

Kierunek: TIN	Nazwa zajęć: LABORATORIUM SIECI BEZPRZEWODOWYCH		Ocena:
Nr. ćwiczenia: 2	Tytuł ćwiczenia: Wyznaczanie zasięgu użytkowego (zakłóceniewego) nadajnika oraz profilu trasy radiowej		
Termin: Czwartek TN 13:15	Data wykonania ćwiczenia: 26.10.2017	Nr. grupy: 1	
Osoby wykonujące ćwiczenie:		Podpisy:	
Marcin Kołodziej		Marcin Kołodziej	
Igor Michalski		Igor Michalski	
Łukasz Gielec		Łukasz Gielec	
Sprawozdanie wykonał:		Marcin Kołodziej	
Data wykonania sprawozdania:		07.11.2017	
Sprawozdanie sprawdził:			

Oświadczam, że zapoznałem/łam się z niniejszym sprawozdaniem i uważam je za poprawnie wykonane:

Łukasz Gielec Igor Michalski

Oświadczam/y iż poniższe sprawozdanie zostało wykonane przeze mnie/nas samodzielnie:

Marcin Kołodziej

1 Wstęp teoretyczny

Metody ITU-R P.370 $+\Delta h$ oraz ITU-R P.1546 są powszechnie wykorzystywane w procesie prowadzenia analiz propagacyjnych w systemach radiokomunikacji ruchomej lądowej, radiokomunikacji morskiej, radiofonii UKF i telewizji.

Zalecenia modelu ITU-R P.1546:

- częstotliwość: od 30 do 3000 [MHz],
- wysokość zawieszenia anteny nadawczej: od 1 do 3000 [m],
- wysokość zawieszenia anteny odbiorczej: większa od 1m (na lądzie), większa od 3m (na wodzie),
- długość ścieżki propagacji: od 1 do 1000 [km].

Zalecenia modelu ITU-R P.370 $+\Delta h$:

- częstotliwość: od 30 do 1000 [MHz],
- parametr Δh służy do określania stopnia nieregularności terenu,
- efektywna wysokość anteny nadawczej jest zdefiniowana jako jej wysokość względem średniego poziomu terenu między odległością 3 a 15 km od nadajnika w kierunku odbiornika,
- wysokość anteny odbiorczej jest definiowana jako średnia wysokość lokalnego terenu,
- długość ścieżki propagacji: od 1 do 1000 [km].

Zasięg zakłóceniuowy jest to granica obszaru, poza którym nie występują szkodliwe zakłócenia.

Zasięg użytkowy jest to odległość od stacji nadawczej do punktu, w którym natężenie sygnału zaczyna opadać poniżej poziomu minimalnej wartości użytecznej, przy określonej kombinacji anteny (odbiorczej) oraz odbiornika lub do punktu, w którym odbiór nie jest możliwy w związku z występowaniem zakłóceń interferencyjnych.

2 Cele ćwiczenia:

- zapoznanie się z metodami obliczeń propagacyjnych ITU-R P.370 $+\Delta h$ oraz ITU-R P.1546,
- zapoznanie się ze sposobami wyznaczania rozkładu natężenia pola sygnałów: zakłócającego i użytecznego stacji bazowej systemu ruchowego,
- zapoznanie się ze sposobami wyznaczania zasięgów: zakłócającego oraz użytkowego.

3 Wykaz urządzeń oraz użyte programy:

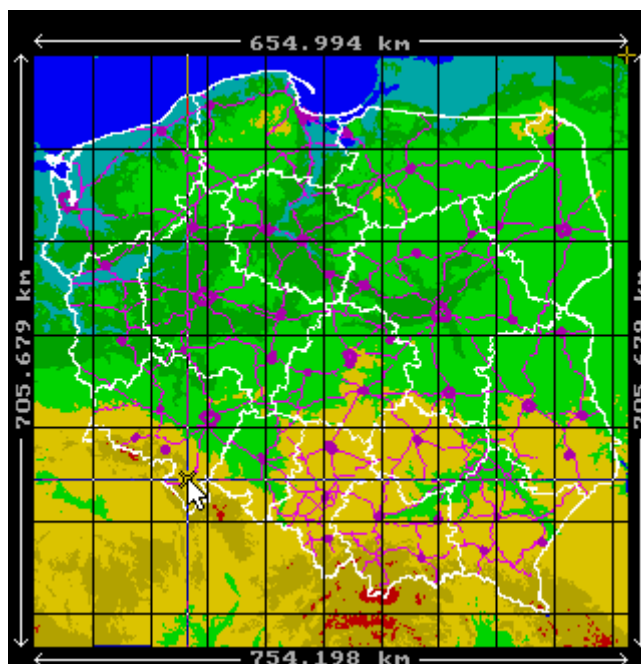
- laptop Lenovo,
- program komputerowy MAPKI_TV służący do wyznaczania rozkładu natężenia pola elektromagnetycznego oraz zasięgów wokół stacji nadawczych,
- aplikacja www.piastr.edu.pl

4 Przebieg ćwiczenia

Pierwszym krokiem było zapoznanie się z programem MAPKI_TV. Następnie dodano lokalizację nadajnika (Rys.1) w miejscowości Kłodzko o współrzędnych geograficznych:

- szerokość - $50^{\circ}26'56''$,
- długość - $16^{\circ}38'26''$

Określono obszar geograficzny 250km x 250km, na którym przeprowadzono obliczenia. Dla uzyskania lepszej jakości dwukrotnie wczytano cyfrową mapę wysokości. Metoda obliczeń propagacyjnych to ITU-R P.370 + Δh .



Rys.1 Ustawienie położenia nadajnika

Następnie uzupełniono parametry nadajnika:

- częstotliwość pracy 562 MHz,
- wysokość zawieszenia anteny 50m,
- moc nadajnika 40 dBW,
- antena o charakterystyce dookólnej,
- straty linii dosyłowej 3dB,
- zysk anteny 6dBd.

Do poprawnego ustawienia obliczono moc ERP według wzoru:

$$ERP = P[dBW] - T_k\left[\frac{dB}{m}\right] + G_d[dBd] \quad (1)$$

P - moc nadajnika

T_k - straty linii dosyłowej

G_d - zysk anteny

$$ERP = 43[dBW] = 10^{\frac{43}{10}-3} \approx 20[kW]$$

ZASIĘG lub MAPKA ROZKŁADU NATĘŻENIA POLA

F[MHz]: **562.000** [MHz] Kanał: **(32)**

Nazwa stacji: **Kłodzko**

Współrzędne geogr.: **16°38'26"** **50°26'56"**
(1942): **3616.530** **5592.150**

Wys. lok. [m nrm]: ? **324**

Wys. ant. nad. [m]: **50**

Moc [kW]: **20.000**

Wykumienie [dB]:

0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

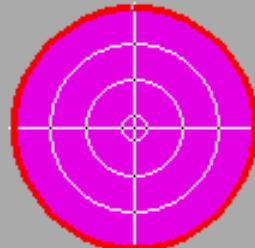
Wys. lasu [m]: **10**

Wys. anten odb. [m]: **10**

E min / zasięg [dB]: **40**

E max [dB]: **80**

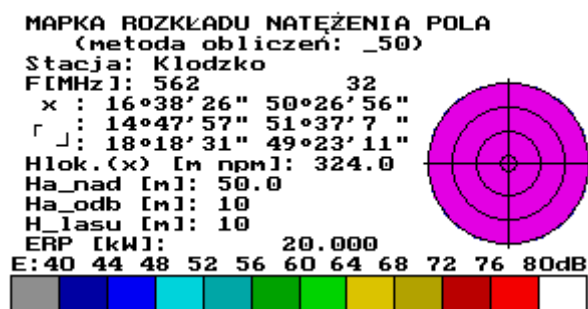
<^End> - Akceptacja
<Esc> - Zaniechanie



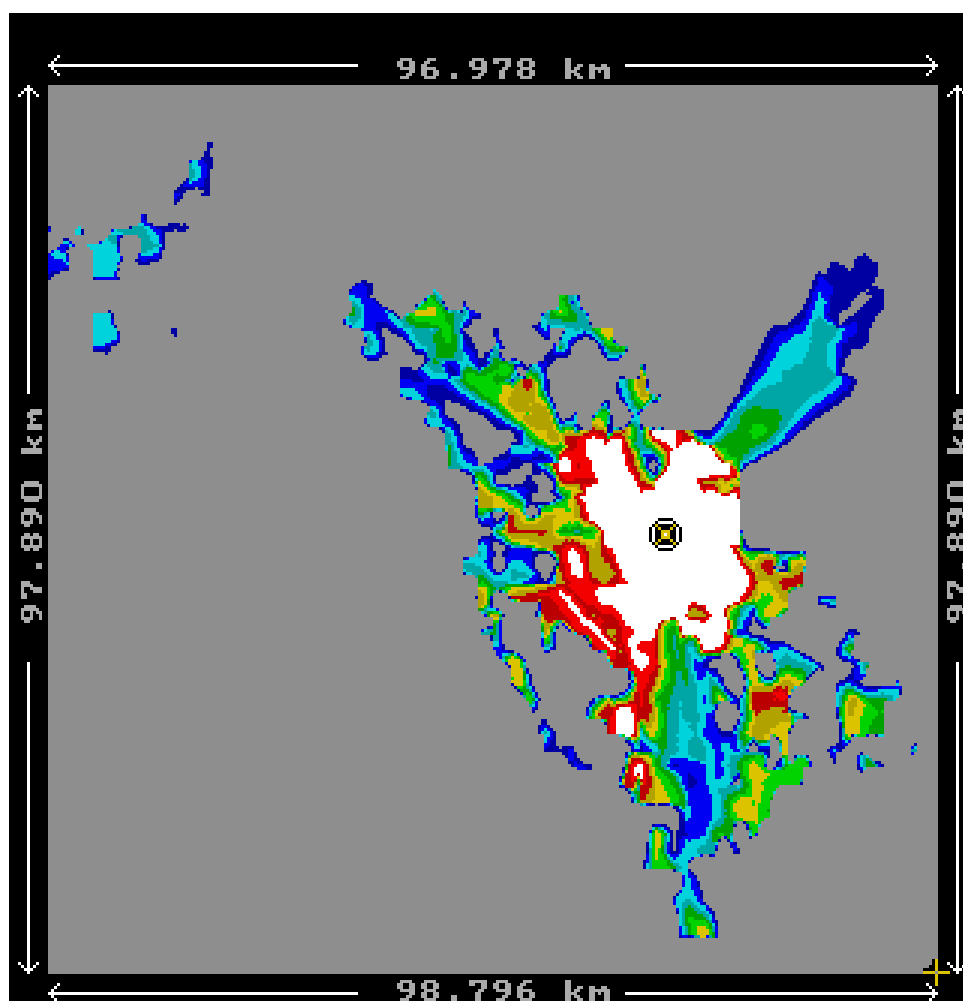
<Insert>

Rys.2 Ustawione parametry

W kolejnym kroku obliczono rozkład mediany natężenia pola wokół nadajnika (ok. 4-5 iteracji) w zakresie zmian natężenia od $30 \cdot 10^{-6}$ [dBV] do $80 \cdot 10^{-6}$ [dBV].

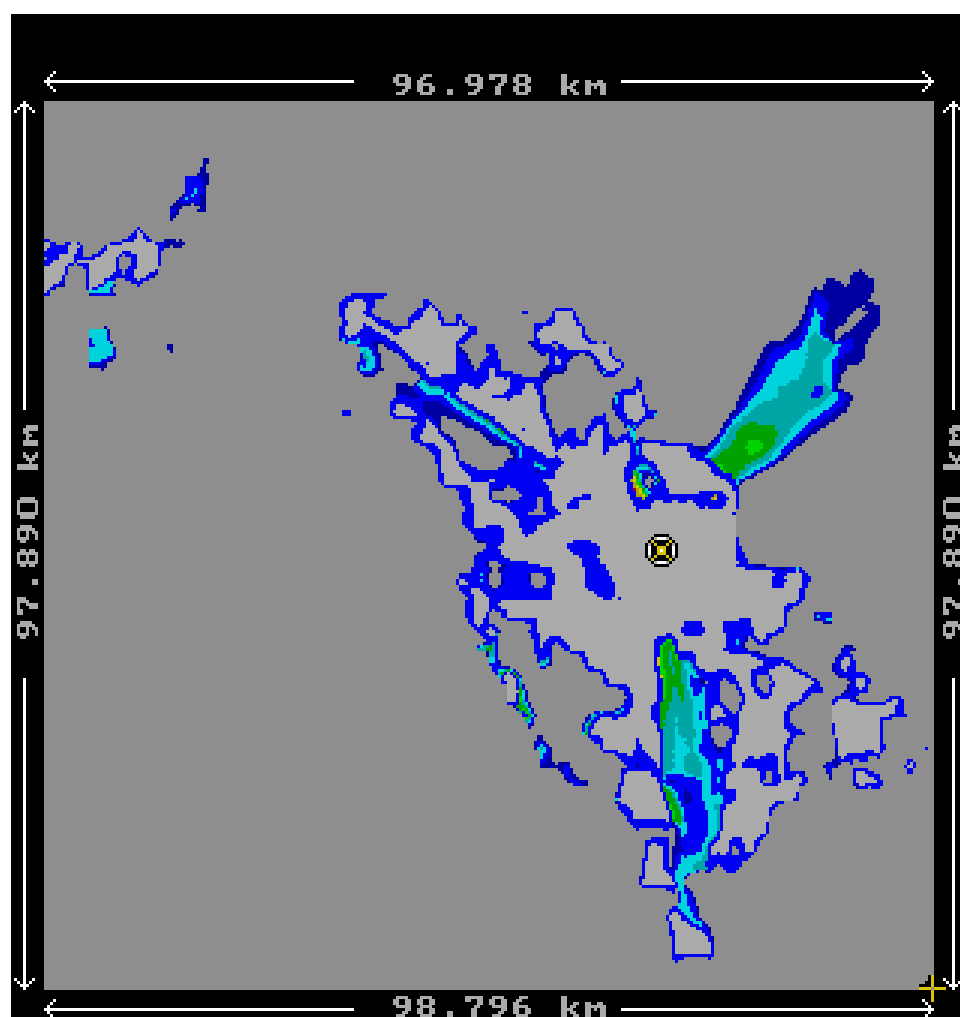


Rys.3 Skala natężenia pola



Rys.4 Rozkład natężenia pola

Następnie wyznaczono obszar widoczności radiowej.

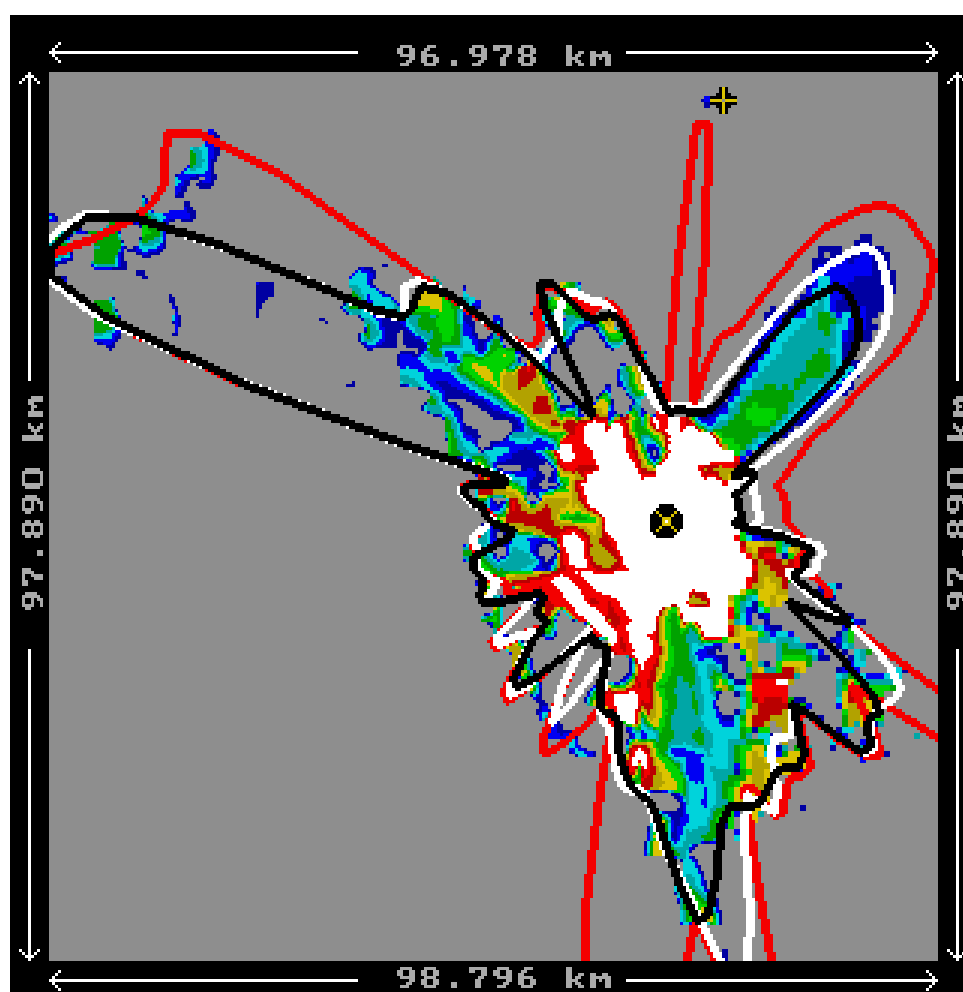


Rys.5 Obszar widoczności radiowej

Następnym etapem było obliczenie maksymalnego i minimalnego zasięgu zakłóceńowego nadajnika dla granicznej wartości natężenia pola przyjętej na podstawie *Tab.1* oraz ustalono wstępne nowe granice obszaru. Wysokość anteny odbiorczej ustawiono na 10m.

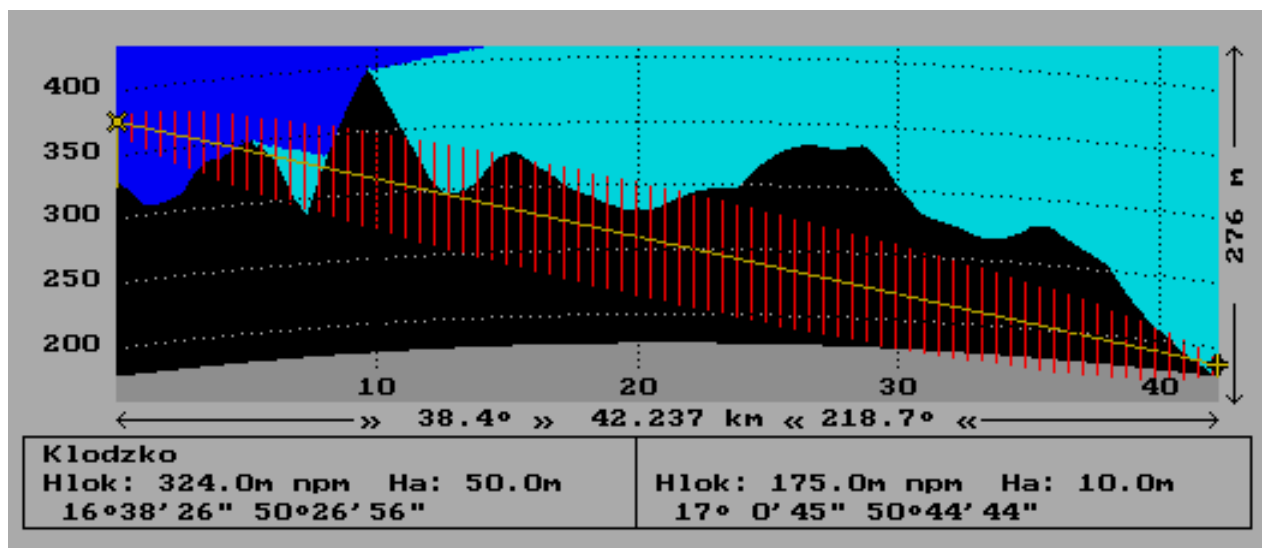
Poziom natężenia pola [dB μ V/m]	Modulacja
40,2	QPSK – 3/4
46,9	16-QAM – 3/4
52,4	64-QAM – 3/4

Tab.1 Dopuszczalne natężenie pola zakłóceń

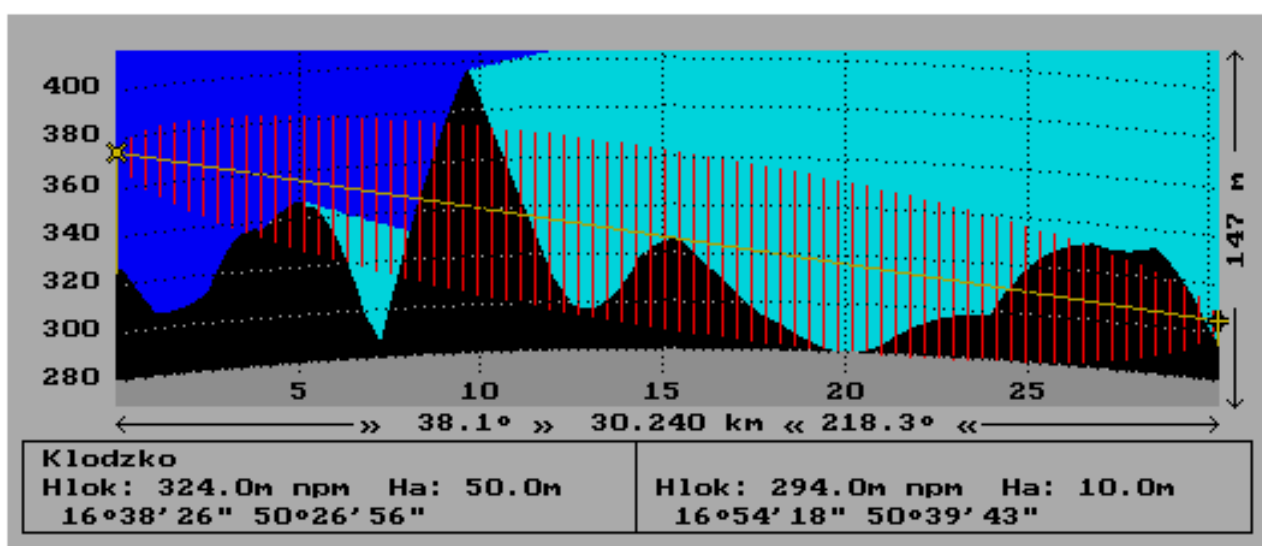


Rys.6 Linie zasięgów zakłóceńowych

QPSK - 3/4 -> linia czerwona
 16-QAM - 3/4 -> linia biała
 64-QAM - 3/4 -> linia czarna

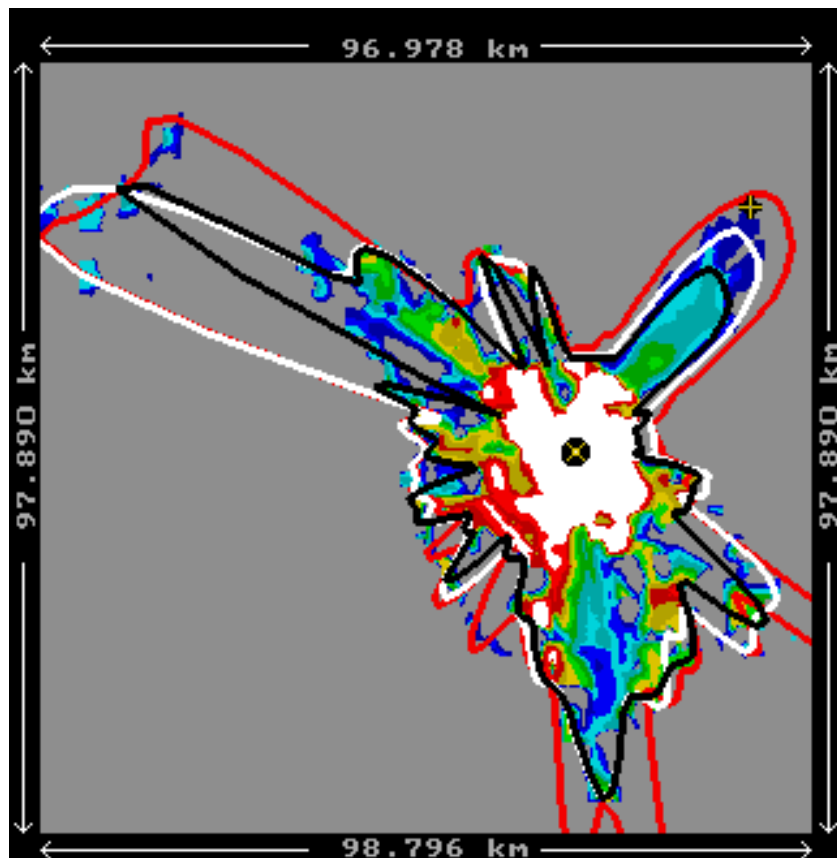


Rys.7 Profil terenu dla maksymalnej wartości zasięgu zakłóceńowego



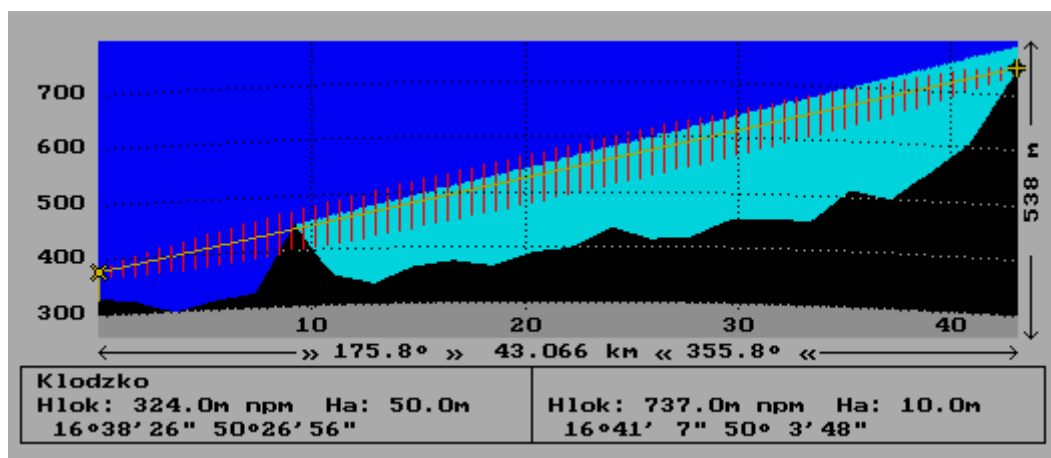
Rys.8 Profil terenu dla minimalnej wartości zasięgu zakłóceńowego

W dalszej części obliczono zasięg użytkowy nadajnika (wartość medianową) dla takich samych parametrów jak dla zasięgu zakłóceń. Stację odbiorczą ustawiono również na wysokości 10m. Skorzystano z poziomu natężenia pola z *Tab.1*.

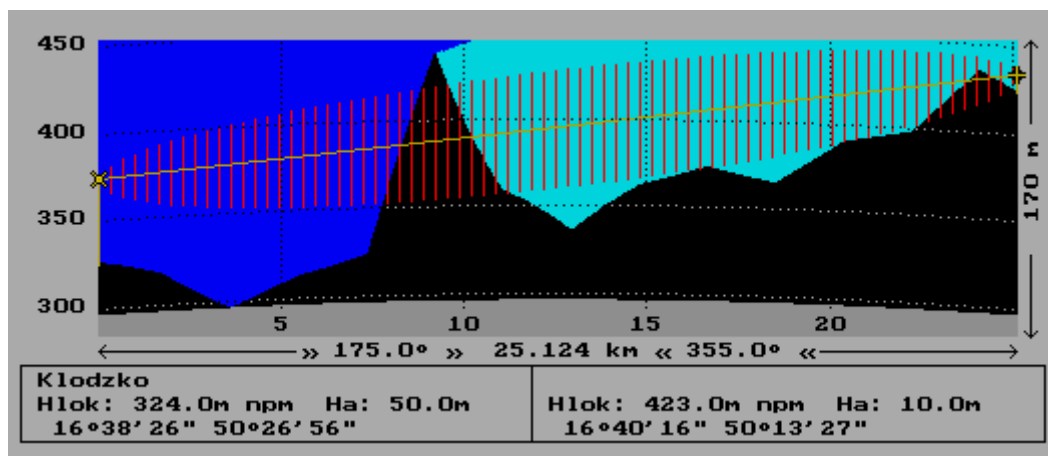


Rys.9 Linie zasięgów użytkowych

QPSK - 3/4 -> linia czerwona
 16-QAM - 3/4 -> linia biała
 64-QAM - 3/4 -> linia czarna



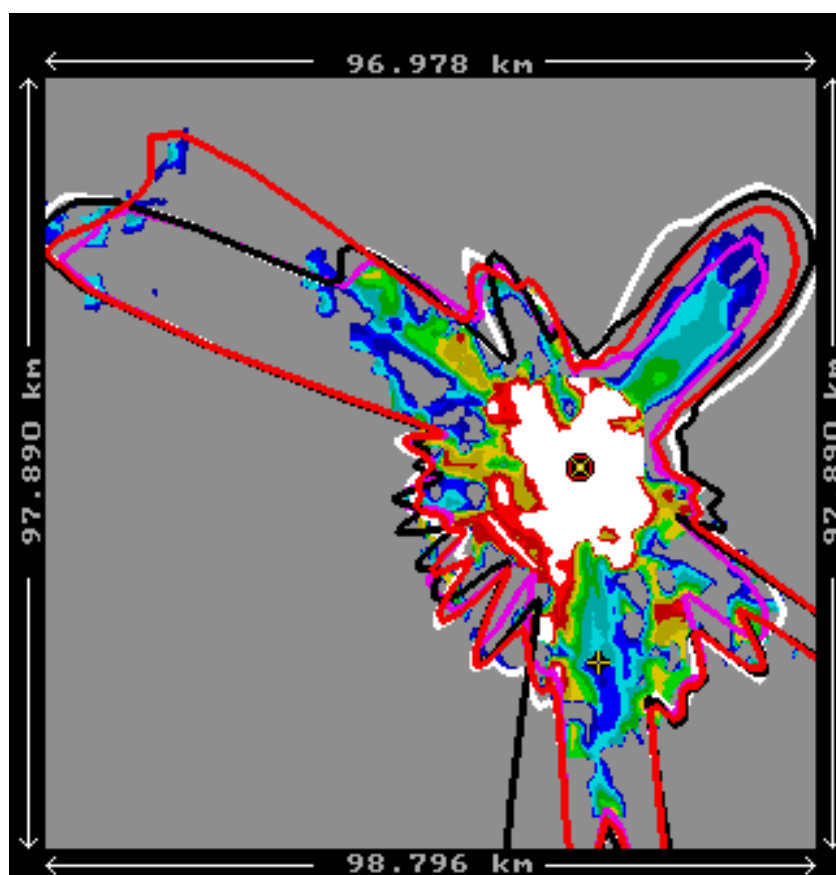
Rys.10 Profil terenu dla maksymalnej wartości zasięgu użytkowego



Rys.11 Profil terenu dla minimalnej wartości zasięgu użytkowego

W kolejnym punkcie wyznaczono zasięgi użytkowe stacji nadawczej (Rys.12) dla innych parametrów:

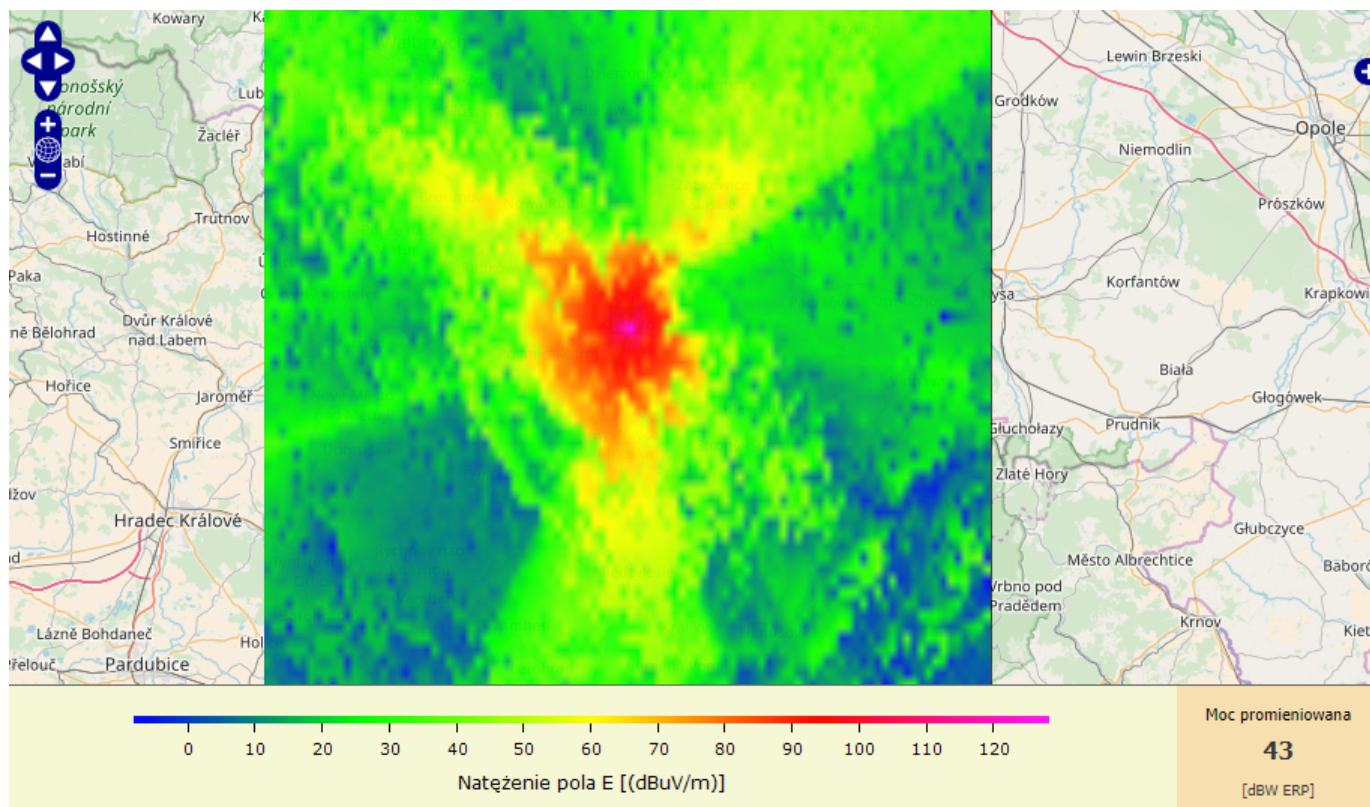
- podniesienie zawieszenia anteny stacji nadawczej o 25m -> kolor biały,
- obniżenie zawieszenia anteny stacji nadawczej o 25m -> kolor różowy,
- dwukrotne zwiększenie mocy nadajnika stacji nadawczej -> kolor czarny,
- podniesienie o 2m wysokości zawieszenia stacji odbiorczej -> kolor czerwony.



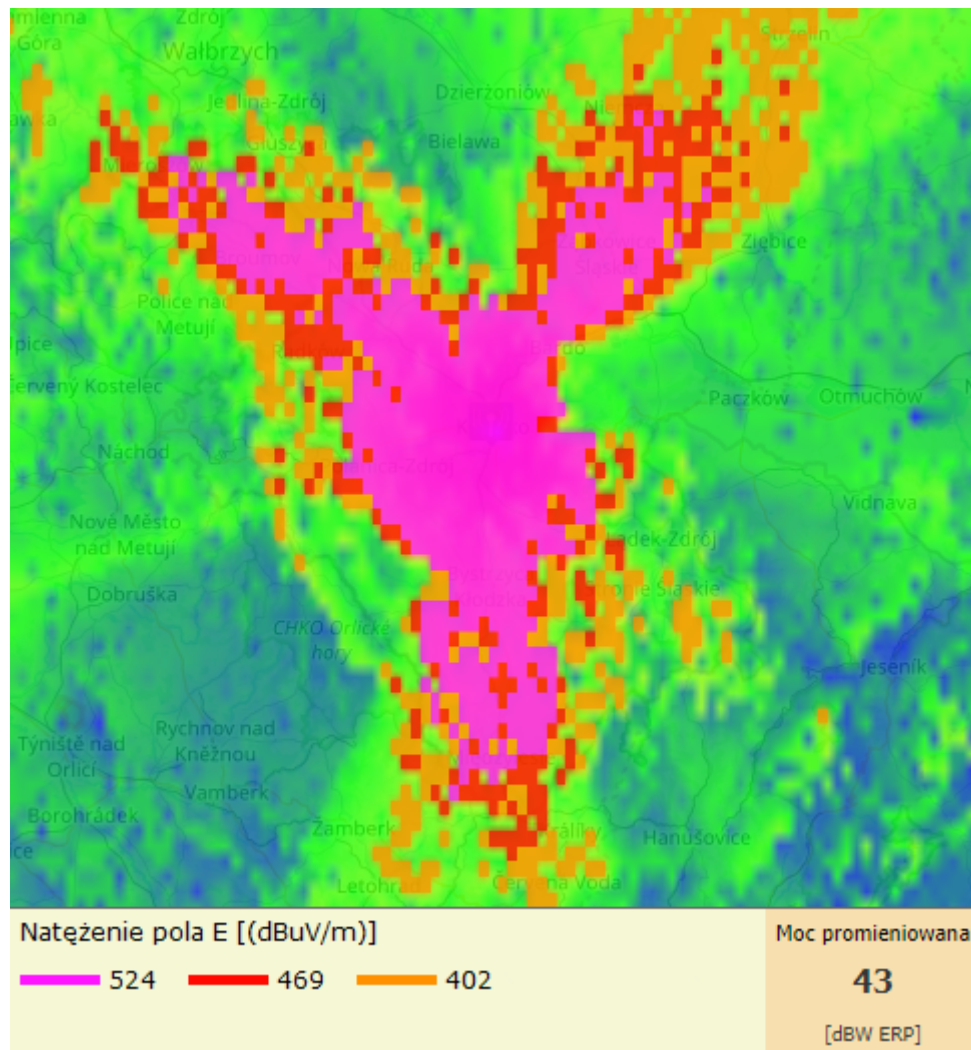
Rys.12 Zasięgi użytkowe stacji nadawczej

W ostatnich etapach ćwiczenia wyznaczono natężenie pola elektromagnetycznego za pomocą aplikacji PIAST. Parametry nadajnika ustawiono tak jak zostało to podane na początku do programu MAPKI_TV. Zmieniono natomiast metodę obliczeń propagacyjnych z metody ITU-R P.370 + Δh na metodę ITU-R P.1546.

Zasięg użytkowy (dla 50% czasu):



Rys.13 Natężenie pola elektromagnetycznego wokół nadajnika dla zasięgu użytkowego

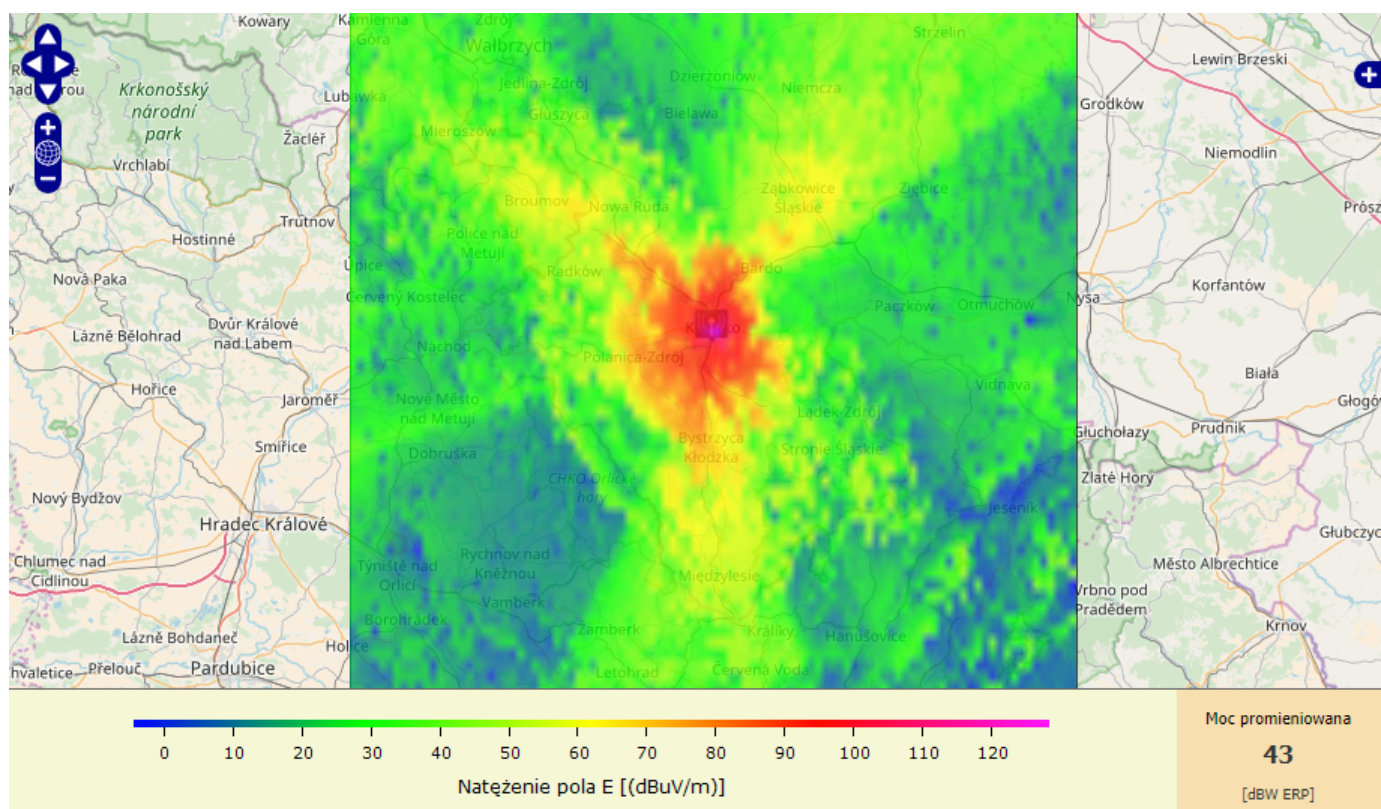


Rys.14 Mapa zasięgu użytkowego

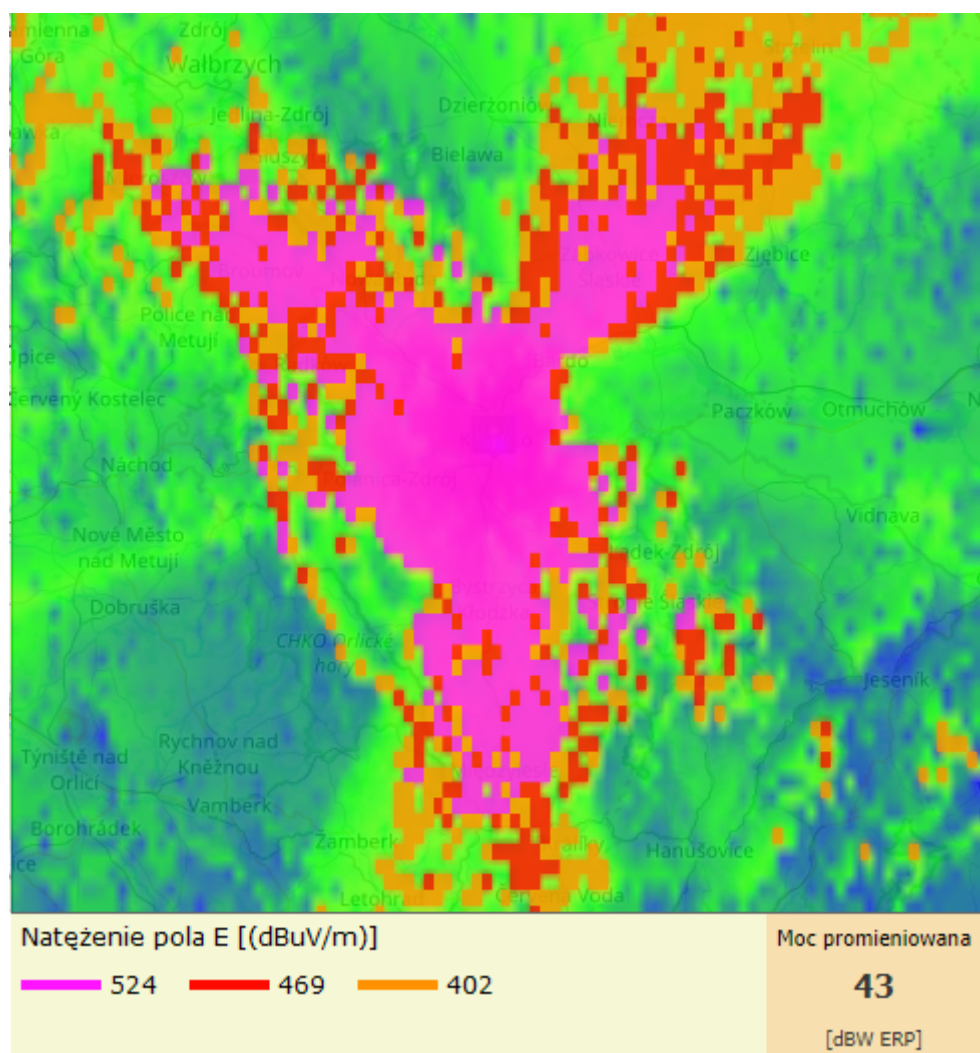
$$d_{max} = 46,3km$$

$$d_{min} = 32,3km$$

Zasięg zakłóceńowy (dla 10% czasu):



Rys.15 Natężenie pola elektromagnetycznego wokół nadajnika dla zasięgu zakłóceńowego



Rys.16 Mapa zasięgu zakłóceńowego

$$d_{max} = 59,4km$$

$$d_{min} = 29,8 km$$

5 Wnioski:

- wraz ze wzrostem odległości maleje natężenie pola elektromagnetycznego,
- model propagacyjny zastosowany w programie MAPKI_TV (ITU-R P.370 $+\Delta h$) daje inne wyniki niż model propagacyjny zastosowany w aplikacji PIAST (ITU-R P.1546),
- model ITU-R P.1546 jest dokładniejszy i wykorzystywany aktualnie przy planowaniu sieci,
- zauważono, że w obydwu metodach zasięg zakłóceń jest większy niż zasięg użytkowy,
- ukształtowanie terenu ma duży wpływ na zasięgi, to znaczy: im wyżej znajduje się nadajnik tym większy jest zasięg, za wzniesieniami zasięg jest słabszy,
- zasięg wzrasta wraz ze wzrostem mocy nadajnika.