

# Projekt sieci bezprzewodowej obsługującej miejscowości w pobliżu Skierniewic

Dąbrowice, Podstrobów, Trzcianna

Patryk Kaniewski

2021/06/07

## Spis treści

<b>1 Wstęp</b>	<b>3</b>
<b>2 Internet - sieć zewnętrzna</b>	<b>3</b>
2.1 Wybór operatorów zewnętrznych . . . . .	4
2.1.1 ISP I - Orange . . . . .	4
2.1.2 ISP II - Netia . . . . .	4
<b>3 Stacje bazowe</b>	<b>5</b>
3.1 Stacja główna . . . . .	5
3.1.1 Serwerownia . . . . .	5
3.2 Stacja Bazowa . . . . .	5
3.2.1 Szafa rackowa . . . . .	6
<b>4 Intranet - sieć wewnętrzna</b>	<b>6</b>
4.1 Umiejscowienie stacji bazowych . . . . .	6
4.2 Schemat sieci Core . . . . .	7
4.2.1 Stacja Podstrobów . . . . .	9
4.2.2 Stacja Trzcianna . . . . .	10
4.2.3 Stacja Dąbrowice . . . . .	11
4.2.4 Stacja Zadębie . . . . .	13
<b>5 Przyłączenia abonentów</b>	<b>14</b>
<b>6 Używany sprzęt radiowy</b>	<b>14</b>
6.1 Stacja Bazowa . . . . .	14

<b>7 Finanse</b>	<b>15</b>
7.1 Koszty miesięczne . . . . .	15
7.2 Koszty inwestycji . . . . .	15
7.2.1 Stacja Bazowa . . . . .	16
7.2.2 Stacja główna . . . . .	16
<b>8 Podsumowanie</b>	<b>16</b>
<b>9 Bibliografia</b>	<b>16</b>

## Słownik

- VoD (Video on demand) - technologie zapewniające dowolny dostęp do wszelkiego rodzaju filmów i innych video za pomocą Internetu
- IoT (Internet of Things) - koncepcja według której wszystkie "przedmioty" które nas otaczają jak pralki, żarówki, urządzenia AGD mogą połączyć się z internetem i mogą ze sobą współpracować
- provisioning - jest to technika budowania sieci szacując maksymalną liczbę użytkowników korzystających z danej usługi
- QoS (Quality of Service) - technika priorytetacji niektórych bardziej "ważnych" usług aby zapewnić lepszy obserwacyjny efekt w przypadku wykorzystania łączna
- ISP (Internet Service Provider) - dostawca usługi internetowej

## 1 Wstęp

Celem projektu jest zaprojektowanie sieci zapewniającej dostęp do Internetu dla mieszkańców mniejszych miejscowości w pobliżu Skierniewic.

Klientami sieci będą głównie osoby indywidualne oraz lokalne firmy w miejscowościach: Dąbrowice, Podstrobów, Trzcianna. Miejscowości te ze względu na umiejscowienie pomiędzy większymi miejscowościami, które rozwijają się za pomocą sieci przewodowych (światłowodowych) nie mają dostępu do internetu na tyle szybkiego aby uczestniczyć w szybko rozwijających się sektorach takich jak VoD oraz IoT.

Wstępny założeniem jest pozyskanie 100 klientów, w przyszłości możliwe będzie dodanie nowych lokalizacji oraz długoterminowo zamiana połączenia bezprzewodowego na światłowodowe i użycia zbudowanej infrastruktury i bazy klientów ponownie. Połączenia od stacji bazowych będą wykonywane indywidualnie (domki jednorodzinne).

Sieć będzie opierać się na łączach radiowych jako sieć core oraz rozprowadzania połączeń abonenckich od stacji bazowej. Sieć będzie początkowo łączyć miejscowości oddalone o 4-7km od Skierniewic.

## 2 Internet - sieć zewnętrzna

Biorąc pod uwagę przewidywaną liczbę klientów całej sieci (ok 100 abonentów) przyłączenie do sieci zewnętrznej musi mieć przepustowość przynaj-

mniej przepustowość 1Gbps. Aby zapewnić niezawodność takiego rozwiązania potrzebne będzie zakupienie dwóch niezależnych łącz internetowych.

## 2.1 Wybór operatorów zewnętrznych

Zostały wybrane 2 oferty od największych dostawców usług internetowych w Polsce: Orange Polska oraz Netia.

### 2.1.1 ISP I - Orange

Orange Polska (przed fuzją odrębne spółki Telekomunikacja Polska i PTK Centertel) – operator telekomunikacyjny, byłym monopolistą, a obecnie dominujący dostawca telefonii stacjonarnej w Polsce. Największy operator komórkowy w Polsce, obsługujący 14,36 mln klientów. Jeden z największych w Polsce dostawców Internetu i usług telekomunikacyjnych w sieci ruchomej.

#### 1. IP Transit

Korzystaj z dedykowanych łącz IP o dużej przepustowości i najlepszych parametrach transmisyjnych od T-Mobile – międzynarodowego operatora obecnego w wielu krajach Europy, w tym najważniejszych węzłach międzyoperatorskich w Polsce, Czechach, Rumunii, na Węgrzech, Słowacji, Frankfurcie nad Menem, Amsterdamie, Londynie i Wiedniu, wymieniających ruch z operatorami klasy TIER-1.

IP Transit to usługa przede wszystkim dla firm zajmujących się dostawą usług internetowych, hostingu lub lokalnych operatorów.

### 2.1.2 ISP II - Netia

Netia S.A. – jeden z największych polskich operatorów telekomunikacyjnych, część Grupy Cyfrowego Polsatu. Dostawca usług telewizyjnych, internetu stacjonarnego oraz mobilnego dla użytkowników prywatnych, firm oraz instytucji. Zatrudnia ok. 2000 osób w 70 lokalizacjach w Polsce. Od maja 2018 r. większościowy pakiet akcji Netia SA posiada Cyfrowy Polsat S.A.

#### 1. IP Tranzyt

Netia jest operatorem najnowocześniejszej, redundantnej i drugiej co do wielkości w kraju sieci szkieletowej, o długości ok. 20.000 km. Łączy ona sieci metropolitalne o długości 23.000 km w ponad 100 największych miastach Polski oraz zapewnia kilkanaście połączeń międzynarodowych. Sieć Netii to usługi dostępne dla ponad 800 największych

biurowców klasy A, od Frankfurtu po każde miasto w Polsce. Usługi transmisji danych Netii zapewniają przepustowość od 2 Mb/s do 100 Gb/s i zwielokrotnienie prędkości przesyłowej.

### 3 Stacje bazowe

W sieci szkieletowej będą znajdować się 3 stacje bazowe i jedna stacja główna

#### 3.1 Stacja główna

Stacja główna (Zadębie) będzie się składać z serwerowni oraz anten kierunkowych zapewniających dostęp do sieci stacjom bazowym. W przyszłości ta lokalizacja może również posłużyć jako serwerownia sieci światłowodowych.

##### 3.1.1 Serwerownia

2 redundatne serwery Dell Poweredge R6515:

Typ	Ilość	Część	Specyfikacja
CPU	1	AMD EPYC 7272P	2.90GHz, 12C/24T
RAM	8	16GB RDIMM	3200MT/s
ROM	3	480GB SATA SSD	Hotplug
PSU	2	Redundant Power Supply	550W
OS		Ubuntu Server LTS	20.04

2 redundante switche Dell EMC Switch N2224X-ON:

	Dana	Specyfikacja
Ilość portów	24	RJ45 PoE
	4	SFP+, 40GbE
Przepustowość portów		2.5G BASE-T
Rozmiar	1	U

1 zasilacz redundantny UPS Green Cell RTII with LCD display:

- 2U
- 2000VA 1800W

#### 3.2 Stacja Bazowa

Stacja bazowa będzie składać się z szafy rackowej oraz anteny kierunkowej. Jej zadaniem jest zapewnienie dostępu do stacji głównej i rozprowadzenie połączeń abonenckich.

### 3.2.1 Szafa rackowa

Switch Dell EMC PowerSwitch N2224X-ON:

	Dana	Specyfikacja
Ilość portów	48	RJ45 PoE
	4	SFP+, 10GbE
Przepustowość portów		2.5G

1 zasilacz redundantny UPS Green Cell RTII with LCD display:

- 2U
- 2000VA 1800W

## 4 Intranet - sieć wewnętrzna

Biorąc pod uwagę przewidywaną liczbę klientów (ok. 30/stacje bazową) oraz zakładając że łącze radiowe będzie osiągało 300Mbps (możliwe jest również wykorzystanie opcji 650Mbps) na jednego abonenta przypada wtedy tylko ok. 10Mb/s. Jest to co prawda wystarczające do streamowania jednego video 1080p (Tabela 1), jednak w przypadku klientów w domkach jednorodzinnych może to być jednocześnie kilka komputerów, telefonów i innych urządzeń IoT. Z tych powodów porządzane jest wykorzystanie opcji 650Mbps aby umożliwić nawet w godzinach szczytu "użytkowania internetu (zwykle tuż po godzinach pracy/szkoły) drożności sieci bez agresywnego używania QoS.

Tablica 1: Zalecany bitrate na platformie YouTube

Typ	30 fps	60 fps
1440p (2K)	16 Mbps	24 Mbps
<b>1080p</b>	<b>8 Mbps</b>	<b>12 Mbps</b>
720p	5 Mbps	7.5 Mbps

### 4.1 Umiejscowienie stacji bazowych

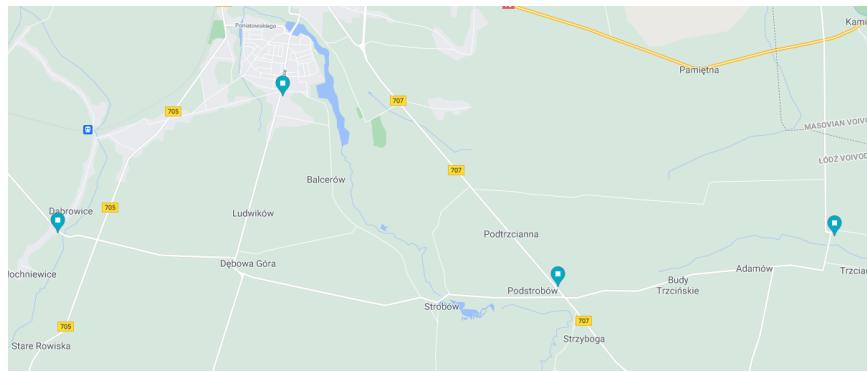
Głównymi kryteriami wyboru stacji bazowych były:

- ilość klientów
- centralna lokalizacja masztu (wysoki budynek)
- położenie na południe od Skierniewice

Tablica 2: Opis stacji bazowych

Stacja bazowa	Umiejscowienie Anteny	Odległość
<b>Zadziebie</b>	FAMA	główna
Dabrowice	OSP Dabrowice	3.64 km
Podstrobów	Stacja Kontroli Pojazdow	4.64 km
Trzcianna	Szkola Podstawowa Trzcianna	7.87 km

## 4.2 Schemat sieci Core



Rysunek 1: Mapa sieci Core

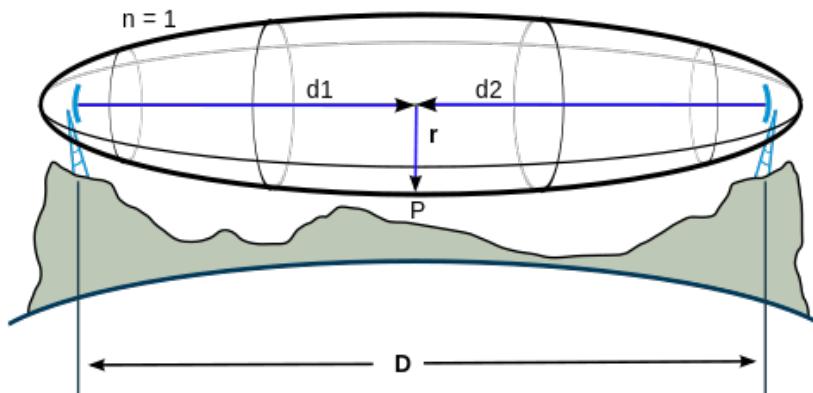
Siec core (szkieletowa) obejmuje połączenia radiowe pomiędzy stacją główną (punkt 4.2.4) a stacjami bazowymi w 3 mniejszych miejscowościach. Przy stacji głównej znajduje się serwerownia a przy stacjach bazowych znajdują się szafy rackowe z których wychodzą połączenia abonenckie.

Do kalkulacji strefy Fresnela użyto maksymalnego zasięgu strefy fresnela w metrach:

$$F_1[m] = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{cD}{f}} \quad (1)$$

$$F_1[m] = 8.656 \sqrt{\frac{D[km]}{f[GHz]}} \quad (2)$$

Strefa fresnela dla Trzcianna 10.354360208670988m



Rysunek 2: Strefa Fresnala

```
import math

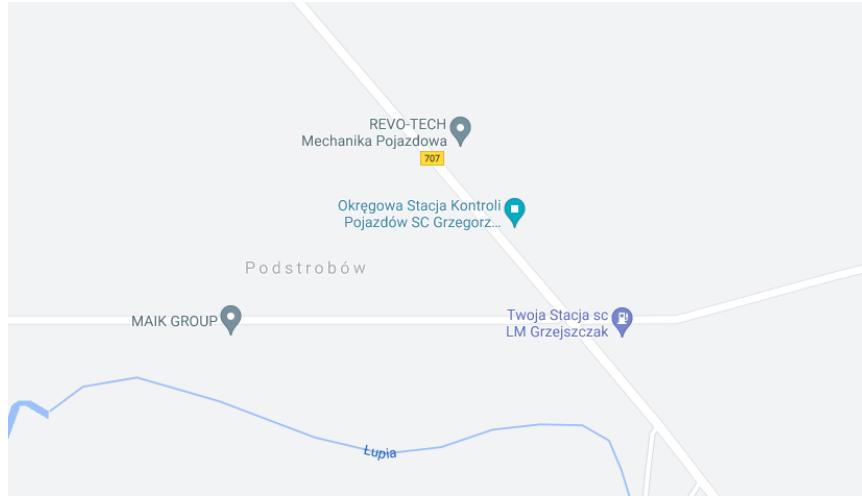
distance = 7.87 #km
frequency = 5.5 #GHz

output = 8.656 * math.sqrt(distance/frequency)
#substytucja predkosci swiatla
return ("Strefa fresnala dla Trzcianna " + str(output) + "m")
```

Listing 1: Kod w języku python

#### 4.2.1 Stacja Podstrobów

Stacja Podstrobów znajdzie się na budynku stacji kontroli pojazdu. Budynek został wybrany ze względu na wysokość oraz centralne położenie w miejscowości.



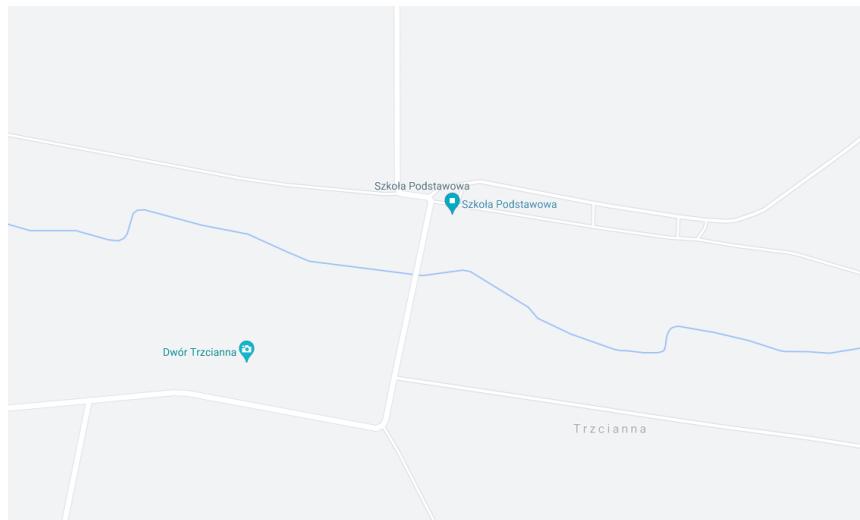
Rysunek 3: Stacja Podstrobów



	Punkt A	Punkt B
Lokalizacja	Podstrobów	Zadębie
Wysokość anten	25m	35m
Platforma sprzętowa	WES3HTG-AX-CA	WES3HTG-AX-CA
Tor radiowy	Zintegrowany	Zintegrowany
Odległość	4.64km	
Najwyższa przeszkoda	8m (dom)	
Strefa Fresnela	Wolna	
Szyfrowanie	Tak	

#### 4.2.2 Stacja Trzcianna

Stacja Trzcianna znajdzie się na budynku szkoły podstawowej. W pobliżu znajdowało się kilka budynków tej samej wysokości, więc pozycja wybrana była ze względu na łatwość dostępu



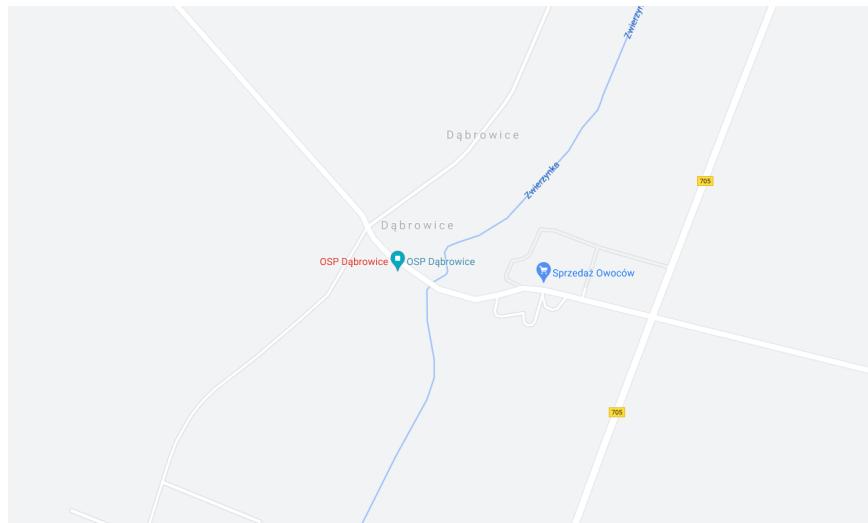
Rysunek 4: Stacja Trzcianna



	Punkt A	Punkt B
Lokalizacja	Trzcianna	Zadębie
Wysokość anten	35m	35m
Platforma sprzętowa	WES3HTG-AX-CA	WES3HTG-AX-CA
Tor radiowy	Zintegrowany	Zintegrowany
Odległość	7.87km	
Najwyższa przeszkoda	20m (drzewo)	
Strefa Fresnela	Wolna	
Szyfrowanie	Tak	

#### 4.2.3 Stacja Dabrowice

Stacja Dabrowice znajdzie się na budynku OSP w Dabrowicach. Stacja bazowa będzie częściowo finansowana z środków europejskiego funduszu ???????, gdyż będzie częścią systemu zarządzania kryzysowego. Maszt może być później wykorzystany do podobnych celów.



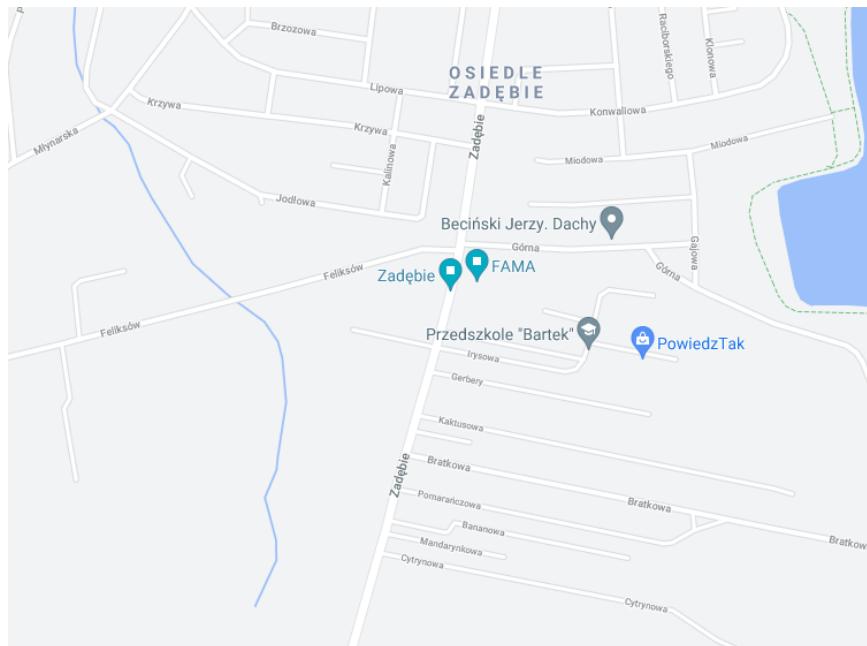
Rysunek 5: Stacja Dąbrowice



	Punkt A	Punkt B
Lokalizacja	Dąbrowice	Zadębie
Wysokość anten	25m	35m
Platforma sprzętowa	WES3HTG-AX-CA	WES3HTG-AX-CA
Tor radiowy	Zintegrowany	Zintegrowany
Odległość	3.64km	
Najwyższa przeszkoda	8m (dom)	
Strefa Fresnela	Wolna	
Szyfrowanie	Tak	

#### 4.2.4 Stacja Zadębie

Stacja Zadębie znajdzie się w południowej części osiedla Zadębie w Skierniewicach na siedzibie firmy FAMA. Stacja główna została wybrana ze względu na bogata baza dostawców usług internetowych oraz jej położenie względem stacji bazowych położonych na południe i południowy-wschód od Skierniewic.





## 5 Przyłączenia abonentow

NIE UJĘTE W PROJEKCIE

## 6 Używany sprzęt radiowy

W projekcie został wybrany tylko jeden model urządzenia radiowego. Jest to zintegrowany system 802.11ac zasilany poprzez RJ-45 PoE (802.3af) ze zintegrowaną anteną. Wybrany został ze względu na prostotę implementacji (brak skomplikowanych połączeń i specjalistycznych kabli oraz terminatorów) oraz jednorodność przez cały system (ułatwia serwisowanie).

### 6.1 Stacja Bazowa

Sprzęt radiowy w stacji bazowej składa się z zintegrowanego urządzenia z własnym zasilaniem oraz wbudowana anteną.

## Specyfikacja

Model	WES3HTG-AX-CA
Rozmiar	292 x 146 x 89
Waga	0.82kg
Połączenia	1x RJ45 (PoE)
Zasilanie	PoE: 802.3af
Pobór mocy	12W (max)
Połączenie bezprzewodowe	802.11ac (5Ghz)
Połączenie przewodowe	10/100/1000 BASE-T
Zasięg częstotliwości	5500-5700Mhz
Szerokość pasma	20, 40 lub 80Mhz
Przepustowość	300Mbps lub 650Mbps
Antena	Zintegrowana, Kierunkowa
Typ	Zewnetrzna, Patch, Dual Polarization
Zysk	17dBi
Azymut	30°horyzontalnie, 33°wertykalnie
Elewacja	17°horyzontalnie, 17°wertykalnie

## 7 Finanse

### 7.1 Koszty miesięczne

Koszty miesięczne obejmują pensje pracowników, przyłącze zewnętrzne, koszty eksploatacyjne oraz dzierżawe obiektów

Usługa	Kwota brutto (zł)
Łącze Orange	???
Łącze Netia	???
Pracownicy	???
Dzierżawa obiektów	???
Zasilanie	???
Suma	#ERROR

### 7.2 Koszty inwestycji

Koszty inwestycji obejmują zakup oraz instalacje nowego sprzętu

### 7.2.1 Stacja Bazowa

Urządzenie	Kwota brutto (zł)
Dell EMC PowerSwitch N2224X-ON	7000
WES3HTG-AX-CA	3000
UPS Green Cell RTII	1800
Suma	11800

### 7.2.2 Stacja główna

Urządzenie	cena (zł)	ilość	Kwota brutto (zł)
Dell EMC PowerSwitch N2224X-ON	5000	2	7000
WES3HTG-AX-CA	3000	3	9000
UPS Green Cell RTII	1800	1	1800
Dell Poweredge R6515	15000	2	30000
Suma			47800

## 8 Podsumowanie

## 9 Bibliografia

- [https://www.dipol.com.pl/poradnik\\_instalatora\\_wlan\\_bib86.htm](https://www.dipol.com.pl/poradnik_instalatora_wlan_bib86.htm)
- <https://ipcarrier.blogspot.com/2019/12/overprovisioning-is-as-dangerous-as.html>
- <https://support.google.com/youtube/answer/1722171>
- 5GHz WES3HTG Series Manual
- Projekt dostępowej sieci osiedlowej (miejskiej) (na przykładzie miasta Malborka), Gdańsk 2009