalnej Sieci Szerokopasmowej w pasie kolejowym, bardzo częstym rozwiązaniem dla obiektu węzłowego będzie odpowiedniej wielkości Operatorska Studnia Dostępowa, dla której dopuszcza się łączenie charakteru studni przyobiektywnej oraz komory kablowej. Projekt takiej studni podlega projektowi indywidualnemu i wymaga zatwierdzenia przez Zamawiającego.

Należy jednak pamiętać, iż z uwagi na łatwiejszy dostęp oraz większą pojemność zalecanym rozwiązaniem w miejscach umożliwiających taką zabudowę będą szafy dostępowe lub kontenery telekomunikacyjne stanowiące Operatorski Punkt Dostępowy.

3.13.1 Studnia przyobiektywa – wymagania projektowe

Rodzaj projektowanej studni przyobiektywnej jest zależny od rodzaju węzła przyłączanego do sieci. W większości miejsc zalecanym rodzajem jest studnia betonowa, jak dla budynków węzłowych, dopuszczalne są jednak pozostałe rozwiązania szczególnie.

Studnia przy węzłach lokalizowanych w budynkach powinna być zaprojektowana jako studnia betonowa (głównie przelotowa) o rozmiarach wynikających z liczby otworów kanalizacji kablowej do niej wprowadzonych, lecz nie mniejsza niż SKO-6. Taka studnia powinna być wyposażona w wietrznik w pokrywie studni lub/i czujnik obecności gazu.

W wypadku węzłów wykonywanych w małych obiektach telekomunikacyjnych jak: kontenery i szafy dostępowe, studnia przyobiektywa SKO-4, lub studnia z HDPE.

Studnia przyobiektywa powinna być umieszczona przy obiekcie węzłowym tak, aby długość kanalizacji wprowadzeniowej była do 20 m, przy czym w zależności od konfiguracji sieci kanalizacji kablowej oraz topografii położenia budynku zawierającego pomieszczenia węzła sieci - może być usytuowana przed nim jedna lub więcej studni.

Studnie na obszarach miejskich powinny być usytuowane pod chodnikami lub w pasach zieleni. Włazy do studni nie powinny znajdować się przed wjazdami do bram, wejściami do budynków, pod wylotami rynien, w miejscach odpływu ścieków oraz w wyznaczonych miejscach parkingów samochodowych.

W wypadku małych obiektów telekomunikacyjnych studnia stacyjna może pełnić rolę komory kablowej. Należy wówczas przewidzieć powiększenie jej gabarytów i wyposażenie w drabinkę lub klamry ułatwiające wejście. W wyjątkowych wypadkach dopuszcza się umieszczanie w niej złączy i zapasów kabli telekomunikacyjnych.

3.13.2 Kanalizacja wprowadzeniowa – wymagania projektowe

Kanalizacja wprowadzeniowa może być wykonana z zastosowaniem wszystkich rodzajów rur używanych do budowy kanalizacji magistralnej, a w uzasadnionych wypadkach rur specjalnych. Zaleca się stosowanie kanalizacji wprowadzeniowej z niepalnych rur RHDPEt o średnicy 32-34mm. W przypadku lokalizacji węzłów sieci w budynkach i kontenerach kanalizację liniową należy zakończyć w

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

studni przyobiektovej, natomiast w przypadku szaf kanalizację liniową zaleca się wprowadzić do obiektu.

Pojemność otworów kanalizacji wprowadzeniowej należy określić wg podwojonej przewidywanej docelowo liczby wprowadzanych kabli (np. liczonej ilości maksymalnej liczby otworów mikrokanalizacji możliwej do zbudowania na ciągu magistralnym). W przypadku budowy kanalizacji wprowadzeniowej, jako kanalizacji pierwotnej, dopuszcza się umieszczanie w rurze pierwotnej kilku-kilkunastu mikrorurek lub ich wiązek pod warunkiem zapewnienia skutecznego uszczelnienia.

W przypadku budowy wprowadzeń do szaf dostępowych lub stacji kontenerowych dopuszcza się wprowadzenie mikrorurek na odcinku ze studni przyobiektovej zlokalizowanej w pobliżu obiektu (do 5m od obiektu) w postaci doziemnych elastycznych rur karbowanych z luźnymi wiązkami mikrorurek wprowadzanych od dołu szafy lub kontenera. Zapewni to większą elastyczność rozwiązania i ułatwi wykonanie wprowadzeń.

Wprowadzana do komory kablowej kanalizacja powinna być ułożona ze spadkiem nie mniejszym od 2 %, a do budynków nie mających komór ze spadkiem nie mniejszym od 0,5 % w kierunku studni kablowych. Rury kanalizacji powinny być zakończone w gardle wykonanym w ścianie budynku.

Wprowadzenie kanalizacji do budynków i kontenerów powinno być zrealizowane, w oparciu o przepusty systemowe, z wykorzystaniem rur niepalnych o średnicy 32-34mm. Rury kanalizacji wprowadzeniowej należy prowadzić od studni przyobiektovej do komory kablowej lub w przypadku jej braku do szafy światłowodowej. W celu stworzenia tras kablowych dla mikrokabli należy projektować wiązki niepalnych mikrorurek wciąganych w rury kanalizacji wprowadzeniowej.

W przypadku, gdy dalsza trasa kanalizacji będzie wymagała wykonania zakrętu pod kątem prostym (np. dla doprowadzenia mikrorur do początku drabinki kablowej) zaleca się wiązki lub pojedyncze mikrorurki zabezpieczyć karbowanym lub metalowym ogranicznikiem promienia gięcia wiązki lub pojedynczej mikrorurki i zakończyć na naściennym uchwycie mikrorurek.

Wszystkie niewykorzystane otwory mikrorurek należy zaślepić za uchwytem mikrorurek złączkami rozłącznymi ZŁKMRS, a mikrorurki przewidziane do wprowadzenia kabli wyposażać w złączki uszczelniające gazo i wodoszczelne ZŁGWMR dobrane dla średnicy kabla wprowadzanego. Na etapie budowy kanalizacji, bez prac kablowych, mikrorurki zakończone złączkami i przewidziane na kable, także należy tymczasowo zaślepić używając zaślepki złączki lub kawałka mikrorurki z zatyczką ZŁKMRS.

3.13.3 Komora kablowa – wymagania projektowe

Komora kablowa powinna znajdować się w części zagłębionej budynku bezpośrednio pod pomieszczeniami przełącznic i w miejscu dogodnym dla wprowadzania kabli (nie dotyczy terenów zagrożonych powodzią). Dopuszcza się usytuowanie komory kablowej w bezpośrednim sąsiedztwie pomieszczeń przełącznic, na tym samym poziomie. W szczególnych przypadkach zatwierdzonych przez Zamawiającego - może to być również wydzielona część pomieszczenia węzłowego.

Rozmiary komory kablowej należy ustalać w oparciu o liczbę przewidywanych zakończeń kablowych węzła projektowanej sieci obliczonej, jako maksymalna liczba otworów dostępnych po wybudowaniu kanalizacji. Z uwagi na otwarty charakter sieci, należy również przewidzieć możliwość wprowadzenia kabli różnych operatorów telekomunikacyjnych. Zalecana wysokość komory kablowej, dla obiektów nowo budowanych, powinna wynosić co najmniej 2,5 m, natomiast dla obiektów adaptowanych dopuszcza się wysokość co najmniej 2,0 m. Powierzchnia minimalna powinna wynosić co najmniej 4m² na jeden standardowy kabel OTK lub 2m² na jeden mikrokabel światłowodowy.

Komora kablowa powinna być wyposażona w odpowiednie konstrukcje wsporcze tras kablowych, system wentylacyjny i zasilania urządzeń roboczych, a także w uziemienie i oświetlenie. Otwory przepustowe z komory kablowej do pomieszczenia węzłowego powinny umożliwić łatwe

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

wyprowadzenie kabli i kanalizacji budynkowej do pomieszczenia węzłowego.

Wszystkie elementy i rozwiązania powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa przeciwpożarowego budynków i ochrony przeciwporażeniowej. Wszystkie pozostałe wymagania należy projektować zgodnie z normą ZN-02/TD S.A. – 02

3.13.4 Uszczelnienia wprowadzeń obiektowych – wymagania projektowe

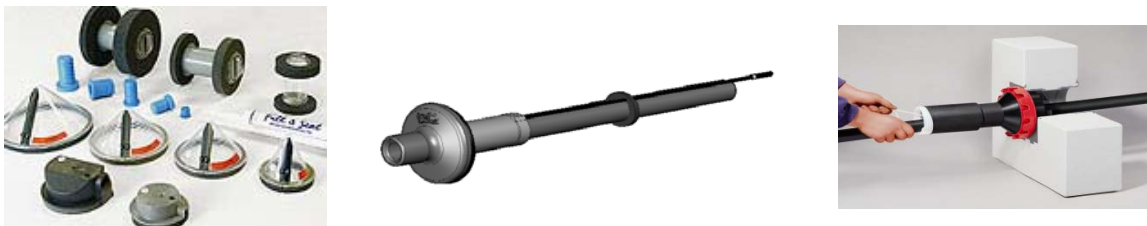
Otworki kanalizacji oraz przestrzeń w rurach powinny być uszczelniane od strony budynku oraz studni przyobiektywnej uszczelkami gumowymi gazoszczelnymi. Na wprowadzenie mogą być stosowane niepalne rury typu RHDPEt 32-34 wprowadzone do budynku poprzez nawiercone otwory, uszczelnione elastyczną zaprawą cementową. Miejsce wprowadzenia do budynku należy dwukrotnie pokryć masą bitumiczno-kauczukową.



Rysunek 14. Przykładowe Uszczelnienia rur i kabli

3.13.5 Wprowadzenie rur prefabrykowanych mikrokanalizacji o średnicach 32-34mm.

Rury prefabrykowane o średnicach nietypowych należy uszczelniać przy pomocy dedykowanych uszczelnień piankowych o rodzaju dobranym do średnicy uszczelnianego otworu.



Rysunek 15. Uszczelnienia przepustów ściennych lub rur osłonowych z kablami lub rurami prefabrykowanymi mikrokanalizacji

Każdorazowo uszczelnić należy przestrzeń między rurą wprowadzeniową a wiązką mikrorurek, na obu końcach kanalizacji wprowadzeniowej, za pomocą uszczelnień gumowych mikrokanalizacji, przy czym zaleca się stosowanie uszczelnień dwudzielnych. Wprowadzenie pojedynczych mikrorur (np. MRS lub MRS DB) przez ścianę budynku powinno być wykonane w rurze RHDPEt 32 i doszczelnione uszczelnieniem.

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej



Rysunek 16. Przykładowe uszczelnienia gumowe zakończeń rur z mikrorurkami

Wprowadzenia kabli i mikrorurek do obiektów kontenerowych może być wykonane przy pomocy dedykowanych uszczelnień segmentowych przeznaczonych do wprowadzania kabli i rurek o małych średnicach. Pojemność takiego przepustu powinna zapewniać wolne miejsca na wprowadzenie innych kabli.



Rysunek 17. Przykładowe uszczelnienia segmentowe do zastosowania w obiektach kontenerowych – Segmento firmy Hauff-Technik, Roxtec, Hawke

Wprowadzenia mikrorurek doziemnych do obiektów końcowych i małych obiektów telekomunikacyjnych wykonywane nad powierzchnią gruntu (np. z uwagi na brak podpiwniczenia) należy wykonywać z wykorzystaniem elementów zapewniających odpowiednią ochronę mechaniczną połączenia, estetykę wprowadzenia oraz odpowiednie promienie gięcia.



Rysunek 18. Przykładowe przepusty abonenckie dla przepustów nad poziomem gruntu

3.13.6 Kanalizacja wewnątrzbudynkowa – wymagania projektowe

Kanalizacja wewnątrzbudynkowa powinna umożliwiać prowadzenie kabli optycznych z kanalizacji liniowej i komory kablowej do szaf przełącznic światłowodowych, znajdujących się w pomieszczeniach węzła sieci. Wszystkie elementy toru wewnątrzbudynkowego powinny spełniać odpowiednie wymagania przeciwpożarowe.

Podczas prac budowlanych zaleca się zainstalowanie w szybie lub przepuszczeniu wiązki rur trudnopalnych o średnicy 32mm lub 25 mm oraz odpowiedniej liczby wiązek mikrokanalizacji o łącznej liczbie otworów umożliwiającej instalowanie nowych kabli optotelekomunikacyjnych z możliwością rozbudowy pojemności o 200%. Zaleca się, aby trasy kablowe wewnątrz budynków były prowadzone jako system drabinek siatkowych. Dopuszcza się stosowanie koryt PCV.

W szczególności kanalizacja we wnątrzbudynkowa może być budowana jako:

- instalacja goła, bez osłony z rur ochronnych, polegająca na prowadzeniu od komory kablowej lub studni przyobiektywnej stacyjnych kabli optotelekomunikacyjnych (w powłokach

Ogólne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- trudnopalnych),
- prowadzenie kabli w przepustach lub rurach i peszlach trudnopalnych o większej średnicy do 34 mm, układanych bezpośrednio na duktach kablowych.
 - prowadzenie mikrokabli liniowych w pojedynczych niepalnionych mikrorurkach LSOH lub LZOH (MRS-FP) o identycznej średnicy, jak mikrorurki kanalizacji liniowej, układane bezpośrednio na duktach kablowych lub przy pomocy opasek kablowych i uchwytów montażowych,
 - prowadzenie mikrokabli liniowych poprzez elastyczne rury przyłączeniowe zawierające wiązki mikrorurek w osłonie z peszla, prowadzone bezpośrednio do szaf ODF z komory kablowej.
- Po podłączeniu do mikrorurek kanalizacji liniowej, przy pomocy złączy gazoszczelnych, mikrokanalizacja budynkowa ma tworzyć jednolity tor kablowy umożliwiających w sprzyjających warunkach wdmuchnięcie mikrokabli bezpośrednio do pomieszczenia węzłowego.

4 Szczególne zasady projektowania i budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej na terenach kolejowych

Z uwagi na przyjęte założenia przez Zamawiającego większość tras będzie projektowanych wzdłuż głównych linii kolejowych. Stąd projektowane przebiegi powinny uwzględniać dodatkowe wymagania Zamawiającego, związane z projektowaniem wzdłuż terenów kolejowych.

Inne dokumenty, które należy brać pod uwagę podczas projektowania tras w pobliżu linii kolejowych to:

- PN-T-45002:1998 Telekomunikacyjne linie przewodowe. Skrzyżowania z liniami kolejowymi. Wymagania ogólne,
- Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem). Tom VII Telekomunikacja,
- Wytyczne technologii układania i montażu torów transmisyjnych na bazie głównie kabli światłowodowych, PKP PLK 2008,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 października 2006r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie wzdłuż dróg publicznych, wodnych, kanałów oraz w pobliżu lotnisk i w miejscowościach, a także ustalania warunków, jakim te linie powinny odpowiadać.

4.1 Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach z torami kolejowymi

Trasa linii optotelekomunikacyjnej wzdłuż linii kolejowej powinna przebiegać w pasie wyłączenia terenów kolejowych, przy ich granicy. Dopuszcza się usytuowanie linii poza granicą tego pasa przy omijaniu po zewnętrznej stronie obiektów kolejowych, jak np. podstacje trakcyjne, kabiny sekcyjne, strażnice kolejowe. Przez tereny stacji kolejowych trasy linii przebiegają poza budynkami stacyjnymi od zewnętrznej strony linii kolejowej.

Linie optotelekomunikacyjne, przebiegające wzdłuż torów kolejowych, buduje się z kabli dielektrycznych w rurociągach kablowych układanych jak najbliższej pasa wyłączenia, w odległości poziomej o minimalnych poziomach opisanych w Tabeli 6.

Tabela 6. Odległości dla linii optotelekomunikacyjnych przebiegających wzdłuż linii kolejowej

Część lini kolejowej	Odległość podstawa [m]	Głębokość podstawa [m]	Zabezpieczenie specjalne	Zabezpieczenie szczególne
Torowisko	2,2 od osi toru	1,5 od poziomu główki szyny	Rury zbliżeniowe	Rury przepustowe
Pobocze linii	0,5 od skraju pasa torowego	0,7 od poziomu główki szyny	Rury zbliżeniowe	Rury przepustowe

Na liniach zelektryfikowanych przy torze zbudowanym z szyn S60 i podkładów strunobetonowych podstawa odległość, liczona od osi toru, powinna wynosić co najmniej 2,80 m do rurociągu.

Nie należy projektować linii optotelekomunikacyjnych w torowisku linii kolejowej, ani też jako podwieszanych na słupach trakcji elektrycznej.

4.2 Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach z kolejowymi obiektami mostowymi i przepustami

Przy skrzyżowaniu rurociągu kablowego z linią kolejową, na wiadukcie lub przepuście

Szczególne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej na terenach kolejowych

kolejowym, rurociąg na całej szerokości wiaduktu lub przepustu kolejowego powinien być zabezpieczony przed uszkodzeniami mechanicznymi. Rury ochronne na wiadukcie, w którym jest chodnik, powinny być ułożone pod tym chodnikiem. W wypadku wiaduktu tylko z jezdnią albo przepustu ściekowego, rury ochronne powinny być bezpośrednio umocowane na ścianie wiaduktu lub przepustu na wysokości co najmniej 1 m od ich podstaw. Połączenie rur ze sobą powinno być wodoszczelne.

Każdorazowo należy opracować projekt szczegółowy dla przedmiotowych zblżeń i skrzyżowań.

Tabela 7. Zabezpieczenie rurociągów dla skrzyżowań a kolejowymi obiektami mostowymi i przepustami

Rodzaj obiektu	Usytuowania	Zabezpieczenie specjalne	Zabezpieczenie szczególne
Most	w istniejącym ciągu przeznaczonym dla kabli, umocowanie do konstrukcji mostu lub w inny sposób - wg uzgodnienia	rury trudno zapalne lub rury zblżeniowe trudnopalne	rury przepustowe trudnopalne dodatkowo osłony np. korytka metalowe
Tunel	w istniejącym kanale kablowym, pod chodnikiem, na ścianie w tunelu, w kanałach przepustowych pod stacjami lub w inny sposób - wg uzgodnienia	rury trudno zapalne lub rury zblżeniowe trudnopalne	rury przepustowe trudnopalne dodatkowo osłony np. korytka metalowe
Wiadukt	w istniejącym kanale kablowym, pod chodnikiem, na konstrukcji wiaduktu lub w inny sposób - wg uzgodnienia	rury trudno zapalne lub rury zblżeniowe trudnopalne	rury przepustowe trudnopalne dodatkowo osłony np. korytka metalowe

4.3 Skrzyżowania rurociągów z torami kolejowymi

Skrzyżowanie powinno być zlokalizowane na szlaku linii kolejowej. W szczególnych wypadkach, uzasadnionych technicznie i ekonomicznie, dopuszcza się skrzyżowanie na terenach stacji kolejowych. Kąt skrzyżowania rurociągu kablowego z torami kolejowymi powinien wynosić 90° z odchyłką dopuszczalną 15°.

Odległość skrzyżowania od urządzeń i obiektów kolejowych powinna wynosić, co najmniej:

- 2 m od semaforów, tablic, tarcz sygnałowych, budynków i wież wodociągowych,
- 10 m od rozjazdów i krzyżownic linii zelektryfikowanych.

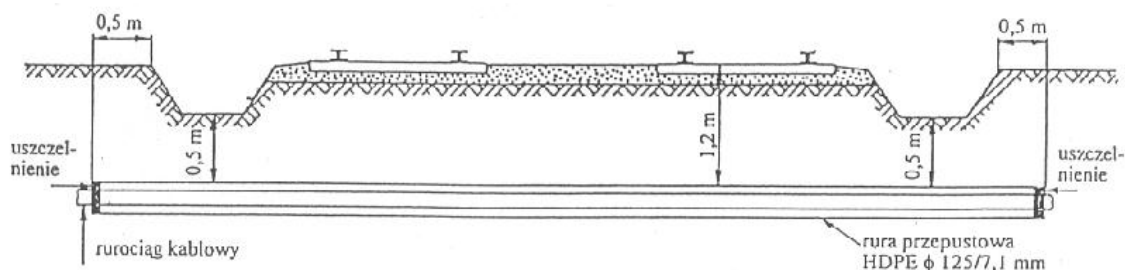
Rurociąg kablowy na skrzyżowaniu powinien być zabezpieczony przez ułożenie na całym odcinku pod torami, rowami ściekowymi lub pod drenażem odwadniającym w rurze ochronnej lub w oddzielnym otworze kanalizacji kablowej pierwotnej.

Rury ochronne powinny być ułożone poziomo w linii prostej. Jako rur ochronnych należy używać grubościennych rur typu RHDPEp 125/7,1 lub innych wynikających z uzgodnień. W wyjątkowych wypadkach, uzasadnionych technicznie, dopuszcza się stosowanie dwustronnie asfaltowanych rur stalowych, przy czym przy skrzyżowaniu z linią kolejową zelektryfikowaną lub przewidzianą do elektryfikacji, stalowe rury przepustowe powinny być wypełnione rurami z tworzywa sztucznego. Połączenia rur ze sobą powinny być trwałe i wodoszczelne, a otwory na ich końcach gładkie i bez ostrych obrzeży. Otwory przepustów, dla rurociągu kablowego pod torami kolejowymi, powinny być uszczelnione na obu końcach skrzyżowania.

Jeżeli długość ciągu ochronnego nie jest większa niż 60 m, rury ochronne powinny być ułożone nieprzerwanie, w jednym ciągu, pod torami i rowami odwadniającymi. Przy dużej różnicy między poziomem nawierzchni kolejowej i terenem, przez który przebiega linia kolejowa, oraz przy długości ciągu większej niż 60 m dopuszcza się układanie rur ochronnych odcinkami, np. oddzielnie pod rowami ściekowymi lub pod drenażem odwadniającym.

Słupki oznaczeniowe SO powinny być ustawione w odległości 10 do 15 m od zewnętrznej szyny najbliższego toru, z obu stron podtorza.

Szczególne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej na terenach kolejowych



Rysunek 19. Skrzyżowania rurociągów z torami kolejowymi

4.4 Głębokość ułożenia rur ochronnych pod obiektami kolejowymi

Rury ochronne, przy skrzyżowaniu podziemnej linii telekomunikacyjnej z linią kolejową, powinny być ułożone pod torami na głębokości nie mniejszej niż 1,2 m w linii pionowej od zewnętrznej powierzchni rury ochronnej do stopki szyny.

Głębokość ułożenia rur ochronnych pod dnem rowów ściekowych lub drenażem odwadniającym nie powinna być mniejsza niż 0,5 m w linii pionowej od zewnętrznej górnej powierzchni rury ochronnej do najniższego położonego punktu dna rowu lub dolnej powierzchni sączka odwadniającego.

Głębokość ułożenia rurociągu kablowego przy skrzyżowaniu z kanałami pędniowymi lub z kanałami kablowymi dla kabli sygnalizacyjnych, ułożonymi na powierzchni ziemi, nie powinna być mniejsza niż 0,8 m w linii pionowej od zewnętrznej górnej powierzchni rurociągu do dolnej powierzchni kanału.

Głębokość ułożenia rurociągu kablowego przy skrzyżowaniu z kablami sygnalizacyjnymi lub zasilającymi ułożonymi w ziemi nie powinna być mniejsza niż 0,3 m w linii pionowej od zewnętrznej górnej powierzchni rurociągu kablowego do zewnętrznej dolnej powierzchni kabla sygnalizacyjnego lub zasilającego.

Głębokość ułożenia rurociągu kablowego na nieuzbrojonych terenach kolejowych powinna wynosić co najmniej 1 m, a na poboczach nasypów skarp kolejowych co najmniej 0,8 m.

4.5 Długość rur ochronnych

Rury przepustowe dla rurociągu kablowego powinny być ułożone pod wszystkimi torami kolejowymi na danym podtorzu, bez przerwy na całej długości skrzyżowania, w ten sposób, aby odległość w rzucie poziomym końców rur z każdej strony torowiska od osi skrajnych szyn wynosiła co najmniej 3,0 m.

Na terenie stacji kolejowej, jeżeli odległość wewnętrznych szyn sąsiednich torów jest większa niż 12 m, dopuszcza się na takim międzytorzu ułożenie rurociągu kablowego w ziemi bez rur ochronnych, po uzgodnieniu z właściwymi władzami kolejowymi. Rurociąg w tym miejscu powinien być zabezpieczony dodatkowo przykrywkami kablowymi. W każdym przypadku, na terenach stacji kolejowych, rurociąg po wyjściu z rury ochronnej i ułożony bezpośrednio w ziemi powinien być zabezpieczony dodatkowo przykrywkami kablowymi po obu stronach skrzyżowania.

Rury ochronne przepustowe pod torami na podtorzu z nasypu powinny być ułożone na takiej głębokości, aby ich końce znajdowały się w ziemi co najmniej 1 m w linii pionowej od końca górnej powierzchni rury do powierzchni zbocza nasypu.

Rury ochronne przepustowe, ułożone pod rowami odwadniającymi podtorze, powinny mieć taką długość, żeby końce tych rur z każdej strony rowu sięgały co najmniej po 0,5 m poza górną jego krawędź.

W wypadku poboczy ściekowych naturalnych i nieuregulowanych bez wyraźnych krawędzi rowu

Szczególne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej na terenach kolejowych

długość rur ochronnych przepustowych ułożonych pod nimi powinna być ustalona w projekcie technicznym po uprzednim uzgodnieniu z jednostką nadzorującą eksploatację torów kolejowych.

Przy skrzyżowaniu rurociągu kablowego z drenażem odwadniającym podtorze długość rury ochronnej przepustowej powinna być o 1,0 m większa od szerokości pasa drenażowego.

4.6 Projektowanie rurociągu kablowego na zboczach wysokich nasypów podtorza i stromych skarp w wykopach

Odcinki rurociągu kablowego po wyjściu z rur ochronnych na zboczach nasypów i skarp do 30° powinny być ułożone w ziemi z falowaniem co najmniej 3%. Trasa rurociągu układanego w poprzek skarp, stromych wzniesień lub nasypów o nachyleniu powyżej 30° powinna przebiegać zygzakowato na zboczach z odchyleniami co najmniej $\alpha = 30^\circ$ od linii prostopadłej do podstawy zbocza.

Nie zaleca się układania rurociągu kablowego w zboczach wzdłuż skarp i stromych nasypów. W wypadkach koniecznych rurociąg należy układać z falowaniem 3% długości trasy. Odległość rurociągu od górnej krawędzi skarpy powinna wynosić co najmniej 2 m.

4.7 Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach i skrzyżowaniach z doziemnymi kablami telekomunikacyjnymi miejscowymi i dalekosiężnymi

Z uwagi na występowanie w projektowanym rejonie bardzo ważnych i krytycznych, z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu pociągów, kablów telekomunikacyjnych i światłowodowych dalekosiężnych (TKD) i miejscowych (TKM) należących do PKP, szczególnym projektowaniem i inwentaryzacją należy objąć miejsca zbliżeń i skrzyżowań do tych kablów i kanalizacji teletechnicznej, aby zminimalizować możliwość uszkodzeń.

Szczególne warunki dla projektowania powinny objąć nie tylko miejsca skrzyżowań z relacjami doziemnych kablów TKD i TKM, ale także miejsca zapasów doziemnych kablów miedzianych wykonywanych zazwyczaj jako kręgi kabla zakopywane średnio co 400m trasy, a także zapasy wykonywane podczas napraw kablów w miejscach uszkodzeń. Wymagać to będzie od projektanta dokładnego zinwentaryzowania takich miejsc oraz objęcie ich szczególną ochroną. W minimalnej postaci w miejscach tych należy przewidzieć prowadzenie prac ziemnych metodami ręcznymi i osłonę uwidocznionych kablów doziemnych dwudzielnymi rurami osłonowymi typu A-PS.

4.8 Usytuowanie rurociągów na zbliżeniach i skrzyżowaniach z doziemnymi kablami energetycznymi

Zbliżenia i skrzyżowania rurociągu kablowego z liniami elektroenergetycznymi kablowymi mogą być wykonane w odległościach poziomych i pionowych: odległość podstawowa: 0,5 m lub wg uzgodnienia przy głębokość podstawowa: min 0,7 m. Przy projektowaniu można przewidzieć jako zabezpieczenia specjalne: rury zbliżeniowe z taśmą ostrzegawczą, a jako zabezpieczenie szczególne: przegroda betonowa. Na skrzyżowaniu rurociągu kablowego z doziemnym kablem energetycznym należy zaprojektować dwudzielne rury osłonowe typu A-PS, chroniące kabel energetyczny na odcinku niezbędnym do wykonania wykopu.

W każdym przypadku należy dążyć do zapewnienia możliwości wyraźnego i niezawodnego wyróżnienia ciągów rurowych w wykopie, kanale lub na konstrukcjach wsporczych.

4.9 Usytuowanie i zabezpieczenia elektroenergetycznej linii napowietrznej lub linii trakcyjnej

Odległość podstawowa od konstrukcji wsporczej linii elektroenergetycznej napowietrznej lub linii

Szczegółne zasady projektowania rurociągów mikrokanalizacji kablowej na terenach kolejowych

trakcyjnej o napięciu znamionowym do 1 kV wynosi 0,8 m przy głębokości podstawowej 0,7m. Odległości podstawowe od konstrukcji wsporczej linii elektroenergetycznej napowietrznej lub linii trakcyjnej o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV lub od uziomu słupa tej linii wynoszą:

- 50 m — w przypadku linii elektroenergetycznych pracujących w układzie z bezpośrednio (skutecznie),
- uziemionym punktem zerowym, niezależnie od rodzaju zastosowanych konstrukcji wsporczych linii,
- 0,8 m — w przypadku linii elektroenergetycznych pracujących w układzie z izolowanym punktem zerowym lub linii skompensowanych, mających konstrukcje wsporcze stalowe, betonowe lub drewniane uziemione,
- 0,8 m — w przypadku linii elektroenergetycznych pracujących w układzie z izolowanym punktem zerowym, linii skompensowanych, mających konstrukcje wsporcze drewniane nieuziemione.

Zabezpieczenia dodatkowe należy uzgodnić z właścicielem lub zarządcą linii elektroenergetycznej lub trakcyjnej.

4.10 Lokowanie obiektów węzłowych sieci regionalnej na terenach kolejowych

Z uwagi na ograniczenia własnościowe, a także kwestie eksploatacyjne oraz wymagania związane z zagadnieniami bezpieczeństwa w ruchu pociągów – wszelkie obiekty węzłowe sieci regionalnej, powinny być projektowane poza pasem wyłączenia terenów kolejowych lub na granicy tego pasa.

Obiekty pomocnicze jak studnie przyobektowe, studnie i zasobniki magistralne mogą być lokowane w obrębie pasa wyłączenia zgodnie z zasadami projektowania przebiegu rurociągów kablowych.

5 Wymagania dotyczące procesu projektowania mikrokanalizacji w pasach drogowych i obszarach zabudowy miejskiej i podmiejskiej

Przebieg kanalizacji światłowodowej projektowanej w miastach, na trasie Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej (tj. DSS), powinien uwzględniać przebieg ulic, ze szczególnym uwzględnieniem ulic remontowanych i modernizowanych przez miasto. Z uwagi na wysokie koszty odtworzenia nawierzchni, instalacja kanalizacji przy wspólnych inwestycjach może przynieść inwestorowi znaczące oszczędności. Stąd, w projektach, powinno kłaść się duży nacisk na koordynację projektu i harmonogramu prac z ziemnymi pracami i inwestycjami prowadzonymi przez miejskie służby infrastrukturalne.

Zalecane jest projektowanie tras rurociągów kablowych przez obszary, w jak największym stopniu, wykorzystujące zasoby samorządów terytorialnych tj.:

- w istniejącej kanalizacji teletechnicznej będącej zasobem miasta;
- w pasie rozdzielającym drogi dwujezdniowe (wymaga uzgodnienia z Inwestorem);
- w pasie drogowym (wymaga uzgodnienia z zarządcą drogi), w chodniku lub trawniku ulicy;
- w polu i terenach zielonych miasta;
- na mostach, przejściach schodowych, tunelach będących zasobem miasta.

Wybór metody wykonania mikrokanalizacji światłowodowej w warstwie dostępowej sieci oraz w przypadku projektów poza wyspecyfikowanymi segmentami Dolnośląskiej Sieci Szerokopasmowej należy dokonywać uwzględniając kilka czynników ekonomicznych i technicznych, do których zaliczyć należy:

- Miejsce instalacji mikrokanalizacji w strukturze sieci Dolnośląskiej uwzględniające ogólne wymagania, co do minimalnej ilości otworów kanalizacji w danej warstwie sieci światłowodowej i projektowanej pojemności sieci światłowodowej (dobór ilości mikrorurek w wiązce lub rurze prefabrykowanej).
- Rodzaj istniejącej kanalizacji teletechnicznej i możliwości techniczne jej wykorzystania pod rozbudowę o nowo instalowane wiązki mikrorurek.
- Odległości pomiędzy studniami, które określają wybór metody instalacji mikrokanalizacji. W szczególności zaleca się projektować wiązki instalowane mechanicznie przy odcinkach maks. do 250mb, wiązki instalowane przy pomocy metody pneumatycznej do 1000mb. W pozostałych przypadkach zaleca się projektowanie gotowych rur prefabrykowanych zawierających mikrorurki.
- Istotnym czynnikiem, na który należy zwracać uwagę przy wyborze metody wykonania mikrokanalizacji jest również długość dostępnych odcinków fabrykacyjnych rur prefabrykacyjnych oraz ograniczenie tej metody do standardowych konfiguracji wiązek dostępnych w obrocie handlowym. W przypadku krótkich odcinków z niestandardowymi konfiguracjami wiązek konieczne może okazać się wykorzystanie metody mechanicznej przy układaniu wiązki mikrorur lub projektowanie wiązek rur RHDPE z fabrycznie przygotowanymi mikrorurkami.

Konfigurację mikrorur pod względem ilości i ich średnicy należy dokonać na podstawie dostępnych rur prefabrykowanych wybranych z Katalogu technicznego i Dokumentacji technicznej producenta i zatwierdzonej do zastosowania przez Inwestora. Istnieje również możliwość indywidualnego zamówienia wiązki mikrorur o nietypowej konfiguracji dla konkretnych projektów.

5.1 Dobór średnic mikrorurek

W warstwie magistralnej (szkielecie) i dystrybucyjnej należy stosować wiązki lub rury prefabrykowane z mikrorurkami o średnicach 10/8mm. W warstwie dostępowej (tzw. ostatniej mili lub w pętli światłowodowej) z uwagi na zastosowanie wielu kabli o małych średnicach zaleca się projektowanie wiązek z dużą ilością mikrorurek o średnicach: 5/3.8mm lub 4/3mm.

Średnica projektowanych mikrorurek powinna uwzględniać również przewidywaną maksymalną pojemność kabla (od tego zależy jego średnica) oraz maksymalną odległość, na jaką kabel będzie wdmuchiwany w mikrokanalizację. Typowe średnice mikrokabli światłowodowych wynoszą:

- ze względu na optymalne zasięgi wdmuchiwania dla warstwy dystrybucyjnej zaleca się używanie mikrokabla światłowodowego o zakresie średnicy zewnętrznej mikrokabli typu OTMK: od 5,5mm do 7mm,
- ze względu na optymalne zasięgi wdmuchiwania dla warstwy dostępowej zaleca się używanie mikrowiązki światłowodowej OTMW o zakres średnicy zewnętrznej od 1,00mm do 1,5mm.

5.2 Dobór ilości mikrorurek (ilości otworów mikrokanalizacji)

Liczba otworów mikrokanalizacji będzie silnie zależna od docelowej pojemności systemu światłowodowego w danym miejscu. Na ogół liczba ta będzie silnie zależna od takich czynników jak:

- miejsce w strukturze Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej,
- docelowa pojemność systemu, pojemność pojedynczych kabli, które będą instalowane w każdej mikrorurce,
- liczba planowanych użytkowników mikrokanalizacji,
- współczynnik nadmiarowości.

Dla celów projektowych wygodnie uzależnić liczbę otworów od miejsca w strukturze projektu. I tak dla kanalizacji w warstwie szkieletowej liczba otworów mikrokanalizacji (zgodnie z wymaganiami ogólnymi dla Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej) będzie wynosić od 7 do 14. W warstwie dystrybucyjnej, gdzie potrzebne są kable światłowodowe o mniejszej ilości włókien, lecz rozchodzące się najczęściej w kilku kierunkach – liczba otworów będzie sięgała 7-21. Największa liczba otworów będzie charakteryzowała warstwę sieci dostępowej, gdzie mamy do czynienia z bardzo dużą liczbą rozpliwów kabli o małej liczbie włókien. W tej warstwie projektuje się wiązki o liczbie otworów od 3-24.

Współczynnik nadmiarowości jest również zależny od miejsca w strukturze sieci i powinien wynosić od 20-50% liczby otworów, które zostaną wolne po pierwszym etapie budowy sieci opartej o mikrokanalizację.

W szczególnych przypadkach dużych i pojemnych sieci, projektowanie będzie wymagało zastosowania kilku wiązek lub rur prefabrykowanych, jeśli liczba otworów dostępnych z jednej rury okaże się niewystarczająca.

5.3 Hermetyzacja sieci

Należy zapewnić zabezpieczenie sieci przed niepowołanym dostępem.

Szafy kablowe, kontenery i drzwi wejściowe do węzłów budynkowych należy wyposażać w zamek systemowy. Dodatkowo kontenery oraz węzły budynkowe powinny być dozorowane przez Zintegrowany System Nadzoru. We wszystkich miejscach narażonych na działanie dużych obciążeń lub zagrożonych dewastacją studnie kablowe należy wyposażać w pokrywy typu ciężkiego

6 Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

6.1 Równoważność rozwiązań i użytych materiałów

Rozwiązania przyjęte w niniejszych wytycznych zostały dobrane w oparciu o rozwiązania i systemy dostępne na rynku i po analizie dostępnych rozwiązań, uznano je za optymalne do spełnienia wymagań jakościowych i funkcjonalnych Zamawiającego. Ewentualne wskazanie, w dokumentacji projektu, nazwy handlowej lub marki wraz z ich rozwiązaniami technicznymi, certyfikatami i deklaracjami należy rozumieć, jako określenie standardu spełniającego w sposób optymalny oczekiwania w stosunku do systemu. Wskazane marki i eksploatacyjne cechy techniczne lub nazwy handlowe, certyfikaty i deklaracje określają wymaganą klasę produktu, a nie jego producenta. Dopuszcza się rozwiązania podstawowe i równoważne, za pisemną zgodą Zamawiającego, pod warunkiem, że są one co najmniej równorzędne konstrukcyjnie, funkcjonalnie i technicznie w stosunku do wymagań jakościowych i funkcjonalnych Zamawiającego, opisanych w dokumentacji projektowej oraz posiadają parametry nie gorsze niż określone przez Zamawiającego. Planowane do wykorzystania przez Wykonawcę urządzenia równoważne nie mogą jednak zmienić założeń technologicznych. Do obowiązków Wykonawcy należeć będzie przedstawienie pełnej dokumentacji technicznej i kompletnych zestawień porównawczych ułatwiających Zamawiającemu dokonanie oceny rozwiązań podstawowych i równoważnych.

6.2 Standaryzacja użytych rozwiązań i wymagania związane z trwałością

Wszystkie elementy składające się na system mikrokanalizacji i okablowania światłowodowego powinny być certyfikowane przez tego samego producenta okablowania i orurowania i pochodzić z jednolitej oferty reprezentującej kompletny system w takim zakresie, aby zostały spełnione warunki niezbędne do uzyskania bezpłatnego certyfikatu gwarancyjnego systemu mikrokanalizacji i okablowania światłowodowego.

Z uwagi na wymagania Zamawiającego w odniesieniu do trwałości projektów infrastrukturalnych całość rozwiązania światłowodowego powinna być objęta dodatkową, jednolitą, spójną co najmniej 10-letnią gwarancją systemową Producenta, obejmującą całą część systemu mikrokanalizacji (mikrokable oraz mikrokanalizację z osprzętem połączeniowym) i elementy okablowania światłowodowego liniowego oraz stacyjnego (przełącznice, adaptery, pigtaile i patchcordy, osłony złączowe, stelaże zapasu kabli i mikrokabli, etc). Gwarancja powinna być udzielona przez Dostawcę Systemu lub Wykonawcę bezpośrednio Zamawiającemu.

Udzielona gwarancja powinna obejmować tzw. gwarancję systemową. Dostawca lub Wykonawca zagwarantuje, że jeśli w jego produktach podczas dostawy, instalacji, bądź 10-letniej eksploatacji wykryte zostaną wady lub usterki fabryczne, to produkty te zostaną naprawione bądź wymienione. W celu uzyskania tego rodzaju gwarancji wymagane może być, aby cały system w tym okablowanie światłowodowe były zaprojektowane przez projektanta z odpowiednim przeszkoleniem (ukończone kursy projektowe odpowiedniego poziomu) oraz zainstalowany przez firmę instalacyjną posiadającą odpowiedni status uprawniający do udzielenia gwarancji producenta oraz dysponującą zasobami maszynowymi i narzędziami dedykowanymi do instalacji elementów systemu mikrokanalizacji.

6.3 Wymagania związane z logistyką dostaw

Z uwagi na rozległy charakter inwestycji prowadzonej na dużym obszarze, przez wiele ekip roboczych jednocześnie – podczas prac budowlanych wymagane jest zapewnienie odpowiedniej logistyki dostaw oraz identyfikowalności każdej partii. Wymagania te dotyczą zarówno Wykonawcy, który powinien posiadać dedykowany dział i osobę odpowiedzialną zajmującą się logistyką i koordynacją dostaw właściwych materiałów na plac budowy, ale także i Producenta systemu wybranego przez Wykonawcę do realizacji zadania.

W szczególności ogólne wymagania związane z logistyką materiałów do budowy DSS są zdefiniowane następująco:

- Tolerancja dostawy odcinków fabrykacyjnych kabli nie powinna przekraczać +5% zamawianej długości kabla lub rury kanalizacji osłonowej lub mikrokanalizacji.
- W czasie przechowywania towary dostarczane powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi i uderzeniami oraz przed środkami szkodliwie oddziałującymi na powłoki z tworzyw sztucznych, a także przed promieniowaniem słonecznym i opadami atmosferycznymi.
- Transport bębnow i towarów ciężkich może odbywać się ogólnie dostępnymi środkami transportu, przy czym zamocowanie towarów do platform środków transportowych powinno uniemożliwiać przesuwanie się.
- Każda dostarczona partia towaru gabarytowego jak bębny kablowe i z rurami kanalizacji powinna zostać trwale wyposażona w tabliczkę identyfikacyjną zawierającą określenie typu towaru i jego parametry, długości oraz znaczników końcowych i początkowych i inne szczegóły ułatwiające identyfikację numeru partii i zwrot bębna do producenta.
- Producent systemu powinien zagwarantować Wykonawcy możliwość zwrotu zużytych opakowań bębnowych na wskazany adres w kraju, celem ich ponownego wykorzystania lub utylizacji na koszt Producenta.
- Producent poprzez utworzenie buforowego magazynu w kraju, zagwarantuje odpowiednią terminowość i logistykę dostaw gabarytowych na plac budowy lub magazyn Wykonawcy. Wymaga się możliwości dostaw kabli i rur prefabrykowanych w odcinkach fabrycznych lub w odcinkach o długościach wynikających z projektu wykonawczego.
- Do każdej partii towaru dostarczonego na budowę należy dołączyć dokumentację techniczną (deklaracje, karty katalogowe zawierające potrzebne parametry, etc) lub magazynową (faktury lub dokumenty WZ) dostawy wg wzoru określonego przez Zamawiającego. W szczególności w przypadku realizacji projektów dofinansowanych z pomocowych programów unijnych na dokumentach dostaw powinny znaleźć się zapisy zawierające informacje promocyjne wg zaleceń Inwestora.

6.4 Wymagania związane z testowaniem zastosowanych materiałów

W celu zapewnienia odpowiedniej jakości używanych materiałów Zamawiający przewiduje wykorzystanie procedur testowania używanych na każdym etapie ich wytwarzania i implementacji w projekcie. W związku z tym, Zamawiający zastrzega sobie możliwość przeprowadzenia szeregu testów i audytów na różnych etapach wdrożenia, w obecności pracowników Zamawiającego i/lub przedstawiciela Inżyniera Kontraktu (jeśli taki zostanie powołany przez Zamawiającego). W szczególności Wykonawca musi zapewnić, w ramach wynagrodzenia, możliwość przeprowadzenia dla materiałów planowanych do wykorzystania podczas prac budowlanych - następujących testów.

6.4.1 Testy i badania fabryczne (Factory Acceptance Test)

Dla dowolnej z partii głównych elementów systemu kanalizacji teletechnicznej (jak rury prefabrykowane) i dla innych kluczowych elementów systemu światłowodowego wymaga się zapewnienia możliwości przeprowadzenia, w obecności pracownika lub przedstawiciela Zamawiającego testów fabrycznych elementów systemu przed wysłaniem go do Zamawiającego.

Rodzaj testu zależy od elementu badanego i został określony w szczegółowych wymaganiach materiałowych dla poszczególnych elementów. Wszelkie koszty związane z wizytą przedstawicieli Zamawiającego u Dostawcy Systemu pokrywane są przez Wykonawcę.

6.4.2 Testy i badania odbiorowe (Site Acceptance Test)

Dla wybudowanej kanalizacji teletechnicznej i dla innych kluczowych elementów systemu światłowodowego wymaga się zapewnienia możliwości przeprowadzenia, w obecności pracownika lub przedstawiciela Zamawiającego, standardowych testów odbiorowych elementów systemu wg harmonogramu prac i wymagań odbiorowych Zamawiającego. Nieobecność przedstawicieli Zamawiającego nie zwalnia Wykonawcy z obowiązku prowadzenia własnych badań odbiorowych, potwierdzanych w protokołach odbioru zamieszczanych jako załączniki dokumentacji powykonawczej, zgodnie z wymaganiami odbiorowymi Zamawiającego.

W szczególności Wykonawca musi zapewnić również możliwość wykonania audytów jakościowych częściowych i audytu końcowego pracownikom Dostawcy Systemu wykonywanych w obecności pracownika lub przedstawiciela Zamawiającego, w trakcie trwania prac oraz po ich zakończeniu. Przeprowadzone audyty oraz dokumenty protokołów zdawczo-odbiorczych mają umożliwić objęcie zbudowanej sieci rozszerzoną gwarancją systemową Dostawcy Systemu.

Harmonogram prac oraz wymagania dla odbiorów poszczególnych prac i materiałów powinny być zgodne z wytycznymi Dostawcy Systemu, jednakże Zamawiający wymaga przeprowadzenia minimum 4 audytów pracowników Dostawcy Systemu realizowanych wg harmonogramu prac w schemacie:

Tabela 8. System audytów gwarancyjnych

Numer	Typ	Czas wykonania
I audyt	częściowy	przy stanie prac odpowiadającym wykonaniu 20% zakresu projektu (obejmujący tylko system kanalizacji teletechnicznej)
II audyt	częściowy	przy stanie prac odpowiadającym wykonaniu 50% zakresu projektu (łącznie z wykonaną częścią okablowania światłowodowego)
III audyt	częściowy	przy stanie prac odpowiadającym wykonaniu 90% zakresu projektu (łącznie z wykonaną częścią okablowania światłowodowego)
IV audyt	końcowy	po zakończeniu prac i przed odbiorami końcowymi Zamawiającego

Minimalny wymagany zakres audytu powinien obejmować wizytę pracowników Dostawcy, sprawdzenie dokumentacji powykonawczej, sprawdzenie wizualne jakości wykonania prac, pneumatyczne sprawdzenie szczelności zbudowanej kanalizacji, sprawdzenie drożności ułożonych rur poprzez dokonanie kalibracji oraz sprawdzenie możliwości pneumatycznej instalacji kabli. W późniejszych audytach, zakres powinien się rozszerzyć również o sprawdzenie jakości wykonania instalacji kablowych oraz dokonanie pomiarów kontrolnych torów światłowodowych zgodnie z wymaganiami Zamawiającego.

Audytem powinny zostać objęte wybrane przez Dostawcę fragmenty wykonanych odcinków, nie mniej jednak niż 5% długości tras danego zakresu. Audyt powinien zostać wykonany przez odpowiednio wyszkolony zespół Dostawcy wyposażony w mierniki do pomiarów światłowodowych oraz osprzęt pneumatyczny do prób ciśnieniowych i kalibracyjnych, a dla testów instalacyjnych kabli – także we wdmuchiarki strumieniowe mikrokabli zgodnie z wymaganiami danego systemu

mikrokanalizacji.

6.4.3 Testy i badania materiałów – wymagania końcowe

Wszelkie koszty związane z testami oraz wizytą przedstawicieli Zamawiającego i Dostawcy Systemu na placu budowy pokrywane są przez Wykonawcę.

Wykonawca musi posiadać pisemne potwierdzenie Dostawcy Systemu do gotowości objęcia planowanej inwestycji gwarancją systemową oraz o gotowości do przeprowadzenia audytów wg zasad wymienionych powyżej. Na oświadczeniu powinien znaleźć się również adres miejsca wykonywania testów fabrycznych (FAT).

Na życzenie Zamawiającego Wykonawca musi udostępnić próbki materiałów planowanych do użycia w projekcie do zbadania przez Zamawiającego lub służby Inżyniera Kontraktu.

6.5 Mikrokanalizacja światłowodowa – wymagania ogólne

Mikrokanalizacja jest rodzajem wielootworowej kanalizacji teletechnicznej o zmniejszonych średnicach podstawowych rur (otworów) przeznaczonych do instalacji wiązek lub mikrorur światłowodowych. Podstawowym elementem systemu jest mikrorurka (mikrotuba) wykonana z HDPE będąca odpowiednikiem funkcjonalnym rur wtórnych typu RHDPE w kanalizacji standardowej. Do mikrorurki wdmuchiwane są specjalne mikrokable światłowodowe o materiale powłoki i średnicach dobranych do średnicy mikrorurki.

Elementami składowymi systemów mikrokanalizacji są:



Mikrorury MRS o średnicach zewnętrznych od 4 do 15 mm otwierające nowe możliwości w zakresie projektowania i budowy kanalizacji telekomunikacyjnej. Mikrorury są wykorzystywane do zwielokrotnienia liczby otworów rurociągu w ramach istniejącej kanalizacji wtórnej poprzez wdmuchiwanie lub zaciąganie mechaniczne, nawet do kilkudziesięciu mikrorur o różnych średnicach. Szeroka gama średnic pozwala na łatwe dostosowanie do wymaganej pojemności i przyszłych zastosowań budowanej kanalizacji. Występują w wersji standardowej, doziemnej oraz w wersji niepalnej.



Wiązki mikrorurek WFMRS (swobodne, zintegrowane w oplocie oraz jako rury prefabrykowane) i jako takie są najczęściej dostarczane na plac budowy. Wiązki mikrorurek mogą być również instalowane w istniejącej kanalizacji teletechnicznej przy użyciu metod mechanicznych (zaciąganie) lub pneumatycznych. Istnieje również możliwość wykonania wiązki z kablem (zasilającym, światłowodowym, koncentrycznym).



Rury prefabrykowane z wiązkami zawierające do kilkunastu standardowych konfiguracji mikrorur o różnych średnicach. Wybór odpowiedniej konfiguracji zależy od miejsca zabudowy w strukturze sieci światłowodowej (rury szkieletowe, rury dla sieci dystrybucyjnych, rury w warstwie dostępowej, etc.). Rury prefabrykowane występują w dwóch wariantach: rury z podwójnym płaszczem przeznaczone do układania bezpośrednio w ziemi (typu **RMK-DB**) oraz jako rury wtórne RHDPE z zaciągniętą fabrycznie wiązką mikrorur (typu **RMK-DI**) przeznaczone do układania w kanalizacji pierwotnej.



Akcesoria połączeniowe mikrorur tzw. złączki, przeznaczone do wodoszczelnego (opcjonalnie gazoszczelnego) połączenia mikrorurek, wykonywania redukcji średnicy oraz zaślepienia niewykorzystywanych tub.



Akcesoria połączeniowe rur kanalizacji kablowej RKK lub mikrokanalizacji RMK prefabrykowanych i standardowych potrzebnych do wykonywania szczelnych połączeń lub rozgałęzień rurociągu kablowego z mikrokanalizacją. Wykonywane, jako w pełni dwudzielne elementy dostosowane do średnic standardowych rur RKK lub RMK.

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej



Uszczelnienia rur prefabrykowanych i wiązek mikrorur, uszczelnienia kabla i mikrorury oraz zatyczki dla końcówek rur



Mikrokable światłowodowe o średnicach i materiale powłoki odpowiednio dobranym do zastosowania w poszczególnych typach mikrorur. Dla warstwy dystrybucyjnej zaleca się używanie mikrokabla światłowodowego typu OTMK o średnicy zewnętrznej mikrokabli: od 5,5mm do 7mm i pojemności od 12 do 72 włókien G652.D. Dla warstwy dostępowej zaleca się używanie mikrowiązki światłowodowej OTMW o zakresie średnicy zewnętrznej od 1,00mm do 1,5mm i pojemności od 2 do 12 włókien G652.D

Mikrokanalizacja powinna zapewniać:

- łatwość wdmuchiwania mikrokabli światłowodowych na odcinkach do 1,6 km;
 - ochronę sieci kablowej przed zagrożeniami mechanicznymi, chemicznymi i innymi, w tym przed uszkodzeniami mechanicznymi z powodu złego oznakowania (budowana bezpośrednio w ziemi),
 - szybką rozbudowę równoległą i szeregową sieci światłowodowej bez wykonywania robót ziemnych,
 - wykonywanie odgałęzień mikrokanalizacji w studniach kablowych, szafach ulicznych, pomieszczeniach technicznych Inwestora lub bezpośrednio w ziemi,
 - gazo i wodoszczelność na poziomie mikrorurek o wartości 2,5 bara,
 - wodo i mułoszczelność na poziomie rur z mikrorurkami, tzn. zabezpieczenie mikrokanalizacji przed przenikaniem wody do wnętrza mikrorurek i wnikaniem mułu i zanieczyszczeń stałych do wnętrza prefabrykowanych rur mikrokanalizacji niezależnie, czy są one puste, czy wypełnione mikrorurkami.
 - szczelność i wytrzymałość pneumatyczną mikrokanalizacji w każdym punkcie, na poziomie 12 barów,
 - rozróżnialność mikrorur na całej trasie,
 - trwałość i funkcjonalność przez okres co najmniej 30 lat.
- Do budowy mikrokanalizacji można wykorzystywać:
- istniejącą infrastrukturę kanalizacji teletechnicznej własnej Inwestora,
 - istniejącą infrastrukturę innych operatorów telekomunikacyjnych,
 - w szczególnych przypadkach wszelkie instalacje rurowe.

Mikrokanalizację należy projektować i budować w sposób zapewniający ich trwałość i funkcjonalność, co można osiągnąć przez właściwą jakość budowy i zastosowanie odpowiednich materiałów o parametrach równoważnych jak określonej w niniejszych wytycznych i normach branżowych oraz poprzez spełnienie wymogów ogólnych.

6.6 Wymagania dla materiałów rurociągów kablowych

Podstawową funkcją sieci kanalizacji światłowodowej jest stworzenie podziemnej infrastruktury liniowej służącej do prowadzenia kabli światłowodowych spełniających funkcję medium transmisyjnego dla Regionalnej Sieci Szkieletowej. Elementy sieci oraz instalacje powinny zapewniać trwałość i funkcjonalność sieci przez okres 30 lat.

Zaprojektowana sieć kanalizacji powinna umożliwiać instalacje i deinstalacje kabli światłowodowych z rurociągów przez cały okres eksploatacji. Dla zapewnienia długotrwałej sprawności i funkcjonalności rurociągi kablowe powinny być szczelne w każdym punkcie, niedostępne dla zanieczyszczeń stałych i płynnych zarówno w czasie budowy, jak i eksploatacji. Dotyczy to zarówno rurociągów zajętych przez kable oraz rurociągów pustych.

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

W Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej kanalizacja teletechniczna wykonana będzie w postaci zestandaryzowanych rurociągów kablowych układanych bezpośrednio w ziemi, równolegle. Rury na całej długości rurociągu kablowego nie powinny, w żadnym miejscu, krzyżować się lub zamieniać miejscami z rurami sąsiednimi.

Projekt przewiduje zastosowanie ciągów mieszanych wykorzystujących standardowe rury prefabrykowane mikrokanalizacji w postaci wiązek mikrorur 10/8mm lub 5/3.8mm (w mianowniku – średnica wewnętrzna). Dobór odpowiedniej konfiguracji zależy od miejsca w strukturze sieci. W uzasadnionych wypadkach rury ciągu lub samodzielne wiązki mikrokanalizacji (w przyjętych konfiguracjach) mogą przebiegać w istniejących rurach kanalizacji pierwotnej lub wtórnej należącej do Inwestora, jak i dzierżawionej od innych podmiotów.

Na trasach międzymiastowych w szczególności może to być pojedynczą rurą doziemną mikrokanalizacji z dwoma płaszczami PE układaną bezpośrednio w gruncie, zawierająca odpowiednią liczbę mikrorurek.

Zastosowanie mikrokanalizacji zwiększającej liczbę dostępnych otworów zapewnia dowolność konfiguracji warstwy światłowodowej oraz gwarantuje zestawianie wielu różnych tras kanalizacji w ramach tego samego ciągu rurowego. Ułatwi to podłączenie użytkowników i punktów nieprzewidzianych w pierwszej fazie realizacji projektu.

Do wykonania ciągów kanalizacji doziemnej przewiduje się zastosowanie prefabrykowanych doziemnych, dwupłaszczowych **rur mikrokanalizacji RMK-DB** lub/i **standardowych rur osłonowych** kabli światłowodowych **typu RHDPE40/3,7mm**. Do budowy ciągów rurowych w kanalizacji pierwotnej przewiduje się zastosowanie **rur wtórnych RMK-DI** w pojedynczym płaszczu MDPE zawierających mikrorurki o średnicy zewnętrznej 10mm i 5mm.

Z uwagi na wysokie wymagania eksploatacyjne oraz przewidywany długi okres użytkowania, materiały użyte do produkcji doziemnych rur kanalizacji teletechnicznej powinny być wysokiej jakości. Dla rur osłonowych z tworzyw sztucznych zaleca się stosowanie do produkcji granulatu pierwotnego.

Wymagane parametry surowców, z których wykonane będą rury osłonowe RHDPE oraz rury z mikrokanalizacją przedstawiają tabelę:

Tabela 9. Właściwości materiałów rur kanalizacji teletechnicznej

Właściwości polietylenu wysokiej gęstości				
I.p.	Właściwość	J.m	Wymagania	Metoda badania według
1	Masowy wskaźnik szybkości płynięcia MFR - temperatura 190 ⁰ C - obciążenie 5kg	g/10min	0,3-1,3	PN-ISO 4440-1:2006 PN-ISO 4440-2:2006 PN-EN ISO 1133:2006
2	Gęstość	kg/m ³	≥ 941	PN-EN ISO 1183:2006

Spełnianie wyżej wymienionych wymagań należy potwierdzić, dostarczając karty katalogowe producenta nie tylko rur prefabrykowanych, ale także mikrorurek używanych w systemie oraz deklaracji zgodności. Na życzenie Inwestora lub Inżyniera Kontraktu, w przypadku uzasadnionych wątpliwości, należy przedstawić także raporty z poszczególnych badań materiałowych potwierdzających spełnianie poszczególnych parametrów.

6.6.1 Wymagania szczegółowe dla mikrorurek

Mikrorurki są funkcjonalnym odpowiednikiem rur wtórnych kanalizacji i służą do instalacji mikrokabli światłowodowych metodami pneumatycznymi. Z punktu widzenia funkcjonalności stanowią najważniejszy element budowanej kanalizacji teletechnicznej, dlatego też krytyczna jest ich jakość i zgodność z wymaganiami Inwestora.

W szczególności mikrorurki o standardowej grubości ścianki używane w prefabrykowanych

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

urach doziemnych, wtórnych oraz wszystkich innych miejscach sieci regionalnej powinny spełniać poniższe wymagania ogólne:

- Mikrorurki (MRS) powinny być wykonane z pierwotnego polietylenu wysokiej gęstości, klasyfikowanego (PE80) z rowkowanymi ściankami wewnętrznymi z fabrycznie koekstrudowaną (stałą) warstwą poślizgową.
- Rowkowanie warstwy wewnętrznej powinno być wielokrotne, liczba i wielkość rowków powinna zapewniać odpowiednie parametry poślizgu, także dla kabli mniejszych od standardowo zalecanych do wdmuchiwania w daną średnicę mikrorurki.
- Mikrorurki, w których przewiduje się wykorzystanie mikrokabli do 2mm (np. typu wiązki włókien EFPU) powinny posiadać wewnętrzną powłokę antyelektrostatyczną.
- Średnice zewnętrzne mikrorurek (MRS) powinny zapewniać dostępność w ramach jednego systemu typoszeregu rozmiarów: 15/12mm, 12/9,6mm, 10/8mm, 7/5.5mm, 5/3.8mm lub 4/3mm.
- Mikrorurki powinny zapewniać wytrzymałość pneumatyczną minimum 12 bar stałe, jak i podczas całego cyklu wdmuchiwania mikrokabli światłowodowych.
- Mikrorurki powinny mieć zewnętrzną powierzchnię gładką i wolną od nieregularności.
- Promień gięcia mikrorurek nie powinien być mniejszy od 15 średnic zewnętrznych, dokładne dane należy stosować za danymi określonymi w kartach katalogowych producenta.
- Końce mikrorurek dostarczanych fabrycznie lub powstałe w skutek przecięcia przez instalatora powinny być wygładzone i prostopadłe do osi rur. Do obcinania zaleca się używania specjalnych nożyków i gilotynek.

Wszystkie mikrorurki ciągów magistralnych oraz odgałęzień do obiektów węzłowych sieci powinny umożliwiać jednoznaczną identyfikację i rozróżnialność poprzez spełnienie szeregu wymagań:

- Mikrorurki powinny posiadać trwałe oznaczenia kolorystyczne celem jednoznacznego określenia traktu kablowego na całej trasie, na etapie projektowania i eksploatacji, a liczba dostępnych kolorów powinna wynosić min. 12.
- Zabarwienie mikrorurki o standardowej grubości ścianki powinno być jednorodne na całym obwodzie i wykonane w sposób półprzezroczysty pozwalający na stwierdzenie obecności kabla w mikrorurce.
- W przypadku potrzeby zastosowania większej ilości identyfikatorów dopuszcza się wykorzystanie dodatkowych napisów identyfikacyjnych, w znacznikach długości mikrorurek. Napisy identyfikacyjne będą również wykorzystywane do oznaczenia mikrorurek w powłokach niepalnych, które z natury procesu produkcyjnego są koloru białego.

Wymagany jest nadruk znaczników i identyfikatorów co 1m na każdej mikrorurce wg jednolitego schematu:

[logo/ nazwę Inwestora] - [rok produkcji] – [producent + symbol fabryczny elementu] - [znaczniki długości]

Dodatkowe oznaczenia identyfikujące (np. numer mikrorurki) należy umieszczać po logo Inwestora. Przykład znacznika mikrorurki ciągu magistralnego:

„DSS – 2011- Producent – symbol fabryczny elementu – znacznik długości”

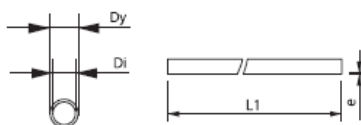
6.6.2 Zalecana konstrukcja mikrorurki ze standardową ścianką.

Zalecaną mikrorurką do budowy ciągów magistralnych jest mikrorurka **MRS** o średnicy 10/8mm z wewnętrzną warstwą rowkowaną, z koekstrudowaną, stałą warstwą poślizgową - o parametrach minimalnych, jak w poniższej tabelce. Z uwagi na lepsze parametry wdmuchiwania na

dłuższych odcinkach zalecana jest zastosowanie warstwy poślizgowej w wersji antyelektrostatycznej, przystosowanej do współpracy z lubrykantami przeznaczonymi do wdmuchiwania mikrokabli światłowodowych.



Rysunek 20. Mikrorurka standardowa MRS



Rysunek 21. Sposób wymiarowania mikrorurki typu MRS

Tabela 10. Wymiary przykładowego typoszeregu MRS

Typ	DY średnica zewnętrzna	e grubość ścianki	Di średnica wewnętrzna
MRS 10/8	10	1.0	8,0
MRS 7/5.5	7	0.75	5.5
MRS 5/3.8	5	0.6	3.8

Mikrorurki stosowane w DSS muszą być wykonywane z granulatów pierwotnych i charakteryzować się odpowiednimi parametrami geometrycznymi i mechanicznymi. Ważniejsze wymagania zebrano w poniższej tabeli.

Tabela 11. Właściwości materiałów mikrorur kanalizacji teletechnicznej

Charakterystyka	J.M.	Wielkość nominalna	Tolerancja lub wymaganie	Norma
Zewnętrzna średnica	mm	10	± 0.1	
Wewnętrzna średnica	mm	8.1	± 0.2	
Grubość ścianki	mm	1	- 0.1 / +0.0	
Owalność	%	5	≤ 5	
Wytrzymałość na ściskanie	N	300		PN EN 50086-2-4
Minimalny promień gięcia	mm	100	≥ 100	
Klasyfikacja ciśnieniowa	bar	12 19	PE80 24/20 °C	ISO TR9080 PN EN 921
Wytrzymałość na ciśnienie Hydrauliczne	MPa	20MPa / 20 °C 6,3MPa / 20 °C 4,6MPa / 80 °C 4,0MPa / 80 °C	$\geq 1h$ $\geq 24h$ $\geq 165h$ $\geq 1000h$	PN EN 921
Współczynnik tarcia	-	0.1	≤ 0.1	
Maks. naciąg instalacyjny	N	450	≥ 400	
Wydłużenie przy zerwaniu	%	500	≥ 350	ISO 527 pkt 3

6.6.3 Wymagania dodatkowe dla mikrorurek wzmacnianych.

Mikrorurki wzmocnione używane do bezpośredniego układania pojedynczych mikrorurek w kanalizacji pierwotnej lub bezpośrednio w ziemi powinny spełniać dodatkowe wymagania:

- Należy stosować mikrorurki o zwiększonej grubości ścianek (typu **MRS-DB**) i klasie odporności na ściskanie wyższej niż 1000N.
- Średnice zewnętrzne i wewnętrzne mikrorurek wzmacnianych (**MRS-DB**) powinny zapewniać zgodność z typoszeregiem mikrorurek standardowych oraz powinny umożliwiać wykorzystanie typowych złączek redukcyjnych mikrorurek (**ZLRMR**). Dostępny do wykorzystania typoszereg powinien zapewniać wykorzystanie następujących wykonań mikrorurek wzmacnianych (**MRS-DB**): 12/8mm, 10/5.5mm, 8/3.8mm, 7/3mm.

Zalecaną mikrorurką wzmacnianą jest mikrorurka typu **MRS-DB** o średnicy 12/8mm z wewnętrzną warstwą rowkowaną, z koekstrudowaną, stałą warstwą poślizgową. Wymiary mikrorurek przedstawiono w tabeli nr 13 i na rys. 13.

Mikrorurki tego typu powinny spełniać parametry minimalne jak w poniższej tabelce.

Tabela 12. Właściwości materiałów mikrorur wzmacnianych kanalizacji teletechnicznej

Charakterystyka	J.M.	Wielkość nominalna	Tolerancja lub wymaganie	Norma
Zewnętrzna średnica	mm	12	± 0.	
Wewnętrzna średnica	m	8.0	± 0.3	
Grubość ścianki	mm	2	- 0.1 / +0.	
Owalność	%	5	≤ 5	
Wytrzymałość na ściskanie	N	1750		PN EN 50086-2-4
Wytrzymałość na uderzenie	J	9 / -25°C 7 / +50°C	≥ 7	IEC 60794-1-2
Minimalny promień gięcia	mm	120	≥ 120	
Klasyfikacja ciśnieniowa	bar	24	PE80	ISO TR9080
Wytrzymałość na ciśnienie Hydrauliczne	MPa	20MPa / 20 °C 6,3MPa / 20 °C 4,6MPa / 80 °C 4,0MPa / 80 °C	≥ 1h ≥ 24h ≥ 165h ≥ 1000h	PN EN 921
Współczynnik tarcia	-	0.1	≤ 0.1	
Maks. naciąg instalacyjny	N	1000	≥ 900	
Wydłużenie przy zerwaniu	%	500	≥ 350	ISO 527 pkt 3

6.6.4 Wymagania dodatkowe dla mikrorurek budynkowych.

Mikrorurki do zastosowania w budynkach **MRS-FP** powinny spełniać wymagania jak dla mikrorurek z pojedynczą i wzmocnioną grubością ścianki, a także dzięki wykorzystaniu specjalnych domieszek oferować niską emisję dymów i brak szkodliwych halogenów (LSOH, LZOH) poprzez spełnianie wymagań dodatkowych norm:

Tabela 13. Właściwości materiałów mikrorur budynkowych **MRS-FP**

Charakterystyka	J.M.	Wielkość nominalna	Tolerancja lub wymaganie	Norma
Niepalność – test odporności na ogień				
Czas samoistnego zgaśnięcia	sek	30	≤ 30	IEC 61386-1
Czas przyłożenia płomienia	sek	60		IEC 60332-1
Długość próbki	mm	50<x<540 50<x<540	spalanie zwęglenie	
Gęstość dymu	%	50.5	≤ 60	IEC 61034-1/2

Charaktery Tyka	J.M.	Wielkość nominalna	Tolerancja lub wymaganie	Norma
	Ds.	243	≤ 350	
	VO24	120	≤ 200	
Odczyn gazów spalania	ph	7	≥ 4.3	IEC 60754-2
	%Hci	0	≤ 0.5	IEC 60754-1
Wydłużenie przy zerwaniu	%	500	≥ 350	ISO 527 pkt 3

6.6.5 Badania odbiorowe i sprawdzenie własności mikrorurek podczas testów fabrycznych (FAT)

Spełnianie wyżej wymienionych wymagań dotyczących parametrów materiałów, jak i gotowych mikrorurek, należy potwierdzić dostarczając karty katalogowe nie tylko rur prefabrykowanych, ale także mikrorurek używanych w systemie oraz deklaracji zgodności na normy wymagane przez Inwestora. Na życzenie Inwestora lub Inżyniera Kontraktu, w przypadku uzasadnionych wątpliwości, należy przedstawić także raporty z poszczególnych badań materiałowych potwierdzających spełnianie poszczególnych parametrów.

Producent jest zobowiązany przeprowadzić kalibrację każdego, wyprodukowanego odcinka mikrorurek stalową kulką o średnicy dopasowanej do średnicy wewnętrznej mikrorurki (dla mikrorur 10/8mm jest to 6,74mm), co zostanie potwierdzone stosowną deklaracją przy każdej dostawie na budowie.

W szczególności kalibracja wybranych losowo partii mikrorurek powinna odbyć się podczas badań fabrycznych (FAT) przeprowadzanych w obecności przedstawicieli Inwestora. Inne testy sprawdzające, wykonywane na miejscu lub w siedzibie Inwestora, mogą dotyczyć sprawdzenia: odporności na ciśnienie robocze i niszczące, grubości i jednorodności wymiarów ścianki mikrorurki, stopnia rowkowania powłoki wewnętrznej, występowania wewnętrznej, koekstrudowanej powłoki poślizgowej antyelektrostatycznej, a także wymagań odnośnie barwienia mikrorurki i obecności napisów zgodnych z wymaganiami.

6.7 Wymagania dla rur doziemnych kanalizacji teletechnicznej.

Konstrukcja zastosowanej doziemnej rury prefabrykowanej mikrokanalizacji typu DB, dostosowana do bezpośredniego zakopania w ziemi powinna zostać wykonana w postaci wiązki mikrorurek w okrągłej otulinie dwupłaszczowej (warstwa wewnętrzna z polipropylenu oraz zewnętrzna z polietylenu wysokiej gęstości). Podwójny płaszcz oraz duża odporność na zgniecenie jest warunkiem koniecznym, aby rura prefabrykowana mogła być zakopana bezpośrednio w ziemi bez konieczności stosowania dodatkowych rur osłonowych. Rura prefabrykowana spełniająca te warunki pełni rolę rury osłonowej, zbliżeniowej i skrzyżowaniowej.

Rury typu **RMK-DB** powinny posiadać dwa płaszcze z PE wykonane w różnych kolorach dla łatwego rozróżnienia warstw (kolor powłoki wewnętrznej: czarny). Dla odróżnienia od rurociągów kablowych niezawierających mikrokanalizacji, płaszcz zewnętrzny rur RMK-DB oraz mikrorurek wzmacnianych (MRS-DB), powinien być koloru pomarańczowego z paskami kolorowymi lub oznaczeniami napisowymi dla jednoznacznej identyfikacji poszczególnych rur mikrokanalizacji w wiązce rur światłowodowych.

Płaszcz wewnętrzny nie może sklejać się z zewnętrznym, aby była zagwarantowana możliwość ściągnięcia warstwy zewnętrznej z rury podczas prac instalacyjnych w studniach i obiektach.

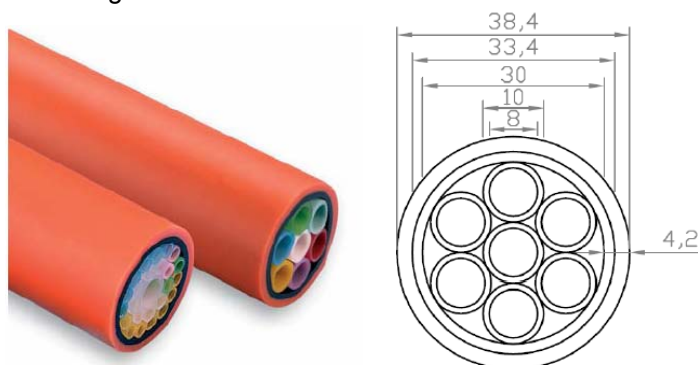
Wykonanie fabryczne rur typu RMK-DB powinno gwarantować brak efektu PI tj. zapewniać możliwość przesuwania się mikrorurek względem płaszcza wewnętrznego podczas układania rury na zakrętach i na bębnach z rurami.

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- Rury prefabrykowane z mikrokanalizacją i rury HDPE powinny spełniać wymagania norm:
- PN-EN 50086-1:2001 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 1: Wymagania ogólne.
- PN-EN 50086-1:2001:2001/AC Dotyczy PN-EN 50086-1:2001 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów Część1: Wymagania ogólne.
- PN-EN 50086-2-4:2002 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 2-4: Wymagania szczegółowe dla systemów rur instalacyjnych układanych w ziemi.
- PN-EN 50086-2-4:2002/Ap1:2003 Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 2-4: Wymagania szczegółowe dla systemów rur instalacyjnych układanych w ziemi.
- Dyrektywa WE - numer 2006/95/WE w sprawie harmonizacji ustawodawstwa Państw Członkowskich odnoszących się do sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych w granicach napięcia

6.7.1 Wymagania dla doziemnych rury magistralnych DSS

Jaką optymalną konstrukcją magistralnej wiązki prefabrykowanej rurę doziemną RMK-DB 7 x 10/8mm. Rura prefabrykowana tego typu składa się z 7 mikrorurek 10/8mm w osłonie z dwóch płaszczy z tworzywa sztucznego.



Rysunek 22. Rury prefabrykowane RMK-DB 7 x10mm

Rura powinna spełniać przedstawione powyżej wszystkie wymagania ogólne dla rur doziemnych, łącznie z wymaganiami dla mikrorurek ciągów magistralnych, a także wymagania szczególne charakterystyczne dla tej konfiguracji. Wymiary poszczególnych elementów mają wynosić:

Tabela 14. Wymiary geometryczne rury szkieletowej RMK-DB 7x10mm

Element	Średnica zewnętrzna [mm]	Grubość ścianki [mm]
Mikrorura	10	1
Warstwa zewnętrzna	33.4 ± 1.1	2.5± 0.2
Warstwa wewnętrzna	38.4 ± 0.7	1.7± 0.2

Ze względu na uzyskanie optymalnych parametrów wytrzymałościowych wymaga się, aby rura doziemna przeznaczona do bezpośredniego zakopania, miała wytrzymałość na ściskanie wg normy PN EN 50086-2-4, powyżej 2kN oraz wytrzymałość na rozciąganie powyżej 6,5kN.

Tabela 15. Parametry mechaniczne rury szkieletowej RMK-DB 7x10/8mm

Charakterystyka	J.M.	Wielkość nominalna	Tolerancja lub wymaganie	Norma
Zewnętrzna średnica rury	Mm	38.4	± 0.7	
Wewnętrzna średnica powłok	Mm	33.4	± 1.1	
Grubość powłoki zewnętrznej	Mm	2.5	- 0.1 / +0.0	
Grubość powłoki wewnętrznej	Mm	1.7	- 0.1 / +0.0	

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

Charakterystyka	J.M.	Wielkość nominalna	Tolerancja lub wymaganie	Norma
Owalność	%	5	≤ 5	
Wytrzymałość na ściskanie	N	2100	≥ 2000	PN EN 50086-2-4
Wytrzymałość na udar	J	15 / -25 ⁰ C do +50 ⁰ C	≥ 15	PN EN 50086-2-4
Minimalny promień gięcia	Mm	600	≥600	
Maks. naciąg instalacyjny	N	7000	≥ 6500	

Dla optymalizacji ilości ścinków instalacyjnych rury prefabrykowane powinny być dostarczane na bębnach zawierających powyżej 2000m, na bezzwrotnych, drewnianych bębnach o wymiarach maks.240cmx120cm (średnica x szerokość). Bębny powinny być wyposażone w tabliczki identyfikacyjne zawierające trwale naniesiony typ rury prefabrykowanej, początek i koniec numeracji znaczników, a także numer partii identyczny z oznaczeniami na rurze prefabrykowanej. W przypadku rur doziemnych z przewodem lokalizacyjnym obie końcówki przewodu powinny zostać wyprowadzone na zewnątrz bębna umożliwiając pomiary ciągłości.

Dostawca musi również umożliwić dostawę odcinków instalacyjnych rur prefabrykowanych o żądanej długości dostosowanej do długości odcinka instalacyjnego krótszego niż 1000m nawiniętego na zwrotne stelaże bębnowe wykonane ze składanych elementów metalowych, umożliwiających odesłanie rozłożonego stelaża do producenta, w celu ponownego wykorzystania.

6.7.2 Wymagania dla doziemnych rury RHDPE

Projektowane rury RHDPE powinny charakteryzować się średnicą zewnętrzną 40mm i ścianką grubości 3.7mm z ryflowaną warstwą wewnętrzną ze stałą warstwą poślizgową, a także wysoką klasą odporności na ściskanie **wynoszącą minimum 750N** wyznaczonej w próbie odporności na ściskanie, o której mowa w pkt. 10.2 normy *PN-EN 50086-1 2001 "Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 1: Wymagania ogólne"*. Tak wysoka klasa wytrzymałości umożliwia ich zastosowanie jako rur osłonowych, zbliżeniowych i skrzyżowaniowych (ogólnie - przepustowych). Materiał użyty do ich produkcji powinien być wysokiej jakości. Zaleca się stosowanie do produkcji granulatu pierwotnego. Rury powinny być dostarczane na plac budowy na bębnach lub w zwojach z uszczelnionymi końcówkami. Przy dłuższym okresie składowania rury powinny być osłanianie przed światłem słonecznym.

6.7.3 Identyfikacja rur ciągów kanalizacji teletechnicznej

Ciągi rur kanalizacji powinny być rozróżnialne przez stosowanie rur RHDPE40 **koloru czarnego z oznakowaniem w postaci pasków: niebieskiego i czerwonego** na zewnętrznej powierzchni oraz stosowanie przywieszek identyfikacyjnych w studniach i komorach kablowych.

Rury z mikrokanalizacją powinny być wyróżnione w ramach ciągu **kolorem pomarańczowym** zewnętrznej powłoki oraz jeśli występują w większej ilości niż 1 - oznakowane paskami: niebieskim i czerwonym lub rozróżniane opisem metrycznym na powłoce. Wiązki z mikrorurkami powinny być kodowane kolorem, w celu zapewnienia identyfikacji pojedynczej mikrorury, zgodnie z przyjętym przez Inwestora standardem kodowania kolorystycznego. Należy stosować jednolity system kodu kolorystycznego w całej sieci, przy czym zalecane jest 12 kolorów mikrorurek. Stąd przyjęty kod kolorystyczny należy stosować w oparciu o tabelę poniżej.

Tabela 16. Kod kolorystyczny rur mikrokanalizacji

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kolor	niebieski	złoty	Czerwony	Biały	zielony	fiolet	pomar.	szary	turkusowy	czarny	brązowy	różowy

Rury rurociągu powinny również zawierać trwale napisy wykonane przez producenta i zawierające elementy ułatwiające identyfikację. Wymagany jest nadruk znaczników i identyfikatorów

co 1m na powłoce zewnętrznej rury doziemnej wg jednolitego schematu:

[logo/ nazwę Inwestora] - [rok produkcji] – [producent + symbol fabryczny elementu] - [znaczniki długości]

Dodatkowe oznaczenia identyfikujące (np. numer rury ciągu rurowego) należy umieszczać po logo Inwestora. Przykład znacznika rury doziemnej ciągu magistralnego:

„DSS – 2011- Producent – symbol fabryczny elementu – znacznik”

6.7.4 Badania odbiorowe i sprawdzenie własności rur doziemnych RHDPE i mikrokanalizacji podczas testów fabrycznych (FAT).

Spełnianie wyżej wymienionych wymagań dotyczących parametrów materiałów, jak i gotowych rur doziemnych, należy potwierdzić dostarczając karty katalogowe oraz deklaracje zgodności na normy wymagane przez Inwestora. Na życzenie Inwestora lub Inżyniera Kontraktu, w przypadku uzasadnionych wątpliwości, należy przedstawić także raporty z poszczególnych badań materiałowych potwierdzających spełnianie poszczególnych parametrów, a także dokumentację potwierdzającą użycie do produkcji granulatów pierwotnych i komponentów najwyższej klasy gwarantujących spełnienie wymagań jakościowych dla materiałów.

Producent jest zobowiązany sprawdzić ciągłość elektryczną przewodu lokalizacyjnego (dla rur doziemnych ciągu magistralnego) oraz przeprowadzić kalibrację każdej mikrorurki z rury doziemnej stalową kulką o średnicy dopasowanej do średnicy wewnętrznej mikrorurki (dla mikrorur 10/8mm jest to 6,74mm), co zostanie potwierdzone stosowną deklaracją przy każdej dostawie na budowie.

W szczególności kalibracja wybranych losowo partii rur doziemnych oraz ciągłości przewodu lokalizacyjnego powinna odbyć się podczas badań fabrycznych (FAT), przeprowadzanych w obecności przedstawicieli Inwestora. Inne testy sprawdzające, wykonywane na placu budowy lub w siedzibie Producenta, mogą dotyczyć sprawdzenia: parametrów mikrorurek zgodnie z wymaganiami dla mikrorurek, sprawdzenia jednorodności powłoki i wymiarów geometrycznych rury doziemnej, łatwość zdejmowania i możliwość odseparowania (brak sklejania) poszczególnych płaszczy rury doziemnej, możliwość przesuwania się mikrorurek względem płaszcza wewnętrznego (brak efektu PI), a także sprawdzenie barwienia płaszczy rury doziemnej i mikrorurek oraz obecności napisów zgodnych z wymaganiami.

Sprawdzenie własności rur doziemnych RHDPE powinno polegać na sprawdzeniu wymiarów geometrycznych, w tym grubości ścianki, obecności rowkowanej warstwy poślizgowej wewnętrznej, odporności na ciśnienie robocze powietrza, a także współczynnika owalności. Sprawdzeniu należy również poddać siłę trzymania złączy skrętnych rur doziemnych. Inspekcji wzrokowej można również poddać występowanie oznaczeń i prawidłowych kodów paskowych rur.

6.8 Elementy i akcesoria połączeniowe rur i mikrorurek – wymagania ogólne

Wszystkie elementy połączeniowe powinny być dopasowane średnicami do łączonych elementów oraz oferować dobrą zgodność z typoszeregiem rur prefabrykowanych, a także odporność mechaniczną i pneumatyczną adekwatną do sposobu użytkowania i eksploatacji. Oprócz osłony mechanicznej zadaniem elementów łączących jest także zapewnienie wodoszczelności i wnikania zanieczyszczeń do toru kablowego (na poziomie mikrorurek), a w wybranych miejscach (np. w elementach doziemnych), także do obudów liniowych, w celu ułatwienia późniejszego montażu lub rekonfiguracji połączeń.

6.8.1 Wymagania dla doziemnych obudów liniowych i odgałęźnych rur kanalizacji teletechnicznej

Obudowy liniowe przeznaczone do łączenia rur powinny mieć konstrukcję w pełni dwudzielną pozwalającą na wykonanie połączeń mikrorurek w środku puszki zarówno dla nowo układanej instalacji, jak i dla przebiegu już istniejącego – bez przecinania mikrorur. Wielkość obudowy liniowej powinna gwarantować zamieszczenie złączy prostych mikrorurek w pełnej ilości łączonych mikrorurek.

Elementy osłonowe dla połączeń i odgałęzień rur mikrokanalizacji powinny być w pełni dwudzielne, odporne na wnikanie mułu i zanieczyszczeń stałych oraz wodoodporne. Wykonanie tych elementów powinno zapewnić możliwość montażu w studniach kablowych, szafach ulicznych jak i bezpośrednio w ziemi. Obudowy liniowe doziemne powinny być wyposażone w odpowiednie reduktory portów gwarantujące dopasowanie średnicy do rury prefabrykowanej i odpowiedni poziom szczelności. Wśród akcesoriów obudowy powinny być dostępne również zatyczki portu obudowy.

Materiał obudowy doziemnej powinien gwarantować odpowiednią wytrzymałość mechaniczną poprzez wzmocniony materiał budowy (gęstość minimum 1460 kg/m³, z odpornością na uderzenie 20kJ/m²) z polipropylenu wzmocnionego włóknami szklanymi. Uszczelnienia gumowe lub elastomerowe o dużej wytrzymałości i trwałości.

Zasobniki doziemne stosowane w funkcji obudowy liniowej połączeń skrośnych powinny być wykonane metodą formowania rotacyjnego w kształcie okręgu lub prostopadłościanu z okrągłą pokrywą. Materiał, z którego wykonany powinien być taki zasobnik, to polietylen średniej gęstości (MDPE), w barwie czarnej, o następujących parametrach minimalnych:

- ciężar właściwy – nie mniejszy niż 940 kg/m³.
- współczynnik płynięcia MFR 3,2 – 9,0 g/10 min.
- wydłużenie względne przy zerwaniu – min. 350%

Powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne zasobnika, w tym jego pokrywy, gładkie i wolne od wtrąceń i nieregularności. Zasobniki powinny zostać wyposażone fabrycznie w wodoszczelne przepusty mechaniczne typu PG o odpowiedniej średnicy przepustu lub w krońce rurowe umożliwiające mechaniczne połączenie z rurami prefabrykowanymi. Powinny być dostarczane w komplecie, z uszczelką pokrywy oraz pokrywą, o wytrzymałości gwarantującej wodoszczelność i odporność na nacisk mas ziemi. Minimalny rozmiar zasobnika tego typu to 45x20cm.



Rysunek 23. Przykładowy zasobnik doziemny dla połączeń odgałęźnych i skrośnych rur z mikrokanalizacją



Rysunek 24. Przykładowy zasobnik doziemny dla połączeń skrośnych rur z mikrokanalizacją

Złączenia rur HDPE i używane do połączeń krońców zasobników z rurami doziemnymi mikrokanalizacji powinny spełniać wymagania normy ZN-96/TPSA-020. Złączenia rur kanalizacji

kablowej. Wymagania i badania.

6.8.2 Wymagania dla osprzętu i obudów liniowych do połączeń rur w studniach betonowych i komorach kablowych

Obudowy liniowe przeznaczone do łączenia rur w studniach betonowych i innych miejscach osłoniętych przed bezpośrednim naporem ziemi - powinny mieć konstrukcję w pełni dwudzielną, pozwalającą na wykonanie połączeń mikrorurek w środku puszkki, zarówno dla nowo układanej instalacji, jak i dla przebiegu już istniejącego – bez przecinania mikrorur. Wybrany system musi posiadać dzielone puszkki połączeniowe oraz trójniki rozgałęźne. Elementy muszą być łatwe w montażu (bez specjalnych narzędzi).

Dodatkowe wymagania:

- Szczelność po zmontowaniu – mułoszczelność 24h lub IP67,
- Wytrzymałość na rozciąganie połączenia – 1,5kN przy zadanej prędkości obciążenia 25mm/min.,
- Udarność – powyżej 1J.

Elementy osłonowe dla połączeń i odgałęzień rur mikrokanalizacji powinny być w pełni dwudzielne, odporne na wnikanie mułu i zanieczyszczeń stałych lub/i wodoodporne. Wykonanie tych elementów powinno zapewnić możliwość montażu w studniach kablowych, szafach ulicznych jak i bezpośrednio w ziemi.

Obudowy liniowe doziemne powinny być wyposażone w odpowiednie reduktory portów gwarantujące dopasowanie średnicy do rury prefabrykowanej i odpowiedni poziom szczelności. Wśród akcesoriów obudowy powinny być dostępne również zatyczki portu obudowy.

Wielkość obudowy liniowej montowanej w studniach powinna gwarantować zamieszczenie złączek prostych mikrorurek, w pełnej ilości łączonych mikrorurek. Obudowy liniowe proste dla wygody użytkownika powinny być wydłużane z możliwością montażu opcjonalnych odgałęzień mikrorurek lub rur ciągu również w trakcie eksploatacji.

Wymiary geometryczne i dostępne rodzaje przykładowych dwudzielnych obudów uniwersalnych montowanych bezpośrednio na rurach w studniach (lub rzadziej - z mikrorurkami doprowadzanymi do obudowy w osłonie elastycznej) przedstawiono poniżej.

W miejscach narażonych na działanie gryzoni (studnie kablowe i przyszafkowe, komory kablowe, etc) stosowane obudowy powinny zapewniać osłonę antygryzoniową poprzez zastosowanie wzmocnienia materiału obudowy z domieszek z włókien szklanych.

Wszystkie elementy montowane naściennie w studniach powinny w komplecie posiadać uchwyty montażowe umożliwiające przytwierdzenie na ścianie studni kablowej lub pomieszczenia komory.

6.8.3 Wymagania dla złączek i zatyczek mikrorurek

Połączenia mikrorurek należy wykonywać za pomocą wodoszczelnych, rozłącznych **złączek mikrorurek** (ZŁMR) prostych i redukcyjnych (ZŁRMR), końce niewykorzystanych mikrorurek należy zaślepić rozłącznymi **zatyczkami** (ZŁKMRS) dobranych średnicami do średnicy mikrorurki oraz pod kątem zastosowania.



Rysunek 25. Złączki mikrokanalizacji

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

Elementy te powinny być wykonane z trwale formowanych tworzyw sztucznych z mechanizmem zatraskowym mikrorurki w postaci pojedynczego, metalowego pierścienia kotwiącego dostosowanego do współpracy z mikrorurkami wykonanymi z polietylenu wysokiej gęstości. Z uwagi na niską siłę trzymania nie dopuszcza się zastosowania złączek z pierścieniami do mikrorurek wykonanych z polietylenu średniej lub niskiej gęstości. W złączkach rozłącznych mechanizm ten po zwolnieniu blokady musi zapewniać możliwość beznarzędziowego oswobodzenia mikrorurki bez jej uszkodzenia. Działanie mechanizmu musi gwarantować możliwość wielokrotnego kotwienia mikrorurki w złączu.

W przypadku połączeń z mikrorurkami doziemnymi MRS-DB realizowanymi w obudowach liniowych i studniach kablowych należy wykorzystywać złączki proste i redukcyjne wzmacniane (ZŁMR, ZŁRMR), nierozłączne wyposażone w podwójny, metalowy pierścień kotwiący lub skręcany system mocujących uszczelnień. W przypadku połączeń pojedynczych mikrorurek doziemnych realizowanych bezpośrednio w gruncie dopuszcza się łączenie mikrorur za pomocą specjalizowanych złączek prostych doziemnych (ZŁMR DB), także wyposażonych w podwójny, metalowy pierścień kotwiący lub skręcany system mocujących uszczelnień o bardzo dużej sile trzymania bez możliwości rozłączenia połączenia bez zniszczenia mikrorurki.

Wszystkie złączki, zakończenia, złączki uszczelniające i inne elementy służące do wykonywania połączeń mikrorur powinny zapewniać wytrzymałość pneumatyczną większą niż 12 bar oraz wodoszczelność lub wodoszczelność i gazoszczelność (w specjalnych wykonaniach).

Złączki i zatyczki do mikrorur powinny spełniać następujące parametry:

- Wytrzymałość na ciśnienie - 12 bar powyżej 2h
- Wytrzymałość na udar przy temp.- 20st.C - powyżej 1J
- Wytrzymałość połączenia na rozciąganie: >130N (proste), >60N (redukcyjne)
>200N (wzmocnione), >500N (doziemne)

Wymagany jest również pewny i beznarzędziowy sposób montażu na mikrorurce, pewność montażu powinna być dodatkowo zabezpieczana klipsami montowanymi na mechanizmie odblokowującym złączki (2szt) lub zatyczki (1szt), które powinny być dostarczane w komplecie ze elementem. Wymagane jest, aby elementy te były przezroczyste dla kontroli występowania mikro kabla w mikrorurce.

6.9 Studnie kablowe i zasobniki – wymagania ogólne

Jako uzupełnienie rurociągów kablowych w zakresie miejsc łączenia, rozgałęziania i innych czynności ułatwiających eksploatację wybudowanej sieci kanalizacji dopuszcza się zastosowanie następujących elementów:

- Betonowe studnie kablowe optymalne typu SKO;
- Studnie kablowe z tworzywa HDPE będące funkcjonalnymi odpowiednikami studni betonowych (SKPE);
- Zasobniki zapasu kabla (ZZK) i zasobniki złączowe (ZZ) z tworzywa HDPE;
- Akcesoria rozdzielcze i połączeniowe rur prefabrykowanych (typy Y, P, P LONG, T, H) systemu mikrokanalizacji;
- Szafy kablowe zewnętrzne (SKZ) wyposażonych w niezbędny osprzęt dodatkowy.

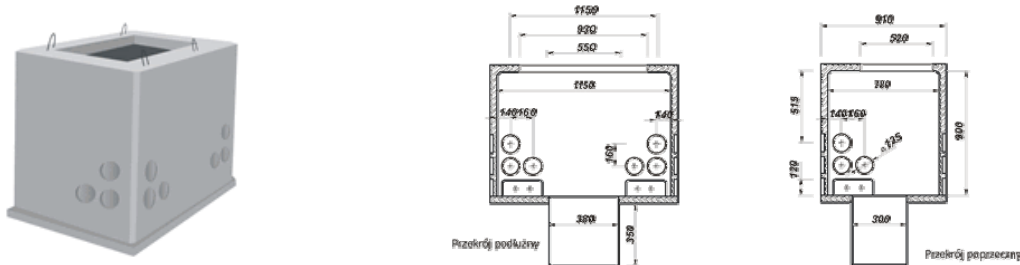
6.9.1 Betonowe studnie kablowe

Zalecane studnie betonowe typu SK przeznaczone są do budowy telekomunikacyjnej kanalizacji kablowej pierwotnej od 1-4 otworowej oraz kanalizacji teletechnicznej. Kształty i wymiary oraz wykonanie studni kablowych typu SK uwzględniają wymagania dotyczące warunków instalowania

współczesnych kabli telekomunikacyjnych kabli optotelekomunikacyjnych (światłowodowych) oraz zapewniają wystarczająco dużo miejsca na posadowienie akcesorii rozdzielczych i połączeniowych rur prefabrykowanych (typy Y, P, T, H). Umożliwiają ponadto wykorzystanie studni przelotowo, narożnie, odgałęźnie oraz uzyskanie korzystnych relacji odnośnie do kosztów produkcji i kosztów budowy.

Dla ułatwienia prac montażowych projektować należy, w miarę możliwości, studnie dwudzielne. Stosowanie studni o większych gabarytach lub innego rodzaju podyktowane względami projektowymi wymaga uzgodnienia z Inwestorem. Projektowanie w studni więcej niż 1 osłony złączowej (mufy) z zapasami kabla wymaga zastosowania studni SKO-4.

Projektant musi również rozstrzygnąć konieczność zastosowania osadnika, czyli prefabrykowanego umocnienia zagłębienia w dnie studni, przeznaczonego do odprowadzania wody opadowej. Osadnik może być wykorzystany jako miejsce na nogi montera kabli. Studnie powinny być wyposażone w pełny osprzęt dodatkowy jak: rury wsporcze i uchwyty pozwalające zamontować rury RHDPE w studni.



Rysunek 26. Przykładowa studnia SKO-2g

Kształty i wymiary oraz wykonanie studni kablowych powinno także uwzględniać wymagania dotyczące warunków instalowania współczesnych kabli telekomunikacyjnych kabli optotelekomunikacyjnych (światłowodowych) i mikrokabli światłowodowych oraz muszą zapewnić wystarczająco dużo miejsca na posadowienie akcesorii rozdzielczych i połączeniowych rur prefabrykowanych (typy Y, P, T, H).

Zaproponowane studnie powinny również umożliwić również wykorzystanie studni przelotowo, narożnie, odgałęźnie oraz uzyskanie korzystnych relacji odnośnie do kosztów produkcji i kosztów budowy. Studnie kablowe powinny spełniać wymagania normy ZN-02/TD S.A.- 11 Studnie kablowe optymalne – SKO.

6.9.2 Studnie kablowe z tworzywa HDPE

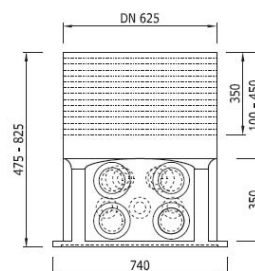
Zamiennikami studni betonowych są studnie kablowe z tworzywa HDPE typu SKPE zalecane do stosowania wszędzie tam, gdzie występują tereny z utrudnionym dostępem ciężkiego sprzętu do montażu studni betonowych, tereny linii kolejowych, podmokłe, w centrum miasta, na zabytkowej Starówce oraz wszędzie tam gdzie zabudowa studni spowodowałaby spore utrudnienia w ruchu.

Zastosowanie pierścieni odciążających, które przenoszą obciążenia pionowe, powoduje, że nie są one przenoszone bezpośrednio na studzienkę, a pierścień zmienia swoje położenie wraz z osiadaniem gruntu. Własność ta umożliwia projektowanie studzienek w pasie drogowym.

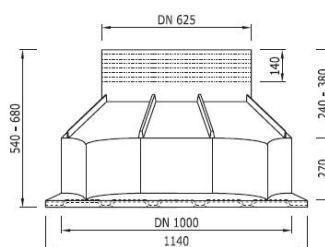
Zalecane studnie z tworzywa powinny mieć rozmiary zbliżone do odpowiedników betonowych oraz uwzględniać wymagania dotyczące warunków instalowania współczesnych kabli optotelekomunikacyjnych oraz zapewnić wystarczająco dużo miejsca na posadowienie akcesorii rozdzielczych i połączeniowych rur prefabrykowanych mikrokanalizacji (typy Y, P, T, H). Zaletą studni jest łatwy montaż oraz możliwość wykorzystania studni przelotowo, narożnie, odgałęźnie oraz uzyskanie korzystnych relacji odnośnie do kosztów budowy.

W szczególności zalecanymi studniami są odpowiedniki następujących studni:

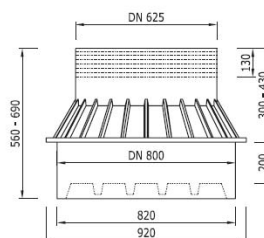
- Studnia kablowa okrągła DN625/DN800 (np. ROMOLD KS63.80),



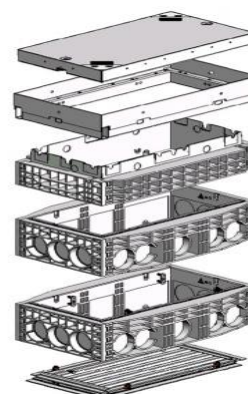
- Studnia kablowa okrągła DN625/DN800 (np. ROMOLD KS83.63/60),



- Studnia kablowa okrągła DN625/ DN1000 (np. ROMOLD KS100.63/70).



- Studnie kablowe segmentowe SKPE (np. Busch, Carlson, etc)



Rysunek 27. Przykładowe studnie z HDPE

Wymagania odnośnie sposobu budowy lub montażu studni (studnie składane z elementów) dla studni kablowych betonowych i z tworzywa określają instrukcje i warunki techniczne producentów tych wyrobów. Wymagania te powinny zostać ujęte w zatwierdzonej dokumentacji technicznej (projekt budowlany, projekt wykonawczy).

6.10 Ramy i pokrywy studni kablowych (zwieńczenia studni)

Zastosowanie odpowiedniego przykrycia studni zależy od miejsca posadowienia i przewidzianego obciążenia zewnętrznego. Pokrywy studni powinny charakteryzować się wytrzymałością na obciążenia wyznaczone w próbie obciążenia zgodnie z pkt. 8.1—3 normy PN-EN 124:2000 „Zwieńczenia wpustów i studzienek kanalizacyjnych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego. Zasady konstrukcji, badania typu, znakowanie, kontrola jakości”. Dla studni betonowych

będą to wszelkiego rodzaju ramy i pokrywy, a dla studni z tworzywa włazy, pokrywy uszczelniające oraz ramy betonowe lub pierścienie odciążające. Wyboru właściwej klasy włazu studni należy dokonać wg poniższej tabeli:

Tabela 17. Klasy zwieńczeń studni kablowych i miejsce zastosowania

Klasa	Właz	Siła obciążająca	Zastosowanie
bezklasowa	Pokrywa z PE bez zamknięcia	10kN	Montowane bezpośrednio na studzience, tylko do obciążeń ruchem pieszym, na obszarach ogródkowych i powierzchniach niebrukowanych
A	A15	15kN	Montowane bezpośrednio na studzience, tereny przeznaczone wyłącznie dla ruchu pieszych i rowerzystów, tereny zielone
B	B125	125kN	Drogi i obszary dla pieszych, powierzchnie równorzędne, parkingi samochodów osobowych. Montowane z zastosowaniem pierścieni odciążających (studnie PE).
C	C250	250kN	Dotyczy zwieńczeń usytuowanych przy krawężnikach w obszarze, który mierzony od ściany krawężnika może sięgać w tor ruchu maksimum 0,5 m i w drogę dla pieszych 0,2 m,. Montowane z zastosowaniem pierścieni odciążających i dystansowych (studnie PE).
D	D400	400kN	Dotyczy jezdni i dróg (również ciągów pieszo-jezdnych), utwardzonych poboczny oraz obszarów parkingowych dla wszelkich rodzajów pojazdów drogowych. Montowane z zastosowaniem pierścieni odciążających i dystansowych (studnie PE).

Projektant dobierając włazy do studni powinien również uwzględnić inne kryteria takie jak:

- wymagana przepisami wentylacja studni (poprzez kratki wentylacyjne);
- wodoszczelności pokryw (zalecane zastosowanie studni z tworzywa z pokrywami posiadającymi uszczelki EPDM);
- kwestia zabezpieczenia studni przed niepowołanym dostępem;
- wymagania estetyczne dla pokrywy studni.

Wymagania estetyczne dla pokryw studni posadawianych w miejscach wybrukowanych, o zabytkowym lub reprezentacyjnym charakterze powinny być uzgadniane z Inwestorem. W szczególnych przypadkach wymagane będzie zastosowanie pokryw brukowanych, z płytek chodnikowych lub wg zaleceń Inwestora.

Pokrywy i włazy studni betonowych powinny być wyposażone w emblemat z logiem wg projektu zatwierdzonego przez Inwestora.

6.11 Zasobniki kabli światłowodowych

Zasobniki światłowodowe służą do zabezpieczania osłon złączowych (muf) kabli światłowodowych i gromadzenia zapasów kabli. Instalowane są jako elementy składowe rurociągów kablowych łącznie z budową rurociągu lub po zaciągnięciu kabli. Zasobnik złączowy powinien być zasypany warstwą ziemi o grubości, co najmniej 0,7 m i przykryty folią polietylenową. Zasobniki powinny być odporne na zamulanie lub wodoszczelne. W celu lokalizacji zasypanego zasobnika zaleca się projektowanie i stosowanie znaczników indukcyjnych kulistych typu EMS 1421 produkcji firmy 3M (lub równoważnych), układanych w zasobniku lub nad nim.

Zaleca się projektowanie zasobników złączowych, z tworzyw sztucznych, o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej oraz odpornych na szkodliwe oddziaływanie środowiska i odpowiedniej wielkości gwarantującej:

- 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,
- swobodne ułożenie zapasów technologicznych kabla na środku odcinka między złączowego w

sposób umożliwiający bezpieczne rozwinięcie tych zapasów w razie awaryjnego wyciągnięcia kabla na trasie,

- 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 (nacisk około 10T). Należy je lokalizować w miarę możliwości w miejscach łatwo dostępnych, nienarażonych na zalewanie, podmywanie lub osuwanie się gruntu, co najmniej 5 m od brzegów dużych rowów i kanałów ściekowych.



Rysunek 28. Przykładowy zasobnik doziemny dla połączeń skrośnych rur z mikrokanalizacją

Rurociągi doprowadzone do zasobników, a także ułożone w nich kable nie mogą być narażone na zginięcie w razie przypadkowych ruchów zasobnika w ziemi. Wprowadzenie rurociągu do zasobnika powinno być uszczelnione przy pomocy prefabrykowanych króćców rurowych ze złączką skręcaną lub równoważnych sposobów.

Montaż zasobników z HDPE, na przebiegu istniejących rur bez ich przecinania, należy wykonywać poprzez rozcięcie korpusu zasobnika na odpowiedniej wysokości i spawanie elektrooporowe dwóch połówek korpusu na miejscu instalacji, po wykonaniu przepustów na rury w ściankach zasobnika.

Z uwagi na trudność techniczną w wykonaniu takiej instalacji zasobnik można zabudować również obok ciągu rurowego z wprowadzeniem mikrorurek mikrokanalizacji poprzez obudowę doziemną odgałęźną i odcinki mikrorurki doziemnej o odpowiedniej długości łączące mikrorurki rury liniowej z zasobnikiem.

Zapasy kabli należy układać w kręgi z zachowaniem promienia wyginania kabla nie mniejszego niż 20 jego średnic w ten sposób, aby możliwe było bezpieczne ich wyciągnięcie na trasie odcinka instalacyjnego. W środku odcinków instalacyjnych kabli, w miejscach skąd wdmuchiwało się do rur polietylenowych, można 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.

Szczegółowe wytyczne dotyczące zasobników należy zamieścić w projekcie wykonawczym po uzgodnieniu z Inwestorem.

6.12 Zewnętrzne szafy kablowe

Rozdział tras kanalizacji i podział tras kabla światłowodowego dopuszcza się wykonywać również w specjalnych szafach zewnętrznych i wewnętrznych. W miarę możliwości należy unikać projektowania szaf zewnętrznych, wybierając na miejsca podziału kabla pomieszczenia i szafy w budynku będącym własnością Inwestora. Zastosowanie szaf kablowych zewnętrznych w Regionalnej Sieci Szerokopasmowej powinno ograniczyć się do wykonywania pasywnych połączeń niewymagających instalacji sprzętu aktywnego wewnątrz szafy.

W szczególności, szafy takie będą służyły jako Lokalne Punkty Konsolidacji łącz w warstwach dostępowych sieci, jako Punkty Kamerowe mieszczące niezbędne urządzenia służące do włączenia

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

kamer monitoringu do sieci światłowodowej, oraz jako szafy aparaturowo-rozdzielcze dla systemów telemetrycznych i sterowania automatyką (np. skrzyżowań). Usytuowanie szaf kablowych powinno być zaprojektowane z uwzględnieniem poniższych zaleceń:

- szafa powinna być ustawiona w miejscu nie ograniczającym ruchu ulicznego i zapewniającym łatwy do niej dostęp;
- nie należy projektować szaf w miejscach uznanych za szczególnie zagrożone wandalizmem, zabytkowych lub reprezentacyjnych;
- projekt szafy powinien uwzględnić również estetykę miejsca zabudowy;
- szafy należy ustawiać przy studniach szafkowych lub cokołach odpowiednich do wielkości szafy;
- szafy można montować przy ścianach budynków lub w ich wnękach.

Projektowanie szaf zewnętrznych wymaga uzgodnienia z Inwestorem oraz zawarcia szczegółowych wytycznych w projektach: wykonawczym i budowlanym.



Rysunek 29. Szafa kablowa zewnętrzna typu SZD



Rysunek 30. Szafki dostępne typu StreetCAB

Szafa kablowa powinna być wykonana z metalu odpornego na korozję. Szafa powinna zapewniać szczelność przed dostawaniem się wilgoci do wnętrza szafy na poziomie minimum IP54. Dla konstrukcji wsporczej i elementów pomocniczych zaleca się aluminium, a dla obudów przeznaczonych dla instalacji wewnętrznych dopuszcza się ponadto stal zwykłą i inne metale, zabezpieczone przed korozją. Wszystkie materiały powinny rokować, co najmniej 30-letnią trwałość elementów, z uwzględnieniem szkodliwego wpływu środowiska, jak: wilgotność, zmiany temperatury, atmosferę z dwutlenkiem siarki (SO₂) i siarkowodorem (H₂S), promieniowanie słoneczne, zagrożenie ogniowe. Zalecane szafy dla posadowienia urządzeń aktywnych powinny mieć konstrukcję dwupłaszczową z wypełnieniem termoizolującym.

Każda szafa powinna posiadać:

- korpus z blach modułowych o podwójnej ścianie z blachy stalowej, ocynk ogniowy min. 1.25mm, malowanej proszkowo wyposażony w drzwi z zamkiem trójpunktowym z układem ryglowo-zasuwowym oraz wkładką patentową systemowa (np. EMKA, ABLOY);
- wymiary minimalne: szerokość 850mm, głębokość 450mm;

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

- wysokości zależne od planowanego wyposażenia z 50% zapasem miejsca od 12U-42U;
- aluminiową konstrukcją wsporczą i/lub elementy do mocowania osłon złączowych i ewentualnie innych elementów przewidzianych do umieszczenia w szafie;
- profile montażowe w standardzie 19”;
- uchwyty rozłączne do montażu szafy za pomocą dźwigu;
- urządzenia do mocowania i uszczelniania wprowadzanych kabli;
- listwę zaciskową lub zacisk do uziemiania;
- cokół umożliwiający pewny montaż na wylewanym fundamencie betonowym lub możliwość montażu szafy na fundamencie prefabrykowanym;
- opcjonalny osprzęt służący do zapewnienia odpowiednich warunków klimatycznych w szafie;
- ewentualnie inne części składowe - wg normy szczegółowej lub dokumentacji producenta.

Dodatkowe wymagania dla funkcjonalności szaf zewnętrznych wynikające z charakteru projektu:

- modularność rozumiana, jako możliwość rozbudowy szafy bez konieczności wymiany instalacji poprzez zastosowanie demontowalnego dachu, ściągnięcie modułowej ścianki bocznej i dołożenie kolejnej szafy obok istniejącej wraz z wymianą dachu na większy;
- uniwersalność montażu wyposażenia – realizowana przez odpowiednią budowę profili i ramy szafy pozwalających na pełną konfigurowalność powierzchni montażowych i bezskokowe przesuwanie profili 19 lub 21” w prawo lub lewo bez demontażu urządzeń zamontowanych na profilu pionowym. Profile montażowe muszą mieć możliwość regulacji głębokości płaszczyzny montażowej;
- multioperatorskość - możliwość wyposażenia szafy w drzwi jedno lub dwu-częściowe oraz boczne drzwiczki i 1 lub 2 komory kablowe, co umożliwi rozdział dostępności do komory szafy na część DSS i części dostępne operatorom zewnętrznym.

Dla szaf kablowych, w których przewidywane jest zamontowanie urządzeń aktywnych lub innych, wymagających zasilania elektrycznego, wymagane jest określenie miejsca poboru energii elektrycznej, sporządzenie projektu instalacji elektrycznej z niezbędnymi zabezpieczeniami oraz licznikiem umożliwiającym rozliczanie energii pobranej przez urządzenia w szafie. Poszycie ścianek szafy aktywnej powinno być wyposażone w wypełnienie termoizolujące.

Szafy te, należy również wyposażać w systemy monitoringu parametrów pracy urządzeń i otwarcia drzwi, włączonych do ogólnego systemu monitorowania bezpieczeństwa infrastruktury. W marę dostępności miejsca posadowienia powinny być też objęte zewnętrznym nadzorem kamer monitoringu wizyjnego (np. miasta). Wytyczne projektowe i schematy instalacji elektrycznych należy zamieścić w projekcie wykonawczym.

6.13 Kanalizacja teletechniczna – wytyczne wykonawcze

Technologia budowy uzależniona jest od warunków technicznych, wydawanych przez użytkownika linii oraz właściciela terenów przez które linia przebiega, który w sposób ogólny określa sposób budowy. Zasady wykonania tras mikrokanalizacji i kanalizacji kablowej zgodnie z Polska Norma PN-76/E-05125 oraz rozporządzeniami Ministra Infrastruktury, w szczególności z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 26.10.2005 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie, dotyczącym również prac wykonywanych we wspólnym wykopie.

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

Budowę kanalizacji teletechnicznej i mikrokanalizacji należy wykonać zgodnie z zatwierdzoną

przez Inwestora dokumentacją projektową i STIWOR oraz zaleceniami właściciela terenów, na których będzie budowana kanalizacja.

Wykopy powstałe po budowie elementów linii powinny być zasypane zagęszczonym gruntem i wyrównane do poziomu terenu. Wskaźnik zagęszczenia powinien być równy 0,85 lub zagęszczenie powinno być wykonane zgodnie z zaleceniami właściciela terenów (głównie tereny pasa kolejowego).

6.13.1 Transport, składowania i przygotowanie rur polietylenowych do układania

Z reguły dla potrzeb budowy linii optotelekomunikacyjnej organizowane są składowiska dla bębnow z kablami i rurami polietylenowymi. Wykonawca powinien zabezpieczyć miejsce na takie składowisko lub korzystać z miejsca udostępnionego przez Inwestora. Miejsce na składowisko powinno być wybrane w pobliżu trasy budowanej linii. Plac składowy powinien mieć równą i suchą powierzchnię, najlepiej utwardzoną, niepodlegającą zalewaniu.

Rury rurociągów z mikrokanalizacją oraz standardowe rury RHDPE40 mogą być dostarczane na bębnach lub w postaci krążków. Rury polietylenowe dostarczane w zwojach lub w odsoniętych bębnach powinny być chronione przed szkodliwym oddziaływaniem światła dziennego przez szczelne ich owinięcie czarną folią polietylenową, albo też przez przewożenie i składowanie ich w pojemnikach zapobiegających przenikaniu światła dziennego. W celu ochrony przed szkodliwym wpływem światła dziennego, zwoje rur polietylenowych można również składować w pomieszczeniach bez dostępu światła dziennego. Końcówki rur w zwojach, podobnie jak w wypadku rur na bębnach, powinny być uszczelnione.

Bębny z rurami w zasadzie nie powinny być przetaczane. Toczenie obitych bębnow jest dopuszczalne tylko w kierunku zgodnym ze strzałką umieszczoną na obudowie bębna, na odległość do 50 m. W czasie rozwijania rur z bębna, przemieszczania i układania ich należy przestrzegać minimalnych promieni wyginania, nie dopuścić do przypadkowych uszkodzeń np. przez przejechanie środkami transportowymi, uderzenie przez ciężkie przedmioty, czy też przytarcia w rurach przepustowych.

6.13.2 Układanie rurociągów kablowych w ziemi

Odcinki rur polietylenowych, dostarczane na bębnach, układa się bezpośrednio w ziemi ręcznie w uprzednio przygotowanym rowie, albo też metodami bezwykopowymi. Wybór technologii układania uzależniony jest od rodzaju gruntu, ukształtowania terenu i uzbrojenia go w inne urządzenia podziemne i nadziemne. Decyzje, co do możliwości zastosowania odpowiedniego sprzętu mechanicznego należy podjąć, po określeniu kategorii gruntu, zgodnie z normą ZN-02/TD S.A. – 03

Rurociąg kablowy należy układać na głębokości 0,9-1,1m. Przed ułożeniem rur polietylenowych dno rowu (wykopu) powinno być oczyszczone z kamieni i innych przedmiotów oraz starannie wyrównane. Dno wykopu powinno być wysypane warstwą przesianego piasku o grubości ok.10cm. Po ułożeniu rur rurociągu należy go zasypywać warstwami. Pierwszą warstwę o grubości ok.10cm należy wykonać z przesianego piasku. Urobek z wykopu o głębokości do 1,2 m powinien być odkładany, na co najmniej 0,5 m od krawędzi (w pasie drogowym od strony jezdni). Nawierzchnia asfaltowa lub betonowa, dla wykonania rowu kablowego, powinna być zdejmowana szerzej od szerokości rowu po min. 20 cm z każdej strony, a nawierzchnia ceglana, z kostki betonowej lub kamienna - po 50 cm, lub innej uzgodnionej z zarządcą terenu.

Zасыpanie rowów kablowych może być wykonane spycharkami lub ręcznie. Po ułożeniu rur, lecz przed zasypaniem rowu, powinna być wykonana inwentaryzacja geodezyjna. W procesie zasypywania rowów kablowych powinny być w nich ułożone na odpowiedniej głębokości: taśma ostrzegawcza (TO), taśma ostrzegawczo-lokalizacyjna (TOL) (w połowie głębokości zakopania rurociągu), kable lokalizacyjne (ułożone przy rurociągu) oraz opcjonalne przewody odgromowe i przykrywy kablowe. Powinny też być ustawione słupki oznaczeniowe (SO) i słupki lokalizacyjne (SL)

oraz zakopane znaczniki lokalizacyjne, jeśli występują.

Wykopy na odcinkach miejskich powinny być zasypywane warstwami po 20 cm, z ubijaniem każdej warstwy, w celu uzyskania pierwotnego zagęszczenia gruntu lub zgodnego z projektem odbudowy nawierzchni. Na ulicach i drogach grunt powinien być zagęszczony zgodnie z wymaganiami zarządcy drogi – wymagania w tym zakresie należy zapisywać w projekcie technicznym.

W terenie zabudowanym i uzbrojonym roboty ziemne mogą być prowadzone tylko sposobem ręcznym. W terenie zamieszkałym odcinki robót ziemnych powinny być właściwie ogrodzone, a przy prowadzeniu robót na ulicach powinny być ustawione kładki dla pieszych przekraczających wykopy.

Roboty ziemne w pobliżu linii kablowych elektroenergetycznych i telekomunikacyjnych, gazociągów i innych rurociągów do przesyłania cieczy lub gazów oraz w pobliżu innych urządzeń podziemnych powinny być prowadzone metodami ręcznymi tylko pod bezpośrednim nadzorem majstra lub kierownika robót. Zaleca się, aby wytyczenie trasy w miejscach zbliżeń i skrzyżowań z istniejącymi urządzeniami uzbrojenia terenowego, nastąpiło w obecności przedstawicieli użytkowników tych urządzeń. W miejscach, gdzie zostały ujawnione nie zidentyfikowane w dokumentacji urządzenia podziemne, należy natychmiast przerwać roboty, zabezpieczyć odkryte urządzenie, zawiadomić służby eksploatacyjne tego obiektu i zaprojektować sposób wykonania skrzyżowania rurociągu kablowego z tymi urządzeniami.

Kanalizacja kablowa powinna na odcinkach między sąsiednimi studniami przebiegać prostoliniowo. W uzasadnionych technicznie wypadkach rury kanalizacji mogą odchodzić się od przebiegu prostoliniowego, jednak promień wygięcia rur nie powinien przekraczać parametrów określonych w dokumentacji rur RHDPE. W szczególności nie powinien być mniejszy niż 5 m. W sytuacjach szczególnie trudnych terenowo dopuszcza się, sporadycznie, promień wygięcia nie mniejszy niż 2 m. Przy wprowadzaniu do studni i przy projektowaniu wlotów do budynków odcinek prostoliniowy powinien wynosić, co najmniej 1 m. W wypadku kanalizacji magistralnej powyższe zasady określające przebieg nieprostoliniowy między sąsiednimi studniami należy stosować wyjątkowo, w sytuacjach uzasadnionych względami terenowymi i ekonomicznymi.

Falowanie rurociągów w poziomie jest zalecane w zależności od rodzaju gruntu od 0,2 % do 0,3 % (w gruntach o trwałym podłożu) i 2 % (w gruntach bagnistych i zalewowych) do 3% (na terenach szkód górniczych o zagrożeniu do II kategorii).

W szczególności rury rurociągu kablowego zaleca się układać na głębokości 1,0m +/- 5cm od powierzchni gruntu lub nawierzchni. Stosowanie zmniejszonych głębokości wykopu musi zostać podyktowane trudnymi warunkami terenowymi (np. grunty skaliste) wymagającymi specjalnych metod wydobywczych, lub skrzyżowaniem z innymi obiektami uzbrojenia w gruncie. Umieszczając rury na głębokości płytszej niż do 0,6m należy projektować zastosowanie dodatkowej rury ochronnej lub przykrywy kanalizacji. Zaleca się rozwiązywanie skrzyżowań z obcym uzbrojeniem przez zagłębienie rurociągu.

Układanie rurociągów kablowych nie powinno być prowadzone przy temperaturze powietrza poniżej - 5°C. W razie potrzeby prowadzenia robót przy niższej temperaturze należy zapewnić odpowiednie podgrzewanie rur w zwojach lub na bębnach. W każdym wypadku układania rur przy obniżonej temperaturze niedopuszczalne jest rzucanie lub uderzanie rurami oraz zasypywanie ich grudami zmarzliny.

6.13.3 Układanie prefabrykowanych rur z mikrokanalizacją

Odcinki doziemnych rur prefabrykowanych z mikrokanalizacją dostarczane na bębnach układa się bezpośrednio w ziemi ręcznie, w uprzednio przygotowanym rowie, albo też metodami bezwykopowymi. Doziemne rury dwupłaszczowe możliwe są do układania również w technologiach płuzenia, w zależności od zaleceń producenta. Wybór technologii układania uzależniony jest od rodzaju gruntu, ukształtowania terenu i uzbrojenia go w inne urządzenia podziemne i nadziemne.

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

Decyzje, co do możliwości zastosowania odpowiedniego sprzętu mechanicznego należy podjąć po określeniu kategorii gruntu zgodnie z normą ZN-02/TD S.A. – 03.

Mikrokanalizację ułożoną bezpośrednio w gruncie (na etapie budowy jak i na etapie eksploatacyjnym) należy obsypać warstwą miękkiego gruntu (piasku). Warstwa miękkiego gruntu nie powinna być mniejsza niż 10 cm dookoła mikrorury lub zespołu mikrorur. Dopuszczalne jest odstępstwo od powyższego ustalenia w przypadku układania mikrokanalizacji przy użyciu pługoukładaczy rur/kabli, wówczas wymagane jest, aby obsypka wierzchnia nie była mniejsza niż 10 cm.

Wszystkie mikrorurki osadzone w złączkach muszą mieć krawędzie równo przecięte, prostopadle do osi mikrorurki i posiadać końce wolne od zabrudzeń. Mikrorurki nie wykorzystane muszą zostać zaślepienie złączkami hermetycznymi.

Elementy podziemne: zasobniki, mufy odgałęźne oraz złączki i inne elementy podziemne należy oznaczyć markerami lokalizacyjnymi. Na całej trasie budowanej mikrokanalizacji należy nad nią ułożyć kabel sygnalizacyjny, który powinien zostać zakończony w końcowych elementach tj. studniach kablowych lub słupkach w pobliżu zasobników. Należy to zaznaczyć w dokumentacji powykonawczej wraz z pomiarem rezystancji pętli kabla i skuteczności izolacji.

W przypadku uszkodzenia mikrokanalizacji (różnego typu) należy postępować zgodnie z zaleceniami producenta mikrokanalizacji i osprzętu. Układanie oraz naprawy mikrokanalizacji nie powinny się odbywać przy temperaturze niższej niż -5°C .

Wykonane ciągi mikrokanalizacji, połączenia mikrorur, rur powinny zapewnić szczelność ciągów kanalizacji w każdym jej punkcie, a także powinny być odporne na działanie podwyższonego ciśnienia powietrza, niezbędnego przy zaciąganiu kabli optotelekomunikacyjnych metodami pneumatycznymi. Wszystkie ciągi budowanej mikrokanalizacji należy poddać badaniom szczelności, a na życzenie Inwestora – także badaniom kalibracyjnym, gwarantującym poprawne ułożenie danego odcinka trasy.

Dla zakresu nie ujętego powyższym opisem znajdują zastosowanie pozostałe wymagania dla budowy rurociągów kablowych z rur HDPE40.

6.13.4 Sprzęt do budowy kablowych linii telekomunikacyjnych

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.

W celu zagwarantowania prawidłowej jakości oraz możliwości wykonania szerokiego zakresu prac, w dużym projekcie liniowym, Wykonawca musi przedstawić Inwestorowi listę posiadanego sprzętu planowanego do wykorzystania na placu budowy. Sprzęt używany przez Wykonawcę powinien uzyskać także akceptację Kierownika Budowy i Inspektora Nadzoru w trakcie prac wykonawczych. Liczba i wydajność sprzętu powinna gwarantować wykonanie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, koncepcjach wymaganiach programów funkcjonalno-użytkowych oraz SIWZ, a także we wskazaniach Kierownika Budowy i Inspektora Nadzoru w terminie przewidzianym kontraktem.

Sprzęt będący własnością Wykonawcy, lub wynajęty do wykonania robót, ma być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy. Będzie on zgodny z normami ochrony środowiska i przepisami dotyczącymi jego użytkowania. Wykonawca dostarczy Inspektorowi Nadzoru kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami. Jeżeli dokumentacja projektowa lub STWiOR przewidują możliwość wariantowego użycia sprzętu przy wykonywanych robotach, Wykonawca powiadomi Inspektora Nadzoru o swoim zamiarze wyboru i uzyska jego akceptację przed użyciem sprzętu. Wybrany sprzęt po zaakceptowaniu nie może być później zmieniany bez jego zgody.

Ogólne zasady budowy rurociągów mikrokanalizacji kablowej

Jakikolwiek sprzęt, maszyny, urządzenia i narzędzia nie gwarantujące zachowania warunków umowy zostaną przez Inspektora Nadzoru zdyskwalifikowane i niedopuszczone do robót.

Wykonawca przystępujący do wykonania kanalizacji teletechnicznej powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu, w zależności od zakresu robót gwarantujących właściwą jakość robót budowlanych:

- koparki spalinowe samojezdne,
- pojazdy ze skrzynią ładunkową do transportu piasku i gruntu,
- urządzenia specjalistyczne do planowanych metod bezwykopowych,
- sprężarka powietrzna, spalinowa, przewoźna,
- urządzenie przeciskowe, ubijak spalinowy,
- urządzenie płucząco-wierzące do przewiertów sterowanych,
- zespół prądotwórczy jednofazowy,
- sondy i detektory taśm lokalizacyjnych i markerów indukcyjnych,
- zgrzewarka do zgrzewania rur PE.

Do obróbki rur prefabrykowanych i mikrorurek wymagany jest specjalistyczny sprzęt do cięcia poprzecznego, cięcia wzdłużnego i przecinania mikrokanalizacji. przypadający na każdą brygadę roboczą oraz odpowiedni poziom kwalifikacji kadry roboczej potwierdzone certyfikatami szkoleń. W szczególności sprzętem specjalistycznym niezbędnym przy pracach z mikrokanalizacją będą dodatkowo:

- zestawy narzędziowe do cięcia wzdłużnego i poprzecznego rur prefabrykowanych, nożyki i przecinaki do mikrorurek,
- wdmuchiarki mikrokabli dla wdmuchiwania mikrokabli o średnicach 1-8mm, przy użyciu metody strumieniowej wdmuchiwania,
- wdmuchiarki wiązek luźnych mikrorur wyposażone w odpowiednie głowice formujące i gąsienice dobrane do konfiguracji wdmuchiwanej wiązki,

Budowa systemu mikrokanalizacji ma się odbywać przy wykorzystaniu osprzętu do tego celu przeznaczonego przez Dostawcę. Zachowanie pełnej technologii budowy gwarantuje satysfakcję z użytkowania i eksploatacji sieci.

7 Ogólne zasady projektowania linii optotelekomunikacyjnych

7.1 Ogólne wytyczne dla projektowania linii optotelekomunikacyjnych DSS

Wszystkie istotne linie światłowodowe magistralne Regionalnej Sieci Szerokopasmowej należy układać w nowobudowanych podziemnych rurociągach kablowych HDPE. W przypadku sieci dystrybucyjnej oraz przyłączy abonenckich dopuszcza się, za pisemną zgodą Inwestora, stosowanie alternatywnych metod budowy łącz szerokopasmowych.

W miejscach, w których do budowy rurociągów kablowych wykorzystano rury prefabrykowane zawierające mikrokanalizację do budowy linii optotelekomunikacyjnej należy, w pierwszej kolejności przewidzieć budowę mikrokabli światłowodowych o średnicy dopasowanej do średnicy wewnętrznej mikrorurki, z zachowaniem odpowiedniego poziomu współczynnika wypełnienia mniejszego niż 60% oraz o profilu i liczbie włókien dopasowanej do potrzeb Inwestora w danej warstwie sieci. Redundancja ilości włókien powinna wynosić minimum 50% zajętości wynikającej z aktualnych potrzeb Inwestora, określonych rozplywem włókien.

W przypadku wykorzystania kanalizacji pierwotnej Inwestora (o ile istnieje) lub pozyskanej na drodze porozumień z innymi gestorami - do budowy tras ziemnych DSS należy projektować, w pierwszej kolejności, zwielokrotnienie otworów tej kanalizacji przy pomocy rur prefabrykowanych wtórnych typu RMK-DB 7x 10/8mm, a w przypadku wykorzystania istniejących rurociągów kablowych lub rur wtórnych HDPE w kanalizacji pierwotnej – zwielokrotnienie otworów wiązkami luźnych mikrorurek MRS 5x10/8mm (do HDPE40).

Zwielokrotnienia kanalizacji istniejącej (o ile będzie występowała) powinny zostać ujęte w dokumentacji projektów wykonawczych linii światłowodowych.

Liczba zbliżeń i skrzyżowań linii światłowodowej z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego oraz liczba przejść przez ściany i stropy powinna być możliwie mała. Prowadzenie linii przez pomieszczenia i strefy zagrożone wybuchem lub pożarem powinno być ograniczone do niezbędnych przypadków. Liczba skrzyżowań i zbliżeń linii z ciekami wodnymi, zbiornikami wodnymi oraz instalacjami melioracyjnymi powinna być ograniczona.

Instalowane linie powinny być jak najmniej narażone na uszkodzenia mechaniczne, szkodliwe wpływy chemiczne i inne zagrożenia. Odcinki instalacyjne kabli światłowodowych powinny być tak dobrane i ułożone, aby złącza kabli były usytuowane w miejscach suchych, nie narażonych na osuwanie się gruntu i łatwo dostępnych przy budowie i eksploatacji linii. Trasa i miejsca montażu linii optotelekomunikacyjnej powinna zapewniać łatwy dostęp do kabli w okresie budowy i eksploatacji.

Projektowane linie i obiekty optotelekomunikacyjne muszą kończyć się w obiektach należących do Inwestora, usytuowanych w węzłach sieci z odgałęzieniami do Operatorskich Punktów Dostępowych, gdzie będzie następowała komutacja sieci operatorów zewnętrznych do sieci DSS.

Elementem końcowym toru światłowodowego jest przełącznica z polem komutacyjnym, osobna na każdy kabel magistralny i dystrybucyjny oraz wspólna dla podłączeń kabli przychodzących z punktów końcowych (w warstwie dostępowej).

Projektowane linie optotelekomunikacyjne muszą uwzględniać możliwość instalacji kabli innych operatorów we wspólnej kanalizacji teletechnicznej, a projektowanie przebiegu tras w studniach, komorach kablowych i pomieszczeniach węzłowych, powinno uwzględniać zapas miejsca dla tras innych operatorów. Dotyczy to także projektowania przepustów między ścianami pomieszczeń.

Projektowane rozptywy włókien powinny uwzględniać topologie geograficzną sieci, ale także model atomowy połączeń przyjęty do realizacji oraz wymagania warstwy aktywnej zastosowanej w projekcie warstwy szkieletowej (inne wymagania będą dla technologii xWDM, inne dla rozwiązań wykorzystujących MPLS).

7.2 Organizacja segmentu światłowodowego DSS

Najważniejszym z warunków projektowych jest oparcie szkieletu sieci regionalnej na budowanej magistrali światłowodowej z węzłami sieci w ważniejszych ośrodkach gminnych i miejskich na obszarze objętych DSS. Listę węzłów do połączenia określa Inwestor, w dokumentacji przetargowej.

Dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu studni kablowych oraz zbudowanej magistrali pojemnych rurociągów kablowych o dużej liczbie otworów (mikrokanalizacja) na relacjach magistralnych oraz relacjach przechodzących przez obszary zaludnione, obejmujące centra miast, dzielnic sąsiadujących oraz sięgające odgałęzieniami ku odleglejszym obszarom województwa – osiągnięto strukturę przygotowaną do przyjęcia dowolnej struktury światłowodowej Inwestora, jak i operatorów zewnętrznych.

Dla Regionalnej Sieci Szerokopasmowej opartej na budowanej magistrali światłowodowej proponowany segment światłowodowy powinien mieć cechy topologii warstwowej:

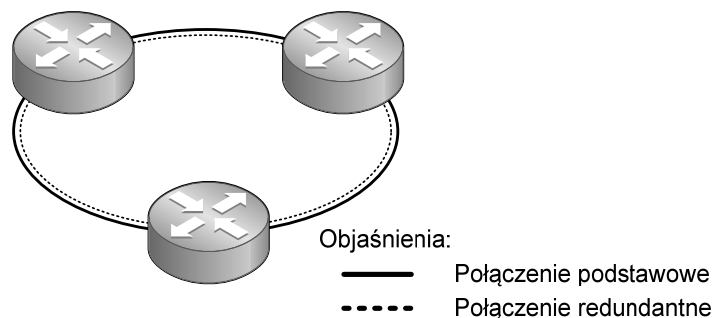
- warstwa szkieletowa sieci topologii wielokrotnych pierścieni z redundancją,
- warstwa dystrybucyjna sieci w topologii pierścienia z redundancją lub gwiazdy z redundancją łącz
- warstwa węzłów lokalnych (dostępowa) sieci w topologii gwiazdy lub systemów Fiber To The Home (w topologii PON).

Jeśli występują, należy również uwzględnić włókna światłowodowe w lokalnych kablach istniejących zbudowanych do tej pory na potrzeby systemów wymiany danych oraz systemu monitoringu miejskiego.

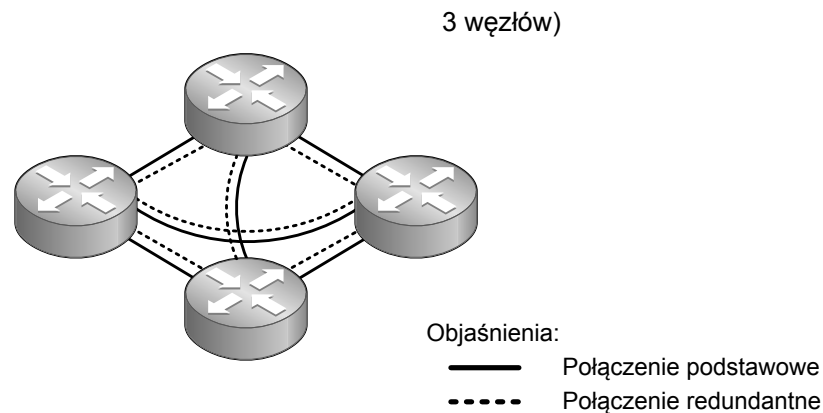
7.2.1 Organizacja połączenia węzłów w warstwie magistralnej sieci

W warstwie szkieletowej sieci regionalnej o małej liczbie węzłów centralnych wymaga się **topologii full-mesh** („każdy z każdym”), która zapewnia połączenia poszczególnego węzła centralnego miejscowości głównych z każdym z pozostałych. Do węzłów przyłączanych w warstwie szkieletowej należeć będą także Centra Zarządzania Siecią (CZS) oraz Operatorskie Punkty Dostępu (OPD)

Dla sieci regionalnych o dużej liczbie węzłów centralnych zalecana struktura będzie topologią pierścienia, zalecane jest projektowanie pierścieni wielokrotnych, wprowadzających redundancję połączeń. W takiej topologii każdy węzeł centralny ma podłączenie z dwoma innymi węzłami centralnymi realizowanymi niezależnymi trasami. Zasada dotyczy także podłączenia węzłów typu OPD.



Rysunek 31. Topologia połączeń światłowodowych warstwy magistralnej typu pierścieni w I etapie (dla



Rysunek 32. Topologia połączeń światłowodowych warstwy magistralnej typu full-mesh w następujących etapach (dla 4 węzłów)

Topologia „każdy z każdym” zapewnia ciągłość transmisji, w przypadku awarii jednego lub nawet dwu łączy lub urządzeń rdzeniowych, natomiast topologia pierścienia zapewnia ciągłość transmisji w przypadku awarii jednego łącza lub urządzenia rdzeniowego.

Pierścień zmniejsza liczbę wykorzystanych interfejsów światłowodowych 10Gb kosztem zwiększenia obciążenia łącza międzywęzłowego. W każdym momencie, istnieje możliwość zwiększenia liczby obsługiwanych punktów końcowych sieci, poprzez dodanie nowego węzła głównego do pierścienia, a jeśli zajdzie potrzeba zwiększenia wydajności i bezpieczeństwa połączeń – także przejścia od topologii pierścienia do topologii „każdy z każdym”.

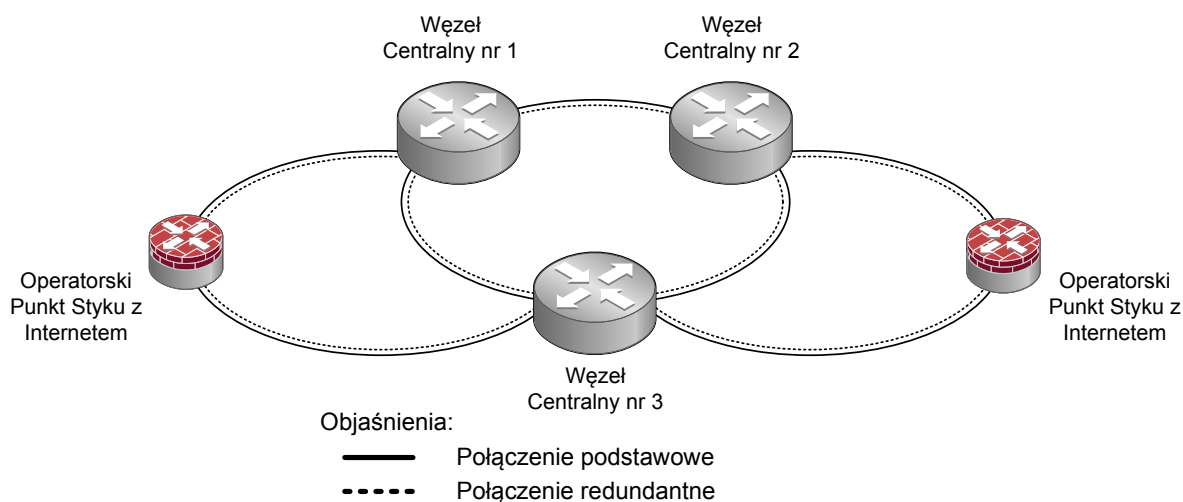
Stosując topologie pierścienia należy zaprojektować redundancje in-chasis modułów sterująco-zarządzających, w przypadku urządzenia modułowego lub zapewnienie działania zapasowego urządzenia, w przypadku awarii pojedynczego urządzenia.

Połączenie podstawowe pomiędzy dwoma węzłami centralnymi jest realizowane za pomocą min. **6 włókien** jednomodowych, wśród których **2 włókna** są podstawowe, natomiast **4 kolejne** włókna są połączeniem o przeznaczeniu zapasowym i/lub przyszłościowym.

Z uwagi na spore zapotrzebowanie na włókna warstwy magistralnej (w warstwie tej realizowanych będzie wiele łączy logicznych transmitujących sygnały między poszczególnymi węzłami) oraz konieczność optymalizacji kosztów wdmuchiwania kabli – jako kabel magistralny przewiduje się zastosowanie wielotubowego mikrokabla światłowodowego o średnicy do 7 mm zawierającego min. 72 włókien światłowodowych. Początkowa liczba włókien jednomodowych (wynosząca minimum 72) w kablu magistrali powinna umożliwić wykorzystanie części włókien na połączenia redundantne i zapasowe. Zastosowanym włóknem powinno być włókno jednomodowe 9/125 z usuniętym pikim wodnym standardu ITU-T.G652D.

Prędkością docelową transmisji realizowanej **we włóknach podstawowych** będzie standard **10Gbps**, dla łączy redundantnych dopuszcza się możliwość zastosowania transmisji **1 Gbps**. W szczególności zalecanym kablem do realizacji połączenia między punktami rdzeniowymi jest **mikrokabel wielotubowy typu OTMK 72J lub OTMK 96J**.

Ogólne zasady projektowania linii optotelekomunikacyjnych



Rysunek 33. Topologia połączeń światłowodowych warstwy magistralnej z węzłami IXP.

Projektowane rozwiązanie powinno umożliwić dowolną zmianę topologii rdzenia sieci, bez potrzeby ingerencji w infrastrukturę okablowania (spełnić wymagania niezawodnościowe oraz skalowalności struktury). Trasa kabla magistralnego powinna być prowadzona **niezależnymi trasami**, wykorzystując zbudowaną kanalizację magistralną.

Kable magistralne należy **zakończyć w osobnych przełącznicach magistralnych** wprowadzając kable do dedykowanych pasywnych szaf ODF w pomieszczeniach węzła i wyprowadzając pełne profile włókien na pole komutowane przełącznicy. Lokowanie pomieszczeń węzłów centralnych, w bezpośredniej bliskości przebiegu magistrali powinno ułatwić spełnienie tego kryterium.

Poprzez kable krosowe na polach komutacyjnych przełącznic światłowodowych należy dokonać odejścia do przełącznicy światłowodowej urządzeń aktywnych ulokowanej w tej samej szafie ODF, do której podłączona będzie przełącznica urządzeń aktywnych ulokowana w szafie teleinformatycznej zawierającej urządzenia aktywne.

Liczba wyprowadzonych kablami krosowymi włókien, zależy będzie od liczby węzłów połączonych z danym węzłem (min 2 x 6J czyli 12 włókien). Pozostałe włókna kabli magistralnych należy połączyć ze sobą kablami krosowymi w odpowiedniej kolejności.

W warstwie magistralnej sieci znajdują się również połączenia Operatorskiego Punktu Styku z Internetem (IXC) do Punktów Styku z Internetem (IXP), a dokładniej do miejsc węzłowych operatorów oferujących tranzytową wymianę ruchu z siecią Internet. Zdefiniowane wymagania niezawodnościowe oraz bezpieczeństwa wymagają, i w tym miejscu, wprowadzenia redundancji połączenia.

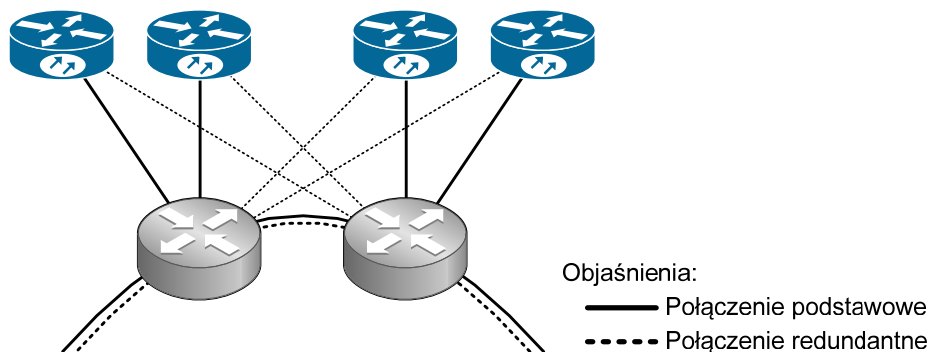
W przypadku, gdy węzeł centralny oddalony jest od linii magistralnej i nie ma uzasadnienia ekonomicznego dla bezpośredniego wprowadzenia kabli magistralnych do pomieszczeń węzła – dopuszcza się wykonanie połączeń w odpowiednio pojemnej mufie złączowej ulokowanej w studni kablowej, na trasie kanalizacji szkieletowej i wejście do pomieszczeń węzła linią optotelekomunikacyjną odgałęźną z mikrokablem o liczbie włókien umożliwiającą wykonanie oczekiwanego rozptyłu włókien. Odgałęzienie wykonywane w mufie powinno zostać zrealizowane **metodą rozptyłu równoważonego**.

7.2.2 Organizacja połączenia węzłów w warstwie dystrybucyjnej sieci

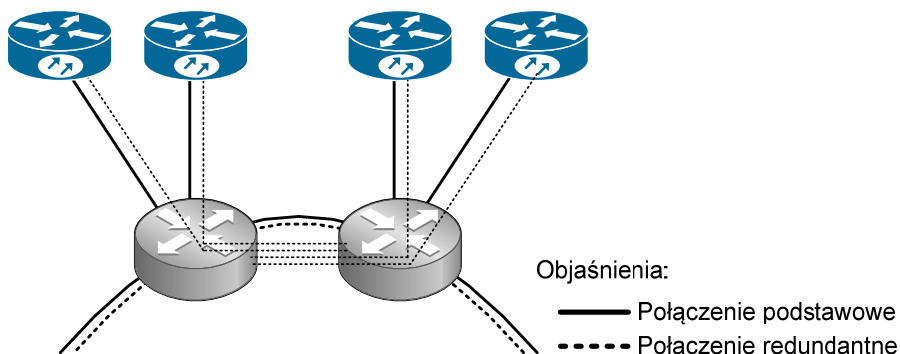
Warstwę dystrybucyjną dla podłączenia pojedynczych węzłów dystrybucyjnych sieci ulokowanych na relacjach końcowych (takich w których geograficznie nie można wykonać pierścienia)

proponuje się wykonać w **topologii gwiazdy z redundancją łącz**. Podłączenie w takiej topologii spowoduje, że każdy z węzłów dystrybucyjnych (Lokalnych Punktów Agregujących) stanie się centralnym punktem w danym obszarze dystrybucji. Topologia ta ma zapewnić połączenie węzła dystrybucyjnego (Lokalnego Punktu Agregującego) do rdzenia sieci z przepustowością 1 Gbps, niedzieloną z innymi punktami agregacji. Nie zaleca się włączania węzłów dystrybucyjnych (punktów LPAG) w struktury pierścieni lokalnych, z uwagi na obniżanie przepustowości w całym pierścieniu.

Redundancja w infrastrukturze teletechnicznej jest dodatkowym połączeniem, które zapewnia transmisję w przypadku awarii łącza podstawowego. W celu zwiększenia niezawodności i bezpieczeństwa działania sieci, nawet w przypadku całkowitej awarii zasilania pojedynczego węzła centralnego, proponuje się zapewnienie pasywnych połączeń węzłów dystrybucyjnych (Punktów Agregujących) z dodatkowym, sąsiednim punktem centralnym, w oparciu o włókna kabla światłowodowego w pierścieniu magistrali światłowodowej. Wszędzie tam, gdzie jest to możliwe i uzasadnione ekonomicznie, należy projektować doprowadzenie włókien redundantnych do PAG inną trasą niż włókien podstawowych. Zadaniem wykonawcy będzie wykonanie odpowiednich połączeń i wyprowadzeń z magistrali, w sposób gwarantujący, iż każdy z lokalnych punktów agregujących sieci będzie miał połączenie z dwoma punktami rdzeniowymi.

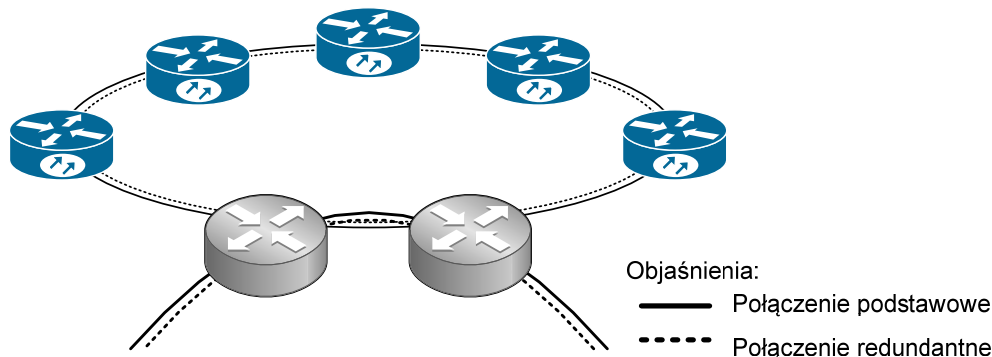


Rysunek 34. Schemat połączeń typu hub-and-spoke pomiędzy węzłami dystrybucyjnymi (punktami agregującymi) a węzłami centralnymi sieci.



Rysunek 35. Schemat połączeń pomiędzy węzłami dystrybucyjnymi (punktami agregującymi) a punktem szkieletowym z wykorzystaniem włókien magistrali.

W przypadkach, gdy pozwala na to lokalizacja węzłów dystrybucyjnych sieci (Punktów Agregacji) oraz topologia kanalizacji, można połączyć węzły warstwy dystrybucyjnej jedną linią optotelekomunikacyjną w postaci pierścienia z zasilaniem obustronnym z dwóch węzłów centralnych. Taka topologia umożliwia również podłączenie węzła w topologii gwiazdy z wybranego węzła centralnego (zalecane jest równoważenie obciążenia węzłów centralnych).



Rysunek 36. Schemat połączeń pomiędzy sąsiednimi węzłami dystrybucyjnymi (punktami agregującymi) a węzłem szkieletowym (punktem szkieletowym) w topologii pierścienia.

W takiej strukturze obustronne połączenia podstawowe, między każdym węzłem centralnymi a poszczególnymi węzłami dystrybucyjnymi, realizowane są za pomocą 2 włókien światłowodowych jednomodowych standardu ITU-T.G652D w układzie hub-and-spoke realizowanymi, w tym wypadku poprzez włókna kabla pierścieniowego. Liczba włókien potrzebnych do zrealizowania struktury logicznej pierścienia wynosi 4 (2 włókna dla redundancji, 2 zapasowe). Łączna minimalna liczba włókien wynosi 6 doprowadzanych do pojedynczego węzła dystrybucyjnego.

Całkowita minimalna pojemność kabli warstwy dystrybucyjnej będzie sumą włókien pierścienia, włókien potrzebnych na realizację topologii hub-and-spoke oraz włókien zapasowych i będzie wynosić: $4 + n \times 2 + Z$, gdzie n jest liczbą węzłów przyłączanych do pierścienia, Z – liczbą włókien zapasowych. Zalecany nadmiar włókien powinien wynosić 50%, a całkowita pojemność kabla powinna zostać dopasowana do standardowego typoszeregu kabli dostępnych na rynku (12, 24, 36, 48, 72, 96 włókien).

W szczególności zalecanymi kablami dystrybucyjnymi, do realizacji pierścienia między węzłami dystrybucyjnymi, są **mikrokable wielotubowe** o średnicy do 7 mm i o pojemności od 12 do 96 włókien jednomodowych G652D. Minimalna pojemność kabla dystrybucyjnego to 12 włókien

Kable dystrybucyjne należy **zakańczać w osobnych przełącznicach dystrybucyjnych**, wprowadzając kable do dedykowanych pasywnych szaf ODF pomieszczeń węzłowych (centralnych i dystrybucyjnych) i wyprowadzając pełne profile włókien na pole komutowane przełącznic. Lokowanie pomieszczeń węzłów dystrybucyjnych w bezpośredniej bliskości przebiegu kanalizacji pierścienia powinno ułatwić spełnienie tego kryterium.

Poprzez kable krosowe na polach komutacyjnych przełącznic światłowodowych należy dokonać odejścia do przełącznicy światłowodowej urządzeń aktywnych ulokowanej w tej samej szafie ODF, do której podłączona będzie przełącznica urządzeń aktywnych ulokowana w szafie teleinformatycznej, zawierającej urządzenia aktywne.

Liczba wyprowadzonych kablami krosowymi włókien zależy będzie od liczby węzłów połączonych z danym węzłem (min $2 \times 6J$ czyli 12 włókien). Pozostałe włókna kabli magistralnych należy połączyć ze sobą kablami krosowymi, w odpowiedniej kolejności.

W przypadku, gdy węzeł dystrybucyjny oddalony jest od relacji pierścieniowej i nie ma uzasadnienia ekonomicznego dla bezpośredniego wprowadzenia kabli dystrybucyjnych do pomieszczeń węzła, dopuszcza się wykonanie połączeń w odpowiednio pojemnej mufie złączowej, ulokowanej w studni kablowej, na trasie kanalizacji dystrybucyjnej i wejście do pomieszczeń węzła linią optotelekomunikacyjną odgałęźną z mikrokablem o liczbie włókien umożliwiającej wykonanie oczekiwanego rozptywu włókien. Odgałęzienie wykonywane w mufie powinno zostać zrealizowane

metodą rozplywu równoważonego.

Przyjęto, iż w początkowej fazie projektu, w zupełności wystarczające będzie wykorzystanie w punkcie dystrybucyjnym 1 urządzenia agregującego 24 portowego, stąd z jednego węzła dystrybucyjnego (LPD) można będzie podłączyć 22 punkty abonenckie (2 porty SFP przeznaczone są na połączenie do urządzenia rdzeniowego). Dla węzłów o większej pojemności, liczba włókien potrzebna do podłączenia urządzeń aktywnych może być większa.

Podłączenie większej liczby punktów dostępowych do Punktu Agregującego (PA) będzie wymagało zainstalowania nowego urządzenia agregującego, a dopiero potem nowego kabla. Zastosowana technologia oraz pojemność mikrokanalizacji **umożliwia skalowalność** projektu, nawet do rozwiązań FTTH przewidujących podłączenie światłowodowe każdego budynku w mieście.

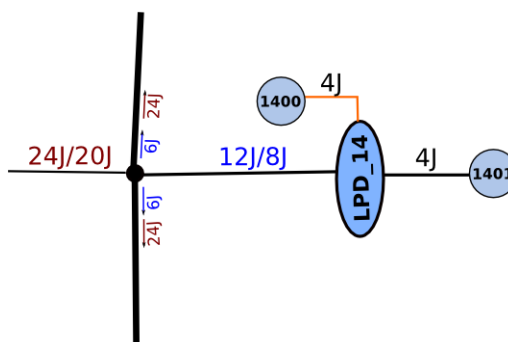
W szczególności, dla małych węzłów dystrybucyjnych, dopuszcza się instalacje urządzeń agregujących w pomieszczeniach węzła centralnego, w celu zwiększenia liczby portów takiego punktu wraz z zachowaniem możliwości zmiany lokalizacji punktu agregacji w dalszych etapach rozbudowy sieci.

7.2.2.1 Metoda rozplywu równoważonego dla kabli odgałęźnych

Odgałęzienia z pierścieni magistralnych lub dystrybucyjnych do punktów węzłowych realizowane w mufach łączowych umieszczanych w studniach kablowych na trasie kabla magistralnego i dystrybucyjnego powinny zostać zrealizowane **metodą rozplywu równoważonego**. Metoda ta przewiduje wykorzystanie tych samych włókien kabla magistralnego do zasilania obustronnego punktu dystrybucyjnego z dwóch różnych węzłów centralnych i jest istotna gdyż:

- wprowadza oszczędności 50% w wykorzystaniu włókien kabla zasilającego;
- pozwala na przekształcenie dowolnego punktu PA w lokalny punkt dystrybucji LPD zasilany metodą hub-and-spoke;
- wprowadza redundancje trasy, co przy uszkodzeniu kanalizacji po jednej stronie punktu pozwala zasilic go z drugiej strony magistrali.

Schemat ideowy zamieszczono na rysunku poniżej.



Rysunek 37. Idea zastosowania metody rozplywu równoważonego

Z uwagi na możliwości rozbudowy, połączenia między węzłami centralnymi a dystrybucyjnymi powinny być wykonywane przy pomocy mikrokabla **OTMK** o średnicy do 7 mm i zawierającego min. 24 włókien 9/125 o konstrukcji 4 tuby 6 włókien lub większego o konstrukcjach n x 12 włókien do maksymalnej pojemności 96J o konstrukcji 8 tub pod 12 włókien.

7.2.3 Organizacja połączenia węzłów w warstwie dostępowej sieci

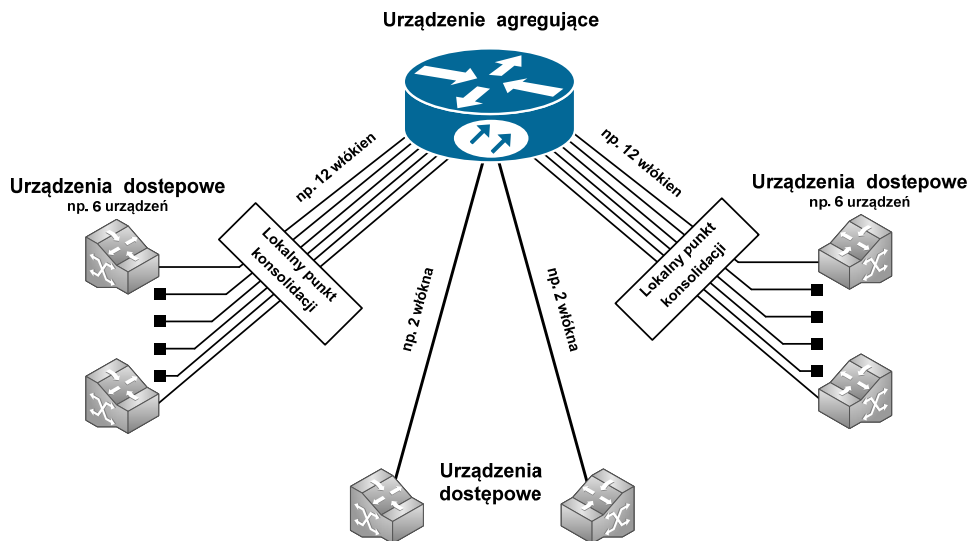
Warstwa dostępową sieci odpowiedzialną będzie za dystrybucję sygnałów z węzłów dystrybucyjnych lokowanych w danej miejscowości do jednostek końcowych sieci regionalnej. W warstwie tej występować będzie największa liczba urządzeń, a co za tym idzie największa liczba

połączeń pomiędzy punktami. Przyjęto minimalną liczbę włókien docierającą do punktu dostępowego końcowego w sieci wynoszącą **4 włókna** (2 włókna podstawowe i 2 włókna redundantne) oraz **12 włókien** dla jednostek samorządu terytorialnego (2włókna podstawowe i 2 włókna redundantne, 8 włókna zapasu).

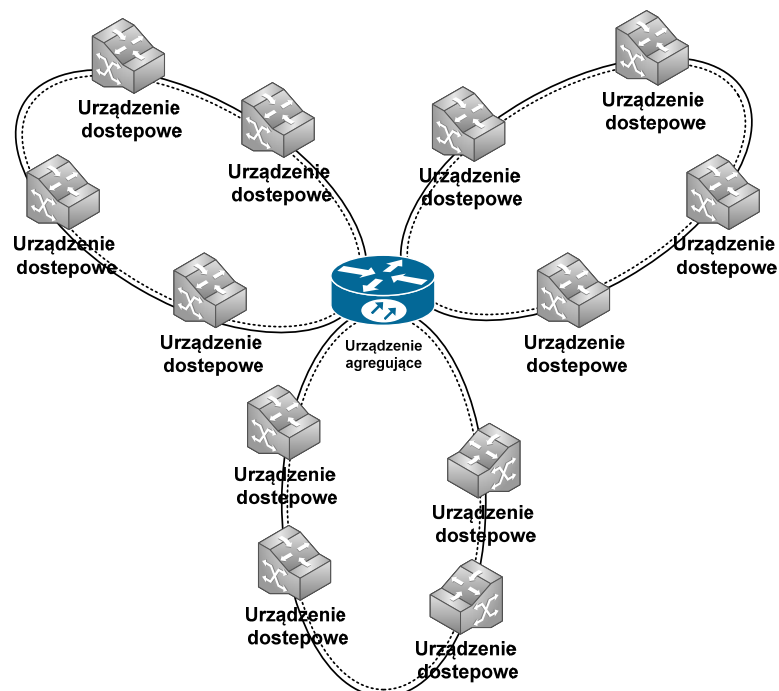
Rozwiązania topologii dla tej warstwy obejmują:

- **gwiazda**, w której do każdego punktu dostępowego dociera dedykowany tor światłowodowy 4 włóknowy (2 włókna podstawowe i 2 włókna redundantne), nie wymaga się włączenia do dwóch Lokalnych Punktów Dystrybucji;
- **hub-and-spoke**, do podłączenia ważniejszych punktów dostępowych wymagających redundancji podłączenia (do określenia przez Inwestora);
- **gwiazda z pośrednictwem pasywnych węzłów dystrybucyjnych (Lokalnych Punktów Konsolidacji)**, w której podobnie jak poprzednio, do punktu dostępowego dociera dedykowany tor światłowodowy jednakże rozdział tras torów włókien dokonuje się w szafie zewnętrznej lub przełącznicy wewnętrznej pasywnego węzła dystrybucyjnego (Lokalnego Punktu Konsolidacji) (do punktu docierać powinny kable o ilości włókien będącej iloczynem ilości punktów dostępowych i przyjętego standardu 4 włókien/punkt. Szczególną odmianą tej topologii będą wszystkie technologie zwielokrotnienia falowego WDM zakładające wykorzystanie 1 włókna światłowodowego do transmisji sygnału dla kilku (2-16) abonentów/punktów dostępowych.
- **lokalnego pierścienia światłowodowego** lub kilku lokalnych pierścieni obejmujących pogrupowane punkty dostępowe. Zaletą tej metody jest redukcja ilości wymaganych włókien oraz wprowadzenie niezawodności do topologii, poprzez włączanie punktów dostępowych do sieci z dwóch stron. Zwiększa to, wymagania dla sprzętu aktywnego punktu dostępowego w zakresie większej ilości wymaganych portów światłowodowych (do minimum 2 portów) oraz w zakresie obsługi protokołów niezawodnościowych (Spanning Tree). Łatwiej za to włączyć do takiej sieci, nowy punkt dostępowy wykonując nowe trakty światłowodowe, które zostaną włączone do istniejącego toru. W szczególności, posiadając w torze kabla podwojoną liczbę włókien, można wydzielić nowy pierścień częściowo biegnący po trasie starego pierścienia. Istotnym ograniczeniem dla ilości punktów dostępowych w pojedynczym pierścieniu będą wymagania związane z przepustowością pierścienia, pozostałymi parametrami transmisji pakietów w rdzeniu (jitter, opóźnienia, etc) oraz wydajnością urządzeń dostępowych.

Zalecanym rozwiązaniem dla warstwy dostępowej sieci klasy Regionalnej Sieci Szerokopasmowej (a w szczególności Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej) z uwagi na większą niezawodność, mniejsze koszty dostępowych urządzeń aktywnych oraz łatwiejszą konfigurację ścieżek ruchu Spanning Tree jest zastosowanie topologii **gwiazdy**.



Rysunek 38. Zalecana topologia gwiazdy lokalnej w warstwie dostępowej z/bez pasywnymi węzłami dystrybucyjnymi (Lokalnymi Punktami Konsolidacji)

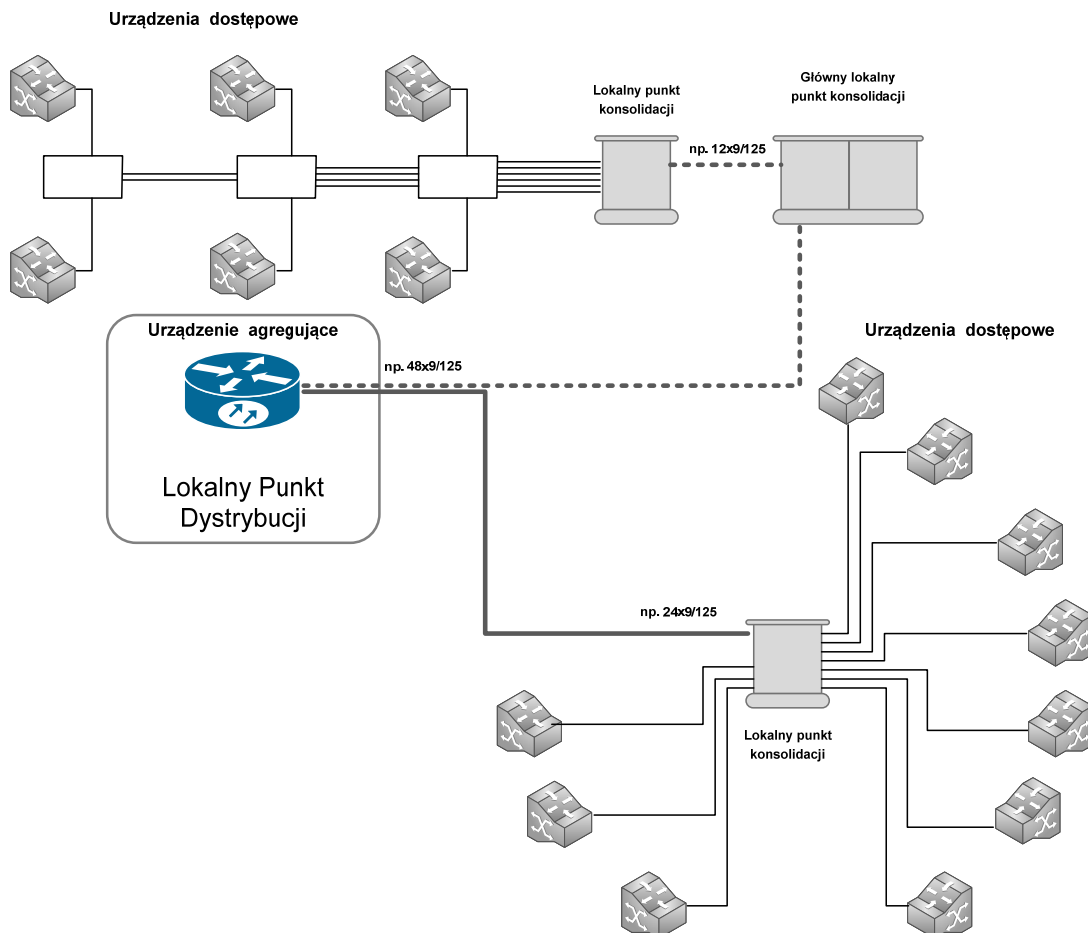


Rysunek 39. Topologia pierścieni lokalnych w warstwach dostępowych

Szczególnym wykonaniem punktu dostępowego będą pasywne węzły dystrybucyjne (Lokalne Punkty Konsolidacji - LPK), lokalizowane w większych skupiskach punktów abonenckich (PA) o małym zapotrzebowaniu na pasmo oraz znajdujących się w sąsiedztwie tego punktu. Połączenia między LPD a PA powinny być realizowane w **topologii gwiazdy lokalnej** lub w technikach sieci FTTH.

W uzasadnionych przypadkach, pasywne węzły dystrybucyjne (punkty typu LPK) mogą służyć do zasilania miejscowości małych, w których nie ma możliwości wykonania węzła aktywnego sieci lub nie jest to uzasadnione ekonomicznie. Dzięki dużemu zasięgowi łącz światłowodowych, abonenci

końcowi z takiej miejscowości, mogą być podłączeni do urządzenia agregacji znajdującego się w sąsiedniej miejscowości. Zastosowanie takiego rozwiązania wymaga pisemnej zgody Inwestora.



Rysunek 40. Schemat ideowy budowy połączeń w warstwie dostępowej z wykorzystaniem pasywnych punktów konsolidacji włókien LPK

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się pozostałe metody. W szczególności, w przypadku budowy sieci rozdzielczych dla dużej ilości abonentów końcowych sieci w tzw. ostatniej mili światłowodowej (systemy nazywane popularnie Fiber To The Home) zalecaną praktyką powinno być projektowanie struktury gwiazdy z wykorzystaniem technik WDM oraz mikrokanalizacji, jako nośnika dla kabli światłowodowych.

7.3 Schemat rozpluw włókien i kabli światłowodowych Regionalnej Sieci Szkieletowej

Zadaniem projektanta będzie narysowanie i zaproponowanie szczegółowych rozpluwów włókien wraz z określeniem miejsc spawania na bazie założeń i wytycznych wykonawczych oraz zgodnie z wytycznymi dotyczącymi części aktywnej i innymi dokumentami określającymi wymagania Inwestora.

Istotnym dokumentem ułatwiającym orientację, w projektach wykonawczych i schematach rozpluwu, będzie ogólny rysunek rozpluwu kabli światłowodowych dla całej sieci szerokopasmowej DSS przedstawiony na schemacie wyprostowanym. Rysunek ten, obok modelu podstawowego dla połączeń logicznych warstwy aktywnej, będzie jednym z ważniejszych elementów ułatwiających

orientację w dokumentacji projektowej.

Projektant musi również uzgodnić z Inwestorem propozycję systemu paszportyzacji i nazewnictwa obiektów liniowych i kabli optotelekomunikacyjnych, ułatwiający jednoznaczną i szybką identyfikację poszczególnych elementów sieci kablowej.

W przypadku rozbudowy sieci w przyszłości zadaniem projektanta będzie dobór odpowiedniej organizacji segmentu światłowodowego wybranych spośród podanych w niniejszych wytycznych z uwzględnieniem geografii położenia punktów, infrastruktury Inwestora na dany terenie, przewidywanej przepustowości wynikającej z sumarycznego zapotrzebowania na pasmo poszczególnych punktów oraz odległości pomiędzy poszczególnymi punktami. Należy również wziąć pod uwagę możliwości przyszłej rozbudowy oraz zapewnić zachowanie standardów przyjętych w pierwotnych projektach zatwierdzonych przez Inwestora. Zachowanie standardu dotyczy również systemu paszportyzacji.

7.4 Alternatywne metody budowy łącz szerokopasmowych

W szczególnie uzasadnionych przypadkach, uwarunkowanych względami technicznymi lub ekonomicznymi, projektant może wykorzystać inne metody realizacji połączenia szerokopasmowego. Pierwszeństwo projektowe powinien mieć jednak **rurociąg**, a kryteria decyzji o wyborze innej metody, powinny przede wszystkim uwzględniać koszty eksploatacji i dzierżawy dla metody alternatywnej. Zastosowanie metody alternatywnej powinno być poparte przeprowadzeniem dołączanej do projektu analizy porównawczej dla zamienianego traktu. Projektant powinien dla każdego odstępstwa uzyskać pisemną zgodę Inwestora.

W miejscach, w których wybudowanie kanalizacji ziemnej jest nieuzasadnione z przyczyn ekonomicznych lub technicznych możliwe jest projektowanie traktów światłowodowych z wykorzystaniem **kanalizacji dzierżawionej** od operatorów lub tzw. „ciemnych włókien” dzierżawionych od innych operatorów na zasadzie **nieodwołalnego prawa użytkowania (IRU - Infeasible Right to Use)**. W tym przypadku, jako uzasadnienie należy dołączyć analizę kosztów budowy oraz kosztów dzierżawy określonej ilości włókien wynikającej z rozplywu kabli światłowodowych w okresie 25 lat. Ostateczną decyzję o wyborze metody podejmie Inwestor.

W szczególnych przypadkach, oprócz ciągów kanalizacji do prowadzenia kabli światłowodowych na potrzeby DSS można wykorzystać istniejącą podbudowę słupową tj. słupy oświetleniowe, trakcji linii kolejowej, etc. oraz **napowietrzne kable światłowodowe ADSS** na krótkie przęsła oraz osprzęt montażowy do słupów trakcyjnych. Systemy te można wykorzystać z powodzeniem na odcinkach odgałęźnych, w kierunku lokalnych punktów dystrybucji lokowanych w sąsiednich miejscowościach. Decyzje o projektowaniu z wykorzystaniem tej metody należy realizować każdorazowo wyłącznie za uprzednią zgodą Inwestora.

Na potrzeby Inwestora należy przedstawić znając analizę uwzględniającą koszty opłat za eksploatację podbudowy słupowej i aktualne możliwości techniczne .

W ostateczności kable napowietrzne można projektować opcjonalnie jako połączenie tymczasowe do momentu wybudowania właściwego ciągu kanalizacji.

8 Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

8.1 Wymagania dotyczące materiałów dla linii optotelekomunikacyjnych

Wszystkie elementy składające się na system mikrokanalizacji i okablowania światłowodowego muszą być certyfikowane przez tego samego producenta okablowania i pochodzić z jednolitej oferty reprezentującej kompletny system elementów światłowodowych w takim zakresie, aby zostały spełnione warunki niezbędne do uzyskania bezpłatnego certyfikatu gwarancyjnego systemu mikrokanalizacji i okablowania światłowodowego.

W szczególności wszystkie elementy toru światłowodowego, posiadające wpływ na utrzymanie jednolitych i wysokich parametrów łącza światłowodowego (kable, mikrokable, patchcordy, pigtaile, adaptory światłowodowe wraz z przełącznicami, szafami ODF i osłonami złączowymi) powinny pochodzić z oferty systemowej jednego dostawcy, udzielającego gwarancji systemowej dla na całość rozwiązania przeznaczonego do budowy sieci regionalnej.

W związku z wymaganiami gwarancji systemowej, wszystkie komponenty toru światłowodowego powinny posiadać na obudowach lub płaszczu kabli, trwałe i jednolite oznaczenia jednoznacznie identyfikujące Producenta komponentów. Na życzenie Zamawiającego Wykonawca musi również dostarczyć dokumenty zakupu (faktury lub dokumenty magazynowe WZ) potwierdzające zakup w autoryzowanym kanale sprzedaży.

Z uwagi na wymagania Zamawiającego w odniesieniu do trwałości projektów infrastrukturalnych, całość rozwiązania światłowodowego ma być objęta dodatkową, jednolitą, spójną co najmniej 10-letnią gwarancją systemową Producenta, obejmującą całą część systemu mikrokanalizacji (mikrokable oraz mikrokanalizację z osprzętem połączeniowym) i elementy okablowania światłowodowego liniowego oraz stacyjnego (przełącznice, adaptory, pigtaile i patchcordy, osłony złączowe, stelaże zapasu kabli i mikrokabli, etc). Gwarancja ma być udzielona przez Dostawcę Systemu bezpośrednio klientowi końcowemu lub Inwestorowi.

Udzielona gwarancja ma obejmować tzw. gwarancję systemową. Dostawca zagwarantuje, że jeśli w jego produktach podczas dostawy, instalacji, bądź 10-letniej eksploatacji wykryte zostaną wady lub usterki fabryczne, to produkty te zostaną naprawione, bądź bezpłatnie wymienione. W celu uzyskania tego rodzaju gwarancji cały system, w tym okablowanie światłowodowe, musi być zaprojektowane przez projektanta z odpowiednim przeszkoleniem (ukończone kursy projektowe odpowiedniego poziomu) oraz zainstalowany przez firmę instalacyjną posiadającą odpowiedni status uprawniający do udzielenia gwarancji producenta oraz dysponującą zasobami maszynowymi i narzędziami dedykowanymi do instalacji elementów systemu mikrokanalizacji.

8.2 Wymagania dotyczące włókien w torach światłowodowych

Parametry włókien światłowodowych w kablach używanych w Regionalnej Sieci Szerokopasmowej powinny umożliwić prowadzenie transmisji 10Gb/s w magistrali sieci, oraz transmisje 1Gb/s w warstwach niższych. W szczególności parametry włókien powinny odpowiadać minimalnym zaleceniom standardu ITU-T G.652D IEC-60793-2-50, B1.3 odpowiednim dla danego rodzaju włókna.

Zalecany standardem włókien wykorzystywanych do budowy DSS jest włókno jednomodowe 9/125 typu ITU-T G.652D IEC-60793-2-50, B1.3 (włókno jednomodowe z usuniętym pikim wodnym). Z uwagi na możliwe wykorzystanie technik zwielokrotnienia falowego CWDM/DWDM w celach ewentualnej rozbudowy włókna jednomodowe typu ITU-T G.652D IEC-60793-2-50, B1.3 powinny być projektowane w całej strukturze sieci, również w warstwach dostępowych.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

Zalecana minimalna liczba włókien projektowanych do końcowej lokalizacji nie powinna być mniejsza niż 4 włókna.

Parametry toru światłowodowego powinny być badane po instalacji łącza w postaci pomiaru reflektometrycznego a dla odcinków regeneracyjnych pomiary tłumienności wynikowej wszystkich światłowodów metodą transmisyjną oraz pomiary tłumienności odbicia wstecznego (reflektancji) złączy światłowodowych (analogicznie do ZN-02/TD S.A.-09). Wyniki pomiarów winny być dostarczone Inwestorowi w dokumentacji powykonawczej.

Zebrane wartości standardowe włókien jednomodowych zawierają poniższe tabele.

Tabela 18. Parametry włókien jednomodowych Włókno jednomodowe 9/125:

	Values	
MFD non-circularity	≤ 6%	
MFD/Cladding concentricity error	≤ 1µm	
Cladding diameter	125±0,5µm (1)	125±1µm
Cladding non-circularity	≤ 2%	
Primary coating diameter	245±10µm	
Coating non-circularity	≤ 6%	
Coating concentricity error	≤ 12,5µm	
Proof Test	≥ 8,8N/ ≤ 1% / ≥ 100 Kpsi	

		G.652. B ⁽¹⁾	G.652. C/D	G.653	G.655	G.656
Attenuation Coefficient (dB/Km)	@ 1310 nm	≤ 0,38	≤ 0,34	≤ 0,50	≤ 0,40	≤ 0,40
	@ 1285-1330 nm	≤ 0,40	-	-	-	-
	@ 1385 nm	-	≤ 0,31	-	≤ 0,40	≤ 0,40
	@ 1460 nm	-	-	-	-	≤ 0,40
	@ 1550 nm	≤ 0,23	≤ 0,21	≤ 0,25	≤ 0,22	≤ 0,35
	@ 1525-1575 nm	-	-	≤ 0,27	-	-
	@ 1625 nm	-	≤ 0,24	-	≤ 0,25	≤ 0,40
Mode Field Diameter (µm)	@ 1310 nm	9,1±0,3	9,2±0,4	8,4±0,6	-	-
	@ 1550 nm	10,2±0,4	10,4±0,5	-	8,4±0,6	8,6±0,4
Chromatic Dispersion Coefficient (ps/nm.Km)	@ 1285-1330 nm	≤ 3	≤ 3	-	-	-
	@ 1550 nm	≤ 18	≤ 18	-	-	-
	@ 1525-1575 nm	-	-	≤ 3,5	-	-
	@ 1460-1625 nm	-	-	-	-	2,0-12,0
	@ 1530-1565 nm	-	-	-	2,6-6,0	-
	@ 1565-1625 nm	-	-	-	4,0-8,9	-
Zero Dispersion Wavelength (nm)		≥1302 ≤1322	≥1302 ≤1322	1550±25	<1450	<1450
Zero Dispersion Slope (ps/nm ² .Km)		≤ 0,091	≤ 0,090	≤ 0,085	≤ 0,045	≤ 0,045
Group Index of Refraction (Typical)	@ 1310 nm	1,466	1,466	-	1,471	-
	@ 1550 nm	1,467	1,467	-	1,470	-
	@ 1625 nm	-	-	-	1,470	-
Cutt-Off Wavelength (nm)	Cable	≤ 1260	≤ 1260	≤ 1350	≤ 1260	≤ 1325
PMD(ps/√Km)	@ 1550 nm	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,1

Geometrical, optical and mechanical characteristics according to UIT-T G.653, UIT-T G.655, UIT-T G.656, IEC 60793-2, ISO/IEC 11801 and EN 50173.

8.3 Ogólne wymagania dotyczące kabli stosowanych w DSS

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

Kable światłowodowe stosowane w DSS powinny charakteryzować się ogólnymi cechami użytkowymi oraz posiadać wsparcie Dostawcy produktu, w zakresie obsługi logistycznej. W szczególności ogólne wymagania Zamawiającego dla kabli są następujące:

- Kable zamówione i dostarczone powinny być fabrycznie nowe i powinny pochodzić z bieżącej produkcji, bez widocznych śladów uszkodzeń powłoki i przebarwień.
- Instalacja kabli światłowodowych powinna przebiegać zgodnie z zastosowaniem kabla, z zachowaniem parametrów mechanicznych (maksymalny naciąg instalacyjny kabla, promień gięcia, temperatura układania, etc) określanymi przez producenta kabla, w dokumentacji technicznej.
- Metoda instalacji kabli powinna być zgodna z zaleceniami producenta i typem kabla.
- Projektowane kable światłowodowe, w konstrukcji wielotubowej, powinny umożliwiać zastosowanie kabla hybrydowego posiadającego różne typy włókien, w poszczególnych tubach kabla. W miarę możliwości **zaleca się** projektowanie mikrokabli o odmiennym typie włókien w osobnych mikrorurkach kanalizacji, w miejsce kabli hybrydowych.
- Identyfikację kabli powinny umożliwić trwałe napisy znacznikowe na kablu, wykonywane w sposób zapewniający trwałe oznaczenie, co 1 mb. Napis na kablu powinien zawierać oznaczenie producenta kabla, typ kabla, liczba włókien i ich rodzaj, datę produkcji, długość bieżącą, ewentualnie dane Inwestora.
- Dla każdego dostarczonego bębna powinna być dostarczona dokumentacja określająca:
 - typ kabla, liczbę i rodzaj włókien, producenta włókien,
 - długość fabrykacyjną kabla,
 - pomiary tłumienności jednostkowej dla dwóch lub trzech okien transmisyjnych,
 - współczynnik wydłużenia optycznego,
 - parametry mechaniczne kabla,
 - profil kabla z kodem kolorowym tub i włókien w tubach wg IEC60304.
- Końce kabla powinny być zabezpieczone przed wnikaniem wilgoci, i tak zamocowane na bębnie, aby były dostępne do badań własności transmisyjnych.
- Kable powinny być pakowane, przechowywane i transportowane wg PN-70/E-79100. Odcinki fabrykacyjne kabla powinny być nawinięte na bębny wykonane z drewna, metalu lub z innych materiałów o nie gorszych własnościach, nieulegających odkształceniom pod działaniem czynników zewnętrznych jak wilgoć, wahania temperatury itp.
- Tolerancja dostawy odcinków fabrykacyjnych kabli nie powinna przekraczać +5% zamawianej długości kabla.
- W czasie przechowywania kable powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi i uderzeniami oraz przed środkami szkodliwie oddziałującymi na kable, a także przed promieniowaniem słonecznym i opadami atmosferycznymi.
- Transport bębnow z kablem może odbywać się ogólnie dostępnymi środkami transportu, przy czym zamocowanie bębna do platform środków transportowych powinno uniemożliwiać przesuwanie się bębnow.
- Każdy dostarczony bęben powinien zostać trwale wyposażony w tabliczkę identyfikacyjną zawierającą określenie typu kabla, ilości włókien, długości kabla oraz znaczników końcowych i początkowych oraz inne szczegóły ułatwiające identyfikację numeru partii i zwrot bębna do Producenta.
- Producent systemu powinien zagwarantować Wykonawcy możliwość zwrotu zużytych opakowań kablowych na wskazany adres w kraju, celem ich ponownego wykorzystania lub utylizacji na koszt Producenta.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

- Producent poprzez utworzenie buforowego magazynu w kraju zagwarantuje odpowiednią terminowość i logistykę dostaw na plac budowy lub magazyn Wykonawcy. Wymaga się możliwości dostaw kabli w odcinkach fabrycznych lub w odcinkach o długościach wynikających z projektu wykonawczego.

Dopuszczone do stosowania są kable o identycznej konstrukcji i parametrach, nie gorszych niż kable określone w koncepcji. Stosowanie kabli innych, niż określone w wytycznych, wymaga uzgodnienia z Inwestorem.

8.3.1 Wymagania dodatkowe dotyczące mikrokabli światłowodowych

Wymagania ogólne dotyczące kabli stosowanych w mikrokanalizacji zawiera norma IEC 60794-3-10 i PN EN 60794-5 precyzująca parametry techniczne takie jak: max. naprężenie instalacyjne kabla, max.. siłę zgniatającą, odporność na wnikanie wody i inne parametry mechaniczne kabli.

W mikrokanalizacji budowanej na potrzeby DSS zalecane są mikrokable o parametrach zgodnych z wymienioną normą oraz spełniające dodatkowo, następujące wymagania:

- Powłoki mikrokabli powinny być wykonane z polietylenu zapewniającego w kontakcie z mikrorurkami niski współczynnik tarcia o wartości $\leq 0,1$.
- Mikrokable powinny być dostosowane do instalacji w mikrokanalizacji metodą pneumatyczną strumieniową.
- Wszystkie mikrokable powinny być całkowicie dielektryczne.
- Średnice zewnętrzne mikrokabli powinny być dobrane do średnic wewnętrznych mikrorurek (RMK) i powinny zapewniać (przy zastosowaniu w odpowiedniej mikrorurce) oczekiwane projektowe zasięgi wdmuchiwanie oraz współczynnik wypełnienia (fill factor) $< 60\%$.
- Aby zminimalizować liczbę punktów wdmuchiwanie (studni kablowych i zasobników) na trasach międzymiastowych i ułatwić prace instalacyjne, mikrokable zastosowane w sieci DSS, powinny w szczególności zapewniać zasięgi wdmuchiwanie odpowiadające maksymalnym zawartym w poniższej tabeli.

Tabela 19. Tabela doboru mikrokabli światłowodowych, oczekiwane minimalne zasięgi wdmuchiwanie zaznaczono pogrubieniem

Średnica mikrorurki	Max. średnica kabla	Max.liczba włókien w kablu	Zasięg projektowy wdmuchiwanie
4/3mm	1-1.5mm (wiązka włókien)	12	400 mb 500 mb
5/3.8mm	1-1.5mm (wiązka włókien)	2-4	1000 mb
	1-1.5mm (wiązka włókien)	8	800 mb
	1-1.5mm (wiązka włókien)	12	500 mb
7/5.5mm	4.2 mm (wielotuba)	24	500 mb
10/8mm	5.6 mm (wielotuba)	72	1500 mb
	6.0 mm (wielotuba)	72	1500 mb
	7 mm (wielotuba)	96	800 mb
12/10mm	7,2mm (wielotuba)	96	1500 mb
	8,1mm (wielotuba)	144	
15/12mm	8,1mm (wielotuba)	144	1800 mb
	9,5mm (wielotuba)	192	

1. Przy projektowaniu tras kablowych wymagających zasięgów wdmuchiwanie przekraczających podane wyżej projektowe zasięgi wdmuchiwanie, należy przewidzieć zastosowanie mikrokabli z powłokami z poliamidu (nylonu), w celu poprawy współczynnika tarcia oraz wdmuchiwanie strumieniowe wsparte przez cięgłą lubrykację mikrokabla.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

2. Producent systemu mikrokanalizacji powinien zapewnić dostawy kabli z rodzajem powłoki dopasowanym do wymagań wynikających z projektu (polietylen, poliamid, niepalniona LSOH, LZOH).
3. W systemach mikrokanalizacji dopuszcza się zastosowanie mikrokabli światłowodowych w postaci:
 - wiązek włókien w podwójnej lub potrójnej warstwie akrylowej **typu OTMW** o średnicy 1.0-2.0mm (wyłącznie w mikrorurkach o najmniejszej średnicy) dla warstwy dostępowej,
 - mikrokabli o średnicy do 4.2 mm w konstrukcji centralnej lub wielotubowej 6 tub po 4 włókna, w której włókna umieszczone są w centralnych lub luźnych tubach z żelem i rozmieszczone ze skręceniem wokół centralnego elementu dielektrycznego,
 - mikrokabli o średnicach 5.6-8.1mm w konstrukcji **wielotubowej** 6-12 tub po 6 lub 12 włókien, w której włókna umieszczone są w luźnych tubach z żelem i rozmieszczone wokół centralnego elementu dielektrycznego.
4. Nie zaleca się projektowania mikrokabli wielotubowych, wykorzystujących wiązek włókien OTMW skręconych wokół ośrodka kabla. Nie zaleca się również, wykorzystania mikrokabli wykorzystujących włókna taśmowe.
5. Mikrokable w postaci wiązek włókien OTMW wymagają projektowania zastosowania mikrorurek z powłokami antyelektrostatycznymi, w celu zapewnienia zasięgu projektowego wdmuchiwanie.
6. Konstrukcja mikrokabli wielotubowych powinna zapewniać rozplątanie włókien w standardzie 6 lub 12 włókien na tubę. Wyjątkiem od tej reguły, są konstrukcje typu wiązka włókien oraz kable wielotubowe w warstwie dostępowej (6T4F).
7. Kodowanie kolorystyczne włókien i sekwencji tub kabla powinno być zgodne z normą IEC 60304.

Z uwagi na wysokie oczekiwania Inwestora, odnośnie jakości i kompatybilności systemu mikrokanalizacji, oraz regionalny charakter budowanej sieci telekomunikacyjnej charakteryzującej się wieloma relacjami międzymiastowymi, o długich odcinkach między studniami – wymagane jest przedstawienie dokumentacji wykazującej zgodność zastosowanych mikrokabli z normą PN EN 60794-5 lub EC 60794-3-10 w zakresie badań zasięgów wdmuchiwanie wykonywanych przez dowolne laboratorium zewnętrzne zgodnie z Aneks E normy PN-EN 60794-5 (IEC60794-5) lub EC 60794-3-10.

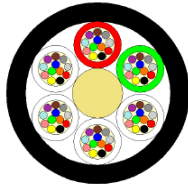
8.3.2 Wymagania szczegółowe dotyczące magistralnych mikrokabli światłowodowych

Z uwagi na spore zapotrzebowanie na włókna warstwy magistralnej oraz konieczność optymalizacji kosztów wdmuchiwanie kabli, przewiduje się zastosowanie wielotubowego mikrokabla światłowodowego nowej generacji o śr. do 6.0 mm (np. **typu OTMK-LX6**) wdmuchiwanego do mikrorurki o śr. 10/8 mm i zawierającego do 72 włókien światłowodowych lub opcjonalnie dla miejsc wymagających większej ilości włókien mikrokabla o śr. do 6.6mm i ilości włókien do 96 (np. typu **OTMK-LX7**). Początkowa liczba włókien jednomodowych (wynosząca 96, 72 lub 48) w kablu magistrali powinna umożliwić wykorzystanie części włókien na połączenia redundantne i zapasowe. W szczególności, zalecanym kablem do realizacji połączenia między punktami rdzeniowymi jest **mikrokabel typu OTMK-LX6/72J**. Zastosowanym włóknem powinno być włókno jednomodowe 9/125 z usuniętym pikiem wodnym standardu ITU-T.G652D. Konstrukcja mikrokabli światłowodowych powinna opierać się o standard IEC 60794-5-10 i procedury testów IEC 60794-1-2.

Prędkością docelową transmisji realizowanej **we włóknach podstawowych** będzie standard **10Gbps**, dla łącz redundantnych dopuszcza się możliwość zastosowania transmisji **1 Gbps**. W szczególności, zalecanym kablem do realizacji połączenia między punktami rdzeniowymi jest **mikrokabel typu OTMK-LX6/72J**. Opcjonalnie, w uzasadnionych przypadkach, może to być również mikrokabel OTMK /48J oraz mikrokabel typu OTMK/96J.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

Wymagania szczegółowe dla podstawowego mikrokabla magistralnego zdefiniować można następująco:



- Centralny element wzmacniający CSM: pręt z klejonego włókna szklanego FRP
- Tuby światłowodowe: materiał termoplastyczny, zawierają do 12 włókien, wypełnione ośrodkiem blokującym wodę – żel
- Wypełniacze: zamiast tub, w razie potrzeby.
- Rozmieszczenie: tuby wraz z wypełniaczami rozłożone wokół CSM-FRP.
- Zabezpieczenie przeciw penetracji wzdłużnej wody: ośrodek suchy z włóknami pęczniącymi
- Nitka do rozrywania powłoki - Ripcord
- Powłoka zewnętrzna: PE ze specjalną warstwą poślizgową
 - o wsp. tarcia poniżej 0,1
 - lub LSOH dla kabli budynkowych.
- Średnica max. 6mm, zalecana 5.6mm
- Dostępne liczby włókien: 12,24,36,48,60,72
- Konstrukcja: wielotuba maks. 6 tub po 6 lub 12 włókien

Rysunek 41. Konstrukcja mikrokabla wielotubowego magistralnego o liczbie włókien do 72 (6 tub po 12 włókien).

Pozostałe wymagania dla kabli OTMK-LX6:

- W celu uzyskania jak najlepszych zasięgów wdmuchiwania do mikrorurek o średnicy wewnętrznej 8mm, grubość powłoki zewnętrznej mikrokabla powinna wynosić min.0,5mm, a nominalna średnica zewnętrzna nie może przekraczać 6.0 mm (zalecana 5.6mm), zapewniając współczynnik wypełnienia (fill factor) zdecydowanie mniejszy niż 60% i wadze kabla do 29 kg/km dla pojemności 72J.
- Powłoki zewnętrzne mikrokabla powinny być wykonane z czarnego PE o współczynniku tarcia <0.1.
- Wymagany zasięg projektowy wdmuchiwania mikrokabla magistralnego powinien wynosić minimum 1500m, co powinno zostać udokumentowane raportem z badań przeprowadzonych przez producenta kabla lub mikrokanalizacji na zgodność z Aneksem E normy PN-EN 60794-5:2007 Kable światłowodowe - Część 5: Kable światłowodowe - Specyfikacja grupowa mikrokanalizacji kablowej dla instalacji metodą wdmuchiwania.
- Mikrokable stosowane dla tras kablowych wymagających zasięgów wdmuchiwania przekraczających podane wyżej projektowe zasięgi wdmuchiwania, powinny być dostarczone z powłokami z poliamidu (nylonu), w celu poprawy współczynnika tarcia.
- Maksymalny, dopuszczalny promień gięcia kabla, podczas instalacji, ma wynosić 120mm (20 x średnica zewnętrzna kabla), a w trakcie eksploatacji może wynosić maksymalnie 90mm (15 x średnica zewnętrzna).
- Maksymalny naciąg instalacyjny (wg IEC 60794-1-2-E1) ma wynosić 750N, a wytrzymałość na obciążenia, w trakcie eksploatacji, czyli naciąg statyczny (wg IEC 60794-1-2-E1) ma wynosić 500N.
- Wytrzymałość mechaniczna na zgniatanie (wg IEC 60794-1-2-E3) – min.700N na odcinku 100mm.
- Oczekiwany zakres temperaturowy podczas:
 - a. instalacji mikrokabla: od -5°C do +50°C,
 - b. eksploatacji: od -30°C do +70°C,
 - c. przechowywania i transportu: od -40°C do +70°C.
- Parametry włókien światłowodowych powinny być nie gorsze niż przedstawione w pkt 8.1.3.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

- Kodowanie barwne tub kabla i powłoki lakierniczej włókien w tubie, powinien być zgodny z normą IEC 60304, tj. w szczególności kolejność tub i włókien powinna być następująca:

Dla IEC 60304

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Red	Green	Blue	White	Violet	Orange	Grey	Yellow	Brown	Pink	Black	Agua

- Na mikrokablu przeznaczonym do sieci szkieletowej oprócz normalnych identyfikatorów i znaczników długości musi znajdować się napis: „Dolnośląska Sieć Szkieletowa” lub inny według wskazań Inwestora.
- Mikrokabel magistralny powinien być dostosowany do wdmuchiwania metodą strumieniową z zastosowaniem środków poślizgowych lub bez.

W uzasadnionych przypadkach, powodowanych koniecznością zapewnienia większej niż 72 liczby włókien relacji magistralnej, za zgodą Inwestora, istnieje możliwość zaprojektowania kabla wielotubowego o liczbie włókien wynoszącej 96J i nominalnej średnicy zewnętrznej maks.6.6mm. Wdmuchiwanie kabli o takiej średnicy do mikrorurek o średnicy wewnętrznej 8mm, z uwagi na przekroczenie zalecanego współczynnika wypełnienia należy projektować, tylko w przypadku relacji przechodzących przez miasta i wszędzie tam, gdzie odległości między studniami lub innymi obiektami kanalizacji, pozwalającymi na dostęp dla maszyn wdmuchujących – jest krótszy niż 750m na odcinkach prostoliniowych i 500m dla relacji z sumą kątów > 180°.

Wymagania szczegółowe dla opcjonalnego mikrokabla magistralnego typu OTMK-LX7 zdefiniować można następująco:



- Konstrukcja mikrokabla wielotubowego magistralnego o liczbie włókien 96
- Centralny element wzmacniający CSM: pręt z klejonego włókna szklanego FRP
- Tuby światłowodowe: materiał termoplastyczny, zawierają do 12 włókien, wypełnione ośrodkiem blokującym wodę – żel.
- Wypełniacze: zamiast tub, w razie potrzeby.
- Rozmieszczenie: tuby wraz z wypełniaczami rozłożone wokół CSM - FRP.
- Zabezpieczenie przeciw penetracji wzdłużnej wody: ośrodek suchy z włóknami pęczniejącymi
- Nitka do rozrywania powłoki - Ripcord
- Powłoka zewnętrzna: HDPE ze specjalną warstwą poślizgową
- Średnica max. 6,6 mm
- Dostępne liczby włókien: 12,24,26,48,60,72,96
- Konstrukcja: wielotuba 12 włókien na tubę (maks. 8 tub po 12 włókien)

Pozostałe wymagania:

- W celu uzyskania jak najlepszych zasięgów wdmuchiwania do mikrorurek o średnicy wewnętrznej 10mm, grubość powłoki zewnętrznej mikrokabla powinna wynosić min. 0,35mm, a nominalna średnica zewnętrzna nie może przekraczać 6.6 mm, zapewniając współczynnik wypełnienia (fill factor) zdecydowanie mniejszy niż 70% i wadze kabla do 42 kg/km.
- Powłoki zewnętrzne mikrokabla powinny być wykonane z czarnego PE o współczynniku tarcia <0.1.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

- Wymagany zasięg projektowy wdmuchiwania mikrokabla magistralnego do mikrorurki o średnicy wewnętrznej 10mm powinien wynosić minimum 1500m i minimum 800m, przy wdmuchiwaniu do mikrorurki o średnicy wewnętrznej 8mm, co powinno zostać udokumentowane raportem z badań przeprowadzonych przez producenta kabla lub mikrokanalizacji na zgodność z Aneks E normy PN-EN 60794-5:2007 Kable światłowodowe - Część 5: Kable światłowodowe - Specyfikacja grupowa mikrokanalizacji kablowej dla instalacji metodą wdmuchiwania.
- Mikrokable stosowane dla tras kablowych wymagających zasięgów wdmuchiwania przekraczających podane wyżej projektowe zasięgi wdmuchiwania, powinny być dostarczone z powłokami z poliamidu (nylonu), w celu poprawy współczynnika tarcia.
- Maksymalny, dopuszczalny promień gięcia kabla, podczas instalacji, ma wynosić 130mm (20 x średnica zewnętrzna kabla), a w trakcie eksploatacji może wynosić maksymalnie 100mm (15 x średnica zewnętrzna).
- Maksymalny naciąg instalacyjny (wg IEC 60794-1-2-E1) ma wynosić 1200N, a wytrzymałość na obciążenia, w trakcie eksploatacji, czyli naciąg statyczny (wg IEC 60794-1-2-E1) ma wynosić 750N.
- Wytrzymałość mechaniczna na zginięcie (wg IEC 60794-1-2-E3) – min.1000N na odcinku 100mm.
- Oczekiwany zakres temperaturowy podczas:
 - a. instalacji mikrokabla od -5°C do +50°C,
 - b. eksploatacji od -30°C do +70°C,
 - c. przechowywania i transportu od -40°C do +70°C.
- Parametry włókien światłowodowych powinny być nie gorsze niż przedstawione w pkt 8.1.3.
- Kodowanie barwne tub kabla i powłoki lakierniczej włókien w tubie, powinien być zgodny z normą IEC 60304, tj. w szczególności kolejność tub i włókien powinna być następująca:

Dla IEC 60304

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Red	Green	Blue	White	Violet	Orange	Grey	Yellow	Brown	Pink	Black	Agua

- Na mikrokablu przeznaczonym do sieci szkieletowej, oprócz normalnych identyfikatorów i znaczników długości, musi znajdować się napis: „Dolnośląska Sieć Szkieletowa” lub inny według wskazań Inwestora.
- Mikrokabel magistralny powinien być dostosowany do wdmuchiwania metodą strumieniową z zastosowaniem środków poślizgowych lub bez.

8.3.3 Wymagania dotyczące kabli światłowodowych warstwy dystrybucji i dostępowej

W warstwach niższych do budowy połączeń światłowodowych mogą być projektowane zarówno wymienione powyżej mikrokable wielotubowe, z tubą centralną oraz przede wszystkim, wiązki włókien o średnicach od 1,0 – 1.5mm. Pierwszeństwo zastosowania mają mikrokable światłowodowe z uwagi na przeznaczenie wolnych otworów kanalizacji standardowej do rozbudowy o kolejne wiązki mikrorurek.

Mikrokable o średnicy do 6mm (instalowane w mikrorurce 10/8mm) powinny być w tej warstwie instalowane w szczególnych sytuacjach, wymaganych sytuacją lokalną, zajętością mikrokanalizacji lub przewidywanym zasięgiem wdmuchiwania przekraczającym 700m.

Kable z tubą centralną powinny być całkowicie dielektryczne, w powłoce PE lub niepalczej, z luźną tubą centralną, wypełnioną żelazem hydrofobowym z wzmocnieniem włóknami szklanymi i osłoną antygrzyzoniową typu A-DQ(ZN)2Y lub A-DQ(ZN)B2Y (odpowiednik Z-XOTKtcd). Minimalny naciąg

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

instalacyjny kabla z tubą centralną powinien wynosić 1800N. Średnica kabla nie powinna przekraczać 8 mm.

Tuby kabla powinny zawierać włókna światłowodowe jednomodowe standardu ITU–T G.652D (z usuniętym pikim wodnym). W celu zastosowania, w przyszłości systemów zwielokrotnienia falowego, włókno jednomodowe powinno docierać do końcowych punktów sieci DSS. Liczba włókien kabli, stosowanych w tej warstwie, wynosić będzie najczęściej od 4-24 włókien. Konstrukcja kabli powinna zapewniać optymalny, pod kątem kosztów spawania, rozkład włókien na tubę. Z uwagi na przyjętą minimalną liczbę włókien doprowadzanych do budynku wynoszącą 4 włókna, optymalnym rozkładem włókien w kablach wielotubowych będą konstrukcje $n \times 4$ (np. dla 24 włóknowego kabla będzie to 6T x 4F). W pozostałych przypadkach, konstrukcja kabla może być inna i powinna odpowiadać aktualnym potrzebom i zamierzeniom rozwojowym. Połączenia między Głównymi Punktami Konsolidacji a Lokalnymi Punktami Dystrybucji powinny przewidywać minimum 12 włókien jednomodowych. Długość odcinka fabrykacyjnego kabli powinna wynosić 1000 lub 2000 m.

8.3.4 Wymagania ogólne dotyczące standardowych kabli światłowodowych stosowanych w DSS

Do budowy linii światłowodowych, na odcinkach odgałęzień układanych w istniejącej kanalizacji, można używać zarówno mikrokabli światłowodowych o średnicy maksymalnej do 6,0 mm (kable do 72J) i do 6.6 mm (kable 96J), jak i kabli kanałowych układanych w kanalizacji standardowej, przy czym pierwszeństwo zastosowania mają mikrokable światłowodowe, z uwagi na przeznaczenie wolnych otworów kanalizacji standardowej do rozbudowy o kolejne wiązki mikrorurek. W odgałęzieniach zewnętrznych i relacjach punkt-punkt, dla których nie przewiduje się rozbudowy, można stosować kable kanałowe do kanalizacji standardowej (rurociąg o średnicy 40mm lub 32mm). Zastosowanie kabla standardowego wymaga uzgodnienia z Inwestorem.

Do budowy linii światłowodowych, w kanalizacji standardowej, należy stosować całkowicie dielektryczne kable kanałowe w powłoce PE o konstrukcji wielotubowej z luźną tubą wypełnioną żelem hydrofobowym i ośrodkiem suchym bez włókien szklanych typu A-DQ(ZN)2Y Loose Tube (odpowiednik Z-XOTKtsd) lub podobne kable z włóknami wzmacniającymi i osłoną antygrzyzoniową typu A-DQ(ZN)B2Y Loose Tube (Z-XOTKtsdD). Minimalny naciąg instalacyjny kabla kanałowego powinien wynosić 1200N. Średnica kabla nie powinna przekraczać 20mm.

Do budowy linii światłowodowych bezpośrednio w kanalizacji pierwotnej należy stosować całkowicie dielektryczne kable kanałowe wzmacniane w powłoce PE o konstrukcji wielotubowej z luźną tubą wypełnioną żelem hydrofobowym i ośrodkiem suchym z włóknami wzmacniającymi i osłoną antygrzyzoniową typu A-DQ(ZN)B2Y Loose Tube (Z-XOTKtsdD) lub wg warunków technicznych montażu operatora. Minimalny naciąg instalacyjny kabla kanałowego wzmacnianego powinien wynosić min. 2500N.

Tuby kabla powinny zawierać włókna światłowodowe jednomodowe standardu ITU–T.G652D (z usuniętym pikim wodnym), a w uzasadnionych przypadkach włókna jednomodowe z przesuniętą niezerową dyspersją wg standardu ITU–T.G655.

Konstrukcja kabli powinna zapewniać rozkład włókien w standardzie 6 lub 12 włókien na tubę. Liczba włókien w kablu powinna odpowiadać aktualnym potrzebom i zamierzeniom rozwojowym, ale nie powinna być mniejsza niż 24 włókna. Długość odcinka fabrykacyjnego kabla powinna wynosić min. 4000m.

8.3.5 Wymagania dotyczące kabli światłowodowych wewnątrz budynkowych

Kable do zastosowania wewnątrz budynków powinny mieć powłokę z materiału nierozprzestrzeniającego płomieni, najlepiej bezhalogenowego. Światłowody w kablu

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

wewnątrzbudynkowym powinny mieć włókna tego samego rodzaju, co w kablu liniowym, ale zaopatrzone we włókna typu ścista tuba (lub półścista).

Do zastosowania nadają się również mikrokable światłowodowe z powłokami niepalnymi (uniepalcionymi), instalowane wewnątrz budynkowych systemach mikrokanalizacji lub na zwykłych torach kablowych, na trasie komora kablowa – szafa ODF w pomieszczeniu węzłowym lub w przypadku, gdy nie ma komory kablowej w obiekcie, od osłony złączowej w studni kablowej lub szafie dostępnej zewnętrznej – do szafy ODF w obiekcie.

Szczególnym przypadkiem kabli stacyjnych są pigtaile i patchcordy, służące do połączenia płyty przełącznicy kabli liniowych i z przełącznicami urządzeniami teletransmisyjnymi w szafie aktywnej o liczbie włókien, zależnej do potrzeb (najczęściej 2 lub 4). W przypadku większej liczby włókien, prowadzonych pomiędzy szafami ODF i urządzeń aktywnych, zaleca się wykorzystanie prefabrykowanych wiązek kablowych wykonywanych na kablach stacyjnych zakończonych złączkami światłowodowymi przez Producenta lub pigtailami na miejscu, przez Wykonawcę.

Przebiegający w budynku kabel liniowy w powłoce nieuniepalcionej prowadzi się w osłonie z rury lub mikrorurki z materiału trudnopalnego.

8.3.6 Badania odbiorowe i sprawdzenie własności kabli i mikrokabli optotelekomunikacyjnych podczas testów fabrycznych (FAT).

Spełnianie wyżej wymienionych wymagań dotyczących parametrów kabli światłowodowych należy potwierdzić, dostarczając karty katalogowe oraz deklaracje zgodności na normy wymagane przez Inwestora. Na życzenie Inwestora lub Inżyniera Kontraktu, w przypadku uzasadnionych wątpliwości, należy przedstawić także raporty z poszczególnych badań materiałowych potwierdzających spełnianie poszczególnych parametrów.

W celu potwierdzenia odpowiednich właściwości przy wdmuchiwności strumieniowej Producent jest zobowiązany do dostarczenia raportów z badań instalacyjnych mikrokabli. W szczególności, na życzenie Inwestora, Producent systemu okablowania światłowodowego powinien również umożliwić, na własny koszt, badanie dowolnej partii kabli i mikrokabli podczas testów FAT wykonywanych w obecności przedstawicieli Inwestora, na torach testowych mikrokanalizacji (zgodnie z Aneks E normy PN EN 60794-5), a także torze dla kabli standardowych wdmuchiwanych do rur HDPE40 lub 32mm. Obowiązkiem Producenta jest zapewnienie, na czas testu, odpowiedniego osprzętu pneumatycznego i wdmuchującego oraz wskazanie lokalizacji toru testowego i dostarczenie na podany adres partii kabli poddawanych testom wdmuchiwności, w sposób umożliwiający dokonanie weryfikacji przez przedstawiciela Inwestora. Optymalnym przypadkiem będzie możliwość zweryfikowania własności instalacyjnych kabli na przyzakładowym torze testowym.

Sprawdzenie własności kabli, powinno polegać na sprawdzeniu wymiarów geometrycznych, w tym średnicy zewnętrznej, jakości materiału powłoki, odporności na ciśnienie robocze powietrza, a także współczynnika owalności. Inspekcji wzrokowej można również poddać występowanie oznaczeń ułatwiających prawidłową identyfikację podzespołów. Sprawdzeniu można poddać również, czy wszystkie elementy toru kablowego pochodzą z jednolitej oferty Producenta, będącego gwarantem działania całego systemu zgodnie z wymaganiami gwarancji systemowej.

Do każdej partii kabli światłowodowych Producent zobowiązany jest dostarczyć fabryczne pomiary transmisyjne w dwóch oknach 1310nm i 1550nm, a na życzenie Inwestora podczas testu FAT, w obecności przedstawiciela Inwestora, dokonać pomiarów reflektometrycznych i miernikami tłumienia, każdych 2 włókien z tuby kabla, z dowolnego bębna kablowego przed jego wysłaniem w danej partii towaru. Niezależnie od wyników pomiarów reflektometrycznych, kolejnym testem wykonywanym podczas FAT może być wybiórczy test spawalności włókien kabli partii wysyłanej, z włóknami kabli patchcordowych i pigtailowych. Obowiązkiem Producenta jest zapewnienie, na czas testu, odpowiedniego osprzętu pomiarowego i spawarek światłowodowych umożliwiających dokonanie

pomiarów przez przedstawiciela Inwestora. W szczególności, powinien to być sprzęt pochodzący z wewnętrznego Laboratorium Kontroli Jakości.

8.4 Ogólne wymagania dla osprzętu światłowodowego

Wszystkie elementy toru światłowodowego, posiadające wpływ na utrzymanie jednolitych i wysokich parametrów łącza światłowodowego (kable, mikrokable, patchcordy, pigtaile, adaptory światłowodowe wraz z przełącznikami, szafami ODF i osłonami złączowymi), powinny pochodzić z oferty systemowej jednego Dostawcy udzielającego gwarancji systemowej na całość rozwiązania przeznaczonego do budowy sieci regionalnej.

W związku z wymaganiami gwarancji systemowej wszystkie komponenty toru światłowodowego powinny posiadać na obudowach, wtykach lub płaszczu kabli, trwałe i jednolite oznaczenia jednoznacznie identyfikujące Producenta komponentów.

8.4.1 Parametry połączeń światłowodowych

Parametry rozłączalnych złączy światłowodowych:

Tabela 20. Dopuszczalne parametry złącza rozłączalnego

Parametr	Wartość
średnia tłumienność złącza	$\leq 0,2$ dB
maksymalna wartości tłumienia złącza dla światłowodów jednomodowych	$\leq 0,35$ dB
maksymalnym wzrostem tłumienności po 1000 połączeń	0,2 dB
reflektancja złączy światłowodowych	≥ 45 dB

Parametry tłumienności złącz stałych włókien światłowodów:

Tabela 21. Dopuszczalne parametry złącza spawanego

Rodzaj połączenia	Wartość
połączenia mechaniczne i klejone	$\leq 0,2$ dB
połączenia spawane	$\leq 0,15$ dB

Dopuszcza się, na odcinku kontrolnym (15 km), nie więcej niż 2 spojenia dla każdego toru z maksymalną wartością tłumienia spojenia do 0,3 dB, jeśli 3 próby zgrzewania nie pozwoliły na uzyskanie wartości $< 0,15$ dB.

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.

8.4.2 Wtyki i adaptory światłowodowe

W Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej przyjęto następujące standardy złączy jedno i wielomodowych (wtyków i adapterów) światłowodowych:

Tabela 22. Standardy złączy stosowanych w DSS

Miejsce zastosowania	Standard	Opcja
warstwa magistralna	adapter i wtyk SC/APC 8°	adapter i wtyk LC/APC 8°
warstwa dystrybucji i dostępową	adapter i wtyk SC/PC	adapter i wtyk LC/PC
warstwa dostępową (projekty typu FTTH)	adapter i wtyk LC/PC	
złącza portów urządzeń aktywnych	wtyk LC/PC	

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

Złączki światłowodowe rozłączne (adaptory) stosowane w przełącznicach warstwy magistralnej Regionalnej Sieci Szerokopasmowej powinny być typu SC/APC Simplex w obudowie typu SC FrontClip lub „SC foot print simplex”, posiadać obudowę koloru zielonego (dla adapterów jednomodowych) oraz spełniać wymagania transmisyjne. Adaptory linii magistralnych powinny być wyposażone w wbudowaną klapkę zabezpieczającą przed przypadkowym promieniowaniem laserowym lub być zabezpieczone nakładkami z klapką.

Złączki światłowodowe rozłączne (adaptory), stosowane w przełącznicach warstw niższych powinny być typu SC/PC Simplex w obudowie typu SC FrontClip lub „SC foot print simplex”, posiadać obudowę koloru niebieskiego (dla adapterów jednomodowych) oraz spełniać wymagania transmisyjne.

W przypadku wymaganych bardzo dużych pojemności, w danym punkcie sieci lub konieczności rozbudowy punktu istniejącego, przy jednoczesnym braku możliwości dołożenia przełącznic światłowodowych można zastosować adaptory QUAD ze złączkami typu LC/APC oraz LC/PC odpowiednio dla poszczególnych warstw sieci. Adaptory te posiadają obudowy Duplex typu „SC foot print duplex”.

Wtyki światłowodowe stosowane do zakańczania kabli stacyjnych, wtyki patchcordów i pigtaili powinny odpowiadać przyjętym standardom stosowanym w DSS oraz powinny zapewniać zgodność kolorystyczną obudowy wtyku ze standardem. Powinno to umożliwić łatwe odseparowanie wizualne torów światłowodowych wielomodowych od jednomodowych oraz torów warstwy magistralnej od torów warstw niższych.

Zastosowanie wtyków i adapterów LC powinno być podyktowane wymogami pojemności wszędzie tam, gdzie zastosowanie wtyku SC zwiększy znacząco wymagania dla pojemności stojaków i będzie ekonomicznie uzasadnione (wtyki i adaptory LC są droższe).

8.4.3 Osłony złączowe (mufy światłowodowe)

Osłony złączowe powinny być dostosowane do konstrukcji kabla oraz powinny umożliwiać wprowadzenie mikrorurek z możliwością doszczelnienia, wykonanego w podobny sposób, jak dla kabli światłowodowych. Odcinki instalacyjne kabli powinny być tak ułożone, aby złącza kabli światłowodowych były zlokalizowane, w miarę możliwości, w miejscach łatwo dostępnych, nienarażonych na zalewanie, podmywanie lub osuwanie się gruntu, co najmniej 5 m od brzegów dużych rowów i kanałów ściekowych. Złącza kabli światłowodowych powinny być umieszczane w studniach kablowych SKO-6 lub SKO-4, w zasobnikach złączowych (rurociągi kablowe), w szafach kablowych SZK lub na słupach podbudowy kablowej w przypadku instalacji napowietrznych.

Ogólne wymagania dotyczące muf światłowodowych:

- Dostawca muf lub producent ma przedstawić dokument potwierdzający zgodności oferowanych muf z normą muf z normą IEC lub Bellcore Telecordia GR-771.
- Mufa powinna być przystosowana do instalacji systemu standardowego kabla światłowodowego, systemu mikrokanalizacji oraz do rozwiązań podwieszanych ADSS.
- Mufa musi być w pełni szczelna, umożliwiając tym samym pracę w instalacji podziemnej, studzienkowej suchej oraz studzienkowej okresowo zalewanej słupem wody do 3 metrów. Szczelność należy udowodnić przedstawiając zgodność z testami IEC lub Belcore Telecordia.
- Mufa powinna być wyposażona w system umożliwiający wielokrotnego otwarcie i zamknięcie osłony, bez potrzeby używania specjalnych narzędzi typu klucze, młoty, śrubokręty.
- Celem prac rekonfiguracyjnych sieci wymaga się, aby mufa posiadała mechaniczne uszczelnienia portów kablowych, bez używania uszczelnień termokurczliwych.
- Mufa powinna posiadać system umożliwiający wprowadzenie co najmniej jednego nieprzeciętego kabla.
- Mufa powinna być wyposażona w system zabezpieczenia przed przypadkowym otwarciem.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

- W przypadku montażu mufy na słupie uchwyt musi być wyposażony w wieszak zapasu oraz możliwość mocowania za pomocą metalowej taśmy montażowej.

Wraz z mufą montowaną w studniach kablowych betonowych należy projektować sposób wejścia mikrorurek z mikrokablami oraz odpowiednie zestawy wprowadzeniowe mikrokabla, służące do wprowadzenia do mufy oraz do ochrony mikrokabli na odcinku od zapasu złączowego do mufy.

Przy wprowadzaniu mikrokabli do mufy zalecane jest zastosowanie dedykowanych rozwiązań dopasowanych do zastosowanej mufy, zawierające zestaw wprowadzeniowy portu wraz z rurą osłonową mikrokabla o długości 15m (dla zapasu złączowego) lub do 2m, w przypadku wprowadzania mikrokabla zgromadzonego na zasobniku zapasu kabla. W miejscach narażonych na ataki gryzoni rura osłonowa powinna być wykonana w wersji dwuwarstwowej poliamid-polietylen.

Każdy wprowadzony w mikrorurce mikrokabel należy uszczelnić w mufie przy pomocy zatyczki dwudzielnej, uszczelniającej przestrzeń między mikrorurką a mikrokablem.

8.4.3.1 Osłona złączowa kabli magistralnych

Osłona złączowa stosowana w połączeniach magistralnych oraz dla kabli powyżej 24 włókien powinna umożliwiać:

- możliwość wprowadzenia 2 do 6 kabli i mikrorurek o średnicy od 6 do 25 mm, wprowadzanych z jednej strony korpusu przez uszczelnione porty okrągłe, z mechanicznym zamocowaniem prętów centralnych kabli wielotubowych do elementów konstrukcyjnych korpusu mufy;
- montaż złącza odgałęźnego bez przecinania części tub światłowodów przez uszczelniony port owalny;
- możliwość rozbudowy pojemności mufy do minimum 240 spawów, poprzez dodanie kaset światłowodowych o pojemności minimum 12 lub 24 włókna na kasetę;
- zespawanie minimum 72 włókien (początkowe wyposażenie w min. 3 kasety spawów 24 włókna na kasetę)
- możliwość wykonania zapasu tub z włóknami kabla światłowodowego w osobnym elemencie, zapewniającym osłonę mechaniczną zapasu tub;
- odpowiedni promień zgięcia światłowodów w osłonie, który nie powinien być mniejszy niż 35 mm;
- szczelność pneumatyczną i wodną złącza,
- trwałość przy eksploatacji złącza w ziemi, zasobniku złączowym, studni kablowej lub w otwartej przestrzeni;
- odporność na zgniecenie, uderzenie, rozciąganie, zginanie, skręcanie i drgania;
- łatwe otwarcie i ponowne zamknięcie złącza, bez rozszczelnienia wprowadzeń kabli/mikrorur;
- uproszczone czasowe zamknięcie i uszczelnienie złącza.

Wszystkie mufy, wykorzystane do prac kablowych, powinny być wyposażone fabrycznie w komplet uszczelnień portów (okrągłych i owalnych), uchwyty montażowe na ścianę studni lub słup oraz kasety światłowodowe w liczbie wynikającej z projektu rozplywu włókien.

8.4.3.2 Osłona złączowa kabli poniżej 24 włókien i specjalnego przeznaczenia

W warstwach niższych, dopuszcza się zastosowanie muf o pojemności do 24 spawów spełniających powyższe wymagania i posiadających min. 4 porty okrągłe i 1 port owalny oraz muf przelotowych i specjalnych muf do mikrokanalizacji wg dokumentacji technicznej zaakceptowanej przez Inwestora.

W przypadkach, gdy z ważnych przyczyn technicznych operatorskie punkty dostępu do sieci DSS będą musiały być ulokowane w studni kablowej – należy projektować mufę światłowodową magistralną wyposażoną w pole komutacyjne SC/APC simplex (minimum 24 pola) spełniającą wymagania dla osłony złączowej kabli magistralnych.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

Wszystkie mufy, wykorzystane do prac kablowych, powinny być wyposażone fabrycznie w komplet uszczelnień portów (okrągłych i owalnych), uchwyty montażowe na ścianę studni lub słup oraz kasety światłowodowe w liczbie wynikającej z projektu rozptywu włókien + wolna kasetka/kasety nadmiarowe dla 24 włókien.

8.4.4 Szafy przełącznic światłowodowych ODF

Przełącznice światłowodowe, będą lokowane w miejscach węzłowych i końcowych, w różnego rodzaju szafach przełącznic światłowodowych zależnych od charakteru miejsca.

W obiektach punktów końcowych, mogą to być szafy teleinformatyczne 19" stojące lub wiszące. W takich miejscach montować należy przełącznice panelowe 1-3U z dostępem do pola komutacyjnego z przodu (ang. front-access).

W zewnętrznych szafach punktów węzłowych oraz w obiektach stacyjnych o dużej pojemności włókien, przewidzieć raczej należy przełącznice rotujące z osłoniętym polem komutowanym i umożliwiające wprowadzanie kabli liniowych lub stacyjnych z lewej strony przełącznicy (w części stałej tylnej), a kabli patchcordowych z prawej strony panela (ang. side-access). W związku z tym, zalecane jest zastosowanie przełącznic z polem komutacyjnym o płycie czołowej nachylonej pod kątem 45° do płaszczyzny montażu. Związane to jest z organizacją przebiegu torów światłowodowych w szafach ODF.

Zadaniem projektanta jest dobranie i określenie standardów rozmieszczenia przełącznic na profilach montażowych szafy ODF oraz dostarczenie w projektach i STIWOR, rysunków wykonawczych obrazujących rozmieszczenie elementów i sposób prowadzenia kabli dla wszystkich punktów węzłowych głównych. Dla punktów o mniejszym znaczeniu należy przewidzieć jedno przykładowe, zalecane rozwiązanie standardowe i określić wymagania dla montażu.

Szafy ODF dużej pojemności powinny zapewniać rozdział torów krosowych od toru liniowego poprzez rozdział na prawą i lewą stronę przełącznic światłowodowych. Zalecany jest zastosowanie szaf ODF z minimum 3 sekcjami: kabli liniowych, przełącznic, kabli krosowych. Dopuszcza się wykonania szaf ODF z sekcją liniową umieszczoną na tylnej płaszczyźnie montażowej szafy.

Wszystkie kable liniowe powinny być wprowadzane z dołu lub góry szafy. Kable liniowe powinny być wprowadzane do rozdzielacza tub, montowanego w odpowiedniej ilości na uchwycie rozdzielaczy, w części liniowej. Dalsze prowadzenie tub światłowodowych, do poszczególnych paneli przełącznic, powinno się odbywać w tubach osłonowych dedykowanych dla każdej tuby światłowodowej.

Przełącznice powinny być montowane na centralnym stojaku typu rack posiadającym profile montażowe w rozstawie 19" o regulowanej głębokości montażu.

Sekcja kabli krosowych powinna mieć elementy toru typu półwałki o promieniu min. 30mm, w odpowiedniej ilości, na których opierać się będzie tor kabli patchcordowych. Zalecane jest wykorzystanie kabli patchcordowych o średnicy bufora max. 2.0mm. Szafa ODF powinna umożliwiać prowadzenie kabli krosowych wewnątrz szafy (krosowanie między przełącznicami znajdującymi się w jednej szafie), a także posiadać przepusty szczotkowe, w górze i dole szafy, do wyprowadzenia kabli krosowych na zewnątrz szafy. Prowadzenie kabli krosowych na zewnątrz w odrębnych duktach światłowodowych.

Gabaryty szafy powinny umożliwiać montaż przysięcny, w zestawach dwóch ODF plecami do siebie lub jako dostawka - bokiem do szafy teleinformatycznej 19", dlatego też optymalne wymiary takiej szafy ODF to 800x400mm (szerokość x głębokość). Minimalna wysokość profili montażowych to 42U. Drzwi szafy powinny być dwuczęściowe, z pełnej blachy lub blachy z otworami. Konstrukcja ramy spawana, blachy i wszystkie elementy w pokryciach antykorozyjnych.

8.4.5 Przełącznice światłowodowe

Przełącznica światłowodowa powinna umożliwiać zakończenie różnych rodzajów linii optotelekomunikacyjnych, niezależnie od ich przeznaczenia, liczby i rodzaju światłowodów. Przełącznica światłowodowa jest przeznaczona, do przyłączenia i odłączenia traktów światłowodowych od urządzeń stacyjnych oraz do dogodnego wykonania przełączeń torów światłowodowych między polami jednej przełącznicy.

Konstrukcja przełącznicy światłowodowej powinna umożliwiać zainstalowanie jej w punktach węzłowych sieci, wyposażonych w urządzenia optotelekomunikacyjne o konstrukcjach typowych, ale o różnym przeznaczeniu i pochodzących od różnych producentów. Konstrukcja przełącznicy wewnątrzbudynkowej powinna być lekka, wykonana z materiałów metalowych (aluminium, stal) w ochronnych pokryciach antykorozyjnych. Przełącznice, lokowane w obiektach zewnętrznych, powinny być wykonane z aluminium lub z plastików odpornych na korozję. Powinna zapewniać sprawne i niezawodne jej użytkowanie przez okres 30 lat. Przełącznica światłowodowa powinna być wykonana w postaci półek, w których powinno znajdować się pole złączek światłowodowych, pole zapasów kabli stacyjnych, włókien lub tub kabla liniowego, miejsce na kasety spawów światłowodowych.

Przełącznica światłowodowa powinna umożliwiać:

- łatwe wprowadzenie do 4 kabli liniowych od góry, dołu lub z boku stojaka przełącznicy oraz zakończenie tych kabli;
- głębokość przełącznicy max. 310mm umożliwiającą montaż w szafach ODF;
- szybkie wykrywanie i lokalizację uszkodzeń traktów światłowodowych i urządzeń końcowych lub przelotowych poprzez dołączenie przyrządów pomiarowych;
- zainstalowanie jej w standardowych stojakach 19" pochodzących od różnych producentów z możliwością regulacji głębokości płaszczyzny pola komutacji, w stosunku do punktu montażu na profilach (regulowana głębokość montażu uchwytów);
- montowanie bez użycia śrubek montażowych różnych rodzajów adapterów światłowodowych w polu złączek poprzez wymienne płyty czołowe;
- wysuw teleskopowy lub obracanie płyty montażowej przełącznicy zawierającej pole złączek i spawów, w celu ułatwienia dostępu zapewniającego swobodne wykonywanie prac montażowych i przyłączeniowych;
- zamontowanie kaset spawów z pokrywami o liczbie odpowiadającej pojemności przełącznicy;
- łatwe i wygodne mocowanie kabla do uchwytów wprowadzających;
- łatwe, ergonomiczne i bezpieczne prowadzenie torów włókien światłowodowych wewnątrz przełącznicy, z możliwością przytwierdzenia wiązek włókien do konstrukcji przełącznicy;
- zabezpieczenie wyprowadzonych patchcordów przed uszkodzeniem lub nadmiernym zagięciem, poprzez dedykowany organizator montowany z przodu przełącznicy, lub poprzez prowadzenie kabli patchcordowych wewnątrz przełącznicy.
- wszystkie pola adapterów muszą być trwale ponumerowane, na przełącznicy powinny znaleźć się również miejsce do notatek opisowych dla relacji linii OTK.

Przełącznice o dużej pojemności powinny posiadać wbudowane pole zapasów kabli stacyjnych, które ma umożliwiać ułożenie kabli stacyjnych o długości zapewniającej swobodne wykonywanie prac montażowych i przyłączeniowych. Przy zastosowaniu dodatkowej szuflady zapasu kabla dopuszczalne jest stosowanie dużych przełącznic z wysuwaną płytą montażową bez pola zapasu kabli stacyjnych.

W przypadku pojedynczych przełącznic małej pojemności, stosowanych w warstwach niższych, dopuszcza się stosowanie przełącznic z wysuwaną płytą, bez pola zapasu.

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

Dostęp do pola złączy powinien być łatwy. Liczba złączy powinna odpowiadać liczbie doprowadzonych włókien światłowodowych i powinna wynosić, co najmniej 24 pola złączy simplex. Wolne pola złączy niezainstalowanych powinny być wypełnione zaślepkami.

Dla odróżnienia od przełącznic innych operatorów przełącznice zakańczające sieć magistralną DSS powinny być koloru czarnego. W miejscach występowania przełącznic różnych operatorów zaleca się wyposażanie przełącznic, w zamek blokujący dostęp do przełącznicy.

8.4.6 Stelaże zapasów kabli i mikrokabli

Złącza oraz zapasy kabli światłowodowych należy lokalizować w miejscach łatwo dostępnych dla służb utrzymaniowych (łatwy dojazd pojazdu technicznego w bezpośrednie sąsiedztwo złącza lub zapasu). Długość zapasów powinna umożliwiać montaż złączy w samochodzie montażowym tj. co najmniej 25 m z każdej strony złącza.

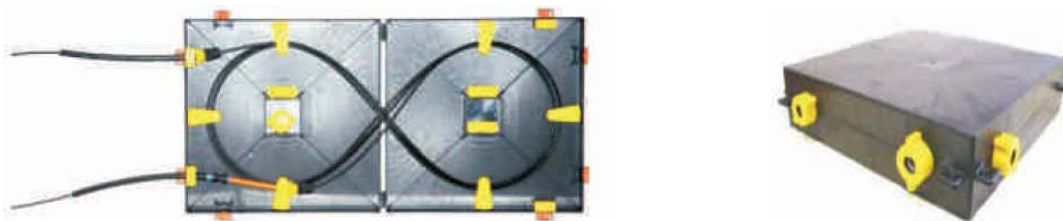
Należy przewidywać też kilkumetrowe zapasy kabli w komorach kablowych, jeśli takie występują w obiektach, albo też w ostatnich studniach kablowych. Przy złączach odgałęźnych należy przewidzieć zapasy dla każdego kabla, po każdej stronie złącza.

Maksymalna odległość trasowa między zapasami liniowymi kabla światłowodowego nie powinna przekraczać:

- 400 m w kanalizacji kablowej budowanej w terenie zabudowanym,
- 750 m w rurociągu kablowym traktów liniowych lub traktów długich odgałęzień zewnętrznych budowanych na terenach niezabudowanych.

Zapasy kabli budowanych w rurociągach kablowych powinny być ułożone w zasobnikach złączowych lub w studniach kablowych, na odpowiednich stelażach. Stelaże montowane w studni powinny umożliwiać przykręcenie do ściany studni oraz regulacje rozstawu zależną od ilości zapasu kabla. Stelaże montowane wewnątrz obiektów powinny dodatkowo posiadać pokrywę montowaną do stelażu.

W studniach magistralnych oraz w obiektach w funkcji zapasu liniowego mikrokabla zaleca się zastosowanie dedykowanych zasobników zapasu mikrokabla) wykonanego z tworzywa w wersji antygrzyzoniowej, składającego z dwóch połówek z wprowadzaniem kabla i umożliwiającego zgromadzenie do 50 m mikrokabla liniowego.



Rysunek 42. Przykładowy zasobnik zapasu mikrokabla liniowego

Zasobnik powinien być wyposażony w uchwyt do montażu na ścianie studni. Wymiary takich zasobników nie powinny przekraczać 11cm grubości i 50cm szerokości.

8.4.7 Uszczelnienia kabli

Zapewnienie szczelności gazowej wykonuje się przy wejściu do budynków poprzez zastosowanie specjalnych złączy regulowanych mikrorur (ZŁGWMR) za pomocą, których dokonywane jest uszczelnienie mikrokanalizacji i mikrokabli. Niewykorzystywane mikrorury należy zakończyć zatyczkami (ZŁKMRS). Uszczelnienia, przy pomocy złączki, należy dokonywać w miejscu

zmiany mikrorurki na wewnątrzbudynkową lub w miejscu wyjścia mikrokabla z mikrorurki. Przejście na mikrokanalizację uniepalną należy wykonywać w studni podobiektowej.

Standardowo stosowane złączki mikrokanalizacji zapewniają wodoszczelność traktu mikrokabla. Uszczelnienia wodoszczelne zakończeń mikrokanalizacji, w postaci uszczelnień typu ZŁWMR należy stosować we wszystkich miejscach poza obrębem budynków, w których kabel wychodzi z mikrokanalizacji (mufy, szafy uliczne, etc) oraz w mikrokanalizacji wewnątrzbudynkowej po zainstalowaniu mikrokabla (np. w przełącznicy). Stosowane mogą być również wszelkiego rodzaju **uszczelnienia pasywne** oraz doszczelnienia gumowe mikrokanalizacji, dobrane do średnic mikrorurki i kabla. W tym ostatnim przypadku, bardziej w charakterze uchwytu zabezpieczającego mikrokaśle przed zsunięciem się do mikrokanalizacji. Wolne mikrorurki również należy zakończyć zatyczkami (ZŁKMRS).



Złączka prosta z uszczelnieniem wodoszczelnym kabla (ZŁWMR)



Złączka prosta z uszczelnieniem wodo-gazoszczelnym kabla (ZŁGWMR)

Rysunek 43. Złączki uszczelniające mikrokanalizacji

8.5 Prace wstępne i instalacyjne związana z budową linii optotelekomunikacyjnych

8.5.1 Układanie wiązek mikrorur w istniejącej kanalizacji wtórnej i pierwotnej

W przypadku wykorzystania istniejących rur wtórnych RHDPE do zaciągania wiązek mikrorur należy uwzględnić, że przekrój wiązki mikrorurek instalowanej w rurze RHDPE powinien mieć, jak najbardziej owalny przekrój, a średnica wiązki powinna być mniejsza o ok. 40% od przekroju rury RHDPE. Kryterium te powoduje na ogół mniejszą liczbę dostępnych otworów mikrokanalizacji, niż w przypadku zastosowania rur prefabrykowanych z mikrokanalizacją.

Dopuszczalne są dwie metody instalacji wiązki w rurze zależne do stosowania w zależności od długości odcinka, na którym wiązka ma być układana. Metodą zalecaną jest układanie wiązek metodą pneumatyczną przy pomocy specjalnej wdmuchiarki wiązek mikrorur. Dopuszczalne jest również mechaniczne zaciąganie wiązki.

Zasięg projektowy metody pneumatycznej wynosi ok. **500 mb**, zasięg w metodzie mechanicznej jest znacznie krótszy i wynosi ok. **180 mb**.

W przypadku instalacji pneumatycznej, dodatkowym ograniczeniem projektowym dla wiązki będzie ograniczenie konfiguracji wiązki do typowych konfiguracji możliwych do prowadzenia w maszynie wdmuchującej. Typowe konfiguracje wiązek dostępne w metodzie pneumatycznej zawiera tabela poniżej.

Tabela 23. Możliwe do wdmuchiwania konfiguracje wiązek mikrorur

Średnica rury wtórnej	Liczba mikrorurek 12/10mm	Liczba mikrorurek 10/8 mm	Liczba mikrorurek 7/5,5 mm
32mm	2	3	5
40mm	3	5	10
50mm	6	7	15

Pozostałe konfiguracje wiązek dostępne są do uzyskania przy pomocy metody mechanicznej

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

(zaciąganie mechaniczne wiązek) lub z wykorzystaniem gotowych rur prefabrykowanych.

W przypadku małych przekrojów mikrorurek, zaleca się projektowanie zastosowania rur prefabrykowanych, z uwagi na większą liczbę otworów dostępną w tej samej średnicy rury RHDPE i niższy koszt końcowy. Szczegóły w Dokumentacji technicznej.

Wypełnienie mikrokanalizacją istniejącego rurociągu, zajętego częściowo przez kabel, wymaga sprawdzenia szczelności i drożności na całej trasie. Zalecane jest unikanie projektowania wiązek mikrokanalizacji w takich miejscach.

Projektowanie mikrokanalizacji w pierwotnej kanalizacji kablowej wymaga określenia warunków eksploatacyjnych i wyboru rodzaju rury osłonowej mikrokanalizacji. Zaleca się, stosowanie rur mikrokanalizacji uniwersalnych typu MRS z wiązkami lub zastosowanie mikrorurek wzmacnianych typu MRS-DB zarówno w kanalizacji pierwotnej, jak i bezpośrednio do ziemi.

W miejscach, w których występuje istniejąca kanalizacja teletechniczna Inwestora należy zapewnić zgodność przyjętego standardu ciągu rurowego z tym wynikającym z topologii kanalizacji. W szczególnym wypadku, będzie to wymagało **uzupełnienia istniejących rur RHDPE40 wiązkami mikrorurek** (10/8mm lub 5/3.8mm) o odpowiedniej konfiguracji. W zależności od długości wykorzystywanego odcinka przewidzieć należy instalację metodą mechaniczną (zaciąganie) lub pneumatyczną (wdmuchiwanie wiązek).

8.5.2 Wdmuchiwanie wiązek swobodnych mikrorurek

Wdmuchiwanie wiązek swobodnych mikrorur wymaga specjalnej wdmuchiarki wiązek zgodnej z zaleceniem producenta systemu oraz przyczepy bębnowej lub stojaka na 3-10 bębnow z mikrorurkami.

Kolory mikrorurek formowanej wiązki oraz ich rozłożenie w wiązce powinny odpowiadać przyjętemu kodowaniu kolorystycznemu zgodnie ze standardem kolorystycznym.

Dostępne do wdmuchiwania konfiguracje wiązki mikrorur określone są na podstawie średnicy rurociągu, w której będzie wiązka instalowana oraz dostępnego kompletu akcesoriów uszczelniających maszyny dmuchającej. Szczegółowe informacje w Dokumentacji technicznej.

Zaleca się przeprowadzenie kalibracji rury RHDPE przy użyciu kalibratora o zmniejszonej tolerancji, w stosunku do standardowo używanych kalibratorów do sprawdzania kanalizacji przed wdmuchiowaniem zwykłych kabli światłowodowych.

Podczas wszystkich prac instalujących wiązki mikrorur w rurociągach, zaleca się używanie odpowiednich środków poprawiających poślizg zalecanych przez producenta systemu mikrokanalizacji.

Podczas układania rur prefabrykowanych lub wiązek mikrorur bezpośrednio w ziemi, w kanalizacji pierwotnej lub przy zaciąganiu wiązek mikrorur do rurociągu kablowego, nie należy przekraczać parametrów mechanicznych instalowanych elementów. W szczególności chodzi o max. naprężenie instalacyjne, promienie gięcia i temperaturę instalacji.

Prace należy prowadzić w temperaturach zgodnych z zaleceniami producenta odnośnie temperatur instalacji. Standardowo zakres ten obejmuje temperatury od -5°C do +40°C.

W czasie budowy należy wykonywać pomiary geodezyjne powykonawcze. Zaleca się również bieżące oznaczanie, na dokumentacji projektowej, miejsc posadowienia wszelkich złącz zakopywanych w ziemi. Zaleca się również miejsca takie oznaczać aktywnymi wskaźnikami indukcyjnymi w celu późniejszej lokalizacji.

8.5.3 Badania wykonywane w trakcie budowy i montażu linii światłowodowych

Przed przystąpieniem do prac instalacyjnych i montażowych na linii światłowodowej, wszystkie odcinki fabrykacyjne kabli należy poddać szczegółowym oględzinom zewnętrznym, w celu wykrycia jakichkolwiek uszkodzeń, które mogły powstać podczas transportu lub przeładunku bębnow. Należy

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

sprawdzić, prawidłowość zabezpieczenia końców kabli przed zawilgoceniem oraz zabezpieczenia samych kabli na bębnach przed uszkodzeniami, zwracając uwagę także na wygięcia kabla o zbyt małym promieniu. W przypadkach wątpliwych, tzn. jeśli istnieje podejrzenie o niewłaściwe obchodzenie się z kablem przed dostarczeniem go na plac budowy, konieczne jest wykonanie pomiarów reflektometrycznych kabli na bębnach takich, jak przy odbiorze kabli od Producenta.

Na tym etapie prac, konieczne jest ustalenie kolejności instalowania poszczególnych odcinków kabli, dla zachowania zgodności z projektem, zarówno, co do typów kabli przeznaczonych na odpowiednie odcinki w linii, jak i co do długości odcinków instalowanych. Konieczne jest dokonanie alokacji odcinków fabrykacyjnych, a w razie potrzeby sprawdzenie ich długości i konstrukcji, w celu stwierdzenia zgodności z projektem technicznym.

W przypadku światłowodowych kabli jednomodowych standardu ITU-T.G652D, których dokumentacja dostawy nie zawiera wyników fabrycznych pomiarów tłumienności dla długości fali wynoszącej 1383 nm, Wykonawca na zlecenie Inwestora powinien przeprowadzić opcjonalny pomiar tłumienności metodą reflektometryczną, również dla tej długości fali. Pomiaru można dokonać dla 1 włókna, z każdej tuby badanego kabla. Uzyskany wynik powinien być zbliżony do tłumienia w oknie 1310nm, w przeciwnym przypadku, należy powiadomić o tym fakcie Inwestora i odstąpić od montażu kabla, do czasu wyjaśnienia rozbieżności.

8.5.4 Wymagania dotyczące instalacji standardowych kabli światłowodowych

Instalacja standardowych kabli światłowodowych w rurociągach kablowych magistrali, kanalizacji łącznikowej oraz głównych odgałęzieniach z magistralą DSS wymaga uzgodnienia z Inwestorem. W tych miejscach, z uwagi na możliwości skalowania pojemności rurociągów, pierwszeństwo zastosowania posiada mikrokanalizacja, w przypadku braku wolnych otworów wiązki mikrokanalizacji, należy w pierwszej kolejności w rurze RHDPE zainstalować nową wiązkę mikrorurek i wdmuchnąć mikrokabel światłowodowy.

Zastosowana technologia zaciągania kabli światłowodowych do rurociągów kablowych i kanalizacji wtórnej, w pozostałych miejscach powinna zapewnić ułożenie kabli bez uszkodzeń i naruszania zewnętrznych osłon ochronnych, przy zachowaniu promienia wyginania kabla nie mniejszego od 20 jego średnic.

Zaleca się stosowanie pneumatycznych metod zaciągania kabli światłowodowych. Technologia pneumatycznego (tłoczkowa lub strumieniowa) zaciągania kabli światłowodowych została opracowana z myślą o maksymalnym zabezpieczeniu włókien światłowodowych w kablach, przed wszelkimi naprężeniami mechanicznymi i przegięciami, jakie mogą wystąpić w procesie zaciągania

Ręczne lub mechaniczne zaciąganie kabli optotelekomunikacyjnych jest dopuszczalne w uzasadnionych przypadkach, ale pod warunkiem ciągłej kontroli siły naciągu i stosowania urządzeń zabezpieczających przed przekroczeniem dopuszczalnej wielkości tej siły.

Kable optotelekomunikacyjne nie powinny być układane przy temperaturze powietrza niższej niż 5°C.

Odcinki fabrykacyjne kabli światłowodowych powinny być układane w taki sposób, aby koniec każdego odcinka fabrykacyjnego spotykał się z początkiem odcinka następnego. Kolejność układanych odcinków fabrykacyjnych powinna być zgodna z ich alokacją w linii (ze względu na rodzaj powłok i długości odcinków) i powinna być ewidencjonowana.

Niezależnie od metody zaciągania należy zawsze dbać o to, by kabel wprowadzany do rury był czysty, bez śladów błota lub ziaren piasku. Obecność zanieczyszczeń ma istotny wpływ na wielkość tarcia, a więc długość zaciąganego odcinka. Zabrania się stosowania tzw. płynów poślizgowych, które mają wpływ na zmniejszenie tarcia tylko przy pierwszym zaciąganiu, natomiast są lepkie i po dłuższym czasie mogą spowodować przyklejenie się kabla lub zanieczyszczeń.

8.5.5 Wymagania dotyczące instalacji mikrokabli światłowodowych

Przed wdmuchiowaniem mikrokabla światłowodowego należy każdorazowo dokonać próby krótkotrwałej oraz kalibracji traktu mikrokanalizacji. Kalibracji wykonuje się specjalnymi kulkami kalibracyjnymi odpowiednimi do średnic poszczególnych mikrorurek.

Na wdmuchiwane mikrokable o średnicach od 4 do 9mm należy zakładać specjalne kapturki metalowe ułatwiające ślizganie się końcówki kabla w mikrorurce.

Bęben z kablem należy zawiesić na osi i podnośnikach tak, aby mógł się lekko i swobodnie obracać. Kierunek schodzenia kabla z bębna powinien być zbliżony do kierunku wejścia w głowicę pneumatyczną lub w przeciągarkę. Jeśli jest to możliwe, należy zapewnić prowadzenie i ochronę kabla w odpowiednich prowadnicach lub ręcznie.

Wdmuchiwanie mikrokabli należy dokonywać specjalnymi maszynami do wdmuchiwania strumieniową i zalecanymi przez producenta systemu. Maszyny te powinny mieć dokładnie nastawiane sprzęgła, pozwalające na nastawienie maksymalnego naprężenia zrywającego zgodnego z max. naprężeniem instalacyjnym kabla i dokonujące pomiaru tej siły, w trakcie całego procesu wdmuchiwania.

Istotą metody strumieniowej, jest wytworzenie w rurze polietylenowej, silnego strumienia powietrza, który unosi i pociąga za sobą kabel, tylko w wyniku tarcia o jego powierzchnię, bez stosowania tłoczka. Urządzenia wdmuchujące są wyposażone w koła napędu mechanicznego, które pomagają w procesie zaciągania kabla (wpychanie) i przez cały czas trwania tego procesu, umożliwiają regulowanie prędkości ruchu kabla. Koła napędu mechanicznego posiadają sprzęgła z siłą nastawianą odpowiednio do danego typu kabla. Skojarzenie silnego strumienia powietrza z małą przeciągarką stwarza bardzo korzystne warunki przy zaciąganiu kabli do rurociągów o licznych krzywiznach i zakrętach.

Osiągane długości jednorazowo zaciąganych odcinków kabli wynoszą od 400 - 2000m zależnie od stosunku wewnętrznej średnicy mikrorury do średnicy kabla, konfiguracji trasy, linii oraz ciśnienia (do 10 atm) i wydajności (do 1,5 m³/min) sprężarki.

Szybkość zaciągania może być regulowana w granicach 0 - 100 m/min. Metoda umożliwia wdmuchiwanie mikrokabli o średnicach 1.0- 8mm do mikrorurek o średnicach 4–12 mm. W praktyce taki zakres kabla pokrywają dwie różne maszyny. Stosując odpowiednią metodykę można w jednej operacji zaciągnąć odcinek kabla światłowodowego o praktycznie dowolnej długości.

Wciągnięcie dłuższego odcinka kabla, w przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnej ciśnienie lub, gdy z uwagi na kształt trasy wdmuchiwania (wiele zakrętów, złączy, etc) kabel wykazuje widoczne opory uniemożliwiające osiągnięcie zakresu projektowego, zalecaną metodą jest zastosowanie na trasie linii, dodatkowych urządzeń tego samego rodzaju, dmuchanie metodą „ze środka” lub podzielenie trasy wdmuchiwania na segmenty i wykonanie pętlenia zapasu kabla w specjalnych urządzeniach pozwalających na bezpieczne gromadzenia zapasów kabla.

Dostępne do wdmuchiwania są określone konfiguracje mikrokabel-mikrorura zgodne z dostępnymi akcesoriami uszczelniającymi maszyn. Konfiguracje te na ogół pokrywają się z wymienionymi w tabeli nr 22. Konfiguracje nietypowe wymagają sprawdzenia w Dokumentacji technicznej.

8.5.6 Prowadzenie kabli światłowodowych w budynkach

Kabel światłowodowy wprowadzony do budynku, powinien przez komorę kablową, dochodzić do pomieszczeń węzła sieci lub szafy punktu dostępowego. Kabel powinien być zakończony na przełącznicy światłowodowej. Wprowadzenie może być wykonane jako:

- wprowadzenie kablem liniowym niepalnym - ostatni (pierwszy) odcinek instalacyjny w linii powinien być wykonany z kabla o powłoce nie rozprzestrzeniającej ognia, bezhalogenowej, co

Ogólne zasady budowy linii optotelekomunikacyjnych

- powinno być przewidziane na etapie projektowania i alokowania wzdłuż linii dostarczanych kabli,
- wprowadzenie kablem stacyjnym niepalnym - w tym przypadku na kablu liniowym wykonuje się złącze rozdzielcze lub przelotowe, w komorze kablowej, lub w specjalnym pomieszczeniu, dołączając kable stacyjne o powłoce nie rozprzestrzeniającej ognia, bezhalogenowej;
 - wprowadzenie do budynków stacyjnych typowych kabli liniowych w palnych powłokach polietylenowych, po zabezpieczeniu ich przed bezpośrednim dostępem płomieni i przed rozprzestrzenianiem przez nie ognia, między pomieszczeniami izolowanymi pożarowo. Zabezpieczenie to, należy wykonać przez umieszczenie odcinków kabli wewnątrz budynku (w szybach i w dłuższych niż 2 m poziomych przelotach), w rurach osłonowych z materiałów nie rozprzestrzeniających ognia, bezhalogenowych. Końce rur, przez które przechodzą kable w powłoce polietylenowej, powinny być odpowiednio uszczelnione materiałem niepalnym i zabezpieczać przed wciekaniem do wnętrza rur palącego się polietylenu. Szczególną uwagę należy zwracać na uszczelnianie przepustów w stropach, między pomieszczeniami itp.
 - wprowadzenie do budynków stacyjnych typowych mikrokabli liniowych w palnych powłokach polietylenowych w uniepalnionych mikrorurkach wewnętrznych, po zabezpieczeniu ich przed bezpośrednim dostępem płomieni i przed rozprzestrzenianiem przez nie ognia między pomieszczeniami izolowanymi pożarowo.

Kable światłowodowe wewnątrz budynków prowadzone w pionie powinny być konstrukcji suchej, w szczególności zaleca się zastosowanie kabli typu ścisła tuba. Przy instalowaniu kabli należy ściśle przestrzegać zaleceń, co do geometrii prowadzenia kabli, tj. nie przekraczania dopuszczalnego promienia zginania kabla, nie powodowania miejscowego nacisku na kabel oraz nie stosowania zbyt dużych sił przy zaciąganiu i wyginaniu kabli. Zaleca się prowadzić kable:

- na drabinkach kablowych lub na odpowiednio przygotowanych konstrukcjach wsporczych mocowanych do ścian, stropów itp.,
- w kanałach kablowych pod poziomem podłogi lub w kanałach ściennych, poziomych i pionowych,
- w rurach osłonowych ułożonych pod poziomem podłogi,
- w rurach osłonowych ułożonych pod lub na tynku w ciągach pionowych prostych.

8.5.7 Wykonywanie połączeń spawanych włókien jednomodowych

Złącze spajane powinno umożliwiać stałe połączenie światłowodów z sąsiednich odcinków instalacyjnych kabli światłowodowych wchodzących w skład linii optotelekomunikacyjnej, z zachowaniem jak najlepszej jednorodności linii, trwałości połączeń i niezmienności ich parametrów w długim okresie czasu (około 30 lat).

Złącze spajane powinno umożliwiać łączenie wszystkich rodzajów światłowodów jednomodowych. Łączenie światłowodów metodą spajania należy stosować przy montażu złączy przelotowych oraz łączeniu z pigtailami w przełącznicach światłowodowych.

Połączenia światłowodów jednomodowych w złączu, powinny być tak wykonane, aby tłumienność wnoszona przez spoinę nie przekroczyła wartości 0,1 dB. Tłumienność spoin powinna być określona jako wartość średnia z pomiarów reflektometrycznych w obu kierunkach transmisji (z uwzględnieniem znaków).

Pomiarem opcjonalnym jest pomiar reflektancji, czyli tłumienność odbicia wstecznego złączy spajanych, nie powinna być mniejsza niż 60 dB. Wymagania powinny być spełnione dla fal o długości 1310 nm i 1550 nm. Pomiar może być wykonany reflektometrem posiadającym opcję pomiarową dla oszacowania reflektancji, albo też odrębnym zestawem przyrządów do pomiaru reflektancji.

Wyniki pomiarów tłumienności powinny zostać dołączone do dokumentacji powykonawczej.

8.5.8 Sprzęt do budowy kablowych linii telekomunikacyjnych

Wykonawca przystępujący do wykonania przebudowy kablowych linii telekomunikacyjnych powinien wykazać się możliwością korzystania z następujących maszyn i sprzętu, w zależności od zakresu robót gwarantujących właściwą jakość robót budowlanych:

- wciągarka mechaniczna kabli,
- wciągarka ręczna kabli i rur optotelekomunikacyjnych,
- sprężarka powietrzna, spalinowa, przewoźna,
- zespół prądotwórczy jednofazowy,
- spawarka do włókien światłowodowych,
- zgrzewarka do zgrzewania rur PE,
- reflektometr,
- zestaw do pomiaru mocy optycznej,
- zestaw telefonów optycznych.

W szczególności sprzętem specjalistycznym niezbędnym przy pracach z mikrokanalizacją będą dodatkowo:

- zestawy narzędziowe do cięcia wzdłużnego i poprzecznego rur prefabrykowanych, nożyki i przecinaki do mikrorurek,
- wdmuchiarki mikrokabli dla wdmuchiwania mikrokabli o średnicach 1-8mm przy użyciu metody strumieniowej wdmuchiwania,
- wdmuchiarki wiązek luźnych mikrorur wyposażone w odpowiednie głowice formujące i gąsienice dobrane do konfiguracji wdmuchiwanej wiązki,

Budowa systemu mikrokanalizacji ma się odbywać przy wykorzystaniu osprzętu do tego celu przeznaczonego przez Dostawcę. Zachowanie pełnej technologii budowy gwarantuje satysfakcję z użytkowania i eksploatacji sieci.

9 Bezpieczeństwo fizyczne pasywnej struktury światłowodowej

Zabezpieczenie przed dostępem osób trzecich dotyczy głównie studni kablowych betonowych i z tworzywa. Odpowiednio zabezpieczać należy również pomieszczenia techniczne wewnątrz budynków, a także szczególnym nadzorem objąć szafy kablowe. Z uwagi na wysokie koszty zabezpieczeń aktywnych (czujników, etc) infrastrukturę kanalizacji należy zabezpieczać w sposób fizyczny, poprzez stosowanie odpowiednich rozwiązań blokujących dostęp.

Szafy kablowe z doprowadzonym zasilaniem i pomieszczenia wewnątrz budynków objąć należy Zintegrowanym Systemem Nadzoru Bezpieczeństwa Infrastruktury wykrywającym stany czujników obiektowych, w zasięgu całej sieci. Zalecane jest również objęcie miejsc posadowienia szaf kablowych monitoringiem wizyjnym, włączonym do systemu nadzoru wizyjnego miasta.

W budynkach mieszczących węzły sieci szkieletowej, nadzorem otwarcia drzwi lub obecności powinny zostać objęte również pomieszczenia, w których rurociąg wchodzi do budynku (komory kablowe).

W dokumentacji technicznej (projekt budowlany, projekt wykonawczy) należy przewidzieć zabezpieczenie studni kablowych przed ingerencją osób nieuprawnionych (np. jako dodatkowa pokrywa wewnętrzna wejścia studni w postaci pełnej, metalowej płyty z zamkiem zasuwowo-ryglowym wyposażonym we patentową wkładkę systemową) oraz przewidzieć, ewentualnie instalację czujnika otwierania studni.

Zabezpieczenie studni z tworzywa należy realizować poprzez ryglowane zamkiem i śrubowane konstrukcje włazów żeliwnych. Instalację tych elementów należy projektować wyłącznie dla studni wskazanych przez Inwestora.



Rysunek 44. Przykładowa pokrywa antywłamaniowa z dwoma zamkami



Rysunek 45. Taśma ostrzegawczo-lokalizacyjna TOL



Rysunek 46. Przykrywa z cokołami (np. 600x400mm)

Zabezpieczeniem fizycznym rurociągu jest warstwa ziemi, która go przykrywa. Jednakże z uwagi na zagrożenie uszkodzenia rurociągu podczas prac ziemnych, realizowanych przy okazji innych

Bezpieczeństwo fizyczne pasywnej struktury światłowodowej

inwestycji, zalecane jest projektowanie elementów ochronnych i lokalizacyjnych dla rur rurociągu kablowego. Dla rurociągu ringów magistralnych zaleca się rozwiązanie polegające na układaniu taśmy ostrzegawczej: UWAGA Kabel Optotelekomunikacyjny (TO), w połowie głębokości wykopu. W miejscach szczególnie narażonych na uszkodzenia mechaniczne, należy projektować zabezpieczenie rurociągu betonowymi przykrywkami kablowymi (łupinami).

Do oznaczania rurociągu kablowego należy stosować kabel sygnalizacyjny typu XzTKMXpw2x2x0,8 układany we wspólnym wykopie z rurociągiem. Kabel powinien być wyprowadzony w studniach kablowych, słupkach oznaczeniowo-pomiarowych, na zaciski.

W celu lokalizacji obiektów znajdujących się w gruncie (zasobniki, obudowy liniowe rozgałęźne, początki rur przepustowych, etc) należy stosować znaczniki indukcyjne (np. typu EMS), w terenie niezabudowanym dodatkowo słupki oznaczeniowe i lokalizacyjne.

Odcinki kanalizacji, kable światłowodowe prowadzone poza odcinkami ziemnymi, w celu przejścia do innego rodzaju traktu lub posadowienia na konstrukcji mostu, kładki dla pieszych, etc powinny zostać zabezpieczone rurami osłonowymi specjalnymi odpornymi na promieniowanie UV (grubościenne lub stalowymi, dwukrotnie asfaltowanymi od wewnątrz i zewnątrz), gwarantujących fizyczne bezpieczeństwo. Wszelkie elementy metalowe powinny być projektowane z uwzględnieniem wytycznych dotyczących ochrony przeciwporażeniowej.

Szczegółowe wytyczne rozwiązań zabezpieczeń fizycznych oraz lokalizacyjnych należy zamieścić w dokumentacji projektowej.

10 Odbiory i testowanie powykonawcze

Testy końcowe przeprowadza wykonawca, odpowiednio, w trakcie budowy i po wykonaniu poszczególnych elementów kanalizacji kablowej, w celu sprawdzenia spełnienia przez poszczególne elementy wybudowanej kanalizacji wymaganych warunków technicznych, określonych w wytycznych wykonawczo-projektowymi, koncepcji budowy Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej i w projekcie technicznym.

W testach końcowych stosuje się, zależnie od szczegółowego zakresu zrealizowanej budowy kanalizacji kablowej, następujące metody badań:

- oględziny,
- sprawdzenie wymiarów i materiałów,
- sprawdzenie głębokości i sposobu ułożenia elementów sieci (kanalizacja kablowa, kable),
- sprawdzenie wykonania zblizeń i skrzyżowań kanalizacji kablowej,
- pomiary linii (wg metod pomiarowych dla kabli światłowodowych).

Wykonawca powinien przeprowadzić testy końcowe dla 100 % wykonanego zakresu prac. Z uwagi na rozległy charakter budowy sieci DSS, Inwestor wymaga wykonywania częściowych odbiorów na wykonane etapy projektu zgłaszanych Inwestorowi, z częstotliwością nie mniejszą niż 1 miesiąc. Protokoły z tych testów, powinny być dostarczone Inwestorowi, przed rozpoczęciem się odbioru w formie określonej w niniejszych wytycznych, możliwej do zarejestrowania i archiwizacji.

Pozytywny wynik testów końcowych stanowi przesłankę zgłoszenia wybudowanej linii (sieci) telekomunikacyjnej do **odbioru końcowego**.

10.1 Testy odbiorcze powykonawcze

10.1.1 Zasady podstawowe

Badania kanalizacji kablowej polegają na sprawdzeniu zgodności wykonania z wymaganiami zawartymi w wytycznych wykonawczo-projektowych, koncepcji budowy Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej i dokumentacji technicznej, łącznie ze wszystkimi zmianami i uzgodnieniami. Należy sprawdzić, czy kanalizacja kablowa i jej elementy odpowiadają tym wymaganiom. Dotyczy to wszystkich elementów kanalizacji kablowej (rurociągi kablowe, komory kablowe i kanalizacja wewnątrzbudynkowa, mikrokanalizacja światłowodowa itp.).

W niektórych wypadkach (np. budowa tylko kanalizacji wtórnej, w kanalizacji pierwotnej Inwestora lub mikrokanalizacji w rurach RHDPE40) może nie występować projekt budowlany.

Do każdej wybudowanej kanalizacji kablowej powinna być sporządzona dokumentacja powykonawcza zgodna ze stanem rzeczywistym wykonania, uwzględniająca zmiany przeprowadzone w czasie budowy, w stosunku do dokumentacji projektowej.

Testy powykonawcze dla danego zakresy prac wykonywane są przez Wykonawcę i stanowią podstawę do przyjęcia wybudowanej kanalizacji kablowej przez Inwestora, w trakcie czynności odbioru. Wykonawca powinien zgłosić Inwestorowi gotowość do odbioru częściowego z wyprzedzeniem 4 dniowym oraz powinien zapewnić Komisji Odbiorczej Inwestora konieczny sprzęt pomiarowy. W trakcie odbioru wykonywane są **badania odbiorcze**. Wymagane dokumenty do przeprowadzenia odbioru wybudowanej kanalizacji kablowej stanowią:

- normy wytycznych wykonawczo-projektowych oraz wymagania koncepcji budowy Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej oraz obowiązujące dokumenty formalnoprawne (Polskie Normy, Rozporządzenia, Zarządzenia itp.),
- projekt techniczny (odpowiednio do zakresu - projekt budowlany, projekt wykonawczy),

Odbiory i testowanie powykonawcze

- dokumentacja powykonawcza,
- dziennik (dzienniki) budowy, wypełnione i podpisane przez upoważnione osoby,
- protokoły testów (badań) końcowych, przeprowadzonych przez Wykonawcę.

10.1.2 Badania odbiorcze rurociągu kablowego

Badania kanalizacji wtórnej i rurociągu kablowego polegają na sprawdzeniu przez służby techniczne Wykonawcy zgodności wykonania z wymaganiami, łącznie ze wszystkimi zmianami oraz dodatkowymi uzgodnieniami. Protokoły badań technicznych wraz z innymi dokumentami stwierdzającymi zgodność wykonania rurociągów kablowych z wymaganiami stanowią podstawę do zgłoszenia do komisijnego odbioru.

10.1.2.1 Oględziny

Należy sprawdzić, czy rurociąg kablowy lub jego elementy odpowiadają tym wymaganiom, których spełnienie może być stwierdzone bez użycia narzędzi i bez demontażu. Dopuszcza się wykonywanie wykopów kontrolnych. Przy oględzinach zaleca się postępować wg następujących zasad:

- dokonać starannego przeglądu jakości i wykonania elementów składowych, przy czym należy zwrócić uwagę na jakość montażu, sposób dopasowania elementów, sztywność konstrukcji, uszczelnienia,
- sprawdzić zabezpieczenie przed samoodkręceniem połączeń gwintowych oraz zabezpieczenie przed korozją elementów z powłokami galwanicznymi i malarskimi,
- sprawdzić współosiowość wyprowadzeń rur RHDPE w studniach kablowych (szczególnie małych) pod kątem możliwości przyszłego zainstalowania wiązek z mikro rurkami oraz elementów złącznych mikrokanalizacji (odgałęzień, obudów liniowych i innych),
- sprawdzić ułożenie rur w ziemi, studniach kablowych, na mostach, wiaduktach, w tunelach, na konstrukcjach wsporczych itp.,
- sprawdzić sposób zabezpieczenia rurociągu na brzegu, przy przejściach przez rzeki, kanały, rowy itp.,
- sprawdzić ustawienie słupków oznaczeniowych i oznaczeniowo-lokalizacyjnych lub działanie znaczników lokalizacyjnych;
- sprawdzić sposób wprowadzenia rur do komory kablowej, uszczelnienia, zamocowania,
- sprawdzić wykonanie odbudowy nawierzchni i uporządkowanie terenu,
- sprawdzić zgodność wykonania z dokumentacją oraz czytelność napisów i oznaczeń rozpoznawczych i informacyjnych, jak również stan i estetykę wykonania elementów i części składowych,
- sprawdzić zgodność wykonania i wyposażenia z powykonawczą dokumentacją techniczną.

10.1.2.2 Sprawdzenie wymiarów

W celu sprawdzenia zgodności z dokumentacją należy sprawdzić:

- wymiary gabarytowe elementów lub części składowych rurociągu kablowego,
- rozmieszczenie ciągów kablowych na konstrukcjach wsporczych i innych,
- domiary poprzeczne i wzdłużne trasy do punktów domiarowych,
- głębokość ułożenia rurociągu, rur ochronnych przepustowych, taśmy ostrzegawczej 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

Odbiory i testowanie powykonawcze

eksploatację linii optotelekomunikacyjnej.

10.1.2.3 Sprawdzenie materiałów

Sprawdzenie materiałów użytych do budowy kanalizacji wtórnej i rurociągu kablowego polega na stwierdzeniu ich zgodności z wytycznymi projektowymi lub wytycznymi innych dokumentów poświadczających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji technicznej lub uzgodnionych warunków technicznych. Jakość materiałów powinna być poświadczona atestem lub innym dokumentem ich dostawców.

10.1.3 Badanie odcinka wykonanego z rur RHDPE40

Rury polietylenowe używane do budowy rurociągów kablowych przy dostawie na budowę powinny mieć uszczelnione końcówki. W razie stwierdzenia braku tych uszczelnień, rury polietylenowe przed ułożeniem należy sprawdzić sprężonym powietrzem i pozostawić końcówki uszczelnione. Ten sposób postępowania obowiązuje we wszystkich fazach budowy, tj. w razie potrzeby przecinania rur lub przeprowadzenia badań szczelności.

10.1.3.1 Badania szczelności zmontowanego odcinka

Badania szczelności zmontowanego odcinka o długości około 2 km lub większej powinny być wykonane w następujący sposób: jeden koniec badanego odcinka należy uszczelnić kapturkiem termokurczliwym z klejem termotopliwym (lub zaślepką skręcaną), a drugi kapturkiem termokurczliwym z klejem i zaworem wpustowo-kontrolnym (wentylem) lub zaślepką skręcaną z wentylem. Następnie badany ciąg rur napełnia się sprężonym powietrzem do nadciśnienia około 300 kPa. Po upływie 24 godzin należy zmierzyć ciśnienie w rurociągu manometrem technicznym; spadek ciśnienia nie powinien przekroczyć 10 kPa. Mogą też być stosowane inne rodzaje osprzętu do uszczelnień wielokrotnego użytku o odpowiednich parametrach użytkowych.

10.1.3.2 Sprawdzenie drożności rurociągu kablowego

Sprawdzenie drożności rurociągu kablowego należy wykonać kalibrem o długości 20 cm i średnicy 20 mm dołączonego do tłoczka za pomocą przegubu (krętlika). Kaliber należy przetransportować metodą pneumatyczną tłoczkową przez wszystkie zamontowane odcinki rurociągów o długości większej niż 200 m.

10.1.3.3 Sprawdzenie prawidłowości ułożenia rurociągu w ziemi oraz wykonania zbliżeń i skrzyżowań

Sprawdzenie głębokości, prawidłowości ułożenia rur i innych elementów składowych rurociągu oraz prawidłowości zastosowanych zabezpieczeń polega na kontroli przez nadzór techniczny Inwestora, w trakcie budowy lub na wykonaniu próbnym wykopów i pomiarze taśmą mierniczą.

Do odbioru rurociągu, w miejscach zbliżeń i skrzyżowań z innymi urządzeniami uzbrojenia terenowego powinny być przedstawione również, dokumenty ich odbioru indywidualnego przez użytkowników tych urządzeń.

10.1.3.4 Ocena wyników badań

Przedstawioną do badań kanalizację wtórną lub rurociąg kablowy należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami normy, jeżeli badania dały wynik pozytywny. Składniki, które w wyniku badań otrzymały ocenę ujemną, powinny być poprawione lub wymienione i ponownie zgłoszone do odbioru.

10.1.4 Badania odbiorcze mikrokanalizacji

Badania mikrokanalizacji należy wykonywać z uwzględnieniem odmiennej specyfikacji tego

Odbiory i testowanie powykonawcze

rodzaju kanalizacji. Badania polegają na sprawdzeniu przez służby techniczne Wykonawcy zgodności wykonania z wymaganiami zawartymi w wytycznych wykonawczo-projektowych, koncepcji budowy Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej i w projekcie technicznym, łącznie ze wszystkimi zmianami oraz dodatkowymi uzgodnieniami. Protokoły badań technicznych wraz z innymi dokumentami stwierdzającymi zgodność wykonania mikrokanalizacji z wymaganiami stanowią podstawę do zgłoszenia do komisyjnego odbioru z udziałem przedstawicieli Inwestora.

10.1.4.1 Oględziny

Należy sprawdzić, czy mikrokanalizacja odpowiada tym wymaganiom, których spełnienie może być stwierdzone bez użycia narzędzi i bez demontażu. Przy oględzinach zaleca się postępować wg następujących zasad:

- dokonać starannego przeglądu jakości i wykonania elementów składowych, przy czym należy zwrócić uwagę na jakość montażu, sposób dopasowania elementów, uszczelnienia,
- sprawdzić prawidłowość wykonanych połączeń złącznych oraz obecność wszystkich zatyczek i innych elementów zabezpieczających mikrorurę przed przedostawaniem się zanieczyszczeń,
- sprawdzić sposób wprowadzenia mikrokanalizacji do obiektów tego rodzaju jak węzły szafkowe, węzły złączowe, komory kablowe, ze szczególnym zwróceniem uwagi na uszczelnienia, zamocowania itp.,
- sprawdzić zgodność wykonania z dokumentacją oraz czytelność napisów i oznaczeń rozpoznawczych i informacyjnych, jak również stan i estetykę wykonania elementów i części składowych,
- sprawdzić zgodność wykonania i wyposażenia z powykonawczą dokumentacją techniczną.

10.1.5 Badanie szczelności mikrorurek

Próbę szczelności połączonego złączkami traktu mikrokanalizacji wykonuje się, stosując z jednej strony standardową zatyczkę mikrorury typu ZŁKMRS oraz specjalny zaworek mikrokanalizacji, z drugiej strony. Trakt kablowy zbudowany z mikrorurek połączonych złączkami powinien wytrzymać próbę krótkotrwałą nadciśnienia powietrza 1.0 MPa w ciągu 30 min.

Mikrokanalizacja uszczelniona na obydwu końcach zmontowanego odcinka o długości ok. 2,0 km i napełniona sprężonym powietrzem do nadciśnienia 300 kPa nie powinna wykazywać spadku nadciśnienia o więcej niż 10 kPa w ciągu 24 godzin.

Badanie szczelności mikrokanalizacji z uwagi na dużą liczbę tras do sprawdzenia powinna być wykonywana na trasach zestawionych pod trasę kabla światłowodowego lub przewidzianych do zestawienia w najbliższym etapie wykonywania prac. Po uzgodnieniu z Inwestorem dopuszczalne jest również wykonywanie testów szczelności metodą krótkotrwałą na losowo wybranych mikrorurkach znajdujących się w wiązce, przy czym test powinien objąć 30% mikrorurek w wiązce (np. 3 z 10 mikrorurek wiązki 10 x 7 mm).

10.1.5.1 Sprawdzenie wymiarów

W celu sprawdzenia zgodności z dokumentacją należy sprawdzić:

- wymiary mikrokanalizacji dotyczące prowadzeń w węzłach szafkowych, budynkach itp.,
- rozmieszczenie ciągów mikrokanalizacji na konstrukcjach wsporczych i innych.

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.

10.1.5.2 Sprawdzenie materiałów

Odbiory i testowanie powykonawcze

Sprawdzenie materiałów użytych do budowy mikrokanalizacji polega na stwierdzeniu ich zgodności z wymaganiami norm lub innych dokumentów poświadczających zgodność użytych materiałów z wymaganiami dokumentacji technicznej lub uzgodnionych warunków technicznych. Jakość materiałów powinna być poświadczona atestem lub innym dokumentem ich dostawców.

10.1.5.3 Ocena wyników badań

Przedstawioną do badań mikrokanalizację należy uznać za wykonaną zgodnie z wymaganiami normy, jeżeli badania dały wynik pozytywny. Składniki, które w wyniku badań otrzymały ocenę ujemną, powinny być poprawione lub wymienione i ponownie zgłoszone do odbioru.

10.1.6 Badania odbiorcze studni kablowych

Badania powykonawcze są prowadzone w trakcie budowy osobno przez Wykonawcę i przez Inspektora nadzoru lub razem przez obie strony. Wyniki badań są zapisywane w dzienniku budowy i/lub w raportach Kierownika budowy i Inspektora nadzoru. Badania odbiorcze są prowadzone po zakończeniu budowy osobno przez Wykonawcę i przez Komisję Odbiorczą Inwestora. Sprawdzeniu z projektem technicznym oraz kontroli wizualnej podlegają:

- lokalizacja studni w odniesieniu do projektu,
- wysokość posadowienia ramy studni względem przyległego terenu – sprawdzić należy czy górna powierzchnia ramy studni kablowej jest na tej samej wysokości co okoliczny teren lub nawierzchnia
- wykop i podsypka (badanie wykonawcze z uwagi na prace zanikowe),
- jakość wykonanych prac montażowych (ustawienie i montaż prefabrykatów, umocowanie wsporników, osadzenie zwieńczenia, wykonanie wprowadzeń rurociągu kablowego, montażu obudów liniowych mikrokanalizacji, montażu pokrywy wewnętrznej antywłamaniowej),
- zasypanie wykopu i odtworzenie nawierzchni,
- oznakowanie studni.

Wynikami badań powykonawczych będą: protokół badań, dokumentacja powykonawcza, wykaz zmian projektu technicznego. Wynikiem badań odbiorczych jest protokół odbioru inwestycji.

10.1.7 Badania odbiorcze szaf kablowych

Badania powykonawcze są prowadzone w trakcie budowy osobno przez Wykonawcę i przez Inspektora nadzoru lub razem przez obie strony. Wyniki badań są zapisywane w dzienniku budowy i/lub w raportach Kierownika budowy i Inspektora nadzoru. Badania odbiorcze są prowadzone po zakończeniu budowy osobno przez Wykonawcę i przez Komisję Odbiorczą Inwestora. Sprawdzeniu z projektem technicznym oraz kontroli wizualnej podlegają:

- lokalizacja – przez porównanie z dokumentacją techniczną (szafa kablowa powinna być ustawiona w miejscu nie ograniczającym ruchu ulicznego i zapewniającym łatwy do niej dostęp)
- ustawienie i umocowanie szafy – poprzez sprawdzenie z projektem budowlanym (lokalizacja) i wykonawczym (typy szafek, montaż).

Sprawdzeniu powinny podlegać również:

- jakość montażu na studni szafkowej oraz wprowadzenia rurociągu do studni wraz z kontrolą jakości uszczelnienia przepustów szafy,
- pionowe ustawienie szafy na fundamencie (sprawdzenie za pomocą poziomicy),
- uziemienie metalowych konstrukcji szafy.
- oznakowanie – wg dokumentacji technicznej na tabliczce znamionowej.

Wynikami badań powykonawczych będą: protokół badań, dokumentacja powykonawcza, wykaz zmian projektu technicznego. Wynikiem badań odbiorczych jest protokół odbioru inwestycji.

Odbiory i testowanie powykonawcze

10.1.8 Badania odbiorcze linii światłowodowych

W trakcie budowy i montażu linii powinny być wykonywane niżej podane pomiary:

- po ułożeniu kabla, a przed rozpoczęciem montażu złączy należy wykonać pomiary kontrolne potwierdzające parametry światłowodów. Pomiary należy wykonać przy pomocy reflektometru dla fali 1550 nm,
- po wykonaniu połączeń światłowodów należy wykonać pomiary reflektometryczne z obydwu stron odcinka zmontowanego dla fal 1310 nm i 1550 nm, w celu stwierdzenia poprawności wykonanych połączeń. Dopiero po pozytywnym wyniku tych pomiarów dla wszystkich włókien światłowodowych w kablu można przystąpić do ostatecznego zamknięcia mufy złączowej.

Po całkowitym zmontowaniu odcinka kontrolnego, dla uzyskania wykresów reflektometrycznych, należy wykonać na wszystkich włóknach pomiary reflektometryczne dla fal 1310 nm i 1550 nm, z obydwu stron odcinka. Nie spełniające wymogów spojenia, ujawnione w trakcie pomiarów należy poprawić. Wykresy reflektometryczne uzyskane po naprawieniu wadliwych spoeń należy zarejestrować i przekazać, jako załączniki do dokumentacji powykonawczej.

10.1.9 Badanie tłumienności połączeń spawanych

Należy sprawdzić wszystkie włókna linii światłowodowych. Należy zmierzyć tłumienność spoiny dla długości fali 1550 nm i 1310 nm, w obu kierunkach transmisji (A-B, B-A), przy użyciu OTDR. Dokumentacja powinna zawierać informacje dotyczące każdego złącza spawanego takie jak:

- tłumienność złącza, odczytaną ze spawarki,
- tłumienność złącza zmierzoną reflektometrem dla fal 1310 nm i 1550 nm w obu kierunkach transmisji,
- barwę połączonych włókien lub ich numery.

Informacje wg punktów a) i c) powinny być dołączone do dokumentacji każdego złącza kabla światłowodowego, natomiast informacja wg punktu b) powinna być zawarta w protokole pomiarów montażowych i końcowych linii.

10.1.10 Badanie parametrów linii światłowodowych

Należy zmierzyć wszystkie włókna światłowodowe wybudowanej linii dla długości fali 1550 nm i 1310 nm dla każdej sekcji, w obydwu kierunkach transmisji, przy użyciu metody reflektometrycznej. Pomiary reflektometryczne na zmontowanej linii powinny określać:

- całkowitą długość optycznej linii,
- całkowitą tłumienność linii,
- tłumienności jednostkowe całej linii i jej odcinków składowych,
- tłumienności połączeń.

Poprawne wyniki tych pomiarów uzyskuje się tylko wtedy, gdy wartość współczynnika załamania wprowadzana do reflektometru jest zgodna z wartością podaną przez producenta kabla, w dokumentacji technicznej kabla. Wskazane jest, aby reflektometr umożliwiał zapisanie wyników pomiarów do pamięci lub na dyskietce.

Dodatkowo należy wykonać pomiary tłumienności optycznej toru metodą transmisyjną na falach 1310 nm i 1550 nm.

10.1.11 Inspekcja wizualna i test ciągłości

Należy uzyskać na jednym włóknie połączenie pomiędzy punktami pomiarowymi A i B przy użyciu telefonów optycznych. Należy sprawdzić:

- instalacje kabli,
- jakość wykonania osłon złączy (muf),

Odbiory i testowanie powykonawcze

- jakość dostarczonej dokumentacji i oznaczeń.
Niestaranne wykonanie, brakujące lub zniszczone części instalacji, złe oznaczenia lub ich brak, niekompletna dokumentacja, etc. powinny być odnotowane w Karcie Zgłoszenia Usterki.

10.2 Dokumentacja testów odbiorczych

Potwierdzenie dostarczenia kompletu dokumentów zgromadzonych w procesie odbiorczym wykonywane jest w poniższym formularzu odbiorczym. Wzory protokołów testów odbiorczych na poszczególne typy prac powinien w odpowiednim zakresie wykorzystywać również wykonawca przy testach końcowych. W dalszych punktach zdefiniowano poszczególne Formularze Odbioru.

10.2.1 Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru rurociągu kablowego

Tabela 24. Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru rurociągu kablowego - wzór

Lp.	Typ dokumentacji	Potwierdzenie	Uwagi
	Lokalizacja:	Relacja:	
1	Dokumentacja (projekt) powykonawcza z wszystkimi dokonanymi zmianami potwierdzona przez projektanta, inspektora nadzoru, kierownika budowy		
2	Inwentaryzacja geodezyjna wykonanych prac budowlanych		
3	Schemat rozwinięty kanalizacji z zajętością otworów		
4	Świadectwa homologacji oraz świadectwa dopuszczenia do obrotu i stosowania użytych materiałów w budownictwie		
5	Protokoły sprawdzenia szczelności ciśnieniowej rurociągów kablowych		
6	Protokół sprawdzenia drożności rurociągu kablowego		
7	Oświadczenie kierownika budowy stwierdzające zgodność wybudowanej sieci z projektem, warunkami pozwolenia na budowę oraz obowiązującymi przepisami i Polskimi Normami		
8	Protokoły przekazania i przyjęcia terenu od: użytkowników gruntów, zarządców dróg, zarządców lasów, zarządców sieci melioracyjnej, operatora telekomunikacyjnego, właściwego dla terenu inwestycji, Zakładu Gazowniczego,		
9	Dane o wykonawcy (nazwa firmy, adres, telefon, fax, telefon osoby odpowiedzialnej za usuwanie usterek w okresie gwarancyjnym, termin zakończenia gwarancji i jej zakres)		

Odbiory i testowanie powykonawcze

10.2.2 Formularz Testów Odbiorczych Rurociągu Kablowego

Tabela 25. Formularz Testów Odbiorczych Rurociągu Kablowego - wzór

Protokół testów odbiorczych		Rurociąg kablowy			
Lokalizacja:		Relacja:			
Lp.	Opis testu	Data	Wynik	Uwagi	Karta usterki
1	<p>Oględziny:</p> <ul style="list-style-type: none"> - elementy składowe (m. in. jakość montażu, dopasowanie elementów sztywność konstrukcji, -), - uszczelnień rurociągu, - zabezpieczenie przed samoodkręcaniem się elementów gwintowanych, - współosiowość wyprowadzeń rur RHDPE w studniach kablowych (szczególnie małych) pod kątem możliwości przyszłego zainstalowania wiązek z mikrorurkami oraz elementów łącznych mikrokanalizacji (odgałęzień, obudów liniowych i innych), - zabezpieczenie przed korozją, - sprawdzenie ułożenia rur w ziemi, w studniach itp., - sprawdzenie ustawienia słupków oznaczeniowych i lokalizacyjnych (SO, SL), - sprawdzenie wprowadzeń rur do komory kablowej, uszczelnienia, zamocowania, - sprawdzenie wykonania odbudowy nawierzchni i uporządkowania terenu, - sprawdzenie prawidłowości wykonania oznakowań, m. in. przywieszek identyfikacyjnych, - i sprawdzenie zgodności wyposażenia i wykonania wg projektu technicznego. 				
2	<p>Sprawdzenie wymiarów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wymiary gabarytowe elementów lub części składowych rurociągu kablowego, - rozmieszczenie ciągów kanalizacji na konstrukcjach wsporczych i innych, - pomiary poprzeczne i wzdłużne trasy rurociągu kablowego do punktów pomiarowych, - d) głębokość ułożenia rurociągu, rur ochronnych, taśmy ostrzegawczej i ostrzegawczo-lokalizacyjnej i innych elementów, sprawdzenie wykonania zbliżeń i skrzyżowań itp. 				
3	Sprawdzenie materiałów na zgodność z normami, dokumentacją techniczną, atestami.				
4	Sprawdzenie szczelności rurociągu kablowego wg wymagań normatywnych i wg projektu technicznego.				
5	Sprawdzenie drożności rurociągu kablowego				
Uwagi:					

10.2.3 Formularz Testów Odbiorczych Mikrokanalizacji

Tabela 26. Formularz Testów Odbiorczych Mikrokanalizacji - wzór

Protokół testów odbiorczych		Mikrokanalizacja			
Lokalizacja:		Relacja:			
Lp.	Opis testu	Data	Wynik	Uwagi	Karta usterki
1	<p>Oględziny:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jakość i wykonanie elementów składowych, szczególnie jakość montażu, sposób dopasowania elementów, uszczelnienia, - prawidłowość wykonanych połączeń złącznych oraz obecność wszystkich zatyczek i innych elementów zabezpieczających mikrorury przed przedostawaniem się zanieczyszczeń, - sposób wprowadzenia do obiektów (węzły szafkowe, złączowe, komory kablowe -ze zwróceniem uwagi na uszczelnienia, zamocowania itp., - sprawdzenie oznakowań, - sprawdzenie wykonania i wyposażenia zgodnie z projektem technicznym. 				
2	<p>Sprawdzenie wymiarów:</p> <ul style="list-style-type: none"> - w miejscach wprowadzeń w węzłach szafkowych, budynkach itp., - w miejscach usytuowania mikrokanalizacji na konstrukcjach wsporczych i innych. 				
3	Sprawdzenie materiałów na zgodność z normami, dokumentacją techniczną, atestami.				
4	Sprawdzenie szczelności mikrokanalizacji wg wymagań normatywnych i wg projektu technicznego.				
Uwagi:					

10.2.4 Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru linii światłowodowej

Tabela 27. Wykaz kompletu dokumentów wymaganych do odbioru linii światłowodowej - wzór

Lp.	Typ dokumentacji	Potwierdzenie	Uwagi
Lokalizacja:		Relacja:	
1	Dokumentacja (projekt) powykonawcza z wszystkimi dokonanymi zmianami potwierdzona przez projektanta, inspektora nadzoru, kierownika budowy		
2	Inwentaryzacja geodezyjna wykonanych prac budowlanych		
3	Wyniki pomiarów linii optotelekomunikacyjnych		
4	Schemat wyprostowany linii z uwzględnieniem długości: trasowej, optycznej, zapasów oraz ilością złączy		
5	Schemat rozwinięty kanalizacji z zajętością otworów		
6	Schemat optyczny linii z uwzględnieniem rozszycia kabla na przełącznicach, typem: przełącznic, złączy, kabla oraz długością optyczną odcinków i podziałem na tuby		
7	Protokoły odbiorów robót zanikowych		
8	Protokoły badań odcinków fabrykacyjnych kabli od producenta		
	Oświadczenie kierownika budowy stwierdzające zgodność wybudowanej sieci z projektem, warunkami pozwolenia na budowę oraz obowiązującymi przepisami i Polskimi Normami		
	Świadectwa homologacji oraz świadectwa dopuszczenia do obrotu i stosowania w budownictwie użytych materiałów		
9	Protokoły przekazania i przyjęcia terenu od: użytkowników gruntów, zarządców dróg, zarządców lasów, zarządców sieci melioracyjnej, operatora telekomunikacyjnego właściwego dla terenu inwestycji, Zakładu Gazowniczego,		
10	Dane o wykonawcy (nazwa firmy, adres, telefon, fax, telefon osoby odpowiedzialnej za usuwanie usterek w okresie gwarancyjnym, termin zakończenia gwarancji i jej zakres)		

11 Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

11.1 Format i zawartość dokumentacji technicznej

Dokumentacja techniczna, stanowi zbiór dokumentów określających sposób wykonania zamierzonych robót (inwestycji) oraz pozwalających określić ich koszt. Na podstawie dokumentacji technicznej ustala się zakres potrzebnych materiałów, stan zatrudnienia pracowników i harmonogram realizacji inwestycji.

Dokumentacja techniczna powinna być opracowana w sposób umożliwiający sprawną realizację inwestycji. W szczególności projekt budowlany powinien m.in. spełniać warunki wynikające z Ustawy Prawo Budowlane (Dz. U. z 1994 r Nr 89, poz. 414) oraz uwzględniać wymagania wg Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji (Dz.U.z 1998 r Nr 140, poz. 906) w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego. Spełnienie wymagań określonych w powyższych dokumentach normatywnych jest niezbędne do uzyskania pozwolenia na budowę.

Projektant opracowujący dokumentację techniczną w zakresie budowy kanalizacji kablowej, obowiązany jest spełnić indywidualne wymagania Inwestora, zawarte w wytycznych projektowo-wykonawczych, koncepcji budowy Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej oraz w dokumentach uzgodnień dokonywanych z Inwestorem.

Dokumentacją Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej będą w szczególności:

- a. projekt techniczny (projekt budowlany i projekt wykonawczy),
- b. dokumentację kosztorysowe,
- c. dokumentacja powykonawcza.

Jeśli nie jest wymagane pozwolenie na budowę (np. projekt zawierający wyłącznie zaciągnięcie rur RHDPE40 do istniejącej kanalizacji pierwotnej Inwestora lub zainstalowanie wiązek mikrokanalizacji w wolnych rurach RHDPE40 rurociągu kablowego), sporządzić należy tylko projekt wykonawczy.

11.2 Wymagania ogólne i zasady podstawowe dla dokumentacji technicznej

Dokumentacja techniczna winna spełniać następujące warunki ogólne:

- a. W dokumentacji projektowej musi znajdować się odniesienie do danych wyjściowych (formalno-prawnych oraz technicznych), stanowiących podstawę do opracowania i uzasadniających projektowane rozwiązania techniczne.
- b. Dokumentacja projektowa musi być sporządzona w sposób umożliwiający jej sprawdzenie i weryfikację przyjętych rozwiązań technicznych. W związku z powyższym, powinny być w niej zamieszczone wszelkie obliczenia i wykresy, jeżeli rozwiązania projektowe stanowią ich rezultat.
- c. Wszystkie rysunki muszą być wykonane przejrzystie, z naniesionymi czytelnie danymi, ponumerowane i podpisane przez autora (autorów) i sprawdzającego.
- d. Wszystkie rysunki, które nie są wykonane na mapach geodezyjnych, należy wykonać w programie AutoCad lub kompatybilnym i należy dostarczyć je również w wersji elektronicznej.
- e. Wszystkie tablice i zestawienia należy wykonać w programie Excel lub kompatybilnym i dostarczyć je w wersji elektronicznej.
- f. Oznaczenia i znakowanie używane w projekcie, powinny być zgodne z systemem oznakowania elementów sieci telekomunikacyjnej, zawartym w normie ZN-02/TD S.A. – 01 z uwzględnieniem dodatkowych symboli dla mikrokanalizacji.
- g. Dokumentację projektową należy opracować i dostarczyć w następujących formach i ilościach

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

egzemplarzy (oddzielnie dla każdego tomu opracowania dokumentacji) nie mniejszych niż:

- projekt budowlany i projekt wykonawczy - 5 egzemplarzy na papierze (w tym 1 egz. nie zszyty), oraz po 1 egzemplarzu na nośniku elektronicznym - płyta CD, w wersji nieedytowalnej (format PDF, JPG) i wersji edytowalnej (format WORD, DWG);
- informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ) - 3 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (program WORD);
- specyfikacje techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych - 3 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (program WORD);
- przedmiary robót (komplet) - 2 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (program ZUZIA lub Norma);
- kosztorysy inwestorskie (komplet) - 2 egzemplarze na papierze oraz 1 egzemplarz na nośniku elektronicznym (program ZUZIA), przy czym nazwy plików wersji elektronicznej, należy wpisać bez użycia polskich znaków

Przedmiary oraz kosztorysy inwestorskie powinny być opracowane w następujących zbiorach (nazwy plików):

1. Wykonanie kanalizacji teletechnicznej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).
2. Wykonanie magistrali światłowodowej doziemnej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).
3. Adaptacja i wyposażenie pomieszczenia węzłów dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).
-
56. Wykonanie kanalizacji teletechnicznej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).
57. Wykonanie magistrali światłowodowej, doziemnej dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).
58. Adaptacja i wyposażenie pomieszczenia węzła (nazwa węzła WSR).

11.2.1 Zawartość projektu budowlanego

Projekt budowlany powinien zawierać:

- a. stronę tytułową wg wzoru;
- b. informację o podstawie prawnej opracowania (nr zlecenia, nr umowy, data zlecenia i umowy);
- c. decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu;
- d. uzgodnienia branżowe wraz z protokołami ZUDP;
- e. pozwolenie na budowę;
- f. ogólny przebieg projektowanej sieci telekomunikacyjnej;
- g. przebieg sieci telekomunikacyjnej i przyłączy energetycznych, na mapach geodezyjnych, dopuszczonych na danym terenie, do projektowania wraz ze wszystkimi elementami sieci, naniesionymi w wymaganej skali.
- h. każdy rysunek powinien być zaopatrzony w tabelkę wg wzoru określonego w niniejszym dokumencie;
- i. trasę linii (sieci) telekomunikacyjnej, stanowiącą przedmiot inwestycji, na mapach ewidencji gruntów potwierdzonych przez właściwy urząd;
- j. wypisy z ewidencji gruntów działek, przez które przebiega projektowana linia (sieć), potwierdzone przez właściwy urząd, a na kopiach za zgodność z oryginałem;
- k. dokumenty stwierdzające prawo Inwestora do dysponowania terenem, na czas prowadzenia budowy, potwierdzone na kopiach za zgodność z oryginałem;
- l. charakterystykę techniczną opracowania;
- m. wykaz norm i dokumentów odniesienia, zgodnie z którymi wykonano projekt;
- n. symbolikę i oznaczenia wykorzystane w projekcie budowlanym;
- o. spis rysunków i schematów zawartych w projekcie budowlanym;
- p. uwagi końcowe.

Projekt budowlany należy wykonać w potrzebnej liczbie tomów (w zależności od zakresu

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

zadania) i opatrzyć stroną tytułową wg wzoru.

11.2.2 Zawartość projektu wykonawczego

Projekt wykonawczy powinien składać się z potrzebnej liczby tomów (w zależności od zakresu zadania). Nazwa zadania, podana w tytule, powinna być zgodna z zapisem w umowie. Projekt wykonawczy (lub poszczególne jego części, zależnie od zakresu zadania) powinien zawierać:

- a. stronę tytułową wg wzoru;
- b. informację o podstawie prawnej opracowania (nr zlecenia, nr umowy, data zlecenia i umowy);
- c. rysunek ogólnego przebiegu projektowanej sieci telekomunikacyjnej na mapie w skali 1:10000 lub 1:5000;
- d. projekt trasy sieci rurociągów kablowych na aktualizowanych mapach w skali 1:500 lub 1:1000;
- e. lokalizacje posadowienia szaf kablowych na mapach w skali 1:250;
- f. schemat rozwinięty rurociągów kablowych;
- g. projekt sieci światłowodowej;
- h. schematy rozplywu włókien kabli światłowodowych;
- i. rysunki przekrojów dla przejść bezrozkopowych;
- j. rysunki rozwiązań szczegółowych w skali 1:50 lub 1:100 w zakresie przejść na mostach, wiaduktach, w tunelach, w budynkach itp.
- k. rysunki szczegółowe, w odpowiedniej skali dla wprowadzeń kanalizacji do budynku, studni kablowej, zasobnika, szafy kablowej itp.;
- l. zestawienie materiałów podstawowych;
- m. wydruk przedmiarów dla projektowanego zakresu, wraz z wersją elektroniczną w programie ZUZIA; NORMA
- n. charakterystykę techniczną opracowania;
- o. wykaz norm i dokumentów odniesienia, zgodnie, z którymi wykonano projekt;
- p. symbolikę i oznaczenia wykorzystane w projekcie;
- q. spis wykonanych rysunków i schematów;
- r. tabele z danymi projektowymi;
- s. uwagi końcowe.

11.3 Wymagania dla rysunków projektowych

11.3.1 Format rysunków i tabela rysunkowa

Rysunki należy złożyć do formatu A4 i spiąć z pozostałą częścią dokumentacji. Na rysunku należy podać numery arkuszy sąsiadujących z danym arkuszem, zarówno numerów map geodezyjnych, jak i numerów przyjętych w projekcie.

Projektowane przebiegi tras sieci należy zakreślić kolorem żółtym, tak by odznaczały się od mapy geodezyjnej, a w wypadku wykonywania kopii kserograficznej nie ulegały powieleniu, w przypadku wydruków komputerowych, wyróżnić linią przerywaną i kolorem magenta. Stała treść mapy powinna być przedstawiona w kolorze ciemnoszarym lub czarnym. Przebiegi istniejące należy wyróżnić kolorem zielonym i przedstawiać linią ciągłą. Należy wyróżnić kolorem pomarańczowym uzbrojenie podziemne, w miejscach kolizji i zbliżeń z projektowaną kanalizacją/rurociągiem. Kolorem czerwonym wyróżnia się przebiegi przyłączy energetycznych urządzeń telekomunikacyjnych (np. szaf kablowych).

Rodzaj linii odzwierciedlający przebieg kanalizacji i rurociągu w terenie oraz oznaczenie pozostałych elementów, powinny być zgodne z systemem oznaczeń zawartym w normie ZN-02/TD S.A. – 01.

Każdy rysunek powinien być zaopatrzony w tabelkę umieszczoną w prawym dolnym narożniku. Umieszczenie tabelki w górnym prawym rogu (tabelka obrócona o 90°) jest dopuszczalne tylko wtedy,

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

gdy rysunek jest wykonywany w sposób, który narzuca czytanie go, po odwróceniu o 90°. Tabela powinna zawierać poniższe informacje.

Tabela 28. Format tabeli rysunkowej

Tytuł rysunku		Nazwa firmy opracowującej		
Tytuł opracowania		Nr projektu	Nr rysunku	
		Skala	Arkusze	Arkusze
Projektował	Nr uprawnień	Data	Podpis	
Opracował	Nr uprawnień	Data	Podpis	
Sprawdził	Nr uprawnień	Data	Podpis	

11.3.2 Kolejność rysunków i schematów

Dokumentacja projektowa, przedmiary oraz kosztorysy inwestorskie, powinny być opracowane w następujących zbiorach, z podziałem na poszczególne gminy (dotyczy także nazwy plików):

1. *Kanalizacja teletechniczna dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).*
2. *Magistrala światłowodowa doziemna dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).*
3. *Adaptacja i wyposażenie pomieszczenia węzłów dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).*

.....

56. *Kanalizacja teletechniczna dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).*
57. *Magistrala światłowodowa doziemna dla relacji (nazwa WSR A) a (nazwa węzła WSR B).*
58. *Adaptacja i wyposażenie pomieszczenia węzła (nazwa węzła WSR).*

Na wszelkich schematach i rysunkach zawierających elementy sieci, z obszaru niebędącego przedmiotem projektu, w danym tomie dokumentacji, należy wyraźnie zaznaczyć:

- które elementy sieci wchodzi w zakres projektu przedstawionego w tomie, w którym się znajdują;
 - które z elementów sieci wchodzi w zakres projektu, ujętego w innym tomie dokumentacji.
- Wszelkie sytuacje niewymienione wyżej należy uzgadniać z Inwestorem.

11.3.3 Plan sytuacyjny sieci telekomunikacyjnej

Ogólny przebieg trasowy sieci telekomunikacyjnej DSS należy przedstawić, na jednym rysunku, w skali nie mniejszej niż 1:10 000 (preferowana skala 1: 5 000). Zakres informacji, która powinna być możliwa do uzyskania z map ogólnego przebiegu trasowego, to przede wszystkim szybki przegląd trasy, ocena jej konfiguracji, lokalizacja punktów charakterystycznych (poszczególnych węzłów sieci Dolnośląskiej wraz z określeniem ich rodzaju, lokalizacji szaf kablowych, złączy światłowodowych, skrzyżowań sieci z rzekami, torami kolejowymi itp.).

W przypadku zbyt małej szczegółowości uzyskanej mapy, informacje należy rozbić na kilka arkuszy rysunków, przedstawionych w mniejszej skali.

11.3.4 Przebieg trasowy rurociągów kablowych

Przebieg rurociągu należy nanieść na dopuszczone do projektowania, mapy geodezyjne (sytuacyjno wysokościowe) w skali 1:500 (1:1000). Przebieg wyróżnić wg przyjętej metodyki. Należy stosować arkusze nie większe niż wielkość A2, złożone do wpięcia w arkusz A4. Należy unikać zbędnych domiarów szczegółowych. Niezbędne jest również naniesienie na mapę:

- a. lokalizacji studni kablowych;
- b. lokalizacji słupów trakcji napowietrznej;
- c. lokalizacji obudów liniowych i odgałęzień mikrokanalizacji umieszczonych w studniach lub

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

- bezpośrednio w ziemi;
- d. wszystkich rur ochronnych (obiektowych) przez podanie ich liczby, typu i długości;
 - e. lokalizacji zasobników i zapasów kabla światłowodowego;
 - f. lokalizacji złączy (należy podać numer złącza i jego typ);
 - g. długości trasowej i optycznej w miejscach charakterystycznych (szafy kablowe, studnie, złącza, zapasy, przejście przez rzeki, drogi);
 - h. lokalizacji szaf kablowych i punktów kamerowych wraz z opisem;
 - i. przebiegu przyłączy energetycznych dla szaf kablowych i punktów kamerowych;
 - j. Studnie kablowe należy przedstawić w skali. Konieczne jest podanie:
 - numeru studni;
 - typu studni (np. SKO-2g, SKO-6, KS63/80, itp.);
 - odległości między sąsiednimi studniami (z dokładnością do 0,1 m);
 - liczby otworów projektowanej kanalizacji w standardzie: liczba otworów RHDPE40 + liczba otworów mikrokanalizacji (lub liczby otworów kanalizacji istniejącej oraz liczby otworów kanalizacji projektowanej);
 - przekroju kanalizacji (nanoszonego przy każdej zmianie profilu projektowanej kanalizacji).

11.3.5 Schemat rozwinięty rurociągów kablowych

Schemat rozwinięty kanalizacji kablowej należy wykonać w programie AutoCad lub kompatybilnym. Format schematów: A3 lub większy (wg ISO), złożony do A4. Schemat powinien pozwolić prześledzić trasę kabla światłowodowego łączącego poszczególne warstwy DSS. Na schemacie należy koniecznie przedstawić:

- a. przebieg kanalizacji (z zachowaniem proporcji przy rysowaniu długości poszczególnych odcinków);
- b. numerację studni;
- c. długości przelotów między studniami;
- d. liczbę rur kanalizacji (należy rysować każdą z rur, a nie tylko podawać ich liczbę);
- e. liczbę mikrorur w wiązce (należy rysować każdą z mikrorur, a nie tylko podawać ich liczbę);
- f. przebieg kabli (na profilach wskazać otwór zajmowany przez kabel);
- g. lokalizację złączy;
- h. sposób rozszycia kabli na przełącznicy w szafach optycznych;
- i. opis kabli, złączy, zapasów;
- j. godła geodezyjne i numery map, na których można znaleźć przedstawiony odcinek kanalizacji;
- k. długości trasowe i optyczne kabli w miejscach charakterystycznych (złącza, zapasy, przełącznice w szafach optycznych);
- l. podać adres lokalizacji szaf kablowych i szaf optycznych poszczególnych punktów węzłowych sieci;
- m. zaznaczyć symbolicznie przebieg ulic, ułatwiający zlokalizowanie poszczególnych elementów sieci.

11.3.6 Schemat rozplywu włókien światłowodowych

Schemat rozplywu włókien należy wykonać w programie AutoCad lub kompatybilnym. Format schematów: A3 do A1 (wg ISO), złożony do A4. Schemat powinien pozwolić prześledzić trasę włókien światłowodowych łączących poszczególne warstwy DSS. Na schemacie należy koniecznie przedstawić:

- a. schemat rozszycia kabli na przełącznicach z uwzględnieniem numeracji:
 - stojaka przełącznicy i listwy na tym stojaku,

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

- numeru pola na przełącznicy,
 - numeru włókna kabla głównego,
 - numeru włókna kabla odgałęźnego,
 - nazwy kabla głównego i odgałęźnego;
- b lokalizację złączy (nr złącza, długość trasowa, długość optyczna, numer studni);
- c lokalizację zapasów (długość trasowa, długość optyczna, numer studni);
- d odpowiednie oznaczenie włókien (numer tuby, kolor osłony włókna);
- e dokładne informacje o kablu (typ, długość trasową i optyczną poszczególnych odcinków oraz całego kabla, nr odcinka fabrykacyjnego).

11.3.7 Rysunki obiektowe

Na kolejnych arkuszach (osobne rysunki) należy uwidocznic w skali 1:50 lub 1:100 wszelkie sytuacje kolizyjne, nieczytelne na mapach w skali 1:500. Konieczne jest rowniez przedstawienie wymaganych uzgodnieniami operatow np. PKP, wodnoprawnych itp. Dotyczy to w szczegolnosci:

- a przejść przez drogi i ulice;
- b wprowadzeń kabli do szaf kablowych i budynków;
- c sposobu wykonania poszczególnych szaf kablowych i ich fundamentów;
- d sposobu wykonania nasłupowych bądź naściennych punktów kamerowych;
- e przejść pod torami kolejowymi i tramwajowymi;
- f przepustów wykonywanych pod ciekami wodnymi, z oznaczeniem technologii, typu i długości rur osłonowych, typu dna, poziomu wody, typu brzegu itp.
- g szczególnych rozwiązań dla kolizji z uzbrojeniem terenu;
- h innych nietypowych rozwiązań wg wytycznych uzyskanych w uzgodnieniach branżowych.

11.3.8 Rysunek przebiegu wewnątrzbudynkowego i zakończenia kabla światłowodowego w pomieszczeniach węzłów Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej

Schemat należy wykonać w skali 1:50 lub 1:100, w programie AutoCad lub kompatybilnym. Format schematów: A3 lub większy (wg ISO), złożony do A4. Należy zwrócić szczególną uwagę na przedstawienie graficzne:

- miejsca wprowadzania kabli;
- sposobu ich prowadzenia (po drabinkach, w korytkach, po ścianie, po suficie, w rurce osłonowej);
- lokalizacji przełącznicy optycznej;
- długości projektowanych kabli i osłon rurowych oraz typu zastosowanego osprzętu.

11.4 Charakterystyka techniczna

Charakterystyki są istotnym składnikiem dokumentacji technicznej zawierającym: opis przyjętych rozwiązań technicznych, informacje o otoczeniu projektu, szczegółowe wyliczenia i rysunki oraz opis technologii wykonania. Przedstawia również zebrane dane o zakresie rzeczowym projektu w formie tabelarycznej.

11.4.1 Charakterystyka techniczna - projekt techniczny budowlany

Charakterystyka techniczna zawarta w projekcie budowlanym powinna obejmować:

- a. projekt zagospodarowania terenu;
- b. przedmiot zadania inwestycyjnego,
- c. istniejący stan zagospodarowania terenu,
- d. projektowane zagospodarowanie terenu,
- e. zestawienie powierzchni zagospodarowywanego terenu,

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

- f. specyfikację terenów i obiektów wpisanych do rejestru zabytków;
- g. projekt architektoniczno-budowlany;
- h. przeznaczenie budowli,
- i. rozwiązania architektoniczno-budowlane,
- j. rozwiązania konstrukcyjne,
- k. technologie wykonywanych robót,
- l. charakterystykę energetyczną obiektu,
- m. charakterystykę ekologiczną budowli,
- n. warunki ochrony przeciwpożarowej budowli.

11.4.2 Charakterystyka techniczna - projekt techniczny wykonawczy

W tomie I projektu wykonawczego należy zawrzeć charakterystykę techniczną kanalizacji magistralnej i sieci światłowodowej, w tomie II - kanalizacji warstwy dystrybucji oraz dostępowej wraz z sieciami wewnątrzbudynkowymi (jeśli występują). W szczególności w projekcie technicznym wykonawczym należy zawrzeć charakterystykę techniczną:

- a. zastosowanych materiałów, łącznie z fabrycznymi rysunkami przełącznic i przekrojów kabli światłowodowych;
- b. budowanej kanalizacji kablowej, łącznie ze studniami kablowymi;
- c. budowanej kanalizacji w miejscach zbliżeń i skrzyżowań z innym uzbrojeniem terenu;
- d. wykonania przecisków i przewiertów sterowanych pod ciekami wodnymi;
- e. wprowadzeń kabli do studni, budynków mieszkalnych i ich uszczelnienia;
- f. szczegółowy sposób wykonania połączeń w liniowych obudowach i odgałęzieniach mikrokanalizacji, zwłaszcza dla obudów typu H i doziemnych typu HH, z określeniem numeracji łączonych mikro rur;
- g. budowanej sieci światłowodowej (typy kabli, bilans mocy);
- h. budowanego rurociągu kablowego i mikrokanalizacji;
- i. uszczelniania kanalizacji i mikrokanalizacji;
- j. układania i montażu zapasów kabli;
- k. przebiegu kabli w pomieszczeniach i zakończeń na przełącznicy lub w tacce spawów przełącznicy;
- l. oznakowania kabli;
- m. wykonania przecisków i przewiertów sterowanych pod nawierzchnią ulic;
- n. przekroje pionowe oraz projekty organizacji ruchu, w czasie trwania przewiertów;
- o. wykonania przecisków i przewiertów sterowanych pod ciekami wodnymi;
- p. pomiarów.

11.4.3 Tabele w projekcie wykonawczym

W projekcie techniczno-wykonawczym (tom I) należy zamieścić tabele zawierające podsumowanie ilościowe kanalizacji warstwy magistralnej w formie zestawienia:

- a. zakresu rzeczowego projektowanej kanalizacji i sieci światłowodowej;
- b. długości kanalizacji;
- c. obiektów;
- d. typów studni;
- e. długości kabla światłowodowego;
- f. projektowanych złączy i skrzynek zapasu kabla światłowodowego;
- g. wypadkowego pasma przenoszenia dla poszczególnych odcinków linii światłowodowej;
- h. tłumienności światłowodów dla poszczególnych odcinków linii światłowodowej;
- i. tabeli przedmiarów robót:

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

- rozbiórka i naprawa nawierzchni,
- budowa rurociągu kablowego i mikrokanalizacji,
- budowa i montaż sieci światłowodowej, itd
- j. zajmowanych odcinków pasa drogowego;
W projekcie technicznym wykonawczym (tomy II) należy zamieścić tabele zawierające podsumowanie ilościowe kanalizacji warstwy dystrybucji oraz dostępowej (z podziałem dla danego obszaru). Tabele te powinny zawierać zestawienia:
 - a. zakresu rzeczowego projektowanej kanalizacji i sieci światłowodowej i instalacji wewnątrzbudynkowych (należy wyfiltrować wiersze odpowiadające przedmiotowi danego tomu projektu);
 - b. zestawienia długości kanalizacji;
 - c. zestawienia typów studni;
 - d. zestawienia kabli sieci warstwy dystrybucji, dostępowej i wewnątrzbudynkowej;
 - e. zestawienia złączy kablowych;
 - f. zestawienia Lokalnych Punktów Dystrybucji i szaf kablowych Lokalnych Punktów Konsolidacji z określeniem, jakie punkty dostępowe są podłączone do danego punktu dystrybucji;
 - g. tabelę przedmiaru danego obszaru z rozbiorem na elementy:
 - budowa sieci dystrybucyjnej (rozbiórka i naprawa nawierzchni, budowa kanalizacji, budowa i montaż sieci, itd.)
 - budowa sieci dostępowej (rozbiórka i naprawa nawierzchni, budowa rurociągu, budowa i montaż sieci, itd.);
 - budowa i montaż sieci wewnątrzbudynkowych (budowa pionów, budowa i montaż sieci, itp.);
 - h. zestawienia materiałów;
 - i. typy pionów wewnątrzbudynkowych;
 - j. zestawienia zajmowanych odcinków pasa drogowego.

11.4.4 Zestawienie zbiorcze

Zestawienie zbiorcze zamieszczane w tomie II dokumentacji wykonawczej powinno zawierać następujące dane:

- a. zakres rzeczowy dla całej zaprojektowanej sieci;
- b. zbiorcze zestawienie długości kanalizacji dla całej sieci;
- c. zbiorcze zestawienie studni;
- d. zestawienie kabli światłowodowych;
- e. zbiorcze zestawienie kabli miedzianych;
- f. zestawienie wypadkowego pasma przenoszenia dla poszczególnych odcinków linii światłowodowej;
- g. zestawienie tłumienności światłowodów dla poszczególnych odcinków linii światłowodowej;
- h. zbiorcze zestawienie projektowanych złączy i skrzynek zapasu kabla światłowodowego;
- i. zbiorcze zestawienie zakończeń kablowych;
- j. zbiorcze zestawienie ważniejszych materiałów użytych do budowy sieci;
- k. zbiorcze zestawienie przedmiarów z podziałem na elementy:
 - budowa sieci magistralnej dla wszystkich obszarów łącznie (rozbiórka i naprawa nawierzchni, budowa kanalizacji i mikrokanalizacji, budowa i montaż sieci światłowodowej itp.),
 - budowa sieci dystrybucyjnej dla wszystkich obszarów łącznie (rozbiórka i naprawa nawierzchni, budowa kanalizacji, budowa i montaż sieci, itp.),
 - budowa sieci dostępowej dla wszystkich obszarów łącznie (rozbiórka i naprawa nawierzchni, budowa rurociągu, budowa i montaż sieci dostępowej itp.)

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

- budowa sieci wewnątrzbudynkowych dla wszystkich obszarów łącznie (budowa pionów, budowa i montaż sieci wewnątrzbudynkowych itp.).

11.5 Przykładowe tabele i zestawienia

Tabela 29. Zakres rzeczowy dla całej sieci lub obszaru - wzór

Lp.	Rodzaj sieci	Długość [km]	Liczba [kmo]	Liczba [kmp]	Liczba [kms]
1	Kanalizacja pierwotna istniejąca:	Suma:	Suma:		
	(w tym) 1 otworowa O 110	.....	.....
	2 otworowa O 110	.....	.....
	.... otworowa O .....	.....	.....
2	Rurociąg magistralny:	Suma:	Suma:		
	(w tym) CRM-ZDB: RHDPE 40 +1 xRMK DB 10/07+1xRMK-U 05/10	.....	.....
	CRM-ZDB: 2 x RHDPE 40 +1 x RMK-U 05/10	.....	.....
	CRM-ZDB:: 3 x RHDPE 40 +1 xRMK-U 05/10	.....	.....
3	Kanalizacja wtórna istniejąca :	Suma:	Suma:		
	(w tym) 2 otworowa Ø 40/3,7	.....	.....
	4 otworowa Ø 40/3,7	.....	.....
	..... otworowa Ø 40/3,7	.....	.....
4	Kabel światłowodowy magistralny :	Suma:			
	(w tym) OTMK/72J	.....		
	A-DQ(ZN)2Y (Z-XOTKtsd) 24J	.....		
			
5	Rurociągi warstwy dystrybucji i dostępowej:	Suma:	Suma:		
	(w tym) CRL-ZDB: 1 x RHDPE 40 +1 xRMK-U xx/10	.....	.....
	CRn: 2 x RHDPE 40	.....	.....
	CRd: 1 x RHDPE 40	.....	.....
	CRd: 1 x RMK-U xx/05	.....	.....
	CRd: MT128.DB	.....	.....
6	Kabel światłowodowy warstwy dystrybucji i dostępowej:	Suma:			Suma:
	(w tym) OTMK 12J	.....		
	OTMK /4J	.....		
			
7	Sieć wewnątrzbudynkowa:	Suma:	Suma:		
	(w tym) piony wewnątrzbudynkowe RLFH 28/21	.....	.....
	mikrokanalizacja RMK FP 24/05 LSOH	.....	.....
	Kabel światłowodowy OTMW 12J	.....	.....
	Kabel stacyjny 24J	.....	.....
		

Tabela 30. Zestawienie długości kanalizacji dla danej relacji - wzór

L.p.	Odcinek		Rurociąg kablowy							Puszka				
	Od studni nr	Do studni nr	Liczba otworów [szt.]	Typ rur / Długość [m]							Liczba [szt.]			
				RHDPE40	RMK DB 24/5	RMK DB 7/10	RMK-U xx/5mm	MRS DB 12/8	Typu Y	Typu T	Typu H	Typu HH	
1														
2														
....														
Σ														

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

Tabela 31. Zbiorcze zestawienie rur dla danego obszaru - wzór

Lp.	Obszar	Typ rur	Długość [m]	Liczba [kmo]
1		RHDPE40		
2		RMK DB 24/5mm		
3		RMK DB 7/10mm		
4		RMK-U xx/5mm		
5		RMK-U xx/10mm		
....	
Σ				

Zestawienie długości kanalizacji można uzupełnić o zestawienia istniejącej kanalizacji pierwotnej lub rury wtórnej, jeśli występują na danej relacji. Zasady analogiczne, jak dla rurociągu kablowego.

Tabela 32. Wykaz obiektów ochronnych - wzór

Lp.	Arkusze	Nr obiektu	Materiał	Typ rury	Liczba rur	Długość [m]	Suma długości [m]	Technologia wykonania	Uwagi
1									
2									
....									
Σ									

Tabela 33. Zestawienie typów studni kablowych - wzór

Lp.	Typ studni	Nr studni
1		
2		
....		
Σ		

Tabela 34. Zestawienie liczby studni kablowych dla danego obszaru - wzór

Lp.	Typ studni	SKO-2	SKR-1	SKR-2	SKO-6
1					
2					
....					
Σ					

Tabela 35. Zbiorcze zestawienie liczby i typów studni kablowych - wzór

Lp.	Obszar	Liczba studni [szt.]			
		SKO-2	SKR-1	SKR-2	SKO-6
1					
2					
....					
Σ					

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

Tabela 36. Wykaz powierzchni pasa drogowego zajmowanego przy budowie inwestycji - wzór

Lp.	Lokalizacja	Obszar	Długość	Rodzaj nawierzchni
1				
2				
....				
Σ				

Tabela 37. Zestawienie odcinkowe kabli światłowodowych dla danego obszaru - wzór

Lp.	Odcinek w relacji		Długość [m]					Nr kolejny bębna	Typ kabla
	od szafy lub złącza	do złącza lub szafy	Długość trasowa	Dodatek na zapasy	Dodatek na złącza	Dodatek na studnię	Długość optyczna kabla			Długość fabryczna na bębnie
1									
2									
3									
4									
....									
Σ									

Tabela 38. Zbiorcze zestawienie kabli - wzór

Lp.	Typ kabla	Długość optyczna [m]				Razem	
		Warstwa magistralna	Warstwa dystrybucji	Warstwa dostępowa Obszar I	Warstwa dostępowa Obszar	[m]	[kmś]
1							
....							
Σ	[m]						
Σ	[kmś]						

Tabela 39. Zestawienie projektowanych złączy i skrzynek zapasu kabla światłowodowego - wzór

Lp.	Lokalizacja	Nr studni	Nr złącza	Skrzynka zapasu
1				
....				
Σ				

Tabela 40. Zestawienie osłon złączy kablowych - wzór

Lp.	Lokalizacja	Nr studni	Nr złącza	Typ osłony złączowej
1				
....				
Σ				

Wymagania dla dokumentacji projektowo-wykonawczej

Tabela 41. Zestawienie tłumienności światłowodów dla poszczególnych odcinków linii OTK - wzór

Lp.	Wyszczególniony parametr	Symbol	Relacja																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	...									
1	Tłumienność wtyku przy nadawaniu i odbiorze	apr																		
2	Tłumienność kabli stacyjnych	as1+as2																		
3	Tłumienność złączy rozłącznych na przełącznicy	az																		
4	Tłumienność jednostkowa włókien światłowodowych dla fali 1310 nm	ak1310																		
5	Tłumienność jednostkowa włókien światłowodowych dla fali 1550 nm	ak1550																		
6	Długość optyczna odcinka w km	l																		
7	Tłumienność jednego złącza spajanego	aw																		
8	Liczba złączy spajanych	n																		
9	Liczba wtyków przy nadawaniu i odbiorze	n1																		
10	Liczba złączy rozłącznych na przełącznicach	n2																		
11	Tłumienność dodatkowych złączy i wstawek kablowych powstających przy usuwaniu uszkodzeń kabli	at																		
12	Rezerwa na starzenie się włókien	as																		
13	Tłumienność dla 1310 nm	AI=1310																		
14	Tłumienność dla 1550 nm	AI=1550																		

Tłumienność A_I (tłumienność całkowita linii po 25 latach) wyraża się wzorem:

$$A_t = 2a_{pr} + a_{s1} + a_{s2} + 2a_z + a_k l + a_w n + a_t + a_s \text{ [dB]},$$

gdzie: $a_t = 0,1 (a_{pr} n_1 + a_z n_2 + a_w n)$

Tabela 42. Zestawienie zakończeń kablowych (punktów dostępowych) dla danego obszaru – wzór dotyczy jedynie projektów, w których przewiduje się budowę warstwy dostępowej

Nr LPD /LPK						
Lp.	Nr punktu dostępowego	Rodzaj punktu	Liczba włókien	Adres punktu dostępowego	Liczba mieszkań	Wymagana pojemność kabla
1						
2						
....						

Tabela 43. Wykaz materiałów podstawowych - wzór

Lp.	Obszar	Rodzaj materiału	Liczba
1			
2			
....			
Σ			

12 Dokumentacja powykonawcza

Dokumentacja powykonawcza, wybudowanej linii optotelekomunikacyjnej, powinna zawierać wszystkie składniki określone prawem budowlanym. Dokumentacja dostarczana jest Inwestorowi, po zakończeniu budowy linii przez firmy wykonawcze oraz przez firmy geodezyjne, dokonujące inwentaryzacji wybudowanych rurociągów miejskich. Część trasową dokumentacji powykonawczej stanowi **odrębna dokumentacja powykonawcza**, niezależna od poprawionej dokumentacji projektowej, wykonywana na bieżąco, w miarę postępu budowy linii, przez uprawnionego geodetę pod nadzorem Wykonawcy i Inspektora nadzoru inwestorskiego. 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;
- schemat wyprostowany linii, uwzględniający złącza, zapasy, przebieg w kanalizacji z podaniem odległości pomiędzy tymi elementami;
- schemat rozptywu włókien;
- geodezyjna dokumentacja powykonawcza;
- protokoły zawierające wyniki pomiarów.

Na komplet dokumentacji składają się mapy i wersja elektroniczna na płycie CD. W wypadku sporządzania jakichkolwiek dokumentów, z wykorzystaniem programów komputerowych, należy również dostarczyć pliki w formacie oryginalnym, a w wypadku rysunków – również w formacie DWG. Wszystkie dostarczane Inwestorowi pliki należy zapisać na płycie CD – R w postaci naturalnej, tj. nie w archiwach skompresowanych.

Wykonawcy budujący sieć światłowodową zobowiązani są dostarczyć:

- projekt z naniesionymi wszystkimi zmianami, które miały miejsce podczas budowy, potwierdzony przez projektanta, Inspektora nadzoru i Kierownika budowy;
- przekroje poprzeczne przejść przez przeszkody terenowe (drogi, cieki wodne, linie kolejowe itp.);
- wyniki pomiarów kabli światłowodowych;
- schemat rozwinięty kanalizacji, wraz ze schematem wyprostowanym kabli światłowodowych;
- schemat rozptywu włókien z naniesionymi zmianami.

Geodeci inwentaryzujący sieć światłowodową są zobowiązani dostarczyć:

- 2 egzemplarze potwierdzonych przez Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej kopii map zasadniczych, z naniesioną i wyróżnioną kolorem trasą zinwentaryzowanych urządzeń;
- komplet kserokopii szkiców polowych z inwentaryzacji;
- przebieg ogólny (orientacja) sieci telekomunikacyjnej w skali umożliwiającej naniesienie rysunku na formacie nie większym niż A-3;
- przebieg szczegółowy sieci, wykonany na dodatkowym, trzecim komplecie kopii map zasadniczych, z naniesionymi informacjami dodatkowymi (domiary trasowe do charakterystycznych punktów kanalizacji kablowej, kabli ziemnych, rurociągów kablowych, obiektów ochronnych) itp.
- skany map zasadniczych, z naniesioną i wyróżnioną kolorem trasą zinwentaryzowanych urządzeń;
- zestaw współrzędnych zinwentaryzowanych urządzeń w układzie 1965 oraz ewentualnie w

Dokumentacja powykonawcza

- układzie lokalnym;
- komplet odbitek map (mogą być bez potwierdzenia Ośrodka) z dodatkowymi informacjami dotyczącymi przebiegu sieci telekomunikacyjnej.
 - zestawienie tabelaryczne obiektów ze współrzędnymi zgodnymi z GPS.
- Po uzgodnieniu z Inwestorem zalecane jest wykorzystywanie map numerycznych, w formacie zaakceptowanym przez Inwestora, w miejsce poszczególnych map i odbitek map zasadniczych. Poszczególne przebiegi i urządzenia powinny znaleźć się w różnych warstwach mapy numerycznej.

13 Wzór strony opisowej projektu technicznego

W ramach dokumentacji opisowej należy posługiwać się ujednoliconą stroną opisową dokumentacji projektu technicznego.

Stadium:	(np. PROJEKT WYKONAWCZY)	
Temat opracowania:	...	
Obiekt:	...	
Branża:	...	
Inwestor:	...	
Jednostka projektowa:	...	
	Nr archiwalny:	...
	Tom:	... / ...
	Egzemplarz:	... / ...

Funkcja	Imię i Nazwisko	Uprawnienia/ specjalność	Numer uprawnień	Data	Podpis
Projektował :					
Opracował:					
Opracował					

Miejscowość - Data

Jednocześnie należy stosować stopkę dokumentu, co najmniej w stronie opisowej, jak i części opisowej projektu, zgodnie z wzorem przedstawionym na rysunku 47



PROGRAM REGIONALNY
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



DOLNY ŚLĄSK

DOLNOŚLĄSKA
SIEĆ
SZKIELETOWA
DSS

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt „Likwidacja obszarów wykluczenia informacyjnego i budowa Dolnośląskiej Sieci Szkieletowej” jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz budżetu Województwa Dolnośląskiego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Priorytet 2 Rozwój Społeczeństwa Informacyjnego na Dolnym Śląsku (Społeczeństwo Informacyjne) Działanie 2.1 Infrastruktura Społeczeństwa Informacyjnego

Rysunek 47. Wzór stopki dokumentu projektowego