

MEDIA TRANSMISYJNE 2

PROJEKT 2

TYTUŁ PROJEKTU:

**Wyznaczanie zasięgu stacji bazowej sieci trunkingowej (450 MHz)
zlokalizowanej w punkcie o współrzędnych: 20°24'47"E, 49°43'05"N
(Limanowa).**

TERMIN: WTOREK 11:15
AUTOR: IGOR MICHALSKI

1 Wstęp

Przy wykorzystaniu programu „Mapki” (MTV) oraz „Piaś” (dla porównania) wyznaczony zostanie zasięg stacji bazowej sieci trunkingowej (450 MHz) zlokalizowanej w punkcie o współrzędnych: 20°24'47"E, 49°43'05"N (Limanowa). Antena stacji bazowej zawieszona jest na wysokości 40 m od stopy masztu. Wysokość stopy masztu wynosi 392 m n.p.m. Zysk energetyczny anteny $G_{max} = 8$ dBi. Antena ma dookólną charakterystykę. Zastępcza moc promieniowana izotropowo równa się 16 dBW. Stacja pracuje na trzech kanałach: 5, 32 i 42. ($f_{kan} = 428,5 + (kan - 1) \cdot 0,0125$ MHz). Określony zostanie azymut maksymalnego i minimalnego zasięgu stacji, jeśli wartość graniczna natężenia pola zapewniająca poprawną łączność wynosi 22 dB μ V/m na wysokości 1,5 m (stosując poprawkę height gain zawartą w ITU P.370-7). Dla punktów wyznaczających zasięg wyznaczony zostanie także profil terenu.

2 Obliczenia własne

2.1 Poprawka height gain

Realizacja projektu z wykorzystaniem programu „Mapki” wymagała wyznaczenia poprawki height gain, która w rekomendacji ITU-R P-370.7 opisana jest wzorem:

$$HG = \frac{c}{6} \cdot 20 \log_{10}\left(\frac{h_2}{10}\right), \quad (1)$$

gdzie:

- c - współczynnik zależny od częstotliwości oraz zabudowy terenu,
- $\frac{h_2}{10}$ - wysokość zawieszenia anteny odbiorczej nad powierzchnią terenu, względem wysokości wyjściowej 10 metrów.

Z rekomendacji ITU-R P.370-7 wybrany został współczynnik $c = 6$ dB. Odpowiada on zakresowi fal UHF (300 - 3000 MHz) w strefie podmiejskiej. Taki wybór jest optymalny dla warunków propagacyjnych w miejscowości o zabudowie niskiej i średnio gęstej, jaka występuje w Limanowej. Zakładana w projekcie wysokość $h_1 = 1,5$ m n.p.t., a poprawka wyznaczona zostanie względem $h_2 = 10$ m n.p.t. Po podstawieniu otrzymano:

$$HG = \frac{6}{6} \cdot 20 \log_{10}\left(\frac{1.5}{10}\right) = -16,48 \text{ [dB]} \quad (2)$$

Antena odbiorcza w symulacji umieszczona została na wysokości 10 m, gdzie poziom odebranego sygnału jest znacznie wyższy. Aby to skompensować należy wyznaczyć wartość HG odjąć od minimalnej wartości pola elektrycznego, która zapewnia poprawną łączność, tj. 22 dB μ V/m - zgodnie z założeniami projektu. Otrzymano:

$$E_{min} = 22 \text{ dB}\mu\text{V/m} + 16,48 \text{ dB} = 38,48 \text{ dB}\mu\text{V/m} = 39 \text{ dB}\mu\text{V/m} \quad (3)$$

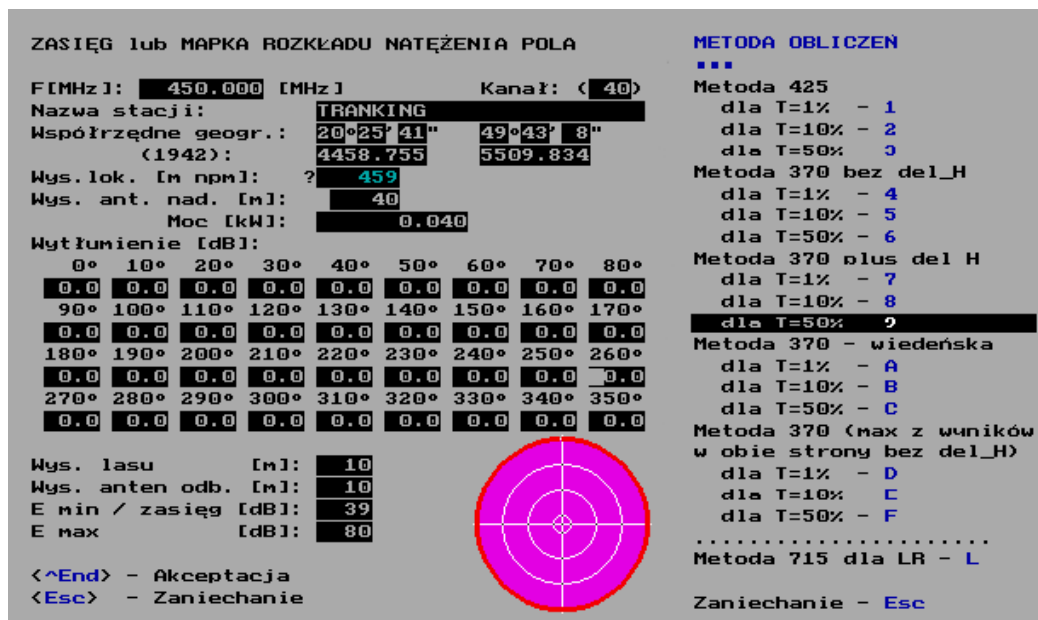
Wartość E_{min} została zaokrąglona w górę, ponieważ w programie „Mapki” nie można wprowadzić liczb zmiennoprzecinkowych, a zaokrąglenie w dół spowodowałoby przekłamanie, skutkujące rzeczywistym brakiem zasięgu na wysokości 1.5 m, pomimo wyników symulacji wskazujących na dostateczny poziom sygnału do nawiązania połączenia.

2.2 Moc nadajnika

$$EIRP = 16 \text{ dBW} \Rightarrow P = 40 \text{ W} = 0,04 \text{ kW} \quad (4)$$

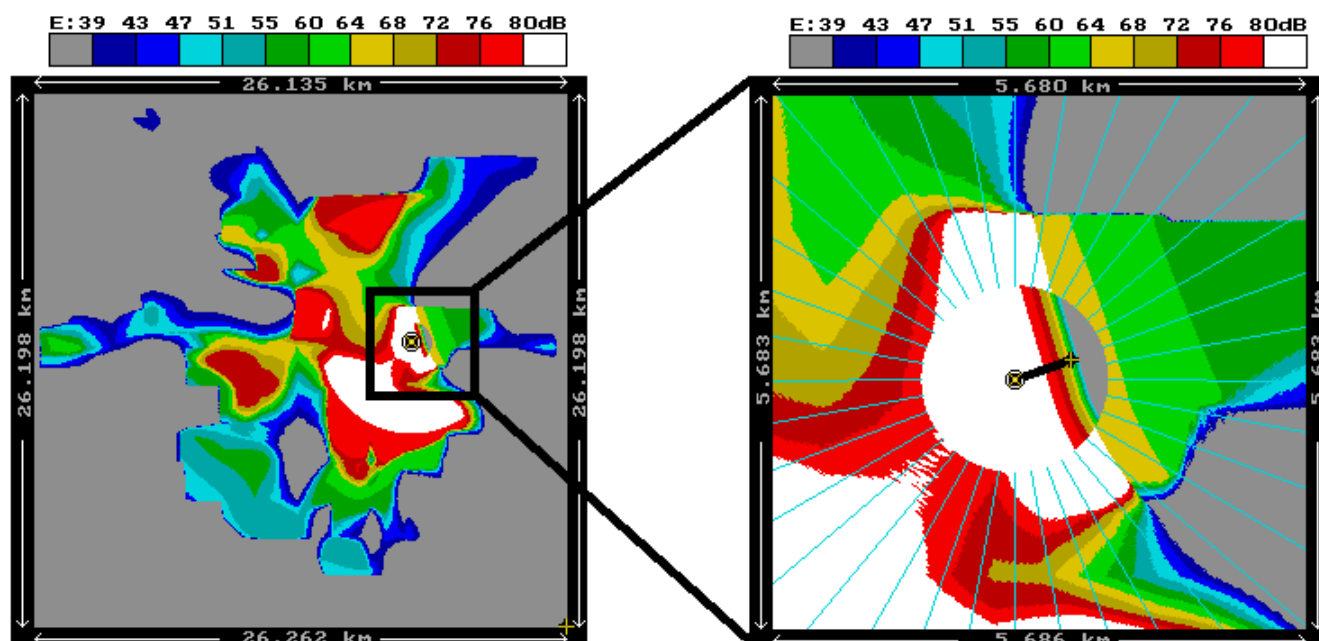
3 Symulacje wykonane programem „Mapki”

Z powodu niedokładności mapy zaimplementowanej w programie, do obliczeń przyjęty został punkt najbliższy od zakładanego w projekcie. Ma on współrzędne geograficzne 20°25'41"E, 49°43'8"N i znajduje się na terenie Limanowej. Tym samym zmieniła się też wysokość bezwzględna stopy masztu. Dla nowego położenia wynosi ona 459 m n.p.m.

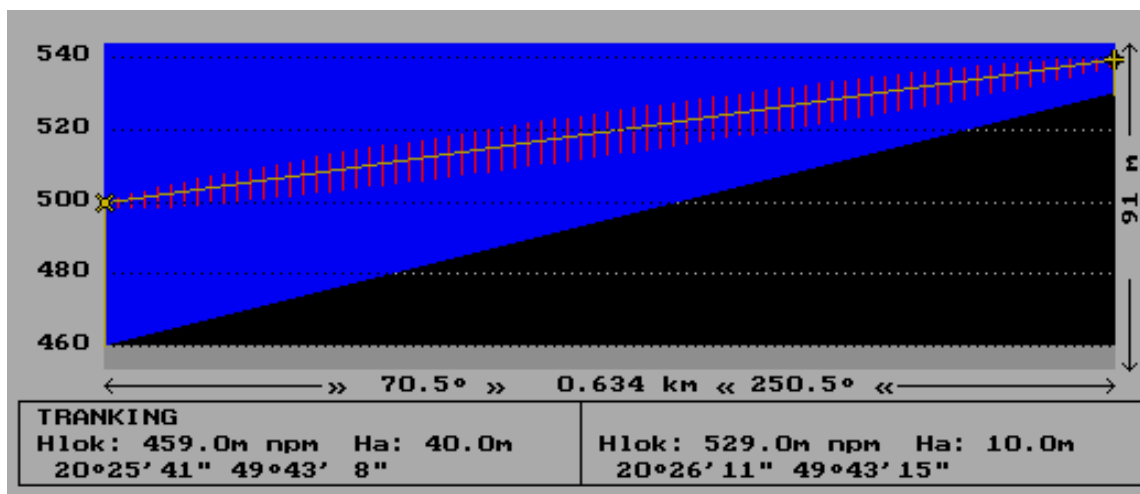


Rysunek 1: Częstotliwość, współrzędne geograficzne oraz wysokość zawieszenia anteny nadawczej, moc, wysokość zawieszenia anteny odbiorczej oraz E_{min} (z uwzględnieniem poprawki HG) i E_{max}

3.1 Zasięg minimalny



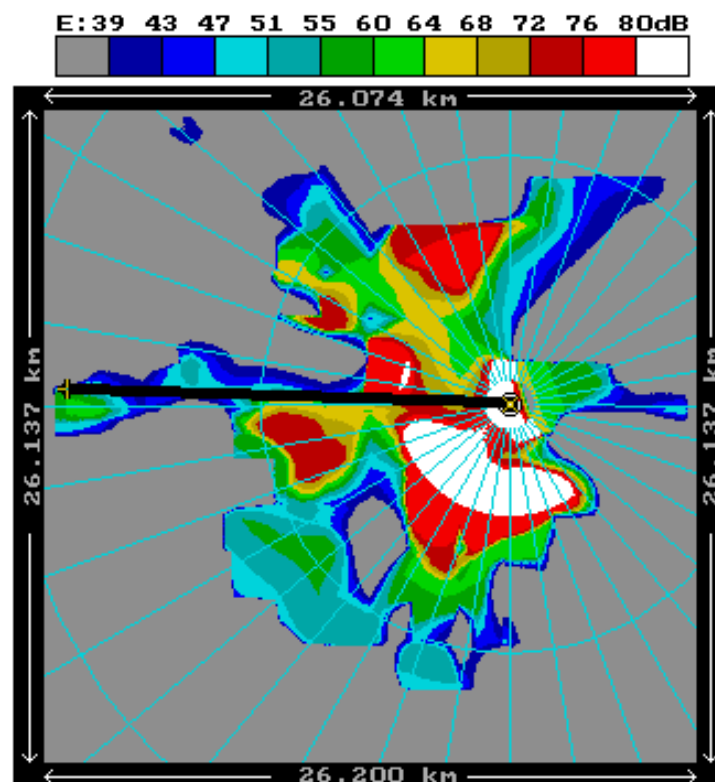
Rysunek 2: Mapa poziomu sygnału oraz powiększony fragment z naniesioną siatką azymutalną oraz ścieżką pomiędzy nadajnikiem (X) i odbiornikiem (+) dla E_{min}



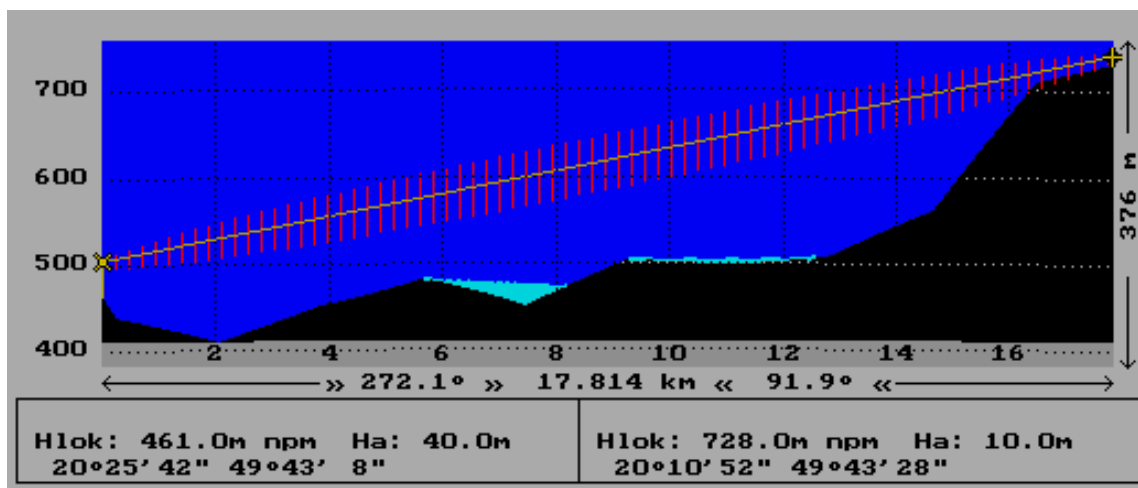
Rysunek 3: Profil terenu dla ścieżki zaznaczonej na rys. 2 (dla E_{min})

Dzięki profilowi terenu można określić dokładny minimalny zasięg stacji nadawczej, a także sprawdzić przesłonięcie 1. strefy Fresnela, która w powyższym przypadku jest całkowicie odsłonięta. Z rys. 2 oraz 3 wynika, że zasięg minimalny wynosi 634 m na azymucie 70°. Decydujący wpływ ma tutaj szybkie narastania zbocza góry.

3.2 Zasięg maksymalny



Rysunek 4: Mapa poziomego sygnału z naniesioną siatką azymutalną oraz ścieżką pomiędzy nadajnikiem (X) i odbiornikiem (+) dla E_{max}



Rysunek 5: Profil terenu dla ścieżki zaznaczonej na rys. 4 (dla E_{max})

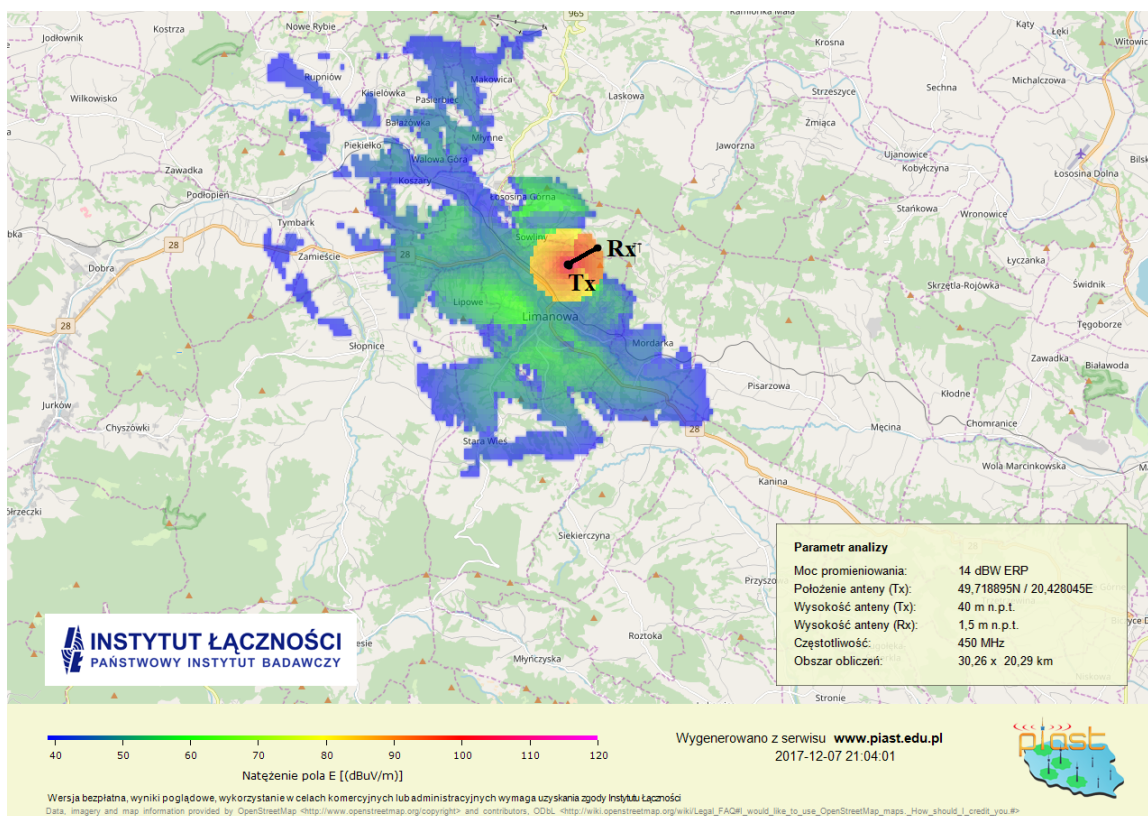
Na tej trasie 1. strefa Fresnela jest prawie w całości odsłonięta. Dopiero w odległości około 16 km można zaobserwować niewielkie przesłonięcie od dołu przez wypukłość terenu. Zasięg maksymalny wynosi 17,814 km na azymucie 272°.

4 Symulacje wykonane na platformie „Piast”

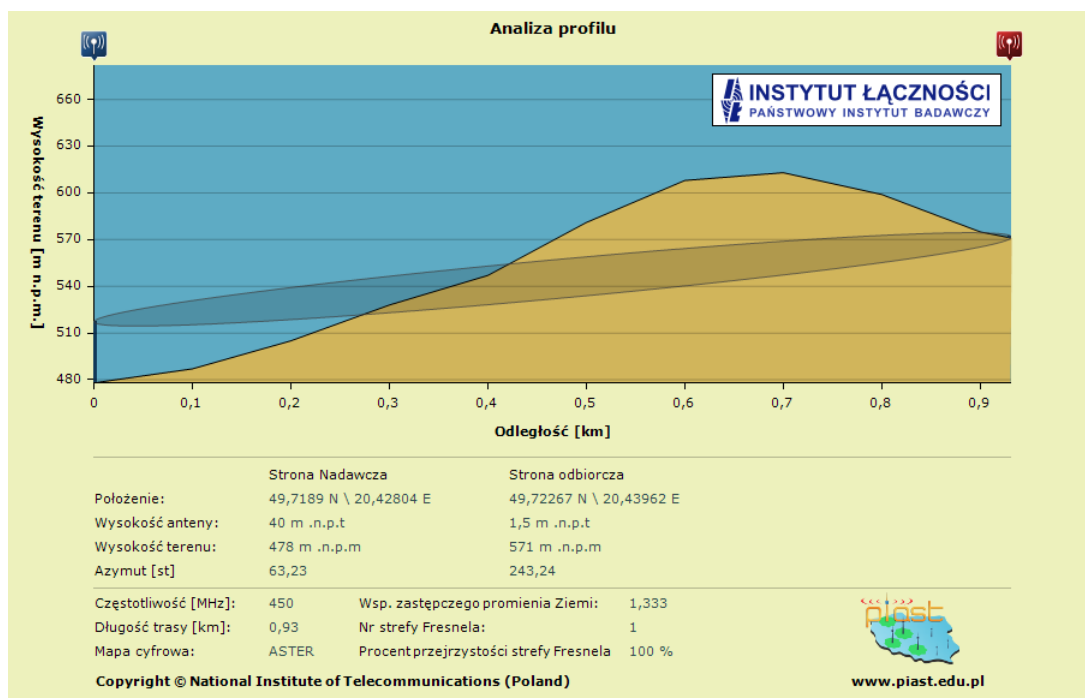
Położenie kursora 49°41'10"N 20°37'36"E <small>20.62666, 49.68612</small>	dl. Geograficzna nadajnika: 20.428045 OK sz. Geograficzna nadajnika: 49.718895 OK	Wysokość terenu 478 <small>m n.p.m</small>	Obszar obliczeń 20.3 x 30.1 <small>[km]</small>	Poziom sygnału w punkcie - <small>[dB(uV/m)]</small>																																																																								
Model propagacyjny ITU-R P.1546	Typ ch-a anteny Wyłumienie	Odniesienie EIRP (dBi)	System Brak	Rodzaj analizy Natężenie pola elektr.																																																																								
Podstawowe parametry analizy		Charakterystyka pozioma anteny [dB]																																																																										
Poziom mocy promieniowanej [dBW]: 16 Częstotliwość [MHz]: 450 Wysokość anteny nadawczej [m n.p.t.]: 40 Wysokość anteny odbiorczej [m n.p.t.]: 1.5 Numeryczny model terenu: SRTM3 Rozdzielczość [sek. geo]: 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th>0°</th><th>10°</th><th>20°</th><th>30°</th><th>40°</th><th>50°</th><th>60°</th><th>70°</th><th>80°</th><th>90°</th><th>100°</th><th>110°</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>120°</td><td>130°</td><td>140°</td><td>150°</td><td>160°</td><td>170°</td><td>180°</td><td>190°</td><td>200°</td><td>210°</td><td>220°</td><td>230°</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>240°</td><td>250°</td><td>260°</td><td>270°</td><td>280°</td><td>290°</td><td>300°</td><td>310°</td><td>320°</td><td>330°</td><td>340°</td><td>350°</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>			0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°	190°	200°	210°	220°	230°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240°	250°	260°	270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°																																																																	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																	
120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°	190°	200°	210°	220°	230°																																																																	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																	
240°	250°	260°	270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°																																																																	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																	
Parametry propagacyjne																																																																												
Procent czasu [%]: 50 Procent lokalizacji [%]: 50 Poprawka na nieregularność terenu: Brak Wersja metody: 5																																																																												

Rysunek 6: Częstotliwość, współrzędne geograficzne oraz wysokość zawieszenia anteny nadawczej, moc promieniowana, wysokość zawieszenia anteny odbiorczej

4.1 Zasięg minimalny



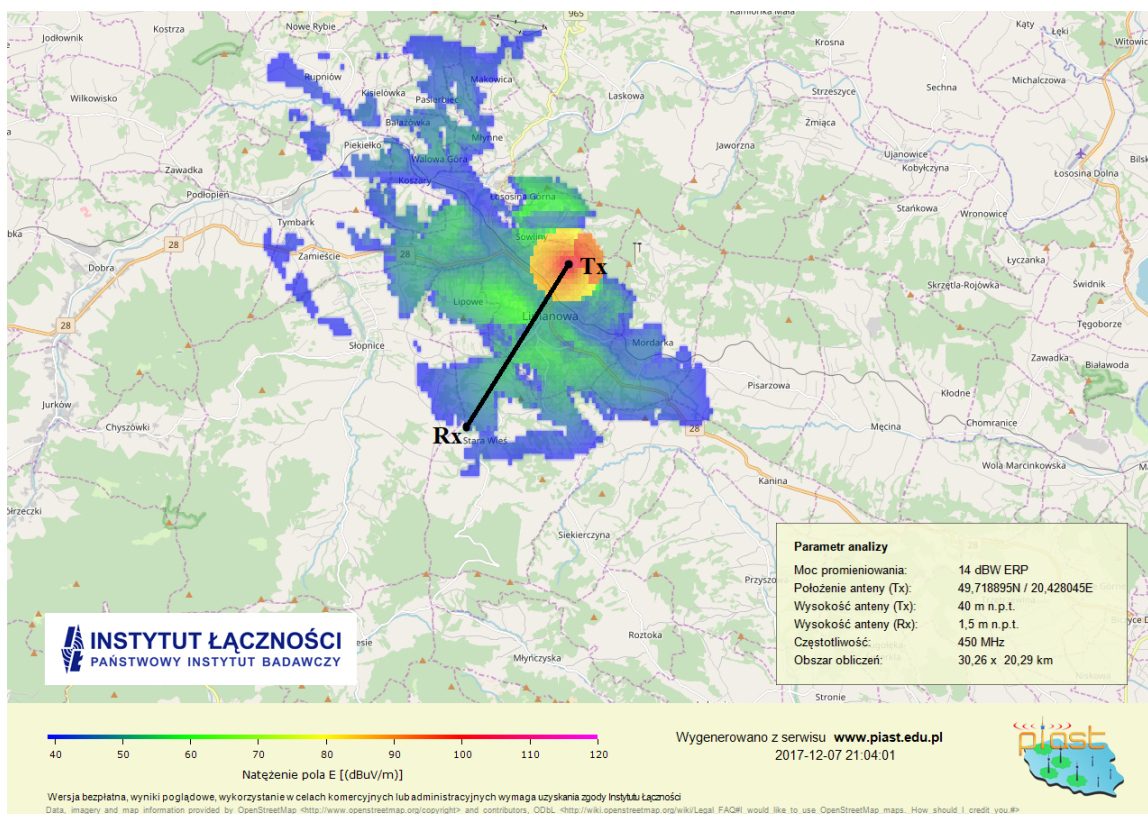
Rysunek 7: Mapa poziomu sygnału oraz powiększony fragment z naniesioną ścieżką pomiędzy nadajnikiem (Tx) i odbiornikiem (Rx) dla E_{min}



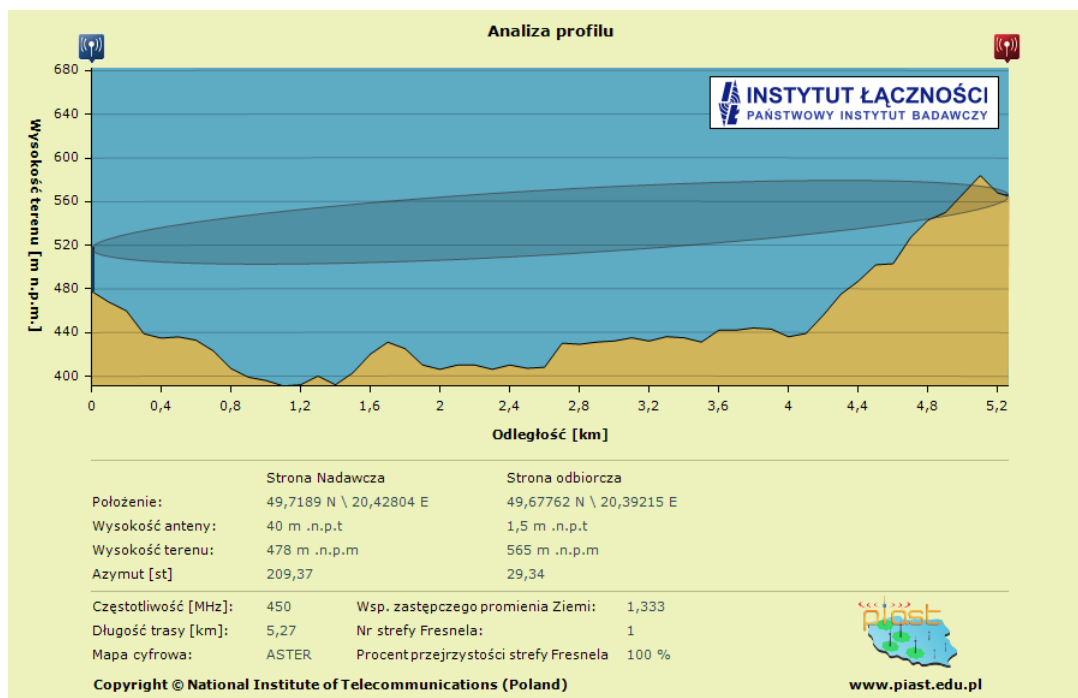
Rysunek 8: Profil terenu dla ścieżki zaznaczonej na rys. 7 (dla E_{min})

Wynik bardzo zbliżony do uzyskanego metodą ITU-R P.370-7. Szybko narastające zbocze góry mocno tłumi sygnał. Zasięg minimalny na azymucie 63,23° wynosi 930 m.

4.2 Zasięg maksymalny



Rysunek 9: Mapa poziomu sygnału oraz powiększony fragment z naniesioną ścieżką pomiędzy nadajnikiem (Tx) i odbiornikiem (Rx) dla E_{max}



Rysunek 10: Profil terenu dla ścieżki zaznaczonej na rys. 9 (dla E_{max})

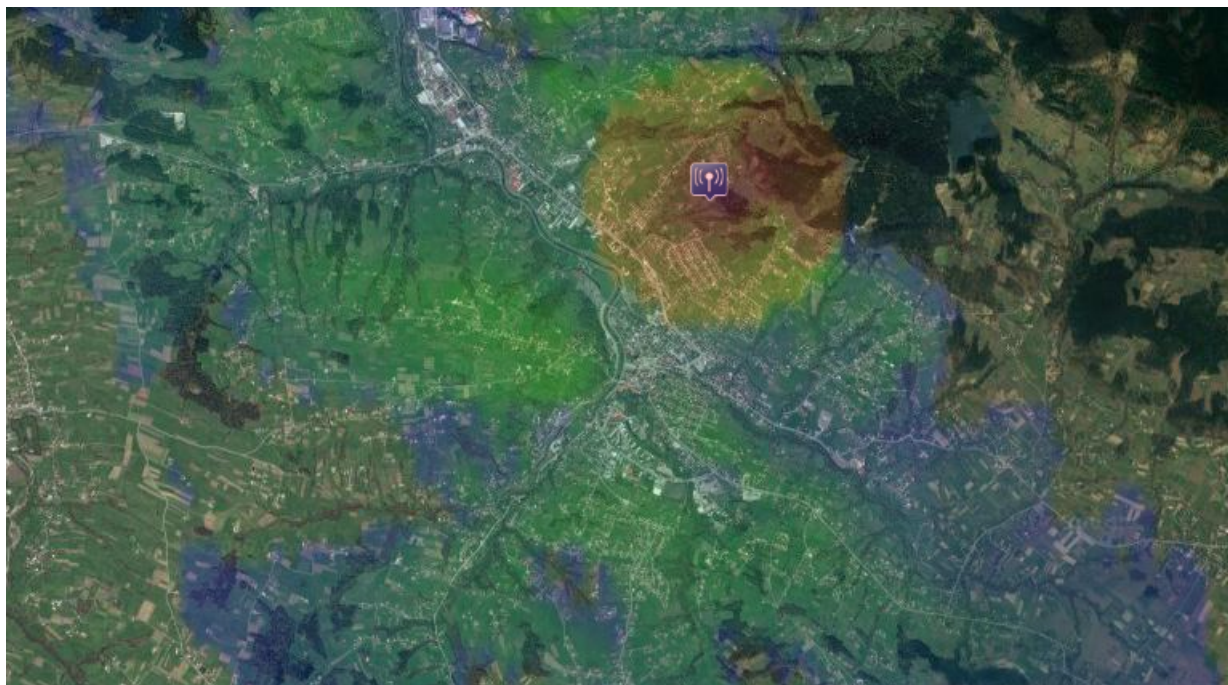
Rezultat znacznie różniący się od uzyskanego w programie „Mapki”. Znacząco zmniejszył się zasięg na azymucie około 180° - 280° . Zasięg maksymalny wynosi 5,27 km azymucie $209,37^{\circ}$.

5 Podsumowanie

Tablica 1: Porównanie zasięgów: maksymalnego i minimalnego dla „Mapek” i „Piasta”

Program Parametr	Mapki	Piast
Zasięg minimalny		
Azymut [°]	70	63,23
Dystans [km]	0,634	0,93
Zasięg maksymalny		
Azymut [°]	272	209,37
Dystans [km]	17,814	5,27

Wyniki symulacji z wykorzystaniem metody ITU-R P.370 przedstawiają znacznie bardziej optymistyczne rezultaty, niż dla ITU-R P.1546. Zasięg maksymalny dla pierwszej z wymienionych metod jest większy o ponad 12 km, czyli o ponad 3 razy. Znaczące różnice w pokryciu terenu widoczne są na wszystkich azymutach, przy dystansie większym niż około 4 - 5 km. Dla mniejszych odległości, obiema metodami otrzymano podobne pokrycie, jednak poziomy sygnału wyznaczone metodą P.1546 są niższe średnio o około 10 - 20 dB. Zasięgiem pokryte zostało całe miasto Limanowa, a także prawie w całości gmina Limanowa. Lokalizacja nadajnika znacznie utrudniała propagację sygnału na azymucie 50°- 100°. Znajduje się tam strome zbocze góry, które skutecznie ogranicza propagację fal - całkowicie dla metody używanej na platformie „Piast” i częściowo dla metody w programie „Mapki”. Obecnie metoda ITU-R P.370 jest już wycofana z użytku, natomiast ITU-R P.1546 jest powszechnie używana przy planowaniu systemów radiowych. Tym samym należy uznać ją za bardziej wiarygodną, a wyniki otrzymane z programu „Mapki” traktować jedynie jako przybliżenie.



Rysunek 11: Pokrycie miasta Limanowa, w miejscach niepokolorowanych sygnał poniżej E_{min} , zdjęcie satelitarne z platformy „Piast”