

## **OPIS SIECI**

W ramach projektu „Internet szansą rozwoju mieszkańców Gminy Gródek”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, wykonano na terenie gminy Gródek światłowodową sieć szkieletową, której uzupełnieniem jest radiowa sieć szkieletowa, którą tworzą trzy radiolinie (Gródek – Bielewicz, Gródek – Mielezki, Waliły Dwór – Stuczanka).

***Trasa przebiegu sieci światłowodowej – załącznik nr 1\_opis sieci.***

***Schemat radiowej sieci szkieletowej i dostępowej - – załącznik nr 2\_opis sieci.***

Efektem realizacji w/w projektu było podłączenie do sieci 100 gospodarstw domowych w Gródku (81) i Waliłach Stacji (19) łączem światłowodowym (FTTH). Ponadto połączenia światłowodowe doprowadzone zostały do 4 jednostek użyteczności publicznej (JUP), tj.: szkoła podstawowa w Gródku, Gminne Centrum Kultury w Gródku, niepubliczna szkoła podstawowa w Załukach, świetlica wiejska w Mielezkiach oraz do 12 węzłów dostępowych AP, które są połączone z głównym węzłem dystrybucyjnym (GWD). Ponadto utworzono 3 węzły rozdzielcze w ramach sieci radiowej.

Pozostali użytkownicy końcowi uczestniczący w projekcie (146 gospodarstw domowych) korzystali z sieci radiowej (Wi-Fi).

Lokalizacja punktów dostępowych przedstawiona została w Tabeli nr 2 niniejszego opisu.

### **SIEĆ ŚWIATŁOWODOWA**

#### **Doziemna sieć światłowodowa**

Rurociąg z kablem został ułożony na głębokości 0,8m.

Rurociąg kablowy wykonano zgodnie z normą ZN-96/ TP S.A.-013/T za pomocą rur RHDPE o średnicy 40mm i złączek rurowych skręcanych typu ZRs w sposób zapewniający szczelność i trwałość połączenia. Złącza kabli światłowodowych umieszczono w zasobnikach złączowych. Długość zapasów umożliwia montaż złączy i wynosi co najmniej 15 m z każdej strony.

Do budowy przyłącza na odcinkach doziemnych w rurociągu zastosowano kable światłowodowe w powłoce PE typu Z-XOTKtsd o krotności włókien 48J (4x12), 24J (2x12), 12J (1x12).

W złączach dla odcinków ziemnych zastosowano, wykonane z poliestru, doziemne zasobniki kablowe z pokrywą. Umożliwiają one zabezpieczenie i schowanie muf ze złączami oraz ułożenie do 50 metrów zapasu kabla światłowodowego o średnicy do 15 mm. Płaskie narożniki dają możliwość wprowadzenia do korpusu zasobnika rur lub kabli o średnicy 32 i 40 mm.

Dla naziemnej części przyłączy zastosowano stelaże zapasu mocowane na konstrukcji słupa energetycznego.

#### **Topologia sieci**

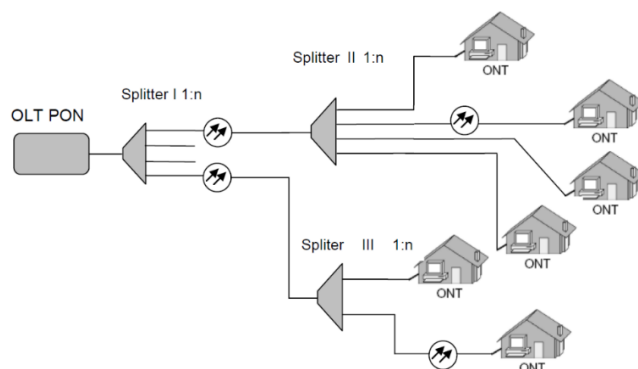
W celu dostarczenia mieszkańcom gminy szerokopasmowego dostępu do usług telekomunikacyjnych wykorzystana została technologia GPON. Pasywna sieć optyczna jest wykonana w topologii punkt-wielopunkt.

W sieci można wyróżnić dwie warstwy funkcjonalne. Warstwę szkieletową, którą tworzą całkowicie pasywne elementy sieci optycznej na obszarze od węzła centralnego do złączy rozdzielczych w poszczególnych miejscowościach i warstwę dostępową rozdzielczą, którą tworzą elementy sieci optycznej łącznie ze splitterami i zakończeniami abonenckimi ONT.

Rozdział sygnału optycznego dostarczanego abonentom jest realizowany za pomocą pasywnych sprzęgaczy optycznych. Sprzęgacze optyczne są zainstalowane w wewnętrznych lub zewnętrznych szafkach dystrybucyjnych w obrębie złączy rozdzielczych kablowych ZK i abonenckich ZA razem z elementami optycznymi sieci lub w budynkowych szafkach dystrybucyjnych.

W celu zminimalizowania zarówno infrastruktury optycznej jak i portów aktywnych w jednostce centralowej OLT PON dla wybudowanej sieci przyjęto zasadę stosowania dwóch splitterów połączonych

w kaskadę. Przy czym pierwszy stopień podziału włókna odbywa się w szafie dystrybucyjnej w serwerowni. Umożliwia to łatwe przełączanie i skalowanie zasobów sieci oraz znaczne obniżenie kosztów wyposażenia jednostki centralnej.



Zasada kaskadowania spliterów nie jest stosowana tylko dla węzłów sieci z nadajnikami radiowymi i nielicznych abonentów zlokalizowanych w bezpośredniej bliskości GWD i OLT. Nie mniej jednak konfiguracja ta jest możliwa do zastosowania w następnym etapie rozwoju sieci poprzez podłączenie abonentów bezpośrednio ze sprzęgacza umieszczonego w szafie serwerowej.

**Mapy ze szczegółowym przebiegiem trasy światłowodowej i lokalizacją przyłączy:**

- załącznik nr 3- trasa Gródek – Kołodno,
- załącznik nr 4- trasa Gródek – Zubry.

#### **Węzeł centralny OLT**

Głównym elementem sieci PON jest jednostka centralowa OLT (Optical Line Termination) umożliwiająca świadczenie usług w oparciu o infrastrukturę światłowodową FTTH.

Jednostkę centralną systemu OLT PON zainstalowano w szafie centralowej umieszczonej w serwerowni zlokalizowanej w budynku Urzędu Gminy Gródek. W szafie przewidziano miejsce na instalację sprzęgaczy światłowodowych, przełącznice optyczne i pole komutacyjne ułatwiające organizację kabli światłowodowych

Na bieżące potrzeby sieci PON jednostkę centralną wyposażono w 5 szt. interfejsów GPON.

Jednostka centralna PON umożliwia łatwą rozbudowę o kolejne interfejsy GPON. Teoretyczna maksymalna liczba przyszłych jednostek ONT możliwych do uruchomienia przy obecnym wyposażeniu OLT może wynosić około 1024 jednostek klienckich ONT.

#### **Jednostki klienckie ONT**

W celu zakończenia linii optycznej FTTH, a tym samym zrealizowania usługi dostępu szerokopasmowego do Internetu u końcowego beneficjenta, zastosowano indywidualne jednostki klienckie typu ONT (Optical Network Termination).

Dostarczone jednostki abonenckie ONT wyposażone są w:

- 4 porty 10/100/1000 Base Tx RJ-45;
- 2 porty VoIP typu FXS;
- WiFi dla 802.11n;
- zasilanie poprzez zasilacz z sieci ~230V.

W węzłach zlokalizowanych w JUP, zastosowano rozbudowane jednostki ONT, które między innymi pełnią funkcję lokalnego przełącznika i posiadają 12 portów 10/100/1000 Base Tx (RJ-45).

#### **Zasilanie elektryczne elementów systemu PON**

Przyłącze zasilające poprowadzono z rozdzielni głównej budynku i zabezpieczono dedykowanym wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym. W serwerowni została rozbudowana rozdzielnia elektryczna o moduły zabezpieczenia różnicowoprądowego i przepięciowego klasy B+C. W szafie centralowej

zainstalowano zasilacz rezerwowy UPS o mocy pozornej 2200VA, który podtrzyma pracę urządzeń PON i dodatkowych urządzeń sieciowych podłączonych do zasilacza z jednym dodatkowym modulem baterijnym, przy obciążeniu 50% przez okres min. 1 godziny. Jednostki centralowe OLT PON zasilane są napięciem AC 230V. Listwę zasilającą 19" instalowaną w szafie serwerowej – zasilono z UPS. Wyliczona moc instalowanych urządzeń aktywnych w szafie centralowej wynosi max 700W.

#### **Pozostałe elementy teleinformatyczne**

Na potrzeby zarządzania elementami sieci, zarządzania użytkownikami i polityką bezpieczeństwa w sieci wdrożono i zaimplementowano specjalistyczne oprogramowanie w skład którego wchodzi m.in.:

- oprogramowanie zarządzające systemem PON, preinstalowane na kontrolerach OLT systemu PON; oprogramowanie zarządza jednostkami ONT i usługami w sieci PON,
- oprogramowanie do zarządzania użytkownikami, przydzieleniem taryf i kontrolą dostępu dla poszczególnych użytkowników do sieci,
- oprogramowanie umożliwiające zarządzanie i diagnozę sieci i poszczególnych urządzeń sieciowych,
- DHCP server – przydzielenia adresów sieciowych lokalnym urządzeniom i użytkownikom,
- Koncentrator PPoE – przydzielanie dostępu i zarządzanie użytkownikami PPoE,
- Firewall – ochrona sieci i blokowanie niepożądanych usług,
- QoS – polityka przydzielania i współdzielenia dostępnego pasma sieciowego.

Zarządzanie systemami PON przeprowadzane jest zdalnie z centrum zarządzania systemem (CZS) zlokalizowanego w budynku Urzędu Gminy w Gródku.

#### **Serwer sieciowy**

Na potrzeby obsługi systemu, oraz aplikacji do obsługi sieci i abonentów zainstalowano serwer w standardzie 19" typu HP DL360.

Podstawowe parametry:

- procesor (zamontowany) – 1x Intel Xeon E5-2600 v2 2.60GHz,
- ilość procesorów – 2 szt.,
- pamięć (zamontowana) – 8 GB RDIMM DDR3,
- dyski (zamontowane) – 4 x Dell 500GB typu Hot Swap, Midline SAS, 7 200 obr./min.,
- gniazda rozszerzeń – 2 sloty PCI-Express Generacji 3, w tym jeden slot x16 (prędkość slotu – bus width) oraz minimum jedno gniazdo pełnej wysokości,
- zewnętrzne porty wejścia/wyjścia – 7x USB 2.0,
- interfejs sieciowy – czteroportowa karta sieciowa Gigabit Ethernet,
- karta graficzna –zintegrowana,
- zasilacze Hot plug,
- zarządzanie i obsługa techniczna - HP iLO Management Engine.

#### **Router brzegowy Cloud Core Router CCR1036-12G-4S**

Elementem brzegowym sieci jest router umożliwiający kontrolowanie, filtrowanie i zarządzanie ruchem w sieci wewnętrznej, oraz ruchem sieciowym wychodzącym na zewnątrz sieci.

Podstawowe parametry:

- procesor – Tile GX 36 rdzenie, min. 1.2 GHz,
- pamięć – Moduł 4GB RAM,
- pamięć wewnętrzna – Wbudowany NAND 1 GB,
- Ethernet – 12 portów Ethernet 10/100/1000Mbit,
- SFP - 4 porty SFP,

- port USB - 1 szt.,
- serial port – jeden DB9 RS232C,
- zasilanie – 230 VAC,
- system operacyjny – MikroTik RouterOS Level 6,
- sprzętowy moduł szyfrujący.

#### ***Firewall Cloud Core Router CCR1036-8G-2S+EM***

Funkcję Firewall pełni router umożliwiający kontrolowanie, filtrowanie i zarządzanie ruchem w sieci wewnętrznej, oraz ruchem sieciowym wychodzącym na zewnątrz sieci.

Podstawowe parametry:

- procesor – Tile GX 36 rdzenie, min. 1.2 GHz,
- pamięć – Moduł 16GB RAM,
- pamięć wewnętrzna – Wbudowany NAND 1 GB,
- Ethernet – 8 portów Ethernet 10/100/1000Mbit,
- SFP - 2 porty SFP+,
- port USB - 1 szt.,
- serial port – jeden DB9 RS232C,
- zasilanie – 230 VAC,
- system operacyjny – MikroTik RouterOS Level 6,
- sprzętowy moduł szyfrujący.

#### ***Przełącznik sieciowy główny***

Elementem fragmentującym sieć LAN umożliwiającym przyłączenie zewnętrznych urządzeń i sieci jest gigabitowy przełącznik LAN typu NetGear ProSafe GS728TSB. Przełącznik realizuje również funkcję podziału sieci na wirtualne sieci „Vlan”.

Podstawowe parametry:

- porty fizyczne RJ45 – 24 porty, 10BASE-T, 100BASE-TX, oraz 1000BASE-T (Auto Uplink™ na wszystkich portach),
- porty SFP – 4 szt.,
- przepustowość – 56 Gbps,
- pamięć systemowa – 128 MB,
- ilość pamięci Flash – 32 MB,
- wielkość bazy MAC – 16 K,
- ilość statycznych tras – 32,
- ilość routowanych VLAN VLANs: 15,
- ilość wpisów ARPs – 1024,
- usługi warstwy 2 – IEEE 802.1Q, p, D, w, s, x; IEEE 802.3ad, IGMP v1, v2, v3 snooping suport, MLD snooping,
- zarządzanie – SNMP v1, v2c, v3; SNMP, RMON, interfejs web GUI,
- security – Access Control Lists (ACL) - MAC, IP, TCP; ochrona przed burzami broadcast, multicast oraz unicast; CoS, DoS, DHCP snooping, port security.

***Sposób rozmieszczenia urządzeń w centralowej szafie PON – załącznik nr 5\_opis sieci.***

#### **Oprogramowanie i konfiguracja**

Rozdzielono system monitorowania i zarządzania usługami sieci od elementów zarządzania, administracji i monitorowania infrastruktury sieciowej.

System zarządzania dostępem do sieci obejmuje autentykację i autoryzację użytkowników, zarządzanie usługami QoS (pasmem). System utworzony na maszynie wirtualnej z zainstalowanym systemem Linux. System administracji i monitorowania infrastruktury sieciowej został uruchomiony na maszynie wirtualnej z systemem operacyjnym Windows Serwer 2012. Podstawą systemu monitorowania sieci jest aplikacja The Dude.

### ***System zarządzania dostępem do sieci***

W celu ułatwienia zarządzania dostępem do sieci wdrożony został system LMS.

W oparciu o bazę LMS stworzono system autentykacji użytkowników i sprzętu uzyskującego dostęp do usług świadczonych w ramach sieci. Do uzyskania tego celu został zaimplementowany system wykorzystujący protokół RADIUS (ang. Remote Authentication Dial In User Service).

Urządzenia w szkieletach sieci (AP Radiolinie) posiadają statyczny adres aby zapewnić niezawodność dostępu do urządzeń szkieletowych w przypadku awarii serwera dhcp. Autentykacja użytkowników natomiast nawiązywana jest poprzez sesję PPPoE.

Mechanizm autentykacji PPPoE wykorzystuje do autentykacji serwer radius połączony z główną bazą LMS.

### ***System administracji i monitorowania infrastruktury sieciowej***

Jako narzędzie zarządzania siecią, diagnostykę oraz wizualizację bieżącego jej stanu wykorzystano aplikację The Dude.

### ***Plan adresacji IP***

Z powodu złożoności i wielkości budowanej sieci dokonano logicznego podziału sieci bazując na technologii VLAN (IEEE 802.1q). Pozwala to w przejrzysty sposób podzielić sieć ze względu na funkcjonalność poszczególnych segmentów co w znacznej mierze ułatwi jej zarządzanie.

### ***Schemat blokowy lokalizację węzłów FTTH – załącznik nr 6\_opis sieci***

### ***Rozpływ włókien - załącznik nr 7\_opis sieci***

## **SIEĆ RADIOWA – SYSTEM TRANSMISJI RADIOWEJ Wi-Fi**

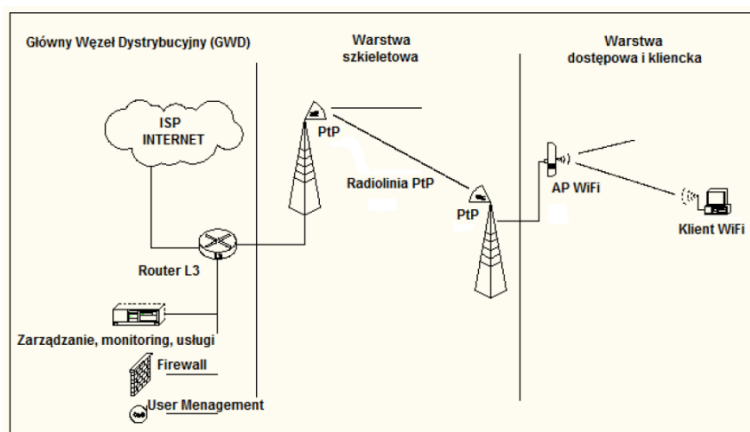
Sieć zbudowana została w technologii radiowej WLAN z wykorzystaniem nielicencjonowanych kanałów radiowych.

Wykorzystano technologie zgodne z IEEE 802.11a/n w zakresie podanych poniżej częstotliwości z uwzględnieniem dopuszczalnej mocy wypromieniowanej EIRP:

- częstotliwości 5,150 - 5,350 GHz z mocą nie przekraczającą 200 mW e.i.r.p. (23dBm) - pasmo dopuszczono do użytku wyłącznie wewnątrz pomieszczeń,
- częstotliwości 5,470 - 5,725 GHz z mocą nie przekraczającą 1000 mW e.i.r.p. (30dBm) dla zastosowań zewnętrznych.

Sieć radiową zrealizowano w modelu hierarchicznym dwuwarstwowym.

Pierwszą warstwę stanowi radiowa sieć szkieletowa jako uzupełnienie światłowodowej sieci szkieletowej GPON. Drugą warstwę stanowią lokalne radiowe punkty dostępowe zlokalizowane w 12 miejscowościach, w tym 4 AP umieszczone na terenie miejscowości Gródek.



Poglądowy schemat podziału sieci na warstwy logiczne

### Połączenia radiowe PtP w sieci szkieletowej

Radiową sieć szkieletową tworzą trzy radiolinie: *Gródek – Bielewicz*, *Gródek – Mieleszki*, *Waliby Dwór – Słuczanka*.

Połączenia radiowe w sieci szkieletowej między w/w miejscowościami zostały wykonane za pomocą radiolinii - **RouterBoard 911G-5HnD + antena DISHETER-DUO-23-BOX**.

#### Połączenie radiowe Gródek – Bielewicz

Elementy radiolinii zamontowane zostały na dachu budynku Szkoły Podstawowej w Gródku oraz na budynku hydroforni w Bielewiczach. Szacowana odległość pomiędzy tymi punktami wynosi około 3,6 km

#### Połączenie radiowe Gródek - Mieleszki

Elementy radiolinii zamontowane zostały na dachu budynku Szkoły Podstawowej w Gródku oraz na budynku prywatnym w Mieleszkach. Szacowana odległość pomiędzy tymi punktami wynosi około 4,0 km.

#### Połączenie radiowe Waliby-Dwór - Słuczanka

Elementy radiolinii zamontowane zostały na dachu bloku mieszkalnego w miejscowości Waliby Dwór oraz na budynku świetlicy wiejskiej w Słuczance. Szacowana odległość pomiędzy tymi punktami wynosi około 1,5 km.

Tabela 1. Lokalizacja węzłów rozdzielczych radiowej sieci szkieletowej

Lp.	Lokalizacja/ typ węzła	Obiekt / adres	Typ urządzeń szkieletowych
1.	Waliby-Dwór / WR	Budynek mieszkalny, Waliby-Dwór 3	1x PtP 5GHz
2.	Słuczanka / WR	Świetlica wiejska, Słuczanka 22	1x PtP 5GHz
3.	Gródek / WR	Szkoła Podstawowa Gródek, ul. Chodkiewiczów 18	2x PtP 5GHz
4.	Bielewicz / WR	Hydrofornia, nr ewid. działki 202/3	1x PtP 5GHz
5.	Mieleszki / WR	Budynek mieszkalny, Mieleszki 73	1x PtP 5GHz

### Lokalne radiowe punkty dostępowe

Sieć dostępową tworzą nadajniki typu PMP.

Zastosowano system Wi-Fi, który pracuje w nalicencjonowanym paśmie radiowym na częstotliwości 5 GHz w standardzie IEEE 802.11 a/n 2x2 MIMO.

Sieć dostępową jest realizowana za pomocą dwóch typów stacji bazowych:

- **Typ 1 - PMP450 AP firmy Cambium Networks** (uzupełnienie sieci w Gródku i Walibach Stacji)
- **Typ 2 - Mikrotik RB433GL**.

Tabela 2. Lokalizacja punktów dostępowych

Lp.	Miejscowość	Obiekt na którym zamontowano antenę	Typ stacji	Ilość anten sektorowych	sektor
1	Bielewicz	Hydrofornia, nr ewid. działki 202/3	2	1	120°

2	Gródek	GCK, ul. Chodkiewiczów 4	1	1	90 <sup>0</sup>
3	Gródek	Szkoła Podstawowa, ul. Chodkiewiczów 18	1	1	90 <sup>0</sup>
4	Gródek	blok mieszkalny, ul. Chodkiewiczów 36	1	1	90 <sup>0</sup>
5	Gródek	budynek, ul. Białostocka 108	1	1	90 <sup>0</sup>
6	Kołodno	budynek RSP, Kołodno 3	2	1	120 <sup>0</sup>
7	Mieleszki	światlica wiejska, Mieleszki 25	2	1	120 <sup>0</sup>
8	Mieleszki	budynek mieszkalny, Mieleszki 73	2	1	120 <sup>0</sup>
9	Pieszczaniki	budynek mieszkalny, Pieszczaniki 20	2	2	120 <sup>0</sup>
10	Podozierany	światlica wiejska, Podozierany 22	2	2	120 <sup>0</sup>
11	Słuczanka	światlica wiejska, Słuczanka 22	2	1	120 <sup>0</sup>
12	Waliły Dwór	budynek mieszkalny, Waliły Dwór 3	2	1	120 <sup>0</sup>
13	Waliły Stacja	słup oświetleniowy, ul. Szosa Wschodnia	1	1	90 <sup>0</sup>
14	Załuki	remiza OSP	2	2	120 <sup>0</sup>
15	Zubry	budynek RSP, Zubry 77	2	1	120 <sup>0</sup>

***Blokowy schemat sieci – załącznik nr 8\_opis sieci***

***Wykaz obiektów nie stanowiących własności Gminy (Wydierżawiającego), na których zamontowano węzły rozdzielcze oraz punkty dostępowe – załącznik nr 9\_opis sieci.***

**Stacje klienckie**

W ramach Projektu u użytkowników końcowych zainstalowane były następujące rodzaje stacji klienckich:

- radiowy terminal abonencki - typ 1 - ***PMP 450 SM Cambium Networks*** (użytkownicy końcowi z Gródka i Walił Stacji),
- radiowy terminal abonencki - typ 2 - ***RouterBoard SXT 5NDR2 Lite-5***.