



Politechnika Wrocławska

Wydział Informatyki i  
Telekomunikacji



# **Projektowanie systemów sieci bezprzewodowych – Projekt 2**

## **Autor:**

Mateusz Franków 259740

## **Kierunek:**

Teleinformatyka

## **Prowadzący:**

dr inż. Sławomir Kubal

## Spis treści

1. Temat projektu .....	3
2. Dane do analizy.....	3
3. Obliczenia .....	6
4. Analiza programem PIAST .....	7
4.1. Analiza dla wysokości masztu 30m, długość kabla 40m, tłumienie kabla 2,2dB .....	10
4.2. Analiza dla wysokości masztu 60m, długość kabla 70m, tłumienie kabla 3,85dB ...	11
4.3. Analiza dla wysokości masztu 40m, długość kabla 50m, tłumienie kabla 2,75dB ...	12
4.4. Analiza dla wysokości masztu 50m, długość kabla 60m, tłumienie kabla 3,3dB .....	13
4.4 Analiza dla wysokości masztu 55m, długość kabla 65m, tłumienie kabla 3,575dB. .	14
4.5. Analiza dla wysokości masztu 58m, długość kabla 68m, tłumienie kabla 3,74dB. ..	15
5. Podsumowanie i wnioski .....	15

## Spis rysunków

Rysunek 1 Nadajnik – Antena .....	5
Rysunek 2 Data sheet H500.....	6
Rysunek 3 Powiat Średzki z Google Map. ....	7
Rysunek 4 Podstawowe parametry analizy.....	8
Rysunek 5 Parametry propagacyjne .....	8
Rysunek 6 Charakterystyka pozioma tłumienia anteny .....	9
Rysunek 7 Narzędzie do zmiany wartości granicznych prezentacji natężenia pola .....	9
Rysunek 8 Analiza dla wysokości masztu 30m, długość kabla 40m, tłumienie kabla 2,2dB .....	10
Rysunek 9 Analiza dla wysokości masztu 60m, długość kabla 70m, tłumienie kabla 3,85dB .....	11
Rysunek 10 Analiza dla wysokości masztu 40m, długość kabla 50m, tłumienie kabla 2,75dB .....	12
Rysunek 11 Analiza dla wysokości masztu 50m, długość kabla 60m, tłumienie kabla 3,3dB .....	13
Rysunek 12 Analiza dla wysokości masztu 55m, długość kabla 65m, tłumienie kabla 3,575dB .....	14
Rysunek 13 Analiza dla wysokości masztu 58m, długość kabla 68m, tłumienie kabla 3,74dB .....	15
Rysunek 14 Przedstawienie natężenia pola dla 60m masztu wraz z odchyleniem 0,55dB .....	16

## 1. Temat projektu

Przedmiotem analizy jest predykcja zasięgu stacji nadawczej pracującej w zakresie częstotliwości 146 – 174 MHz, stosowanej do konwencjonalnej łączności dwukierunkowej z wykorzystaniem analogowej modulacji częstotliwości FM. Operator planuje przeniesienie anteny nadawczej z bieżącej lokalizacji do lokalizacji o współrzędnych geograficznych: szerokość geograficzna: 51°10'32,74" N i długość geograficzna: 16°35'18,30" E. Zgodnie z podanymi przez niego danymi w punkcie tym wysokość nad poziom morza wynosi 120m. Predykcja zasięgu radiostacji wykonana zostanie w celu określenia optymalnej wysokości zawieszenia anteny nadawczej z punktu widzenia pokrycia powiatu średzkiego.

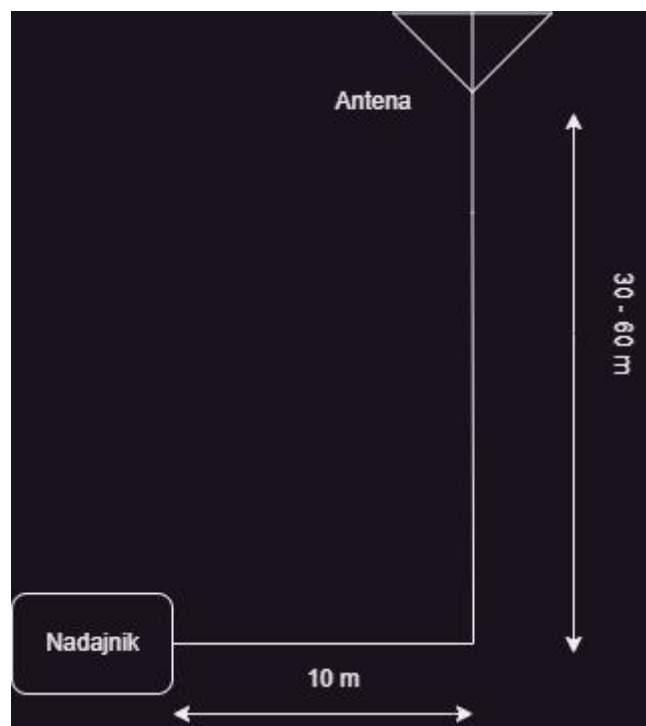
## 2. Dane do analizy

Do celów analizy należy przyjąć następujące dane:


- możliwy zakres wysokości masztu - od 30 do 60 m,
- wysokość zawieszenia anteny odbiorczej - 2,5 m,
- zyski energetyczne anten, na maszcie oraz w pojazdach (typowe dipole półfalowe):
  - maszt: minimum 4 dB,
  - pojazdy: ok. 2 dB,
- przewód pomiędzy nadajnikiem i anteną (tłumienność jednostkowa w dB/100m): H100
- odległość w linii poziomej między nadajnikiem i stopą masztu: 10 m
- do obliczeń przyjąć moc nadawania 40W, impedancję antenową 50  $\Omega$ , szerokości kanału 12,5 kHz, pionową polaryzację anten,
- wartość natężenia pola w punkcie odbioru nie mniejszą od 22 dB[ $\mu$ V/m]

Tabela 1. Dane wstępne.

Skrót - znaczenie	Wartość [jednostka]	Uwagi
F - częstotliwość	146 – 174 [MHz]	W projekcie użyta wartość maksymalna częstotliwości – 174MHz
$H_T$ - wysokość terenu (nad poziomem morza)	120 [m]	
$H_M$ - wysokość masztu	30 – 60 [m]	Wysokość masztu jest celem analizy
$H_C$ -wysokość całkowita (nad poziomem morza)	150 – 180 [m]	
$H_O$ - wysokość anteny odbiorczej pojazdu	2,5 [m]	Antena znajduje się poza pojazdem
D – długość przewodu pomiędzy nadajnikiem, a anteną	40 – 70 [m]	Obrazek 1., tłumienność jednostkowa w dB/100m
$G_N$ - zysk energetyczny anteny masztu	4 [dB]	Dipol półfalowy [dBd]
$G_P$ - zysk energetyczny anteny pojazdu	2 [dB]	Dipol półfalowy [dBd]
P - Moc nadawania	40W => 16 dBW	Impedancja 50 $\Omega$
RBW – szerokość kanału	12,5 [kHz]	
Polaryzacja anten	Pionowa	
$E_{min}$ - odbioru sygnału	22 dB[ $\mu$ V/m]	
L- tłumienność fidera(kabla)H100	5,5[dB] +-0,55[dB]	Rysunek 2 i 3.Obliczenia (Tłumienność H500 dla 174MHz)



*Rysunek 1 Nadajnik – Antena*

	TECHNICAL DATA SHEET	code	H500C00
		version	2
		date	2005-11-02
	COAX H500 PE	page	2/2

### Electrical characteristics

Mean characteristic impedance:	$50 \pm 2 \Omega$
Regularity of impedance:	$> 46 \text{ dB}$
DC loop resistance:	$\leq 15.3 \Omega/\text{km}$
DC resistance inner conductor:	$\leq 3.8 \Omega/\text{km}$
DC resistance outer conductor:	$\leq 11.5 \Omega/\text{km}$
Capacitance:	$82 \text{ pF/m} \pm 3 \text{ pF/m}$
Velocity ratio:	$0.81 \pm 0.02$
Insulation resistance:	$> 10^4 \text{ M}\Omega.\text{km}$
Voltage test of dielectric:	3 kVdc
Screening efficiency 30-1000 MHz:	$\geq 90 \text{ dB}$

Attenuation at	Nominal	Attenuation at	Nominal
5 MHz:	0.9 dB/100m	1000 MHz:	14.6 dB/100m
50 MHz:	2.9 dB/100m	1350 MHz:	17.4 dB/100m
100 MHz:	4.1 dB/100m	1750 MHz:	20.3 dB/100m
200 MHz:	6.0 dB/100m	2150 MHz:	23.0 dB/100m
400 MHz:	8.7 dB/100m	2400 MHz:	24.6 dB/100m
600 MHz:	10.9 dB/100m	5000 MHz:	38.9 dB/100m
800 MHz:	12.9 dB/100m	10000 MHz:	61.7 dB/100m

Maximum attenuation is 10% higher.

Rysunek 2 Data sheet H500

## 3. Obliczenia

### Natężenie pola:

$$E_{\text{min całkowite}} = E_{\text{min}} - G_P \rightarrow 22\text{dB}[\mu\text{V/m}] - 2\text{dB} = 20\text{dB}[\mu\text{V/m}]$$

### Tłumienność H500 dla 174MHz:

różnica wartości tłumienności pomiędzy 100MHz, a 174MHz:

$$0,74 * 1,9 = 1,406[\text{dB}]$$

przybliżona wartość tłumienia dla 174MHz:

$$L = 4,1\text{dB} + 1,4\text{dB} = 5,5\text{dB}$$

przybliżony błąd tłumienia dla 174MHz:

$$10\% \text{ z } 5,5 = 0,55 [\text{dB}]$$

### Tłumienność kabla:

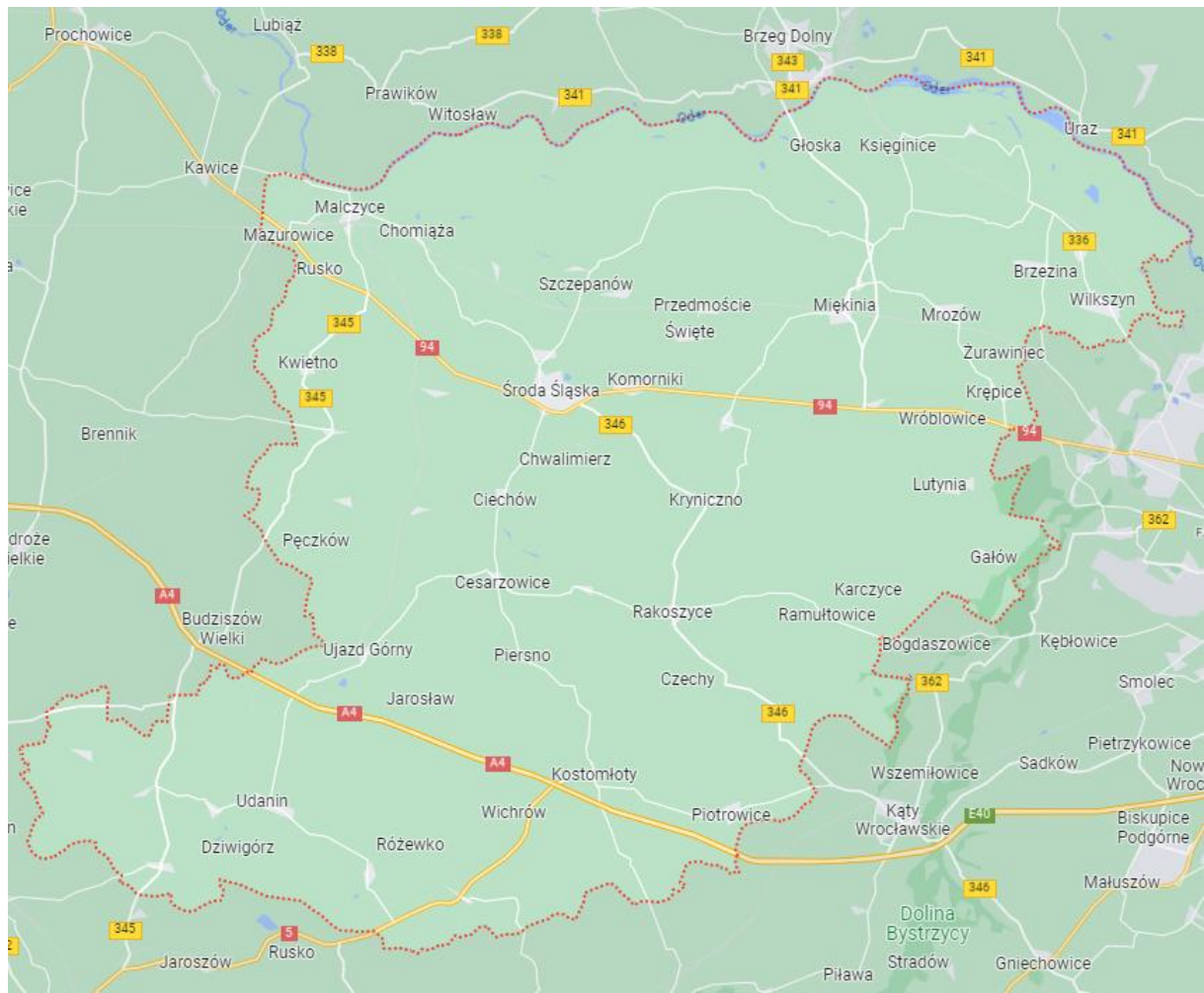
$$T_k = \frac{D}{100} * L[\text{dB}] \rightarrow \frac{\text{od } 40\text{m do } 70\text{m}}{100\text{m}} * 5,5[\text{dB}] \rightarrow \text{zakres: } < 2,2; 3,85 > [\text{dB}] \pm 0,55[\text{dB}]$$

### ERP:

$$ERP = P - T_k + G_N \rightarrow 16\text{dBW} - T_k + 4\text{dB} = 20\text{dBW} - T_k$$

$$\text{Zakres: } ERP = < 16,15; 17,8 > [\text{dBW}]$$

## 4. Analiza programem PIAST



Rysunek 3 Powiat Średzki z Google Map.

## Podstawowe parametry analizy

☒ Użytkownika

☐ DVB-T

☐ DAB

Częstotliwość [MHz]	<div>174</div>
Poziom mocy promieniowanej	<div>16.15 - 17.80</div> <div>Podaj liczbę!</div> <div><div>dBW</div><div>ERP</div></div>
Wysokość zawieszenia anteny nadawczej [m n.p.t.]	<div>30 - 60</div> <div>Wysokość anteny nadawczej musi być z przedziału &lt;1,3000&gt; m n.p.t.!</div>
Wysokość zawieszenia anteny odbiorczej [m n.p.t.]	<div>2.5</div>
Numeryczny model terenu	<div>ASTER</div>
Rozdzielczość [sek. geo.]	<div>6</div>

Dalej

Zamknij

Rysunek 4 Podstawowe parametry analizy



## Parametry propagacyjne

Model propagacyjny	ITU-R P.1546
Wersja metody	6
Procent czasu [%]	50
Procent lokalizacji [%]	50
System	Rozsiewczy analogowy

Cofnij

Dalej

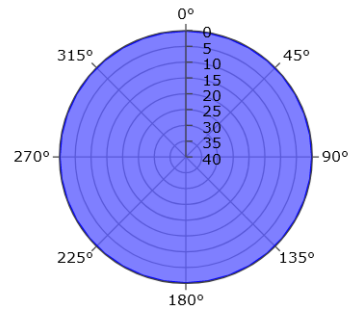
Zamknij

Rysunek 5 Parametry propagacyjne



### Charakterystyka pozioma tłumienia anteny [dB]

0°	10°	20°	30°	40°	50°
0	0	0	0	0	0
60°	70°	80°	90°	100°	110°
0	0	0	0	0	0
120°	130°	140°	150°	160°	170°
0	0	0	0	0	0
180°	190°	200°	210°	220°	230°
0	0	0	0	0	0
240°	250°	260°	270°	280°	290°
0	0	0	0	0	0
300°	310°	320°	330°	340°	350°
0	0	0	0	0	0



Kod charakterystyki poziomej HCM

000ND00

Znajdź

Cofnij

Oblicz

Zamknij

Rysunek 6 Charakterystyka pozioma tłumienia anteny

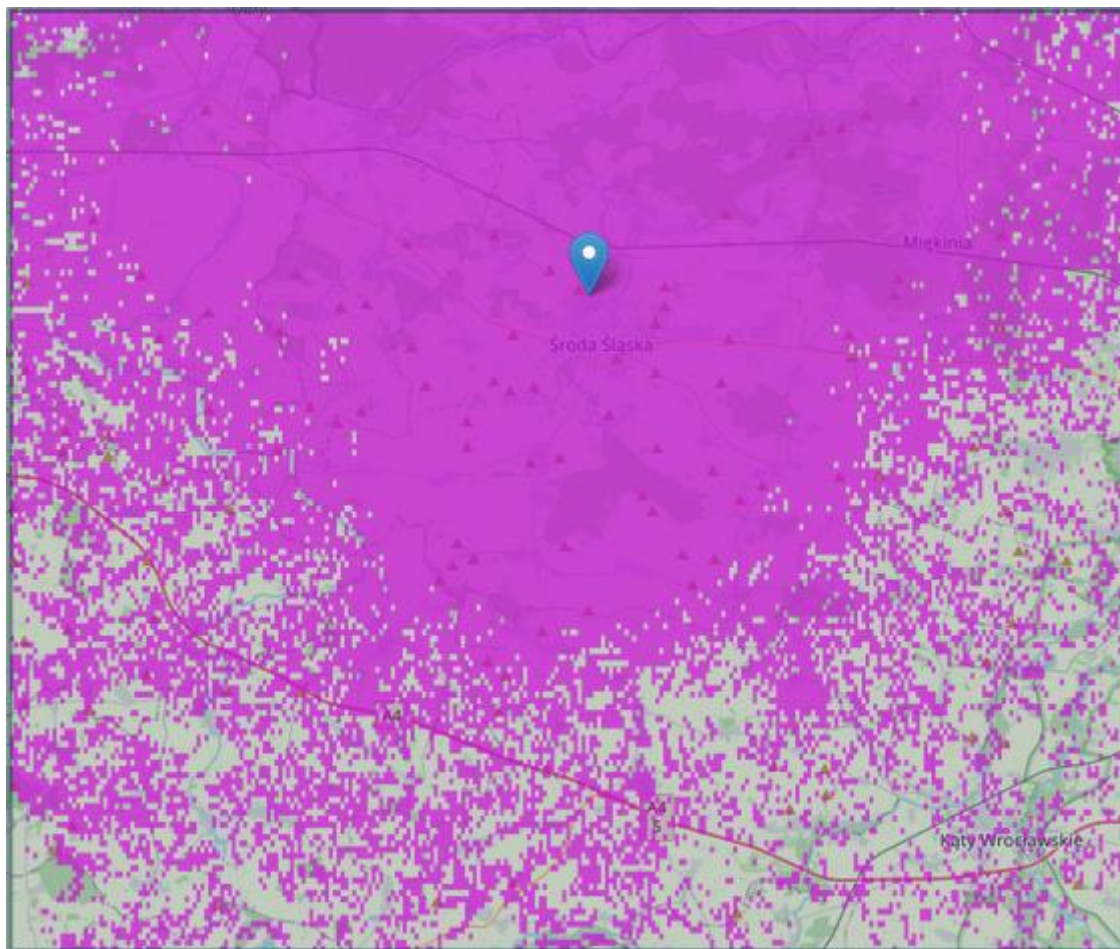
### Kontury (Wartości graniczne [dB( $\mu$ V/m)])

20

OK

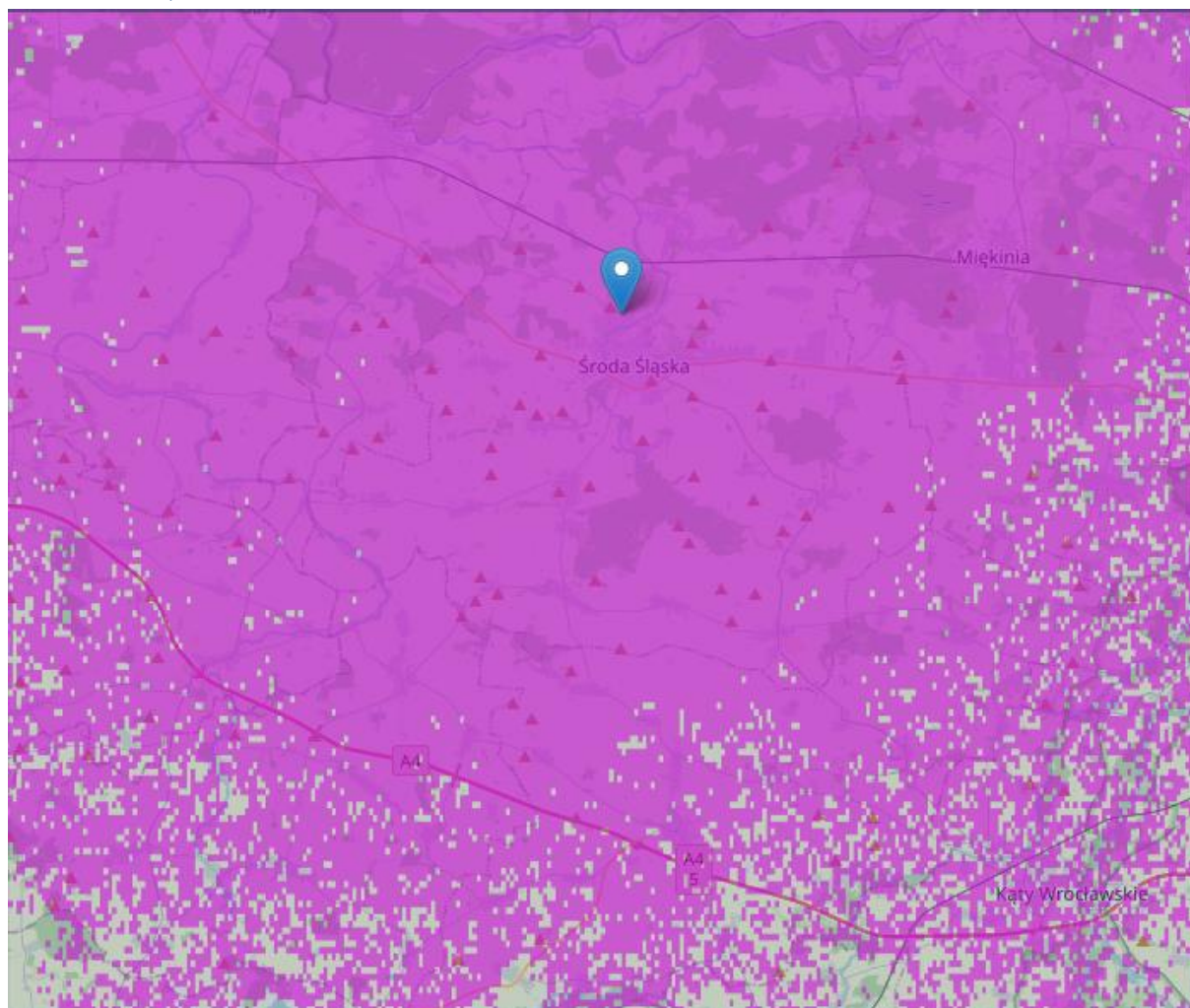
Rysunek 7 Narzędzie do zmiany wartości granicznych prezentacji natężenia pola

4.1. Analiza dla wysokości masztu 30m, długość kabla 40m, tłumienie kabla 2,2dB



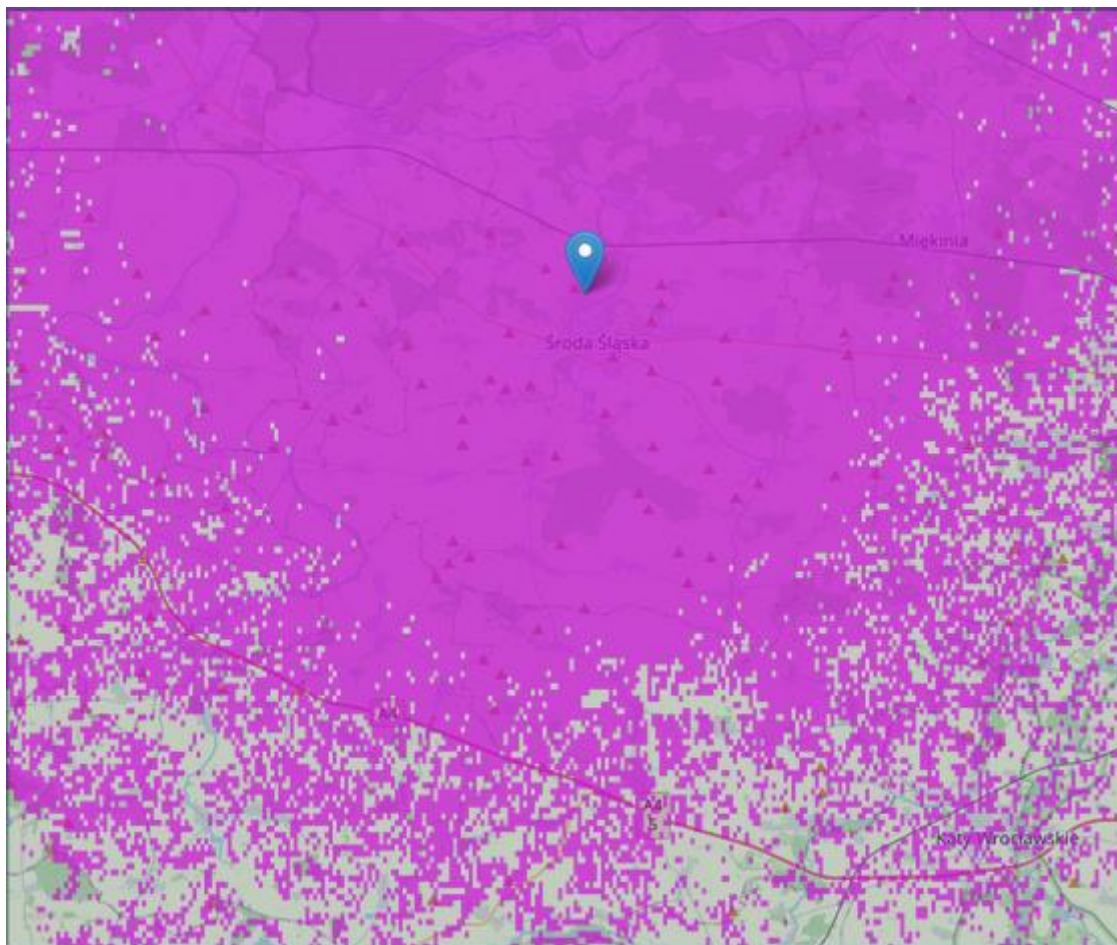
Rysunek 8 Analiza dla wysokości masztu 30m, długość kabla 40m, tłumienie kabla 2,2dB

4.2. Analiza dla wysokości masztu 60m, długość kabla 70m, tłumienie kabla 3,85dB



Rysunek 9 Analiza dla wysokości masztu 60m, długość kabla 70m, tłumienie kabla 3,85dB

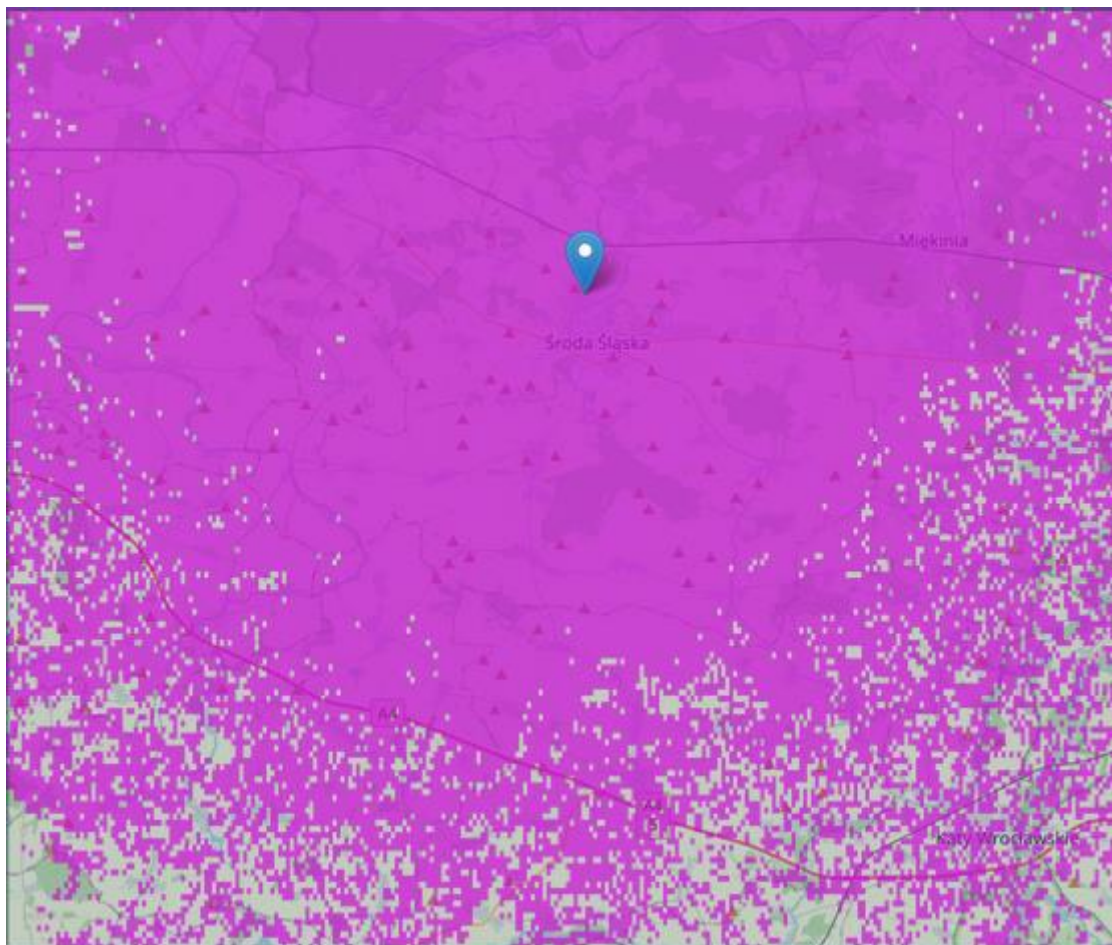
4.3. Analiza dla wysokości masztu 40m, długość kabla 50m, tłumienie kabla 2,75dB



Rysunek 10 Analiza dla wysokości masztu 40m, długość kabla 50m, tłumienie kabla 2,75dB

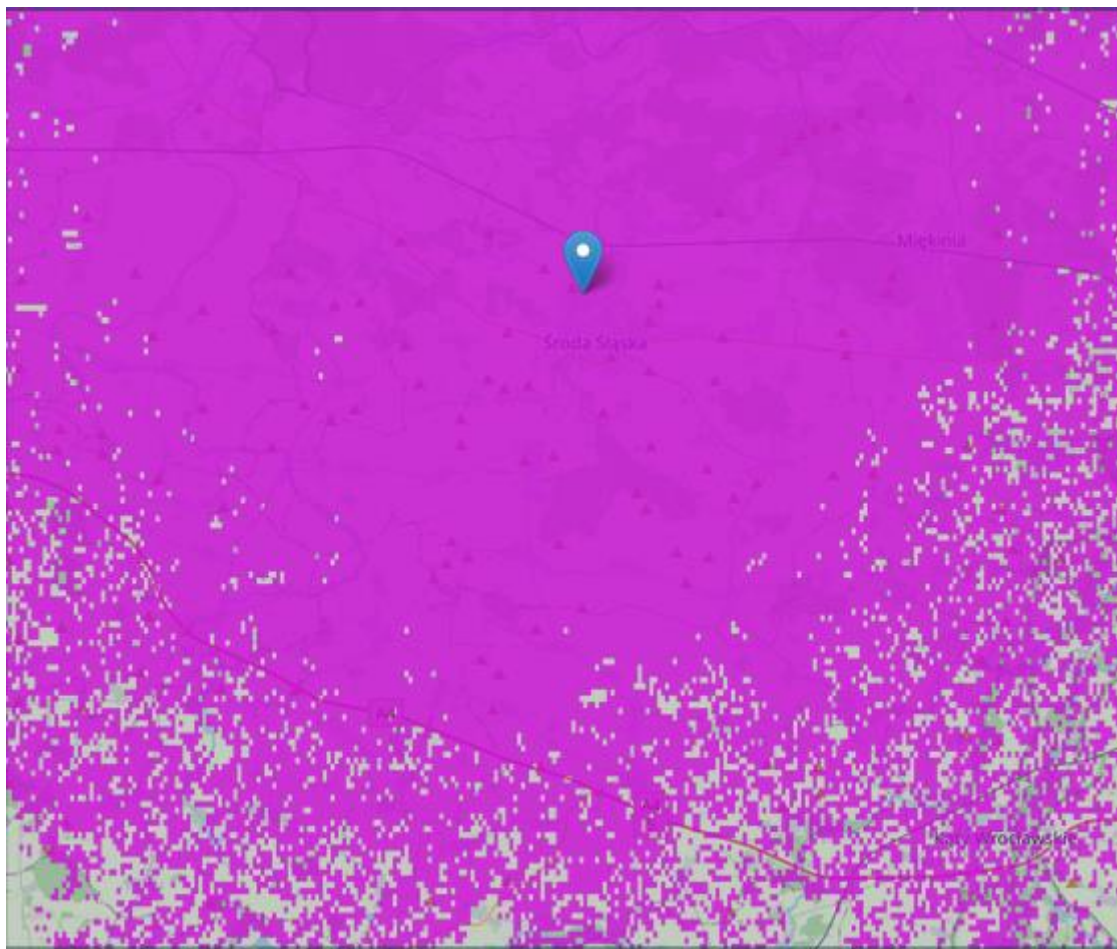


4.4. Analiza dla wysokości masztu 50m, długość kabla 60m, tłumienie kabla 3,3dB



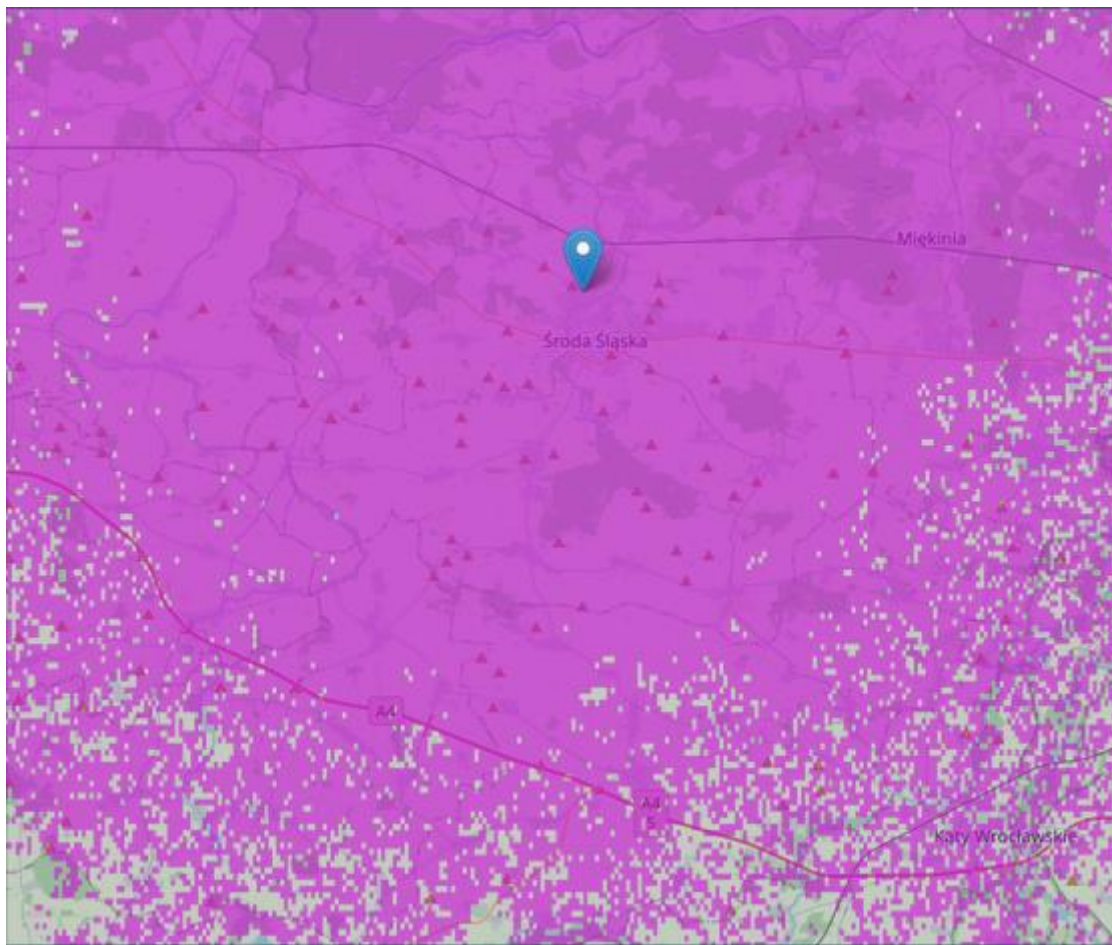
Rysunek 11 Analiza dla wysokości masztu 50m, długość kabla 60m, tłumienie kabla 3,3dB

4.4 Analiza dla wysokości masztu 55m, długość kabla 65m, tłumienie kabla 3,575dB.



*Rysunek 12 Analiza dla wysokości masztu 55m, długość kabla 65m, tłumienie kabla 3,575dB*

4.5. Analiza dla wysokości masztu 58m, długość kabla 68m, tłumienie kabla 3,74dB.



Rysunek 13 Analiza dla wysokości masztu 58m, długość kabla 68m, tłumienie kabla 3,74dB

## 5. Podsumowanie i wnioski

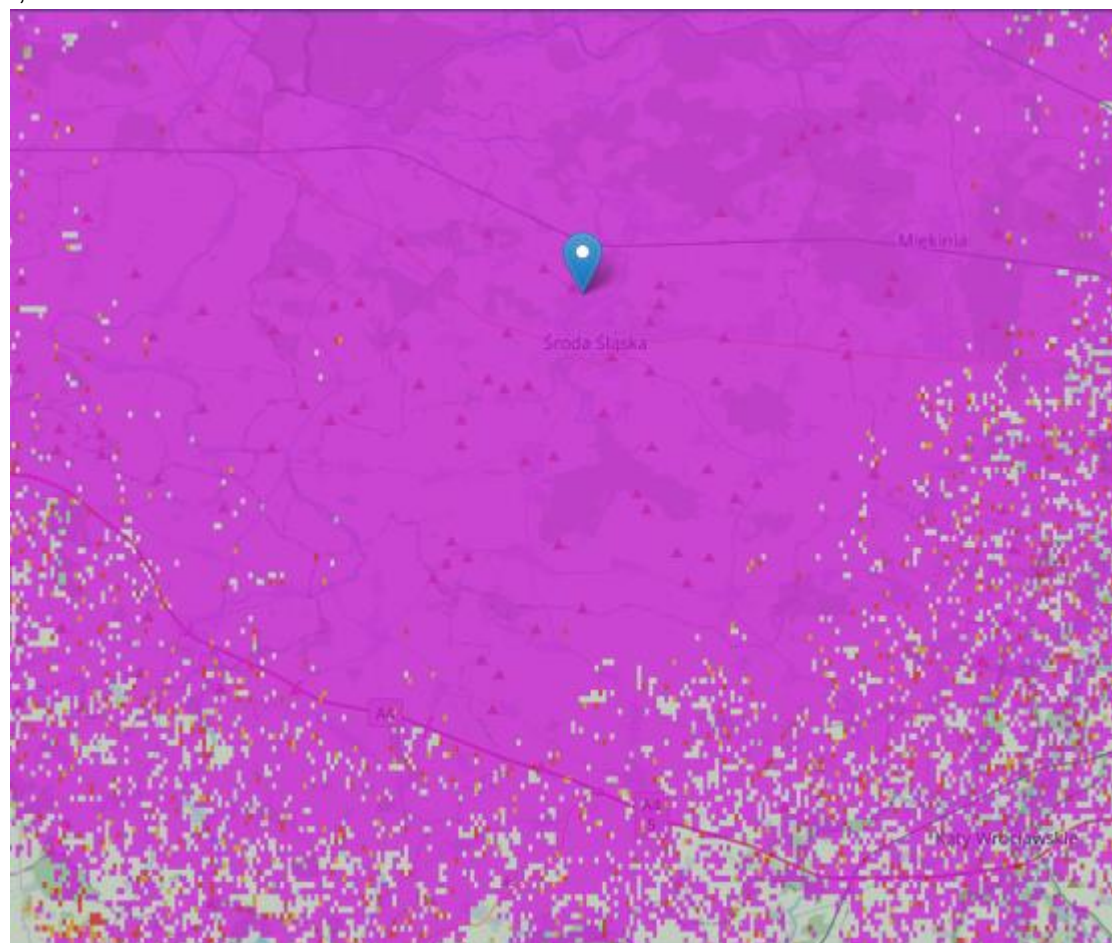
Oby optymalnie pokryć powiat średzki przez nowo przeniesioną stację nadawczą pracującą w częstotliwości 146 – 174 MHz, stosowanej do konwencjonalnej łączności dwukierunkowej z wykorzystaniem analogowej modulacji częstotliwości FM o lokalizacji: szerokości geograficznej: 51°10'32,74" N i długości geograficznej: 16°35'18,30" E, wysokość, na której antena powinna być zawieszona wynosi **55-60m**.

Przedmiotem badania była częstotliwość 174MHz, ponieważ jeśli antena zapewnia odpowiedni zasięg dla częstotliwości 174MHz to również będzie działać efektywnie dla częstotliwości 146 MHz. Im większa częstotliwość tym bardziej jest ona tłumiona.

Podniesienie wysokości anteny pozytywnie wpływa na propagację sygnału, nawet jeśli równocześnie rośnie tłumienność kabla.



Wartość natężenia pola dla wysokości anteny 60m wraz z naniesionym odchyleniem 0,55dB.



Natężenie pola E [dB( $\mu$ V/m)]

20.55	20	19.45
max	średnie	minimum

Rysunek 14 Przedstawienie natężenia pola dla 60m masztu wraz z odchyleniem 0,55dB