

# MEDIA TRANSMISYJNE 2

Projekt nr 2 - WiMax



Jakub Szuper  
259695

# Spis treści

<b>Wstęp .....</b>	<b>2</b>
<b>Cel ćwiczenia .....</b>	<b>2</b>
<b>Wprowadzenie do WiMax .....</b>	<b>3</b>
<b>Realizacja .....</b>	<b>4</b>
<b>Wnioski .....</b>	<b>9</b>
Rysunek 1. Parametry łącza radiowego WiMax .....	3
Rysunek 2. Podstawowe parametry analizy dla stacji centralnej .....	5
Rysunek 3. Przykładowe obliczenia minimalnego pola natężenia dla stacji centralnej .....	5
Rysunek 4. Obliczone kontury dla stacji centralnej .....	5
Rysunek 5. Pole natężenia dla stacji centralnej .....	6
Rysunek 6. Pole natężenia dla stacji centralnej wraz z uwzględnieniem stacji bazowych .....	6
Rysunek 7. Podstawowe parametry analizy dla wszystkich stacji .....	7
Rysunek 8. Przykładowe obliczenia minimalnego pola natężenia dla wszystkich stacji .....	7
Rysunek 9. Obliczone kontury dla wszystkich stacji .....	8
Rysunek 10. Pola natężeń dla wszystkich stacji z domyślnymi wysokościami stacji .....	8
Rysunek 11. Pola natężeń dla wszystkich stacji ze zwiększonymi wysokościami stacji .....	9
Tabela 1. Stacje wraz ze współrzędnymi .....	2
Tabela 2. Obliczony zasięg oraz azymut .....	4

## Wstęp

### Cel ćwiczenia

W przedstawionym projekcie należało przy wykorzystaniu programu „Piaś” zaproponować system radiowego dosyłu sygnału do stacji bazowych systemu WiMax pracującego w zakresie częstotliwości 3,6 – 3,8 GHz i obsługującego Powiat Wrocławski.

W granicach rozsądku można było zmienić wysokość zawieszenia anteny. Stacje bazowe mogły retransmitować sygnał w paśmie pracy oraz należało założyć typowe wartości pozostałych parametrów.

Stacją centralną był budynek C-5 na Politechnice Wrocławskiej, na którym znajdowała się antena o wysokości 30m. Stacje bazowe posiadały anteny o wysokości 10m i były umieszczone w różnych miejscach. Konkretnie współrzędne znajdują się w poniższej tabeli:

Lp	Nazwa	Wsp. geogr	Hant (n.p.t) [m]	Inne
1	Wrocław C5	51° 06' 33,4" , 17° 03' 31,4"	30	stacja centralna
2	Czernica	51° 2' 42" , 17° 14' 36"	10	
3	Długoleka	51° 10' 0" , 17° 11' 0"	10	
4	Jordanów Sl.	50°51'52" , 16°51'56"	10	
5	Kąty Wrocł.	51°1'47" , 16°46'14"	10	
6	Kobierzyce	50°58'0" , 16°55'0"	10	
7	Mietków	50°58'45" , 16°39'6"	10	
8	Sobótka	50°53'54" , 16°44'44"	10	
9	Św. Katarzyna	51°1'0" , 17°6'0"	10	

10	Żórawina	50°58'0" , 17°2'0"	10	
----	----------	--------------------	----	--

Tabela 1. Stacje wraz ze współrzędnymi

Dodatkowo w celu wyznaczenia  $E_{min}$ , korzystano z pliku zawartego w materiałach dodatkowych związanego z czułościami odbiornika.

## Wprowadzenie do WiMax

WiMAX to skrót od Worldwide Interoperability for Microwave Access, czyli Światowej Interoperacyjności dla Dostępu do Mikrofal. Jest to standard bezprzewodowej sieci dostępowej umożliwiający szybki i wydajny dostęp do Internetu w dużych obszarach, takich jak miasta lub regiony.

Jego cechy to wysoka przepustowość i duży zasięg, co pozwala na zapewnienie szybkiego i wydajnego dostępu do Internetu w miejscach, gdzie nie ma dostępu do sieci kablowych lub DSL. WiMAX jest kompatybilny z technologiami Wi-Fi i może być używany do połączenia z Internetem za pomocą laptopa, tabletu lub smartfona. Standard ten został opracowany przez organizację IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) i jest uważany za jedno z najbardziej obiecujących rozwiązań dla sieci bezprzewodowych w przyszłości.

Standard WiMAX dostarcza dostęp do Internetu w dwóch podstawowych zakresach częstotliwości:

- Zakres 2,5 GHz: Jest to częstotliwość dostępna na całym świecie i jest uważana za najbardziej powszechną dla sieci WiMAX. Ten zakres jest w stanie pokryć zasięgiem do kilku kilometrów;
- Zakres 3,5 GHz: Jest to częstotliwość dostępna w wybranych krajach i jest uważana za bardziej specjalistyczną. Ten zakres jest w stanie pokryć zasięgiem do kilkunastu kilometrów.

Oba te zakresy pozwalają na przesyłanie dużych ilości danych z dużą prędkością i niezawodnością, co umożliwia użytkownikom korzystanie z wielu aplikacji, takich jak streaming wideo i gry online.

Parametry łącza radiowego WiMAX			
	UZGODNIOWA		PLANOWANA
Wersja standardu	802.16	802.16a	802.16n
Zakres częstotliwości	10-66 GHz	2-11 GHz	≤ 6 GHz
Radiowa widoczność anten	potrzebna	brak widoczności	brak widoczności
Przepustowość stacji (maksymalna)	do 32 Mb/s 134 Mb/s (28 MHz)	≤ 74 Mb/s (14 MHz)	do 15 Mb/s
Rodzaj modulacji	QPSK, 16QAM 64QAM	356 podnośnych OFDM z modulacją BPSK/QPSK/ 16QAM//64QAM/256QAM	
Mobilność terminalu	połączenie stałe	połączenie stałe	≤ 120 km/godz
Szerokość kanału	20/25/28 MHz	1,25/2,5/3,5/6/ 7/10/14/20 MHz	5 MHz
Typowy promień komórki	1,6-5 km	3-10 km	1,6-5 km

Rysunek 1. Parametry łącza radiowego WiMax

## Realizacja

Działając zgodnie ze standardem WiMax wybrano przykładowe parametry do wygenerowania potrzebnych rysunków.

Dodatkowo obliczono odległość stacji centralnej od stacji bazowej, wraz z określeniem azymutu.

Stacja centralna	Stacja bazowa	Azymut	Odległość
1	2	118,93°	14,75 km
	3	53,67°	10,78 km
	4	206,47°	30,40 km
	5	246,38°	21,99 km
	6	212,11°	18,71 km
	7	243,21°	31,92 km
	8	223,16°	32,10 km
	9	164,33°	10,69 km
	10	186,40°	15,96 km

Tabela 2. Obliczony zasięg oraz azymut

Na początku należało dobrać takie parametry, aby zasięg pola natężenia dla stacji centralnej obejmował wszystkie stacje bazowe.

Wybrane wartości dla parametrów:

- Częstotliwość: 3620 MHz;
- Moc nadajnika 55 dBm;
- Zysk anteny: 20 dBi;
- Poziom mocy promieniowanej: 75 dBm;
- Wysokość anteny nadawczej: 30 m;
- Czułość odbiornika: dla modulacji QPSK wybrano szerokość BW równą 1,75 MHz przy sprawności kodowania 1/2;

**Podstawowe parametry analizy**

---

☒ Użytkownika
☐ DVB-T
☐ DAB

---

Częstotliwość [MHz]

---

Poziom mocy promieniowanej

dBm ▼
EIRP ▼

---

Wysokość zawieszenia anteny nadawczej [m n.p.t.]

Wysokość zawieszenia anteny odbiorczej [m n.p.t.]

---

Numeryczny model terenu

Rozdzielczość [sek. geo.]

---

Dalej

Zamknij

Rysunek 2. Podstawowe parametry analizy dla stacji centralnej

X

**Minimalne natężenie pola elektrycznego dla zadanej czułości odbiornika i zysku anteny**

---

Czułość odbiornika

dBm ▼

Zysk anteny

dBi ▼

Częstotliwość [MHz]

---

**Minimalne natężenie pola [dB(μV/m)]**  

37.59

---

Oblicz

Rysunek 3. Przykładowe obliczenia minimalnego pola natężenia dla stacji centralnej

**Kontury (Wartości graniczne [dB(μV/m)])**

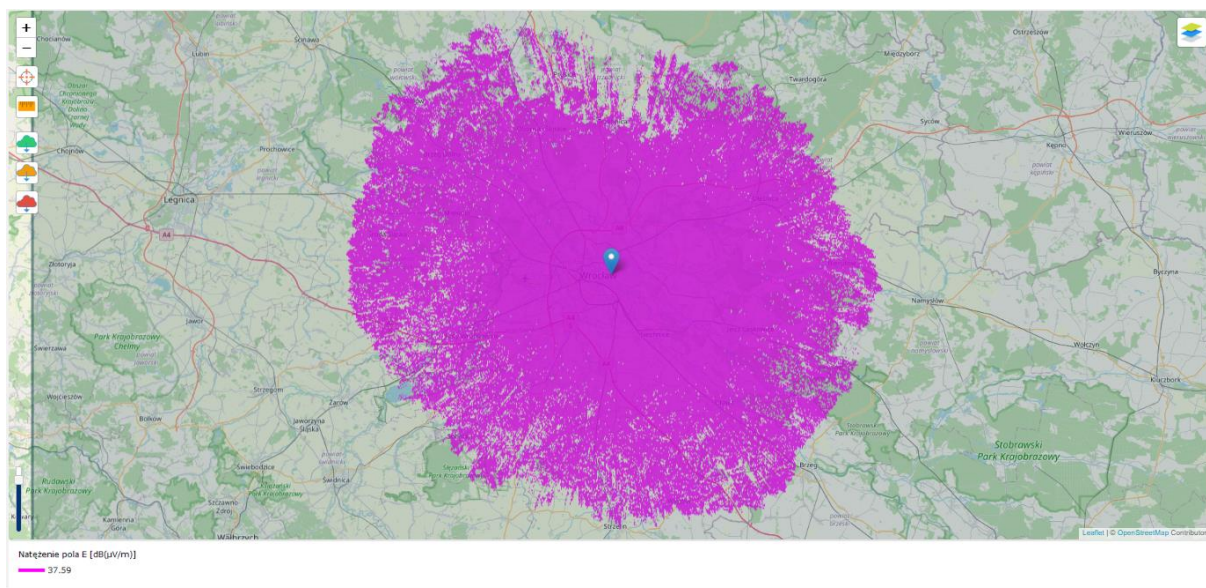
---

37.59

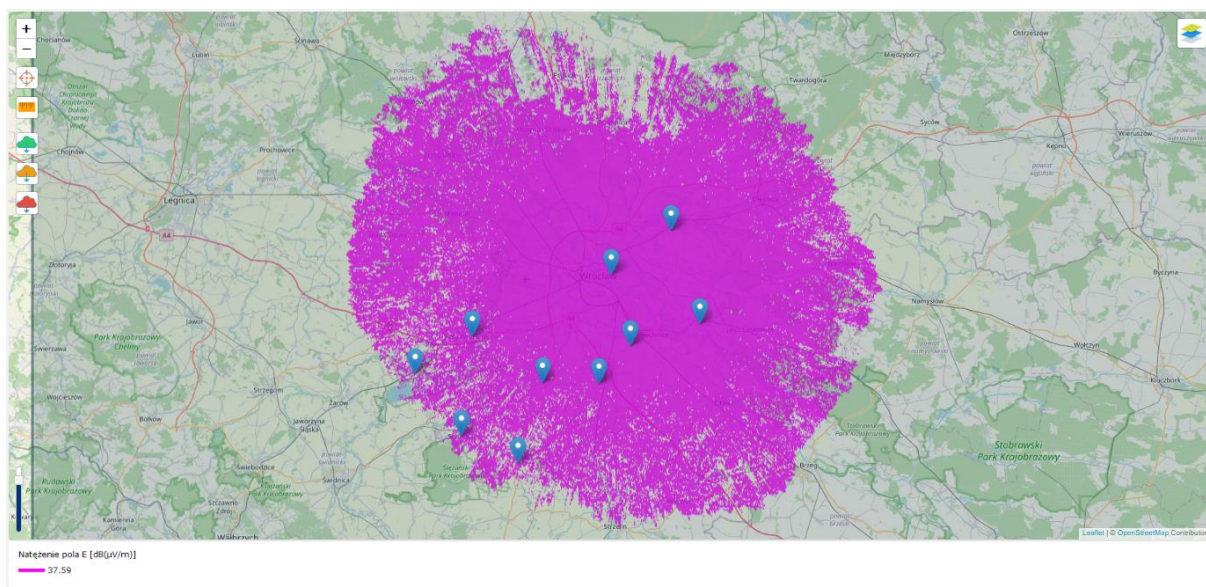
OK

Rysunek 4. Obliczone kontury dla stacji centralnej





Rysunek 5. Pole natężenia dla stacji centralnej



Rysunek 6. Pole natężenia dla stacji centralnej wraz z uwzględnieniem stacji bazowych

Kolejno należało dobrać takie parametry, aby zasięgi pola natężeń dla wszystkich 10 stacji, mogły się ze sobą stykać/widzieć.

Wybrane wartości dla parametrów:

- Częstotliwość: 3620 MHz;
- Moc nadajnika: 30 dBm;
- Zysk anteny: 3 dBi;
- Poziom mocy promieniowanej: 33 dBm;
- Wysokość anteny nadawczej: 30 m dla stacji centralnej, 10 m dla stacji bazowych;
- Czułość odbiornika: dla modulacji QPSK wybrano szerokość BW równą 1,75 MHz przy sprawności kodowania  $\frac{1}{2}$ .

**Podstawowe parametry analizy**

☒ Użytkownika ☐ DVB-T ☐ DAB

Częstotliwość [MHz] 3620

Poziom mocy promieniowanej 33 dBm EIRP

Wysokość zawieszenia anteny nadawczej [m n.p.t.] 10

Wysokość zawieszenia anteny odbiorczej [m n.p.t.] 10

Numeryczny model terenu ASTER

Rozdzielczość [sek. geo.] 6

Dalej Zamknij

Rysunek 7. Podstawowe parametry analizy dla wszystkich stacji

**Minimalne natężenie pola elektrycznego dla zadanej czułości odbiornika i zysku anteny**

Czułość odbiornika dBm -90.8

Zysk anteny dBi 20

Częstotliwość [MHz] 3620

Minimalne natężenie pola [dB(μV/m)] 37.59

Oblicz

Rysunek 8. Przykładowe obliczenia minimalnego pola natężenia dla wszystkich stacji

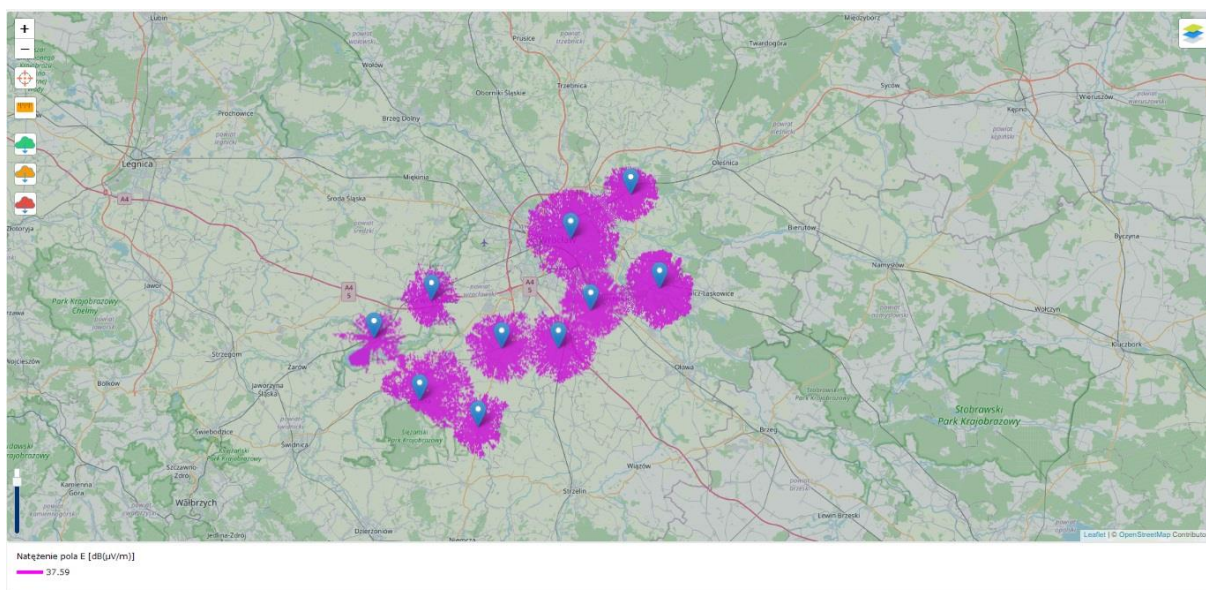


**Kontury (Wartości graniczne [dB( $\mu$ V/m)])**

37.59

OK

Rysunek 9. Obliczone kontury dla wszystkich stacji

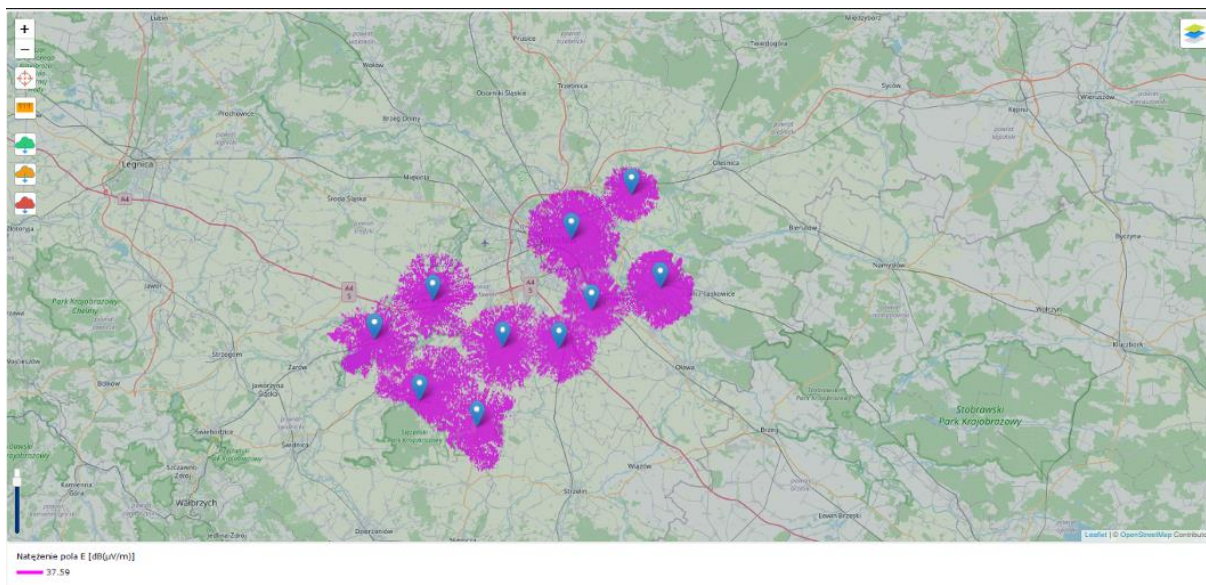


Rysunek 10. Pola natężeń dla wszystkich stacji z domyślnymi wysokościami stacji

Jak widać na rysunku wyżej, nie wszystkie pola natężeń się stykają i między niektórymi stacjami są pewne puste przestrzenie (nie ma żadnego sygnału). Rozwiązaniem może być naniesienie poprawek wysokości, czyli np. zwiększenie wysokości dla paru stacji o kilkanaście metrów.

Następujące zmiany:

- Kąty Wrocławskie – stacja zwiększona do 25 m;
- Mietków – stacja zwiększona do 25 m;
- Kobierzyce – stacja zwiększona do 20 m;
- Sobótka – stacja zwiększona do 20 m;
- Jordanów – stacja zwiększona do 25 m .



Rysunek 11. Pola natężeń dla wszystkich stacji ze zwiększonymi wysokościami stacji

## Wnioski

Stacja centralna w standardzie WiMAX jest kluczowym elementem systemu, odpowiedzialnym za łączenie stacji bazowych z siecią komunikacyjną i udostępnianie dostępu do Internetu. Stacje bazowe są natomiast niezbędne do tworzenia sieci bezprzewodowej, umożliwiającej transmisję danych z i do urządzeń końcowych, takich jak laptopy, smartfony itp.

Można zauważyć, że przy tych samych wartościach parametrów dla każdej stacji bazowej, należało nanieść poprawki dla każdej z osobna, aby otrzymać optymalny dosył sygnału radiowego między stacjami. Wraz ze wzrostem wysokości, rósł zasięg pola natężenia dla stacji, co skutkowało pozytywnym wynikiem. Wszystkie zmiany były dobierane dla jak najlepszego efektu, bez bardzo dużych odchyśleń od domyślnych/początkowych wartości.

Dodatkowo można dodać, że brana pod uwagę modulacja wraz z określoną szerokością BW oraz sprawnością kodowania, została wybrana w taki sposób, aby dawała jak najlepsze wyniki, pod względem obliczania minimalnego pola natężenia oraz najlepszego zasięgu. Im większa szerokość BW, tym większa czułość odbiornika, co przekłada się na mniejsze kontury minimalnego pola natężenia.