

Koncepcja techniczna projektu

***"Budowa światłowodowej infrastruktury dostępu
do Internetu na obszarze gminy Goleniów"***

ZAMAWIAJĄCY:

**Virtual Space, Maciej Wasiuta
ul. Kasjopei 47
71-771 Szczecin
NIP: 851-290-56-07**

OPRACOWAŁ:

**inProjects Kozicki i Wspólnicy Sp. j.
ul. Przesmyckiego 4
73-110 Stargard Szczeciński**

Wykonano: marzec 2013 rok

Spis treści

Spis treści	2
Wstęp do koncepcji	3
Założenia koncepcyjne	3
Zakres przedsięwzięcia.....	3
Struktura sieci	5
Węzły sieci szkieletowej i dystrybucyjnej	6
Węzły sieci dostępowej FTTH	6
Ilość klientów i miejscowości objęte zasięgiem SST	7
Dystrybucja sygnału i transmisja danych	7
Usługi	8
Analiza potencjalnych problemów	10
Uwarunkowania prawne i formalne	11
Założenia techniczne (analiza i parametry technologiczne)	13
Media oraz budowa sieci pasywnej.....	13
<i>Mikrokanalizacja.....</i>	<i>14</i>
<i>Osprzęt światłowodowy</i>	<i>18</i>
<i>Siłownie telekomunikacyjne</i>	<i>19</i>
<i>Szafy telekomunikacyjne.....</i>	<i>20</i>
Sieć aktywna	20
<i>Sieć światłowodowa GPON</i>	<i>20</i>
<i>Sieć ethernet.....</i>	<i>23</i>
<i>Dostęp do internetu, sieć IP i punkty styku</i>	<i>24</i>
<i>Oprogramowanie.....</i>	<i>24</i>
Węzły sieci	27
Kosztorys i harmonogram	33
Eksplotacja sieci.....	33
Zarządzanie infrastrukturą.....	33
Zestawienie szacowanych kosztów eksploatacyjnych sieci	34
Analiza oddziaływania na środowisko	34
Słownik terminów	35
Załączniki.....	36
Kosztorys i harmonogram.....	36
Rysunki i schematy w formacie wektorowym (PDF)	36

Wstęp do koncepcji

Przedmiotem niniejszego opracowania jest koncepcja techniczna budowy na obszarze gminy Goleniów województwa zachodniopomorskiego Szerokopasmowej Sieci Telekomunikacyjnej (w skrócie: **SST**).

W ramach realizacji SST planowana jest budowa sieci telekomunikacyjnej stanowiącej około **35,5 km** linii światłowodowych tworzących szerokopasmową, światłowodową sieć dystrybucyjno-szkieletową opartą o technologię gigabit ethernet dostarczającą sygnał do **4** miejscowości, będących węzłami sieci FTTH, dającymi początek około **30 km** linii światłowodowych tworzących sieć dostępową zbudowaną w standardzie NGN (ITU-T), opartą o technologię GPON.

Wybudowana w ramach inwestycji SST sieć zapewni pokrycie dostępem do szerokopasmowych usług telekomunikacyjnych obszarów tzw. białych plam na obszarze gminy Goleniów oraz umożliwi przyłączenie w okresie realizacji projektu **160** gospodarstw w ramach sieci FTTH.

W ramach sieci SST możliwe będzie świadczenie szerokopasmowego dostępu do internetu dla użytkowników końcowych z opcjonalną usługą "bezpieczny internet".

Zakończona sukcesem inwestycja, dzięki wykorzystaniu światłowodów zapewni na wiele lat solidną podstawę techniczną umożliwiającą świadczenie w regionie dostępu do szerokopasmowego internetu, telefonii (również wideokonferencji) oraz telewizji cyfrowej (także w standardach: HD, UHD 4k, 3D).

Założenia koncepcyjne

Zakres przedsięwzięcia

W ramach planowanej Inwestycji zbudowana zostanie sieć łącząca w sobie zalety:

- rozwiązań światłowodowych FTTH (związanych z bardzo dużą przepływnością i potencjałem rozwoju),
- mikrokanalizacji jako optymalnego sposobu budowy infrastruktury dostępowej,
- technologii GPON jako uniwersalnej technologii dostarczania usług.

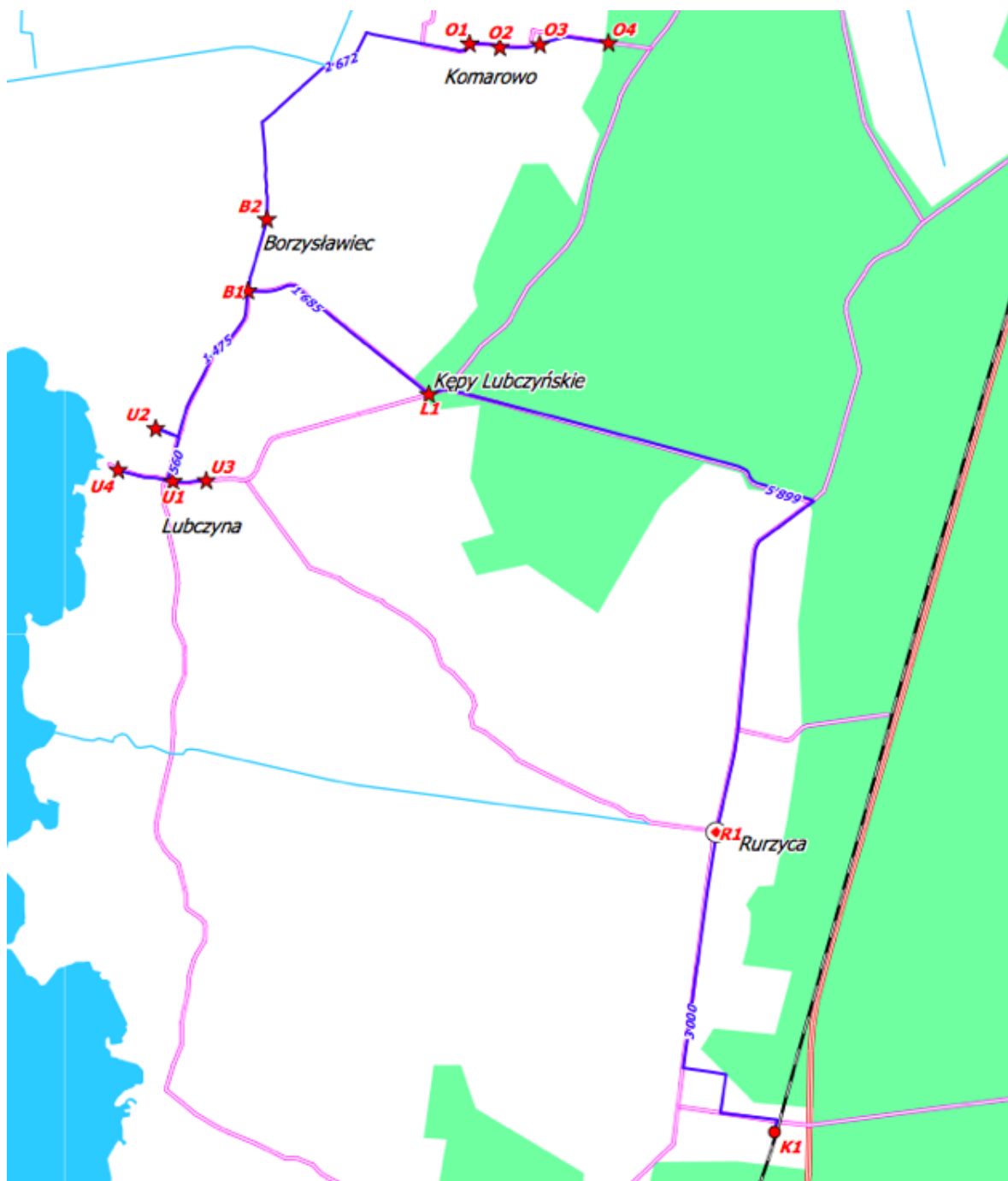
Budowa sieci (dobór technologii, bieg linii światłowodowych, umiejscowienie punktów dystrybucyjnych) oraz dobór miejscowości zostały dobrane z uwzględnieniem następujących czynników:

- liczba mieszkańców i domostw w danej miejscowości (dane pozyskano z urzędu gminy Goleniów),

- status "białej plamy" danej miejscowości: suma wskaźników penetracji (dane od operatorów oraz po zatwierdzeniu projektu 8.4 POIG pozyskane z wyszukiwarki udostępnionej przez UKE),
- odległość od ogólnopolskich sieci szkieletowych,
- koszt przyłączenia miejscowości i koszty przyłączenia pojedynczego użytkownika.

Przedsięwzięcie obejmuje zaprojektowanie i wykonanie następujących grup zadań:

- **budowa sieci szkieletowej i dystrybucyjnej:**
 - o budowa sieci szkieletowej z wykorzystaniem dzierżawionej transmisji światłowodowej,
 - o projekt i budowa linii światłowodowej kabla doziemnego oraz sieci mikrokanalizacyjnej.
- **projekt i budowa sieci dostępowych:**
 - o projekt i budowa sieci światłowodowej FTTH w standardzie GPON z wykorzystaniem technologii mikrokanalizacyjnej;



rys. 1 Poglądowy schemat sieci

(Uwaga! Niniejszy rysunek w lepszej jakości, jako wektorowy PDF jest załączony do Koncepcji)

Struktura sieci

W ramach budowy sieci SST zaplanowany został model hierarchiczny, zakładający trójwarstwowy model sieci:

- **warstwę szkieletowo-dystrybucyjną**, zapewniającą:
 - o punkty styku sieci SST z siecią ogólnopolską siecią dostępową i siecią własną Wnioskodawcy,

- o magistralę, zapewniającą agregację ruchu z sieci dostępowych;
- **warstwę dostępową**, zapewniającą:
 - o dostęp do internetu szerokopasmowego dla użytkowników końcowych

Każda z warstw w modelu hierarchicznym będzie składać się z:

- **części pasywnej**, stanowiącej:
 - o medium transmisyjne (światłowód),
 - o infrastrukturę medium transmisyjnego (mufy, przełącznice, mikrokanalizacja, studnie),
 - o powierzchnie montażowe węzłów (szafy telekomunikacyjne),
 - o zasilanie i podtrzymanie awaryjne;
- **części aktywnej**, stanowiącej:
 - o sieciowe urządzenia aktywne,
 - o oprogramowanie,

Węzły sieci szkieletowej i dystrybucyjnej

Punkty Styku

W ramach sieci SST zaplanowano punkt styku w **Kliniskach Wielkich - w budynku stacji kolejowej przy ul. Piastowskiej 60**, skąd nastąpi podłączenie do istniejącej serwerowni głównej Wnioskodawcy przy ulicy Bandurskiego 77 w Szczecinie za pomocą dzierżawionej transmisji ethernet L2.

Punkt dystrybucyjny

Główny, aktywny punkt dystrybucyjny sieci zaplanowano w miejscowości **Rurzyca**, gdzie zostanie on podłączony za pomocą kabla doziemnego z Punktem Styku w Kliniskach Wielkich.

Sieć dystrybucyjna

W ramach sieci dystrybucyjnej zaplanowane są linie światłowodowe realizowane poprzez ułożenie światłowodowego kabla doziemnego:

- linia światłowodowa nr 1 w relacji: **Kliniska Wielkie - Kępy Lubczyńskie** (9 km)
- linia światłowodowa nr 2 w relacji: **Kępy Lubczyńskie - Borzysławiec** (2 km)
- linia światłowodowa nr 3 w relacji: **Borzysławiec - Komarowo** (2,8 km)
- linia światłowodowa nr 4 w relacji: **Borzysławiec - Lubczyna** (1,6 km)

Węzły sieci dostępowej FTTH

Sieć FTTH GPON została zaplanowana w miejscowościach:

- 1 **Kępy Lubczyńskie** (około **7,7 km** sieci mikrokanalizacji FTTH oraz około **2,6 km** sieci światłowodowej FTTH)
- 2 **Borzysławiec** (około **13,8 km** sieci mikrokanalizacji FTTH oraz około **4,8 km** sieci światłowodowej FTTH)

- 3 **Lubczyna** (około **38,5 km** sieci mikrokanalizacji FTTH oraz około **14,4 km** sieci światłowodowej FTTH)
- 4 **Komarowo** (około **23,7 km** sieci mikrokanalizacji FTTH oraz około **8,2 km** sieci światłowodowej FTTH)

W każdej miejscowości stanowiącej węzeł sieci dostępowej zaplanowano:

- budowę mikrokanalizacji pomiędzy miejscowościami oraz pomiędzy punktami dystrybucyjnymi w ramach miejscowości,
- budowę punktów dystrybucyjnych umożliwiających dystrybucję mikrowłókien światłowodowych do poszczególnych domostw,
- budowę systemu mikrokanalizacji światłowodowej w celu rozprowadzenia światłowodów po obszarze danej miejscowości i przyłączenia poszczególnych domostw.

Ilość klientów i miejscowości objęte zasięgiem SST

Na potrzeby niniejszej koncepcji przedstawione zostaną zagregowane sumy przypadające na dany węzeł sieci.

lp	Węzeł sieci	gmina	status miejscowości	liczba gospodarstw planowanych do podłączenia w ramach projektu	liczba gospodarstw objętych infrastrukturą
1	Lubczyna	Goleniów	wieś	84	150
2	Kepy Lubczyńskie	Goleniów	wieś	4	7
3	Borzysławiec	Goleniów	wieś	20	35
4	Komarowo	Goleniów	wieś	52	92
	PODSUMOWANIE			160	285

Łącznie w ramach sieci SST planowane jest przyłączenie do szerokopasmowej sieci internet **160** gospodarstw domowych oraz łącznie przygotowanie infrastruktury do podłączenia **285** gospodarstw domowych.

Dystrybucja sygnału i transmisja danych

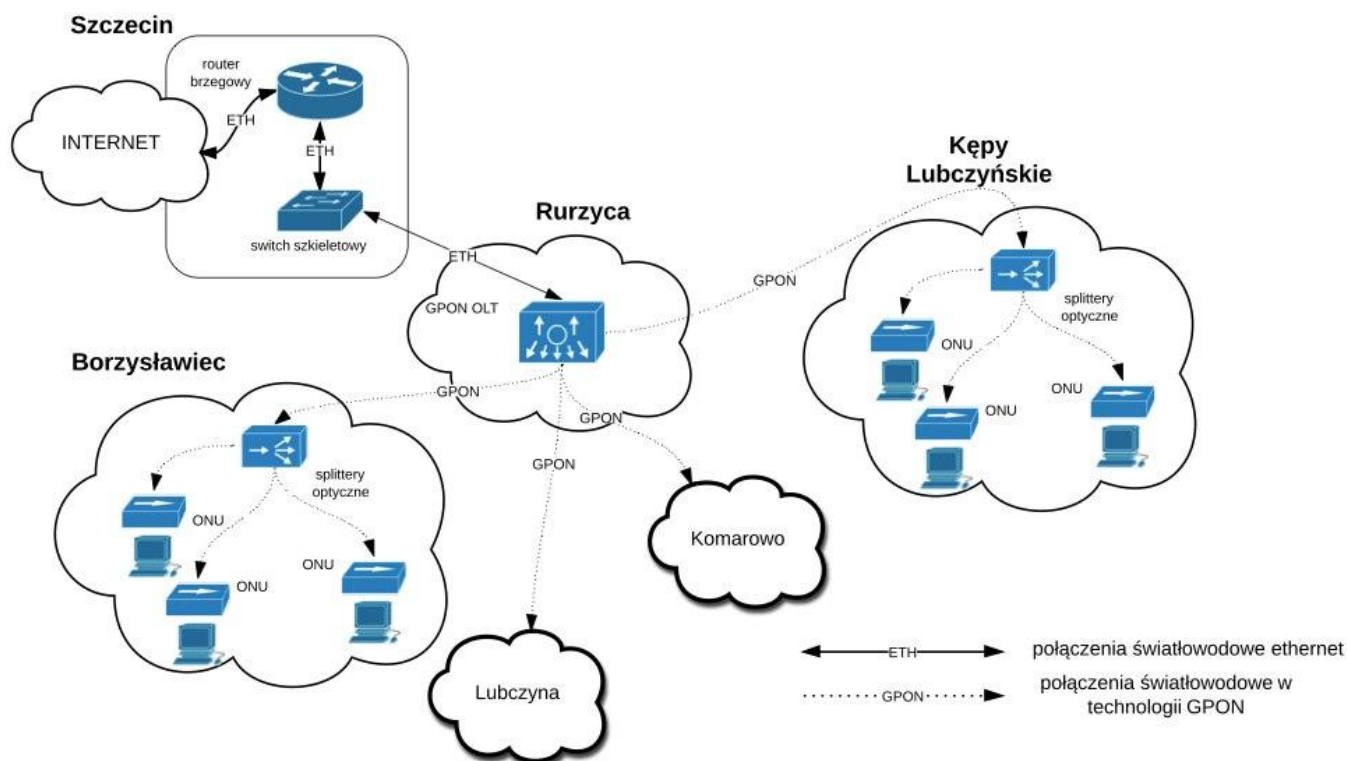
Dobór standardów transmisyjnych w ramach sieci SST został podyktowany dążeniem do zapewnienia:

- optymalnych kosztów i krótkiego czasu realizacji,
- wysokiej niezawodności,

- maksymalnej interoperacyjności pod względem dostawców sprzętu,
- łatwości w zarządzaniu,
- dostępności szerokiej gamy urządzeń.

Biorąc pod uwagę powyższe warunki jako technologię dostarczania sygnału do poszczególnych klientów końcowych (w ramach sieci dostępowej) zaplanowano światłowodową technologię GPON opartą o infrastrukturę mikrorurek (mikrokanalizacja). Jako technologię transmisji w obrębie całej sieci, wybrany został standard Ethernet, a w szczególności

- Gigabit Ethernet (z opcją rozwoju do 10GE): dla styków operatorskich, magistrali oraz urządzeń węzłowych GPON,
- Fast Ethernet: dla urządzeń w domach klientów.



rys. 2 Schemat struktury sieci pod względem standardów transmisji i połączeń logicznych
(**Uwaga!** Niniejszy rysunek w lepszej jakości, jako wektorowy PDF jest załączony do Koncepcji)

Usługi

Podstawową usługą w ramach sieci SST będzie dostęp do szerokopasmowego internetu. Źródłem sygnału internetowego (dostarczonego za pośrednictwem zaplanowanych punktów styku) dla wszystkich węzłów budowanej sieci jest węzeł Wnioskodawcy w miejscowości **Szczecin, przy ul. Bandruskiego 77** gdzie Wnioskodawca dysponuje łączami doprowadzonymi ze styków operatorskich BGP z hurtowymi dostawcami

internetu - m. in. TKelekom i UPC. Powyższe styki są w chwili obecnej nielimitowane i ograniczone wyłącznie fizycznymi możliwościami portów do przepływności 1 Gbps.

Styk międzyoperatorski Wnioskodawcy w Węźle Głównym w Szczecinie charakteryzuje się dużym potencjałem rozwojowym, ze względu na możliwość połączenia za pomocą dzierżawy transmisji w warstwie II do ogólnopolskich i europejskich punktów wymiany ruchu IP, m. in. PLIX, dCenter. Dodatkowo węzeł ma możliwość stworzenia punktów styku z takimi operatorami jak: Multimedia, ACI, Netia.

Biorąc pod uwagę obecne możliwości operatorów ogólnopolskich każde z łączy internetowych jest zakupione z opcją **95 percentyla**, co zapewnia optymalizację kosztową przy jednoczesnym uniknięciu problemów związanych z przeciążonym łączem internetowym - przy rozliczaniu na podstawie 95 percentyla operator płaci jedynie za taką ilość łącza jaką zużyje i jednocześnie łącze operatorskie nie jest limitowane do określonej przepływności.

Potencjał obecnych styków Wnioskodawcy z hurtowymi dostawcami internetu zapewnia możliwość rozwoju i zwiększania ilości dostępnego pasma internetowego wraz ze wzrostem ilości klientów szerokopasmowego internetu. Wykorzystując zaprojektowaną sieć światłowodową Wnioskodawca jest w stanie świadczyć usługę internetową dla poszczególnych klientów nawet o przepustowości rzędu 1Gbps. Jednak ze względu na obecne uwarunkowania rynkowe oraz koszty łącza operatorskiego planowane jest wprowadzenie następujących usług:

<i>przepływność</i>	10 Mb/s	20 Mb/s	40 Mb/s	60 Mb/s	80 Mb/s
<i>cena</i>	50 zł	59 zł	64 zł	74 zł	84 zł

Wybrane do realizacji technologie budowy sieci zapewniają możliwość dostarczenia w ramach SST również innych niż tylko szerokopasmowy internet, dodatkowych usług dla klientów należą do nich:

- **usługa bezpiecznego internetu**

Jest to nowoczesna, zyskująca dopiero popularność, usługa pozwalająca na kontrolowanie własnego łącza internetowego przez użytkowników końcowych poprzez panel WWW, co pozwala np. na wprowadzanie blokad rodzicielskich lub kontrolę nad dostępnością łącza w określonych godzinach. Dodatkowo w ramach takiej usługi dostarczana jest również ochrona antywirusowa.

Budowana infrastruktura umożliwi również, w przyszłości (po zakończeniu okresu trwałości projektu) wdrożenie takich usług jak:

- **cyfrowa komunikacja telefoniczna**

W sieci FTTH możliwe jest łatwe uruchomienie cyfrowej telefonii opartej o standard SIP.

- **dostęp do cyfrowej telewizji IPTV**

Dzięki dużej przepływności oferowanej przez sieci światłowodowe istnieje możliwość rozwoju i rozpowszechnienia wdrożonej przez operatora telewizyjnej platformy cyfrowej IPTV w ramach sieci FTTH. Istotny aspekt stanowi fakt, iż budowana infrastruktura zapewnia potencjał pod względem przepływności umożliwiający świadczenie usług w jakości HD lub ultra HD.

- **dzierżawa włókien światłowodowych**

Pod warunkiem, że wybudowana sieć FTTH będzie dysponować zapasem włókien światłowodowych, dzięki czemu będzie istniała możliwość ich dzierżawy - np. dla klientów biznesowych lub instytucjonalnych.

- **dzierżawa transmisji**

Sieć szkieletowo-dystrybucyjna będzie zapewniała możliwość łatwej rozbudowy a dzięki temu możliwość zaofertowania kanałów transmisyjnych dla klientów biznesowych

- **operatorski dostęp do internetu**, peering IP, tranzyt IP.

Węzeł w Szczecinie charakteryzuje się bardzo dużym potencjałem rozwojowym pod względem dostępu do łączy operatorskich.

Analiza potencjalnych problemów

Pod względem technicznym przy realizacji w/w projektu istnieje możliwość napotkania następujących problemów:

- **Trudności w budowie linii światłowodowych wynikające z własności działek**

W ramach tworzenia koncepcji technicznej i przygotowywania biznes planu dla przedmiotowego projektu Wnioskodawca dołożył wszelkich starań aby zaplanowane trasy przebiegały w większości po trasach gminy, jednak niezbędne będą również uzgodnienia z prywatnymi właścicielami, władzami województwa lub powiatu.

- **Dostawa i jakość urządzeń oraz osprzętu**

W przypadku budowy sieci telekomunikacyjnych zawsze istnieje ryzyko związane z dostarczeniem sprzętu przez dostawców - chodzi o opóźnienia i zgodność dostarczonego towaru z zamówieniem. W celu minimalizacji tego ryzyka przedsiębiorca zamierza oprzeć się o sprawdzonych na rynku telekomunikacyjnym dostawców.

- **Zasoby kadrowe oraz podwykonawcy**

W planowanym przez Wnioskodawcę przedsięwzięciu dużą rolę odgrywają podwykonawcy, którym Wnioskodawca zamierza zlecić prace. Wnioskodawca zweryfikował stan rynku pod

względem dostępności niezbędnych do realizacji usług i zarówno oferta cenowa jak również ilość potencjalnych kontrahentów pozwala zakładać, iż ceny oraz terminy prac będą pokrywać się z zakładanym kosztorysem i harmonogramem.

- **Znacząco większy niż zakładany popyt na usługi**

Budowana w ramach projektu sieć jest w stanie obsłużyć wielokrotnie większą ilość klientów niż zakładana w Biznes Planie. W takim przypadku Wnioskodawca będzie musiał zainwestować jedynie w dodatkowe urządzenia w punktach dystrybucyjnych i dostępowych, w zakresie najdroższych prac - budowlanych nie będą wymagane dodatkowe inwestycje.

Pod względem technicznym wszystkie urządzenia szkieletowe Wnioskodawcy oraz potencjał łącz hurtowego dostępu do internetu są przygotowane na przyjęcie dodatkowego obciążenia.

- **Wzrost kosztów inwestycji**

Istnieje ryzyko związane ze zmianami cen na rynku oraz fluktuacjami walut. W tym przypadku Wnioskodawca zminimalizował to ryzyko poprzez szczegółowy kosztorys, duże doświadczenie w kalkulacjach tego typu przedsięwzięć oraz narzut na koszty związany z ryzykiem.

Uwarunkowania prawne i formalne

Wnioskodawca szczegółowo rozpoznał kwestie formalno-prawne związane z realizacją przedmiotowego projektu i na tej podstawie określił zakres niezbędnych dokumentów i procedur jakie napotka podczas realizacji inwestycji.

Dokumentacja projektowa powinna obejmować:

- Projekt budowlany opracowany w zakresie zgodnym z wymaganiami obowiązującej w Polsce ustawy Prawo budowlane z 7 lipca 1994, z późniejszymi zmianami, i o zawartości zgodnej z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r.
- Inne opracowania wymagane dla uzyskania pozwolenia na budowę.
- Dokumentację wykonawczą dla celów realizacji inwestycji. Projekty wykonawcze będą stanowić uszczegółowienie projektu budowlanego dla potrzeb realizacji inwestycji. Dokumentacja powinna być opracowana z uwzględnieniem warunków zatwierdzenia projektu budowlanego oraz warunków zawartych w uzyskanych opiniach i uzgodnieniach, jak również szczegółowych wytycznych zamawiającego.
- Projekt organizacji ruchu na czas prowadzenia robót budowlano-montażowych.
- Inwentaryzację zieleni w pasie prowadzonych robót, jeśli taka inwentaryzacja jest wymagana do pozwolenia na budowę.
- Dokumentację techniczną budowy lub adaptacji pomieszczeń przeznaczonych na węzły sieci.
- Projekty budowlane przyłączy energetycznych do aktywnych obiektów sieci.

- Dokumentację powykonawczą z naniesionymi w sposób czytelny wszelkimi zmianami wprowadzonymi w trakcie budowy, wraz z inwentaryzacją geodezyjną wykonanych sieci i obiektów.

Istotne aspekty projektów budowlanych i wykonawczych dla sieci kablowych

Projektowanie sieci kablowych, i to zarówno tych umieszczanych w ziemi, jak i tych z wykorzystaniem technologii podwieszania kabli na podbudowie słupowej, często wymaga pozwolenia budowlanego lub zgłoszenia. Wyjątkiem jest budowa przyłącza kablowego od istniejącej sieci do obiektu, w którym zlokalizowane jest zakończenie sieci. W tym przypadku wystarczy uzgodnienie branżowe. Proces przygotowania dokumentacji przedprojektowej, jak i samego opracowania projektu, jest żmudny i niełatwy. Podejmując się budowy sieci w tej technologii, należy mieć świadomość czasu, jaki jest niezbędny do wykonania projektu i do uzyskania pozwolenia na budowę. Należy się liczyć z tym, że opracowanie projektu rozległej sieci kablowej będzie trwać wiele miesięcy. Projekt budowlany, czyli pierwsza część dokumentacji projektowej, to wytyczenie tras, dokonanie uzgodnień, ustalenie właścicieli nieruchomości, uzyskanie prawa do tych nieruchomości dla celów budowlanych, decyzji lokalizacji, wreszcie uzyskanie decyzji pozwolenia na budowę. Długi czas trwania tej części procesu wynika z tego, że w wielu miejscach może się on opóźnić (urlopy, zwolnienia lekarskie urzędników wydających decyzję).

Drugą częścią dokumentacji projektowej jest projekt wykonawczy. Mimo, że nie jest on wymagany do uzyskania pozwolenia na budowę, jego sporządzenie jest zasadne i konieczne tak dla samej budowy, jak i dla późniejszej eksploatacji sieci. W projekcie wykonawczym określone są aspekty technologiczne elementów sieci, przedstawiony jest dobór materiałów i urządzeń, opracowane są szczegóły techniczne sieci. Dla przykładu, w projekcie wykonawczym budowy kabla światłowodowego przedstawiony jest sposób tak zwanego rozszycia kabla na przełącznicach, zagospodarowania włókien światłowodowych, obliczenia długości odcinków regeneracyjnych itp. Ta część dokumentacji jest niezbędna na drugim etapie budowy, po zakończeniu prac ziemnych przy budowie rurociągu, kanalizacji kablowej lub prac instalacyjnych dla kabli podwieszanych.

Integralną częścią dokumentacji projektowej jest kosztorys. On także jest dokumentem niewymagany dla uzyskania pozwolenia na budowę ale jego opracowanie służy przede wszystkim inwestorowi do oszacowania nakładów na budowę sieci. Kosztorys sporządza się z wykorzystaniem katalogów nakładów rzeczowych, czyli zestawieniem poszczególnych czynności wykonywanych przy budowie i przyporządkowaniem do nich: czasu niezbędnego do ich wykonania, ilości niezbędnych materiałów, a także rodzaju i czasu pracy maszyn i sprzętu.

Założenia techniczne (analiza i parametry technologiczne)

Media oraz budowa sieci pasywnej

Wykorzystanie rozwiązań światłowodowych w ramach sieci SST planowane jest w następujący sposób:

- na potrzeby dystrybucji sygnału z węzła szkieletowego w Szczecinie do miejscowości Rurzyca, zostanie wykorzystana dzierżawiona transmisja L2 (ethernet) od operatora TK Telekom,
- na potrzeby dystrybucji sygnału z miejscowości Rurzyca do kolejnych węzłów dystrybucyjnych (miejscowości) zostanie wykorzystany kabel światłowodowy doziemny poprowadzony od miejscowości Rurzyca.
- na potrzeby światłowodowej sieci dostępowej FTTH zostanie wykorzystana technologia mikrokanalizacji.

W przypadku sieci szkieletowo-dystrybucyjnej TK Telekom - Rurzyca zakłada się bezpośrednie (z uwzględnieniem przełącznic) połączenia 1000Base-LX poprzez transceivery SFP pomiędzy switchem w węźle TK Telekom w Kliniskach Wielkich, a urządzeniami aktywnymi GPON w Rurzyca.

W przypadku sieci dystrybucyjnej:

- Rurzyca - Borzysławiec,
- Rurzyca - Kępy Lubczyńskie,
- Rurzyca - Lubczyna,
- Rurzyca - Komarowo;

zakłada się bezpośrednie połączenia pasywne pomiędzy urządzeniami GPON OLT w węźle aktywnym (Rurzyca) a urządzeniami terminującymi sygnał od klientów końcowych w węzłach pasywnych (Borzysławiec, Kępy Lubczyńskie, Lubczyna, Komarowo) za pośrednictwem spliterów optycznych i dodatkowej infrastruktury pasywnej.

Sieć dostępowa zarówno w węzłach aktywnych jak i pasywnych będzie opierać się o rozwiązania światłowodowe, zrealizowane w formie "światłowodu do mieszkania", czyli tzw. FTTH (Fiber To The Home), w takim rozwiązaniu możliwe jest dostarczenie do klienta łącza nawet o przepływności rzędu do 10 Gbps. W ramach planowanej w niniejszej koncepcji dostępowej sieci światłowodowej zakłada się przygotowanie magistrali i sieci dostępowo-dystrybucyjnej na podłączenie około 90% budynków. w miejscowościach oraz podłączenie (wraz z przyłączem, terminalem i światłowodowym przyłączeniowym) **160 mieszkań**.

Mikrokanalizacja

Rosnącym wymaganiom, co do szybkości transmisji sprostać mogą tylko nowoczesne sieci światłowodowe - NGN. Stosowana dotychczasowa technologia budowy sieci światłowodowych sprawdza się przy realizacji sieci typu WAN, MAN – realizujących połączenia między głównymi węzłami sieci światłowodowej. Natomiast powszechne zastosowanie tradycyjnej technologii w sieci dostępowej typu FTTB (dla budynków) oraz FTTH (dla mieszkań) posiada szereg wad i ograniczeń. Są one związane przede wszystkim z trudnościami rozbudowy (przebudowy) istniejących sieci, brakiem możliwości instalowania kolejnych linków światłowodowych. Rozbudowa (przebudowa) ta jest wymuszana przez wprowadzanie nowych usług branży telekomunikacyjnych i IT lub na skutek niedostatecznego rozpoznania potrzeb abonenta.

Odpowiedzią na powyższe problemy jest system światłowodowych mikrokanalizacyjnych rur wraz z systemem światłowodowych mikrokabli, będący doskonałym rozwiązaniem dla budowy elastycznych sieci dostępowych.

Mikrokanalizacja światłowodowa to system miniaturowych rurek HDPE, zwanych mikrorurkami, najczęściej o średnicach zewnętrznych od 5 do 14 mm. Mikrorurki są produkowane jako:

- cienkościenne – ścianka o grubości 0,75–1 mm, do zastosowania w istniejących trasach w rurociągach lub rurach kanalizacji wtórnej;
- grubościenne – ścianka o grubości 1,5–2 mm, do układania bezpośrednio w ziemi bez dodatkowej osłony.

Mikrorurki obu typów mogą być ciągnięte lub wdmuchiwane i mogą występować jako pojedyncze, w wiązkach lub grupach wiązek, np. wiązka mikrorurek doziemnych może liczyć do 24 szt. rurek. Rurki służące do bezpośredniego zakopania posiadają powłokę zewnętrzną wykonaną z HDPE. Rurki umieszczane w kanalizacji posiadają bardziej elastyczną powłokę, wykonaną z MDPE. Opracowane zostały również rurki do instalacji wewnątrz budynków, które posiadają powłokę bezhalogenową.

Oprócz samej ilości rurek, kolejnym parametrem jest średnica wewnętrzna zainstalowanej pustej rurki, które posiadają 3,8; 5,5; 8,0; i 9,6 mm. Te dwie pierwsze są wykorzystywane do instalacji wiązek włókien, pozostałe do instalacji mikrokabli. Elementy do łączenia rurek występują w postaci dwóch rodzajów złączy: gazoszczelnych oraz prostych.

Złącze gazoszczelne wykorzystuje się w punkcie wprowadzenia rurek do budynków, czyli w punkcie łączenia rurek zewnętrznych z rurkami bezhalogenowymi instalacji wewnątrzbudynkowej. Złącze gazoszczelne stanowi barierę przed możliwością przedostawania się niebezpiecznych gazów do wnętrza budynków. Do zakończenia rur, w które nie zostały wprowadzone wiązki włókien mikrokabli światłowodowych, stosuje się zaślepki zabezpieczające.

Wiązki włókien światłowodowych, nazywane też EPFU (Enhanced Performance Fibre Unit), składają się z kilku światłowodów jednomodowych lub wielomodowych. Światłowody te chronione są przez akrylową powłokę, będącą zabezpieczeniem przed wilgocią. Powłoka ta posiada również bardzo niski współczynnik tarcia ułatwiający wdmuchiwanie wiązek do mikrorur. Dla światłowodów jednomodowych dostępne są wiązki 2, 4, 8 i 12-włóknowe. Wiazki włókien światłowodowych są dostępne w długościach do 4000 metrów, co redukuje ilość połączeń spawanych.

Mikrokable światłowodowe, to całkowicie dielektryczny kabel światłowodowy, zabezpieczony przed wzdłużnym przenikaniem wody, posiadają układ tub umieszczonych wokół centralnego elementu wytrzymałościowego. Kabel zawierający od 12 do 72 włókien posiada średnicę zewnętrzną 6,0 mm i może być wdmuchiwany do mikrorury o średnicach 10/8 mm (średnica zewnętrzna/wewnętrzna). Kabel składający się z 96 do 144 włókien posiada średnicę zewnętrzną 7,0 mm, i może być wdmuchiwany do tub o średnicach 12/10 mm (średnica zewnętrzna/wewnętrzna). Odległość wdmuchiwania do 3000 metrów.

W rurze kanalizacji teletechnicznej, zamiast pojedynczego tradycyjnego kabla światłowodowego, można umieścić pakiet mikrorurek do których wprowadzane są w miarę potrzeb mikrokable światłowodowe. Pojedynczy kabel światłowodowy wypełnia rurę (np. o średnicy 40 mm) zaledwie w ok. 30%. Wiazka mikrorurek zapełni średnicę rury w 60-70%. Dodatkowo daje możliwość stopniowego dokładania mikrokabli w miarę wzrostu zapotrzebowania na kolejne przyłącza.

Mikrokanalizacja upraszcza sposób realizacji odgałęzienia światłowodu w punktach, w których chcemy przyłączyć np. kolejny budynek. Tradycyjna kanalizacja w tym miejscu wymaga umieszczenia studni kablowej, przecięcia kabla, wykonania w mufie spawów termicznych zarówno dla odgałęzionych włókien, jak i tych, które będą prowadzone „przelotowo”. To generuje straty optyczne w torze oraz dodatkowe koszty wykonania takich prac. Dzięki mikrokanalizacji z pakietu mikrorurek „wyciągamy” tylko tę, która ma trafić do danego punktu. Oddzielamy ją w trójniku lub bezpośrednio w ziemi, przedłużamy łącząc specjalnym łącznikiem zapewniającym hermetyczność mikrokanalizacji i kończymy w obiekcie. Teraz wystarczy już tylko z węzła sieci (np. szafa uliczna), metodą wdmuchiwania wprowadzić światłowód o wymaganej liczbie włókien bezpośrednio do budynku (bez spawania na trasie, bez otwierania studni, itp.)

Koszt instalacji światłowodowego systemu mikrokanalizacji jest niższy w porównaniu do tradycyjnych sieci światłowodowych. Wynika to z faktu, iż w pierwszym etapie instaluje się tylko włókna, które będą używane. Kolejne grupy włókien umieszcza się w rurach w momencie podłączania kolejnych budynków, abonentów. Elastyczność, dzięki której na pierwszym etapie jest instalowana tylko wymagana pojemność, prowadzi do mniejszych

kosztów inwestycyjnych. Prosta metoda instalacji włókien w rurach powoduje również niskie koszty rekonfiguracji sieci.

Największe zalety mikrokanalizacji to:

- łatwość w organizacji kabli i prowadzeniu odgałęzień;
- możliwość szybkiej zmiany konfiguracji sieci dzięki prostej metodzie instalacji;
- możliwość zwiększania pojemności sieci przy bardzo niskich kosztach;
- połączenie „punkt - punkt” pomiędzy węzłem, a klientem i pomiędzy węzłami jest wykonywane z mniejszą ilością połączeń spawanych;
- Znacznie niższy początkowy koszt instalacji w porównaniu z systemami tradycyjnymi, koszty instalacyjne rozłożone są w czasie, w miarę zwiększania pojemności systemu;
- hermetyczność; odporność – ze względu na dużą staranność podczas instalowania mikrorurek oraz stosowanie hermetycznych złączy;
- zwielokrotnienie istniejących rur kanalizacji teletechnicznej;
- optymalizacja wolnej przestrzeni w kanalizacji;
- zredukowanie ilości niezbędnych wykopów, zwłaszcza podczas późniejszego użytkowania systemu w miastach;
- ograniczenie średnicy i ilości przecisków i przewiertów;
- ograniczenie liczby muf i punktów rozdzielczych co redukuje koszty i przyspiesza wdrożenie.

Ogólne warunki instalacji mikrokanalizacji.

Podczas planowania harmonogramu prac i montażu mikrokanalizacji należy zwracać uwagę na wymagane przez dostawcę warunki instalacji. W szczególności istotny jest dopuszczalny zakres temperatur. Przenoszenie, układanie oraz łączenie mikrorurek HDPE powinno być wykonywane w temperaturze otoczenia pomiędzy -10 C a +50 C. Jeśli temperatura spada poniżej -10 C, mikrorurki stają się na tyle kruche i łamliwe, iż możliwe jest ich uszkodzenie przy nawet niewielkim nacisku lub zgięciu. Montaż w temperaturach poniżej -10 C jest dopuszczalny tylko w szczególnych przypadkach, pod warunkiem przechowywania elementów w ogrzewanych pomieszczeniach przez okres od 12 do 24 godzin przed instalacją. Czas montażu w niskich temperaturach powinien być możliwie krótki aby ogrzane mikrorurki zachowywały elastyczność. Układanie mikrokanalizacji bezpośrednio w ziemi wymaga zachowania wymaganych wartości falowania oraz minimalnych promieni gięcia. 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. Organizując miejsce instalacji należy zadbać o to, aby elementy mikrokanalizacji w szczególności mikrorurki, pozostały suche i czyste - ziemia, piasek czy inne zanieczyszczenia powodują wzrost współczynnika tarcia pomiędzy wewnętrzną ścianką mikrorurki i powłoką mikrokabla, w ten sposób znacznie redukując maksymalny zasięg instalacyjny mikrokabli (odległość na jaką można jednorazowo wdmuchnąć

mikrokabel do mikrorurki w jednym etapie). Montaż elementów mikrokanalizacji powinien być wykonywany etapami z zachowaniem odpowiednich „przerw technologicznych” pozwalających na stabilizację termiczną elementów, w szczególności mikrorurek. Należy brać pod uwagę w szczególności wydłużenie lub skrócenie mikrorurek w zależności od temperatury. Wdmuchiwanie mikrokabla wymaga korzystania ze specjalistycznego sprzętu (kompresorów, podajników, silników hydraulicznych) gwarantującego bezpieczeństwo i zapewnienie zachowania parametrów pierwotnych elementów mikrokanalizacji. Dlatego też Wykonawca powinien dysponować odpowiednim sprzętem, zalecanym przez dostawcę komponentów. W czasie wykonywania prac nie wolno dopuszczać do przekroczenia dopuszczalnych ciśnień przewidzianych dla elementów mikrokanalizacji. Montaż mikrokabli (spawanie włókien) należy wykonywać w sposób analogiczny jak w przypadku kabli tradycyjnych. Jednakże wszelkie prace należy wykonywać z większą ostrożnością uwzględniając mniejszą wytrzymałość mikrokabli na zginanie i nacisk. Prace instalacyjne powinny być wykonywane przez doświadczone ekipy przeszkolone w zakresie technologii montażu mikrokanalizacji u Dostawcy, posiadające wymagane, aktualne certyfikaty. Podczas montażu należy zachowywać zalecenia zawarte w dokumentacji technicznej elementów. Nad rurociągiem kablowym, w połowie głębokości jego usytuowania, należy umieszczać taśmę ostrzegawczą (TO). W miejscach o szczególnym zagrożeniu uszkodzeniami mechanicznymi należy projektować ewentualnie dodatkową ochronę w postaci rur osłonowych. Należy również stosować znaczniki (markery) przeznaczone do umieszczania w ziemi w miejscach charakterystycznych dla rurociągu kablowego, szczególnie do oznaczania zasobników, złączy kablowych i w miejscach niebezpiecznych zbliżeń i skrzyżowań do innych mediów podziemnych. Powyższe znaczniki (markery) mogą być lokalizowane za pomocą lokalizatorów trasy kabla.

Montaż zapasu mikrokabla w zasobniku

Zaplanowano, iż zapas kabla w zasobnikach składowany będzie budowany w postaci uformowanego zwoju mikrokabla o długości 50 m (zapas technologiczny).

Złącza kablowe

Przewidziano zastosowanie muf do zabezpieczenia złączy kablowych. Tam gdzie będzie to możliwe końce odcinków instalacyjnych zaplanowano w punktach dystrybucyjnych.

Zabezpieczenie punktów zaciągowych

Z uwagi na przyjęte zasięgi wdmuchiwania mikrokabla do mikrorurki lokalizację punktów zaciągowych zaplanowano w punktach dystrybucyjnych. W przypadku wykonania dodatkowych punktów zaciągowych należy zaopatrzyć się w złączki proste doziemne.

Wprowadzenie kanalizacji do budynku OLT

Wprowadzane do obiektu OLT mikrorurki 14/10, 12/8 mm i 7/4 mm należy uszczelnić względem ściany budynku dedykowanym uszczelnieniem. Końce mikrorurek z mikrokablem należy uszczelnić dedykowanym uszczelnieniami, a dodatkowo przed

wejściem do budynku zastosować złączki doziemne z doszczelnieniem gazowym mikrokabla, wykonując jednocześnie wymagane przepisami przerwy gazowe. Wszystkie zaproponowane uszczelnienia gwarantują wodo- i gazoszczelność na poziomie min. 0,5 bar. Mikrorurki po wprowadzeniu do obiektu należy doprowadzić do planowanej lokalizacji OLT w dodatkowej osłonie np. w postaci rury karbowanej (peszel).

Wprowadzenie mikrokabla do przełącznic dystrybucyjnych.

Zaplanowano zakończenie włókien całego profil kabla złączkami w standardzie SC/APC. W ramach przełącznicy mikrokabel zakończony będzie zgodnie z obowiązującą zasadą instalacji kabla światłowodowego (analogicznie do kabli klasycznych).

Osprzęt światłowodowy

Przełącznica światłowodowa jest przeznaczona do przyłączenia i odłączenia traktów światłowodowych od urządzeń stacyjnych oraz do dogodnego wykonania przełączeń torów światłowodowych między polami jednej lub dwóch przełącznic. 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 powinna być lekka, wykonana z materiałów metalowych (aluminium, stal) w ochronnych pokryciach antykorozyjnych. Powinna zapewniać sprawne i niezawodne jej użytkowanie przez okres 30 lat.

Projektowane 19-calowe przełącznice światłowodowe powinny posiadać wymienione poniżej cechy:

- tacki spawów dla 24 termokurczliwych osłon spawów
- tuby z kabla mocowane w kasetach uchwytem do tub lub opaskami
- wprowadzenie tub kabla do przełącznicy w peszlu, mocowanym do przełącznicy
- zainstalowanie jej w standardowych stojakach 19" pochodzących od różnych producentów;
- możliwość regulacji mocowania na odpowiedniej głębokości (przełącznice mają być wyposażone w przesuwne prowadnice („uszy”) po bokach przełącznicy, które pozwalają przesuwac i mocować półkę na odpowiedniej głębokości stojaka)
- łatwe, ergonomiczne i bezpieczne prowadzenie torów włókien światłowodowych wewnątrz przełącznicy z możliwością przytwierdzenia wiązek włókien do konstrukcji przełącznicy
- przełącznica powinna posiadać wysuwaną płytę do łatwego dostępu do pigtaili i tacek

Przełącznica światłowodowa powinna umożliwiać zakończenie różnych rodzajów linii światłowodowych, niezależnie od ich przeznaczenia, liczby i rodzaju światłowodów. Dostęp do pola adapterów powinien być łatwy. Liczba pigtaili powinna odpowiadać liczbie doprowadzonych włókien światłowodowych. Na przełącznicy powinna być możliwość zainstalowania 48 pigtaili (24 adapterów Duplex). Wolne pola adapterów niezainstalowanych powinny być wypełnione zaślepkami.

Mufy światłowodowe - powinny być dostosowane do konstrukcji kabla oraz powinna umożliwiać doszczelnienia wykonanego połączenia. Odcinki instalacyjne kabli powinny być tak ułożone, aby złącza kabli światłowodowych były zlokalizowane w miarę możliwości w miejscach łatwo dostępnych. Złącza kabli światłowodowych powinny być umieszczane w studniach kablowych, w zasobnikach złączowych (rurociągi kablowe), w szafach kablowych lub na słupach podbudowy kablowej w przypadku instalacji napowietrznych. Mufa światłowodowa stosowana w połączeniach magistralnych powinna umożliwiać:

- montaż w mufie 4 do 6 kabli, wprowadzanych z jednej strony przez uszczelnione porty okrągłe;
- montaż złącza odgałęźnego bez przecinania części światłowodów przez uszczelniony port owalny;
- możliwość rozbudowy pojemności mufy poprzez dodanie kaset światłowodowych;
- możliwość wykonania zapasu tub z włóknami kabla światłowodowego;
- odpowiedni promień zgięcia światłowodów w osłonie, który nie powinien być mniejszy niż 35 mm;
- szczelność pneumatyczną i wodną złącza, trwałość, co najmniej 30-letnią 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;
- Instalowane wewnątrz kasety powinny umożliwić zmagazynowanie do 288 spawanych włókien czy innych elementów biernych (rozgałęźniki i multipleksery optyczne).

Przy montażu kablowych złączy odgałęźnych w celu minimalizacji liczby spawów przypadających na włókno/tor transmisyjny, należy dążyć do tego by przecinana była tylko tuba/tuby kabla głównego, zawierająca odgałęziane włókna optyczne. W instalowanych złączach kablowych należy zespolic wszystkie włókna światłowodowe. Wszystkie kable wchodzące do osłony złączowej, muszą być oznaczone przywieszką identyfikacyjną danej linii.

Siłownie telekomunikacyjne

W każdym z aktywnych węzłów sieci SST niezbędne jest wybudowanie przyłącza elektrycznego oraz instalacja siłowni telekomunikacyjnej 48VDC wraz z zestawami akumulatorów umożliwiającymi podtrzymanie pracy zaprojektowanych w danym węźle urządzeń przez min 4 godzin, oraz spełniające poniższe parametry:

- możliwość uzyskania lokalnego oraz zdalnego dostępu do kluczowych urządzeń w celu odczytania informacji o stanie siłowni/detekcji awarii,
- instalacja w zewnętrznej szafie 19",
- budowa modułarna siłowni, zapewniająca możliwość wymiany jedynie uszkodzony elementów,
- możliwość podłączenia zewnętrznego agregatu prądotwórczego,

- możliwość zdalnego śledzenia alarmu braku prądu (w przypadku 3 faz, każda faza powinna być monitorowana osobno),
- możliwość zdalnego śledzenia alarmu niskiej i wysokiej temperatury baterii oraz poszczególnych elementów siłowni,
- wsparcie dla protokołu SNMP.

Szafy telekomunikacyjne

W ramach realizacji SST zaplanowano zewnętrzne szafy telekomunikacyjne, charakteryzujące się następującymi cechami:

- wzmocnione drzwi, konstrukcja wandaloodporna,
- wysokość minimum 12U,
- wyposażone w stelaż na montaż urządzeń 19",
- lekka konstrukcja aluminiowa,
- dolne wprowadzanie okablowania,
- wyposażone w podgrzewacz
- wyposażone w wentylatory,
- możliwość zainstalowania modułu alarmów (monitorowanie: otwarte drzwi, temperatura, praca wentylatorów).

Zarządzanie siecią światłowodową

Wykonawca zamierza samodzielnie zarządzać siecią światłowodową a w szczególnych przypadkach oprzeć się o sprawdzonych podwykonawców.

Sieć aktywna

Sieć światłowodowa GPON

GPON czyli **Gigabit Passive Optical Network** - *Gigabitowa Pasywna Sieć Optyczna*, która jest nową technologią z rodziny pasywnych sieci optycznych (PON - Passive Optical Networks), jest to następca sieci BPON (Broadband PON).

GPON (Gigabit Passive Optical Network) jako PON jest typem komunikacji point-to-multipoint. GPON daje możliwość stosowania elastycznej szybkości linii. Jest to sieć, w której, jako medium przekazywania danych, wykorzystuje się światłowód jednomodowy.

Wśród elementów sieci PON wyróżnia się:

- urządzenia dystrybucyjne **OLT** (Optical Line Termination), zwane również centralnymi jednostkami
- urządzenia zakańczające sieć optyczną u odbiorców **ONT** (Optical Network Termination), zwane terminalami abonenckimi
- urządzenia zakańczające sieć optyczną w lokalnym punkcie dystrybucyjnym **ONU** (Optical Network Unit)

Dla kierunku downstream (od OLT do ONU) dostępne są szybkości:

- 1.25 Gbit/s
- 2.5 Gbit/s
- 10 Gbit/s.

Dla kierunku Upstream (od ONU do OLT) dostępne są cztery możliwości:

- 155 Mbit/s,
- 622 Mbit/s,
- 1.25 Gbit/s
- 2.5 Gbit/s.

W celach szybkiej implementacji i zgodności między różnymi dostawcami komponentów GPON, zakłada się, że w kierunku downstream należy wspierać 2.5 Gbit/s, a w kierunku upstream 1.25 Gbit/s. Zakłada się również ten sam plan długości fal świetlnych jak w B-PON, czyli wg. G.983.3 oraz to samo kodowanie linii wg. NRZ.

Planowane do wykorzystania długości fal:

- 1310 nm - od ONU/ONT do OLT, wysyłanie danych (upstream)
- 1490 nm - od OLT do ONU/ONT, pobieranie przez abonentów (downstream)
- 1550 nm - opcjonalnie na potrzeby transmisji rozgłoszeniowej CATV

Zakłada się również wyposażenie sprzętu w mechanizm regulacji poziomu mocy, aby OLT mogło sterować poziomem mocy sygnału po stronie ONU, co jest przydatne przy różnych odległościach ONU od OLT. W warstwie PMD GPON stosuje się analogicznie jak w DSL, FEC (Forward Error Correction) wykorzystując kodowanie Reeda-Solomona.

W ramach dystrybucji pasma sygnał rozdzielany będzie przez tzw. pasywne (nie wymagające zasilania) splitory optyczne, czyli pasywne urządzenia rozdzielające, które zaplanowane zostały w odpowiednich miejscach sieci PON. Sieć ta może najczęściej przyjmować postać drzewa lub magistrali. Zastosowanie urządzeń aktywnych (czyli wymagających jakiegoś rodzaju zasilania) jest przewidziane tylko w końcowych i początkowych węzłach sieci. W GPON jest możliwy dowolny split sygnału np. 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64, a nawet 1:128, co daje możliwość świadczenia usług na jednym porcie OLT dla wielu klientów (ONU), w zależności od splitu (jaki split tyle może być ONU). Przy podziale należy pamiętać, że każdy split 1:2 to 3dB straty sygnału bo $10 \cdot \log(1/2) = 3 \text{ dB}$.

Wyliczając budżet mocy dla toru optycznego przy splicie 1:64 w GPON należy wziąć pod uwagę:

- budżet mocy dla linii optycznej (dla np. lasera klasy C) równy 28 dB,
- straty dla światłowodu np.: 0.4 dB/km,
- straty na złączkach i łączeniach: 7 dB
- oraz straty przy splicie 1:64 wynoszą: $10 \cdot \log(1/64) = -18 \text{ dB}$,

Zatem budżet mocy wynosi: $28 \text{ dB} - 18 \text{ dB} - 7 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$, więc zasięg przy splicie 1:64 będzie wynosił 7.5 km, bo: $3 \text{ dB} / 0.4 \text{ dB/km} = 7.5 \text{ km}$. Zatem jakość zakupowanego światłowodu będzie miała wpływ na lepszy zasięg.

Maksymalna odległość w GPON to 60 km, między OLT a ONT bez splitu, ale im większy split tym odległość spada do kilku kilometrów, w zależności od budżetu mocy linii optycznej. Również istotna jest odległość między skrajnymi ONU, która nie może być większa niż 20 km.

GPON OLT

Specyfikacja techniczna:

- OLT w architekturze non-blocking z możliwością przełączania na warstwie drugiej i trzeciej w modelu ISO/OSI,
- musi mieć możliwość instalacji w szafie 19",
- maksymalny pobór prądu nie przekraczający 60W,
- wysokość nie może być większa niż 1RU,
- przepustowość przełączania co najmniej 36Gbps,
- wydajność przełączania co najmniej 26.8Mpps,
- 4 porty GPON (ITU G.984.4 co najmniej) na moduł SFP GPON OLT B+ lub C+ o przepustowości 2.4Gbps/1.2Gbps,
- 8 portów COMBO: 8x10/100/1000Base-T oraz 8xGigabit SFP,
- niezależny port do zarządzania RJ45 10/100Base-T (wydzielony z ruchu sieciowego)
- port Consolowy RS232 typu RJ45,
- wszystkie porty dostępne z przodu,
- możliwości instalacji dwóch zasilaczy AC lub DC (-48V), zasilacze typu hot-plug,
- 40MB pamięci Flash,
- SDRAM: 512MB DDR SODIMM,
- 16 tysięcy adresów MAC,
- liczba wpisów IPv4: 4K,
- 1K wpisów multicast w L2,
- GPON: Wsparcie dla 4K port-ID i 1K Allom-ID,
- GPON: Wsparcie dla protokołu ITU G.984.4 OMCI,
- urządzenie w pełnym obsadzeniu powinno wspierać przynajmniej 256 ONU przy podziale 1:64 per GPON port,
- urządzenie powinno zdalnie zarządzać i autoryzować jednostki abonenckie ONU/ONT w tym ich konfigurację portów, vlanów, prędkości nadawania, priorytetu QoS, konfiguracji portów FXS jeżeli występują,
- urządzenie OLT ma możliwość wykrywania pętli L2 po stronie jednostki abonenckiej ONT nie zależnie czy powstała na ONT czy po za ONT i zdalnego wyłączenia ONT na którym taka pętla została wykryta,
- urządzenie OLT ma możliwość wykrywania i zdalnego wyłączenia uszkodzonych ONT których laser nadaje w trybie ciągłym,

- Obsługa standardów sieciowych:
 - protokoły routingu: BGPv4, OSPFv2, RIP v1 oraz v2,
 - wsparcie dla Policy Based Routing,
 - protokoły routingu multicastu: PIM-SM, PIM-SSM,
 - IEEE 802.1Q w tym obsługa 4094 aktywnych VLAN-ów oraz Vlan stacking,
 - QoS oraz obsługa trzech typów kolejek: SP, WRR, DRR,
 - ingress and egress Rate-limiting,
 - wsparcie dla IGMP Snooping v1, v2, v3,
 - IGMP Proxy, Filtering, Throttling and Static Join,
 - IGMP Snooping Immediate Leave oraz Explicit Host Tracking,
 - wsparcie dla SNMP v1, v2, v3, RMON oraz Syslog,
 - wsparcie dla STP, RSTP oraz MSTP z Root Guard,
 - wsparcie dla Link Aggregation . Maksymalnie 8 portów w grupie z możliwością utworzenia do 6 grup,
 - RADIUS oraz TACAS+,
 - Link Layer Discovery Protocol (LLDP),
 - operation, Administration and Maintenance (OAM),
 - filtrowanie pakietów NetBIOS,
 - filtrowanie pakietów DHCP oraz wsparcie dla opcji DHCP Option 82,
 - Ethernet Ring Protection Switching,
 - jumbo Frames 9K,
 - Virtual Router Redundancy Protocol,
 - multicast Vlan Reigstration,
 - możliwość zdalnej aktualizacji oprogramowania na podpiętych ONU/ONT; ONT wyposażone w dwie kości Flash
 - możliwość zdalnego blokowania ONU/ONT,
 - pomiar mocy sygnału odbieranego przez ONU/ONT,
 - obsługa VLAN Stacking,
 - dwie pamięci flash na dwa systemy operacyjne na OLT,
 - Obsługa jednostek ONT od wielu dostawców firm.

Sieć ethernet

Ethernet

Ethernet to bardzo popularny protokół warstwy fizycznej i łącza modelu ISO/OSI, wspiera go większość współczesnych urządzeń sieciowych (switche, routery, urządzenia OLT od strony sieci dystrybucyjnej, urządzenia ONU od strony sieci domowej).

W planowanej realizacji sieci SST technologia ta wykorzystywana będzie do:

- realizacji połączeń siecią Wnioskodawcy i operatora ogólnopolskiego w punktach styku (zakłada się połączenia 1GE),
- realizacji w ramach sieci magistralnej - szkieletowo-dystrybucyjnej (połączenia 1GE),
- realizacji połączeń do terminali w domach klientów (połączenia fast ethernet).

W sieci FTTH urządzenia terminujące połączenia GPON (tzw. ONU) umieszczone będą w mieszkaniach klientów i od strony sieci domowej będą udostępniały porty RJ-45 w standardzie Gigabit Ethernet lub Fast Ethernet umożliwiając podłączenie urządzeń domowych (komputer, router wifi, laptop).

Wykorzystanie technologii ethernet zapewnia również możliwość zastosowania standardu 802.1q, który umożliwia przesyłanie usług poprzez dedykowane sieci wirtualne tzw. VLANy. Dla zachowania wysokiego poziomu usług Wnioskodawca będzie miał możliwość separowania ruchu z poszczególnych miejscowości lub wprowadzenia dodatkowych usług telekomunikacyjnych i multimedialnych w dedykowanych kanałach VLAN.

Dostęp do internetu, sieć IP i punkty styku

W ramach sieci SST dostęp do internetu będzie realizowany poprzez protokół IPv4. Od strony klienta ruch będzie przesyłany w warstwie II modelu ISO OSI. Routing ruchu klienckiego będzie odbywać się dopiero w Serwerowni Głównej.

Pod względem formy realizacji operatorskiego styku w warstwie IP zakłada wykorzystanie istniejących połączeń międzyoperatorskich Wnioskodawcy realizowanych poprzez protokół BGP i własny numer ASN.

Ze względu na ograniczoną ilość dostępnych adresów w ramach puli z protokołu IPv4, zakłada się wykorzystanie technologii NAT dla klientów z bezpłatną możliwością uzyskania adresu publicznego przez klienta na jego prośbę. Adresacja będzie przyznawana poprzez standard DHCP.

W ramach projektu w przypadku wszystkich urządzeń działających w warstwie III modelu OSI (IP) zakłada się zakup tylko takich, które posiadają wsparcie dla wdrażanego obecnie protokołu IPv6.

Kontrola przepływności oraz zarządzanie QoS będzie odbywać się na III poziomach:

- na urządzeniach terminujących GPON w mieszkaniu klienta,
- na urządzeniach OLT GPON,
- na istniejących routerach w serwerowni głównej Wnioskodawcy.

Oprogramowanie

W ramach realizacji sieci SST nie jest planowany zakup oprogramowania. Wnioskodawca wykorzysta obecnie używane systemy, które dysponują odpowiednim zapasem możliwości i skalowalności, opisane niżej.

System CRM/SMS

System CRM (Customer Relationship Manager) oraz SMS (Service Management System) to zunifikowane rozwiązanie umożliwiające ewidencję oraz kompleksową obsługę klienta.

Do podstawowych funkcji systemu należy:

- przechowywanie informacji teleadresowych,
- tworzenie i udostępnianie faktur,
- przechowywanie informacji o płatnościach i stanie konta,
- przechowywanie informacji o zdarzeniach (awarie, kontakt z klientem, reklamacje),
- podstawowy billing i przechowywanie informacji o parametrach usług.

Od strony technicznej do zadań systemu należy:

- udostępnianie informacji o parametrach usług dla systemów zarządzania siecią,
- przesyłanie o blokadach, zawieszeniach i rezygnacjach z usług do systemów zarządzania siecią.

Zarządzanie terminalami

Ze względu na fakt, iż u każdego klienta w sieci światłowodowej znajdować się będą urządzenia terminujące, ich ilość powoduje iż niezbędna jest automatyzacja zarządzania i konfiguracji. W tym celu Wnioskodawca zakłada wykorzystanie dedykowanego oprogramowania, które pozwoli na zarządzanie terminalami GPON. Takie oprogramowanie jest dostarczane przez większość wiodących dostawców, razem z urządzeniami.

Do podstawowych funkcji takiego oprogramowania należy:

- możliwość automatycznego wgrywania oprogramowania i konfiguracji (w trybie automatycznym, półautomatycznym/nadzorowanym, ręcznym),
- raportowanie przeprowadzonych operacji na podstawie logów urządzeń,
- możliwość integracji pod wspólny system zarządzania kilku systemów dedykowanych, dostarczanych przez producentów,
- wsparcie dla protokołów TFTP, FTP, SSH,
- wsparcie dla protokołu TR-069,
- obsługa schedulingu,
- możliwość integracji z systemem monitoringu,
- wsparcie dla automatycznego tworzenia backupów konfiguracji,
- wsparcie dla wersjonowania konfiguracji i oprogramowania
- raportowanie, w tym automatyczne raporty dzienne,
- fabryczne wsparcie dla szerokiej grupy urządzeń.

Monitoring

W ramach monitoring sieci Wnioskodawca zamierza wykorzystać sprawdzone rozwiązania open-source, wdrożone i działające obecnie w sieci (Cacti i ROSinfo), które pozwalają na osiągnięcie następujących funkcjonalności:

- wsparcie dla protokołów SNMP (v2 i v3) oraz ICMP,
- możliwość importowania własnych baz MIB SNMP do systemu,
- możliwość tworzenia własnych wtyczek do systemu,

- możliwość tworzenia tzw. liczników wirtualnych - liczników opartych o wartości liczników rzeczywistych powiązanych operacjami matematycznymi,
- możliwość tworzenia własnych kwerend SNMP,
- wiele metod raportowania:
 - raportowanie przepływności,
 - raportowanie dostępności,
 - raportowanie czasów odpowiedzi,
 - raportowanie obciążenia procesorów,
 - raportowanie zajętości powierzchni,
 - raportowanie z historyczne,
 - raportowanie w czasie rzeczywistym,
- współpraca z relacyjną bazą danych,
- wsparcie dla hierarchicznego modelu uprawnień,
- współpraca z operatorem poprzez przeglądarkę WWW, możliwość stworzenia spersonalizowanej strony domowej.

Węzły sieci

- **Szczecin, Bandurskiego 77 - węzeł główny i punkt styku**

Węzeł Wnioskodawcy w Szczecinie przy ul. Bandurskiego 77 stanowi punkt centralny sieci zapewniając punkty styku z operatorami ogólnopolskimi i dostęp do internetu oraz ogólnopolskich punktów wymiany ruchu. Węzeł ten jest połączony z punktem styku w miejscowości Kliniska Wielkie poprzez bezpośredni styk światłowodowy z operatorem TK Telekom i dzierżawioną od niego transmisję L2.

Węzeł Główny Wnioskodawcy umieszczony jest w budynku przy ul. Bandurskiego 77, w serwerowni wyposażonej w:

- szafy telekomunikacyjne,
- dedykowaną instalację zasilającą, uziemiającą i agregat,
- siłownię elektryczną,
- klimatyzację,
- atestowane drzwi,
- podłogę antystatyczną,
- router brzegowy, switch szkieletowy,
- infrastrukturę serwerową wspierającą wirtualizację systemów operacyjnych.

- **Kliniska Wielkie TKT - punkt styku z siecią TKTelekom**

W miejscowości Kliniska Wielkie zaplanowano punkt styku z siecią TKTelekom poprzez dzierżawę transmisji światłowodowej w warstwie L2. W szafie telekomunikacyjnej operatora wydierżawione zostanie miejsce (2U) na potrzeby instalacji urządzeń Wnioskodawcy: switcha dostępowego oraz przełącznicy światłowodowej. Urządzenia te zostaną również podłączone do zasilania z zapewnionym podtrzymaniem.

- **Rurzyca - węzeł aktywny dystrybucyjny**

W miejscowości Rurzyca zaplanowano budowę węzła aktywnego - szafa telekomunikacyjna wraz z siłownią i akumulatorami. Do szafy z jednej strony doprowadzony jest kabel światłowodowy doziemny 48j z punktu styku z TK Telekom w miejscowości Kliniska Wielkie, natomiast z drugiej strony jest również doprowadzony kabel doziemny 48j do miejscowości Kępy Lubczyńskie.

- **Borzysławiec - węzeł pasywny dystrybucyjno-dostępowy**

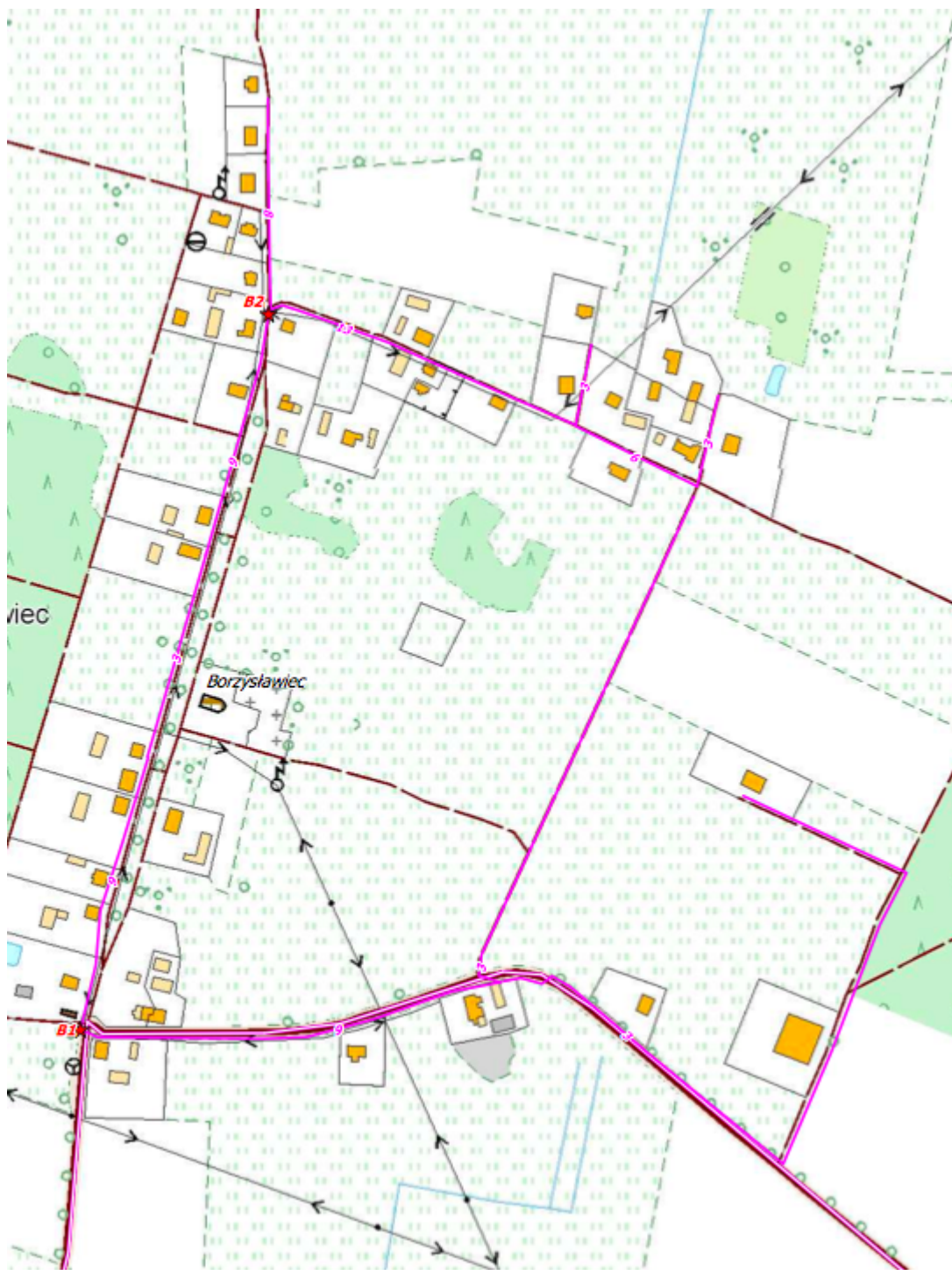
W miejscowości Borzysławiec zaplanowano budowę dwóch węzłów pasywnych - szafek dostępowych. W szafkach zaprojektowano z jednej strony wejście kabli magistrali, a z drugiej wyjście mikrokabli do klientów. Od szafek zaprojektowano magistrale mikrokanalizacji dla miejscowości, w której przewiduje się budowę od 3 do 13 mikrorurek biegnących wzdłuż głównych ulic w miejscowości.

W projekcie magistrali przewidziano taką ilość mikrorurek, aby operator mógł do sieci przyłączyć w przyszłości min. 90% gospodarstw domowych. Szacowana długość magistrali to około 1984 metrów, a długość rurek mikrokanalizacji to około 12415 m. Na potrzeby połączeń pomiędzy szafkami zaprojektowano 2 mikrorurki 48j.

Dla potrzeb projektu wyliczono średnią, szacowaną długość przyłącza od magistrali mikrokanalizacyjnej do klienta końcowego: **40m**.

W tej miejscowości przyjęto wykonanie **20** przyłączy światłowodowych do klientów. Włókna dedykowane bezpośrednio do klientów zostaną umieszczone w mikrokanalizacji za pomocą wdmuchiarki. U klienta przewidziana jest skrzynka dostępowa w której włókna światłowodowe będą wyspawane na złącza SC/APC. Od skrzynki klienckiej (dostępowej) przewidziany jest patchcord ze specjalnego, nowoczesnego włókna światłowodowego (standard G657B3) odpornego na zgniecenie, złamanie jak i nawet pogryzienie przez zwierzę. Kąt gięcia wynosi 5mm przy tłumienności poniżej 0,1dB, co pozwala umieścić patchcord nawet pod listwą wykończeniową podłogi.

W szafce dystrybucyjnej wszystkie włókna światłowodowe do klientów będą zakończone złączem SC/APC i umieszczone w adapterze. W szafce będą także umieszczone splitery optyczne umożliwiające rozdzielenie sygnału dostarczonego w pojedynczym włóknie światłowodowym magistrali na włókna klienckie.



rys. 3. Połączenia węzłów mikrokanalizacji światłowodowej w miejscowości Borzysławiec
(**Uwaga!** Niniejszy rysunek w lepszej jakości, jako wektorowy PDF jest załączony do Koncepcji)

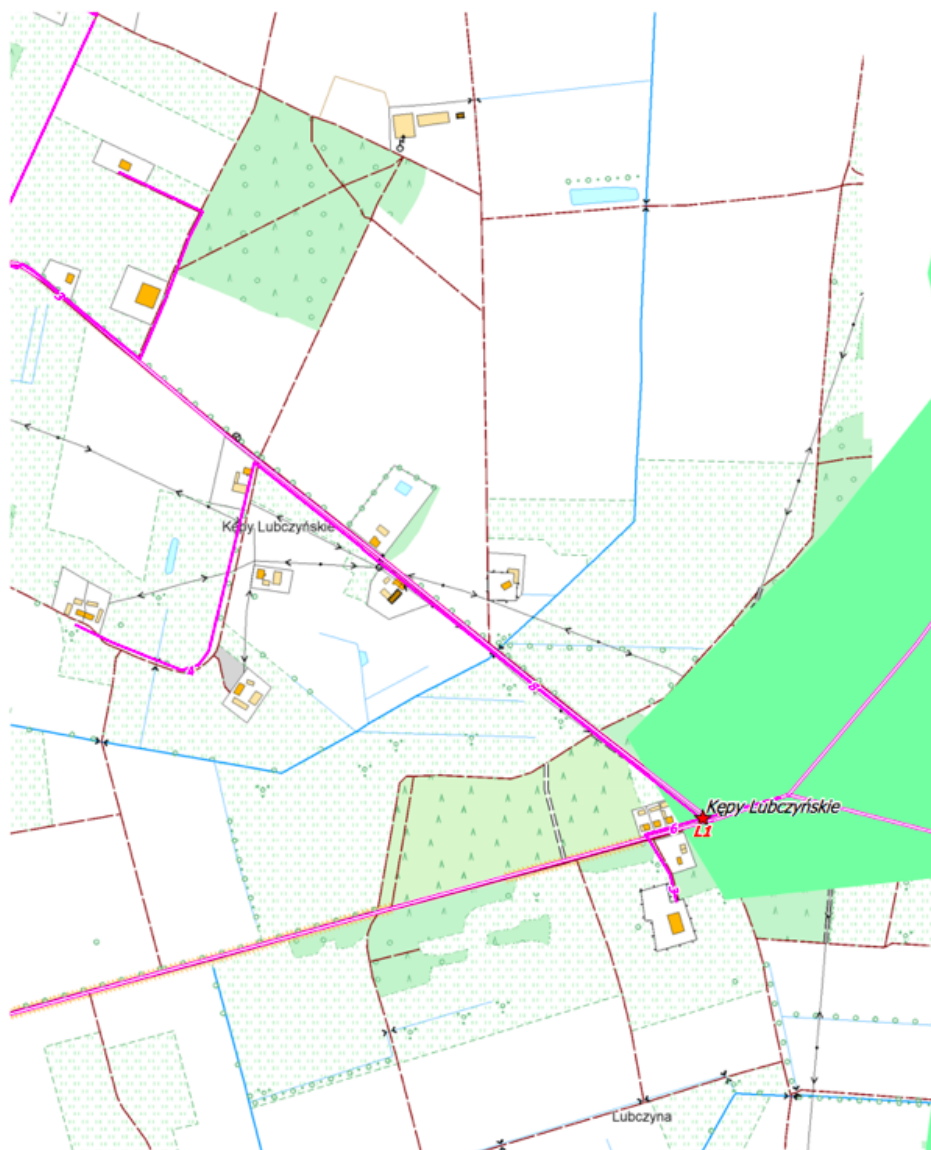
- **Kępy Lubczyńskie - węzeł pasywny dystrybucyjno-dostępowy**

W miejscowości Kępy Lubczyńskie zaplanowano budowę jednego węzła pasywnego - szafki dostępowej. W szafce zaprojektowano z jednej strony wejście kabli magistrali, a z drugiej wyjście mikrokabli do klientów. Od szafki zaprojektowano magistralę

mikrokanalizacji dla miejscowości, w której przewiduje się budowę 6 mikrorurek biegnących wzdłuż głównych ulic w miejscowości.

W projekcie magistrali przewidziano taką ilość mikrorurek, aby operator mógł do sieci przyłączyć w przyszłości min. 90% gospodarstw domowych. Szacowana długość magistrali to około 1364 metrów, a długość rurek mikrokanalizacji to około 7680 m. W tej miejscowości przyjęto wykonanie 4 przyłączy światłowodowych do klientów. Przyłącza będą wykonane podobnie jak w miejscowości Borzysławiec.

Połączenie do węzła aktywnego w Rurzycy wykonano kablem światłowodowym doziemnym 48j.



rys. 4. Połączenia węzłów mikrokanalizacji światłowodowej w miejscowości Kępy Lubczyńskie

(Uwaga! Niniejszy rysunek w lepszej jakości, jako wektorowy PDF jest załączony do Konceptji)

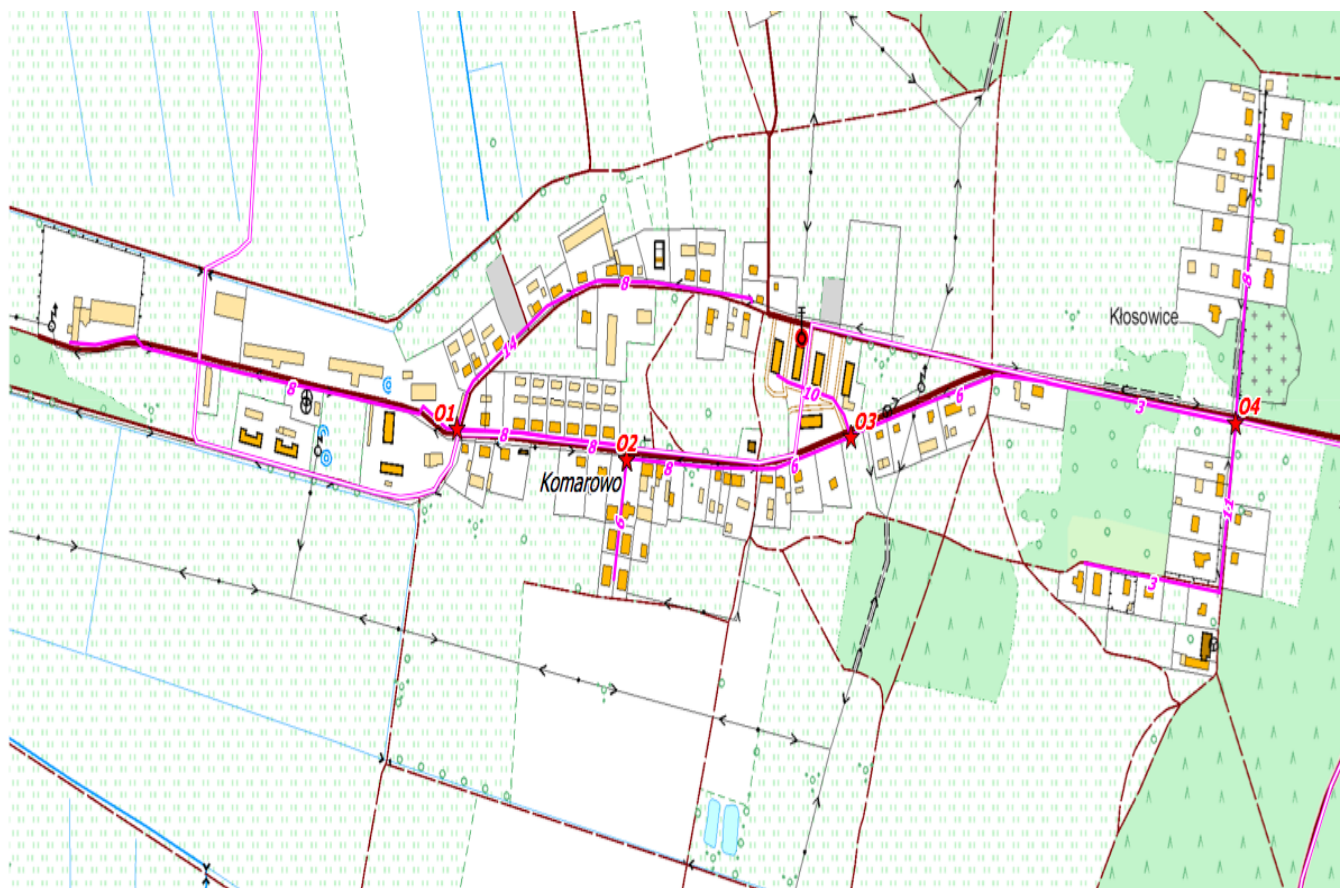
- **Komarowo - węzeł pasywny dostępowy**

W miejscowości Komarowo zaplanowano budowę czterech węzłów pasywnych - szafek dostępowych. W szafkach zaprojektowano z jednej strony wejście kabli magistrali, a z drugiej wyjście mikrokabli do klientów. Od szafek zaprojektowano magistrale mikrokanalizacji dla miejscowości, w której przewiduje się budowę od 3 do 14 mikrorurek biegnących wzdłuż głównych ulic w miejscowości.

W projekcie magistrali przewidziano taką ilość mikrorurek, aby operator mógł do sieci przyłączyć w przyszłości min. 90% gospodarstw domowych. Szacowana długość magistrali to około 2368 metrów, a długość rurek mikrokanalizacji to około 23740 m.

W tej miejscowości przyjęto wykonanie 52 przyłączy światłowodowych do klientów. Przyłącza będą wykonane podobnie jak w miejscowości Borzysławiec.

Na potrzeby połączeń pomiędzy szafkami zaprojektowano 2 mikrorurki.



*rys. 5. Połączenia węzłów mikrokanalizacji światłowodowej w miejscowości Komarowo
(Uwaga! Niniejszy rysunek w lepszej jakości, jako wektorowy PDF jest załączony do Koncepcji)*

- **Lubczyna - węzeł pasywny dostępowy**

W miejscowości Komarowo zaplanowano budowę czterech węzłów pasywnych - szafek dostępowych. W szafkach zaprojektowano z jednej strony wejście kabli magistrali, a z

drugiej wyjście mikrokabli do klientów. Od szafek zaprojektowano magistrale mikrokanalizacji dla miejscowości, w której przewiduje się budowę od 3 do 25 mikrorurek biegnących wzdłuż głównych ulic w miejscowości.

W projekcie magistrali przewidziano taką ilość mikrorurek, aby operator mógł do sieci przyłączyć w przyszłości min. 90% gospodarstw domowych. Szacowana długość magistrali to około 3815 metrów, a długość rurek mikrokanalizacji to około 38465 m.

W tej miejscowości przyjęto wykonanie 84 przyłączy światłowodowych do klientów. Przyłącza będą wykonane podobnie jak w miejscowości Borzysławiec.

Na potrzeby połączeń pomiędzy szafkami zaprojektowano 2 mikrorurki.



rys. 6. Połączenia węzłów mikrokanalizacji światłowodowej w miejscowości Lubczyna
(**Uwaga!** Niniejszy rysunek w lepszej jakości, jako wektorowy PDF jest załączony do Koncepcji)

Kosztorys i harmonogram

Na potrzeby realizacji niniejszego projektu został przygotowany szczegółowy kosztorys wraz z harmonogramem. Zestawienie znajduje się w załączeniu.

Eksploatacja sieci

Zarządzanie infrastrukturą

Na potrzeby niniejszego przedsięwzięcia zostały wyróżnione następujące aspekty zarządzania infrastrukturą sieciową oraz systemami wsparcia.

Infrastruktura fizyczna - ewidencja sieci

- ewidencja infrastruktury światłowodowej (mikrorurki, mikrokable) - ten aspekt będzie zrealizowany na podstawie dokumentacji projektowej i wykonawczej;
- ewidencja szaf telekomunikacyjnych, przełącznic oraz połączeń między światłowodami będzie zrealizowana na podstawie wewnętrznej dokumentacji projektowej i wykonawczej.

Infrastruktura fizyczna

- awarie mikrokanalizacji oraz uszkodzenia światłowodów - ich obsługa będzie zlecana wyspecjalizowanym, lokalnym podwykonawcom lub realizowana we własnym zakresie,
- awarie innych urządzeń aktywnych (routerów, serwerów, switchy, urządzeń ONT) będą obsługiwane przez pracowników Wnioskodawcy oraz przez dostawców sprzętu (w okresie gwarancji).

Infrastruktura aktywna i systemowa

- zarządzanie urządzeniami aktywnymi GPON - wykorzystane zostanie oprogramowanie dostarczonego przez dostawcę lub producenta sprzętu,
- zarządzanie terminalami klienckimi GPON (provisioning, monitoring, zamiana parametrów) - zostanie wykorzystane dedykowane oprogramowanie, dostarczane przez producenta sprzętu,
- zarządzanie informacją o klientach i parametrami ich usług (w tym przydziałem pasma i adresacją IP) - wykorzystany zostanie istniejący i obecnie wykorzystywany przez Wnioskodawcę system typu CRM/SMS.

Serwis klientów indywidualnych

- serwis klientów indywidualnych w domach - będzie realizowany przez pracowników i podwykonawców Wnioskodawcy,
- zdalny (telefoniczny i emailowy) serwis klientów zostanie zrealizowany poprzez pracowników i podwykonawców Wnioskodawcy,

Monitoring sieci

- Monitoring sieci będzie realizowany przez pracowników Wnioskodawcy, w siedzibie firmy poprzez zdalne połączenia typu VPN do infrastruktury aktywnej w punktach dostępowych sieci.

Zestawienie szacowanych kosztów eksploatacyjnych sieci

opis	szacowany koszt roczny (PLN)
zużycie energii elektrycznej	~1 000
poważne uszkodzenia sieci światłowodowej (szacowane dwa zdarzenia w ciągu roku)	~5 000
zakup dodatkowego łącza internetowego	~1 000
opłaty za zajęcie pasa drogowego	~12 000
SUMA:	~19 000

Szacowane koszty mogą ulec zmianie dzięki ciągle malejącym kosztom hurtowego zakupu łącz internetowych oraz dzięki małemu prawdopodobieństwu wystąpienia awarii fizycznych (przecięcie światłowodu lub uszkodzenie masztu). Na uwagę zasługuje niewielki koszt energii elektrycznej wynikający ze specyfiki technologii GPON (duża ilość elementów pasywnych).

Analiza oddziaływania na środowisko

Projektowana infrastruktura będzie prowadzona w pobliżu istniejących dróg i ciągów komunikacyjnych i jako taka nie ma wpływu na środowisko. Projekt nie uwzględnia przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, a także nie będzie wywierać istotnego negatywnego wpływu na obszary objęte lub które mają być objęte siecią NATURA 2000.

Słownik terminów

- **GPON OLT** - urządzenia dystrybucyjne OLT (Optical Line Termination), zwane również centralnymi jednostkami.
- **GPON ONU** - element końcowy sieci GPON, terminal abonencki ONT - Optical Network Terminal. ONT zamienia sygnał optyczny na sygnały umożliwiające podłączenie urządzeń abonenta, takich jak komputer, telewizor, telefon.
- **splitter optyczny** - pasywny element pozwalający na podział mocy wejściowej sygnału optycznego pomiędzy wyjścia splittera z dowolnym podziałem.
- **wdmuchiarka światłowodowa** - urządzenie umożliwiające wprowadzenie włókien lub kabli światłowodowych do kanalizacji lub mikrokanalizacji metodą pneumatyczną.
- **spawarka światłowodowa** - urządzenie służące do łączenia włókien kabla światłowodowego poprzez przetopienie specjalnie przygotowanych końcówek w łuku elektrycznym. Łuk elektryczny pozwala na wstępne wygrzanie włókien, wykonanie spawu i końcowe wygrzanie spawu celem eliminacji naprężeń.
- **mufa światłowodowa** - to kompletny zestaw osprzętu do trwałego połączenia metodą spawania włókien dwóch (lub większej liczby) odcinków instalacyjnych kabli światłowodowych.
- **zasobnik** - pojemnik przeznaczony do przechowywania mufy światłowodowej oraz zapasu kabla światłowodowego pod ziemią.
- **przełącznica** - służy do zakańczania kabli światłowodowych w szafach 19-calowych. Maksymalna liczba portów wynosi 24 przy 1U wysokości.
- **GPON** - czyli Gigabit Passive Optical Network, to *Gigabitowa Pasywna Sieć Optyczna*, która jest nową technologią z rodziny pasywnych sieci optycznych (PON - Passive Optical Networks), jest następcą sieci BPON (Broadband PON).
- **mikrokanalizacja światłowodowa** - system miniaturowych rurek HDPE, zwanych mikrorurkami, najczęściej o średnicach zewnętrznych od 5 do 14 mm.
- **Gigabit Ethernet** - bardzo popularny protokół warstwy fizycznej i łączy modelu ISO/OSI
- **VLAN** - sieć komputerowa wydzielona logicznie w ramach innej, większej sieci fizycznej dzięki wykorzystaniu standardu 802.1q
- **NAT** - *Native Address Translation* - technika umożliwiająca translację nieroutowalnych adresów IP do adresacji publicznej IP, wykorzystywana w celu oszczędności adresów IPv4.
- **DHCP** - *Dynamic Host Configuration Protocol* - protokół komunikacyjny umożliwiający komputerom uzyskanie od serwera danych konfiguracyjnych, np. adresu IP hosta, adresu IP bramy sieciowej, adresu serwera DNS, maski podsieci.
- **95 percentyl** - sposób obliczania opłaty za łącze operatorskie pozwalający na przekroczenie przez nich umówionej z hurtowym dostawcą przepustowości (np. w momencie dużego zapotrzebowania na łącze przez klientów) i późniejsze rozliczenie faktycznie zużytej przepływności. Rozwiązanie takie pozwala mniejszym

operatorem na świadczenie wysokiej jakości usługi klientom (teoretycznie ich łączy się nie ulegają wysyceniu).

- **QoS** - ang. *Quality of Service*, zestaw protokołów oraz praktyk konfiguracyjnych umożliwiający zapewnienie określonych parametrów jakościowych dla poszczególnych usług w sieci telekomunikacyjnej lub dla poszczególnych klientów.
- **FTTH** - ang. *Fiber To The Home* - sposób budowy sieci telekomunikacyjnych polegający na wprowadzeniu włókna światłowodowego bezpośrednio do mieszkania klienta.
- **CRM** - ang. *Customer Relationship Management* - oprogramowanie wspierające zarządzanie informacją o kliencie
- **SMS** - ang. *Service Management System* - oprogramowanie umożliwiające zarządzanie usługami klienta, wraz ze wsparciem ustawiania konfiguracji na urządzeniach aktywnych sieci
- **provisioning** - dostarczanie konfiguracji i oprogramowania na urządzenia sieciowe
- **VPN** - tunel umożliwiający dostęp zdalny lub bezpośrednie połączenie pomiędzy dwoma węzłami sieci poprzez sieć internet. Tunele VPN najczęściej są szyfrowane.
- **IPv4/IPv6** - protokół przesyłu danych w sieci Internet, wersja IPv6 to standard, który zastąpi wersję IPv4, głównie ze względu na kończącą się pulę adresów IPv4.

Załączniki

Kosztorys i harmonogram

Rysunki i schematy w formacie wektorowym (PDF)