



Instytut Łączności

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

PIAST

www.piastr.edu.pl

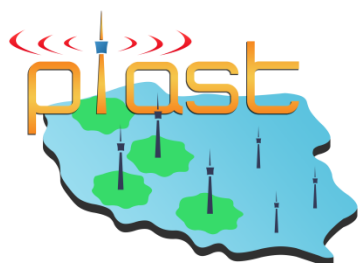
Instrukcja narzędzia Rozkład natężenia pola

Wersja dla użytkownika niezarejestrowanego

Version: 2.0.2.0

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy, Wrocław, 2019

Wszelkie uwagi, komentarze czy informacje dotyczące współpracy,
prosimy kierować na adres e-mail piastr@il.wroc.pl.



PLATFORMA INFORMATYCZNA
ANALIZ SYSTEMÓW
TELEKOMUNIKACYJNYCH

Spis treści

1.	Wprowadzenie	3
2.	Opis aplikacji	4
2.1.	Definicja obszaru obliczeń	5
2.2.	Konfiguracja analizy	7
2.2.1.	Podstawowe parametry analizy	7
2.2.2.	Parametry propagacyjne.....	8
2.2.3.	Charakterystyka pozioma tłumienia anteny	8
2.3.	Obliczenia rozkładu natężenia pola	10
2.4.	Wizualizacja rozkładu natężenia pola	11
2.5.	Korekta mocy nadajnika	13
2.6.	Zapis wyniku analizy.....	13
3.	Zakresy parametrów dla analizy rozkładu natężenia pola.....	13

1. Wprowadzenie

Narzędzie do wyznaczania rozkładów natężenia pola elektrycznego zostało stworzone w ramach projektu Unii Europejskiej o akronimie PIAST – „Platforma Informatyczna do celów Analiz propagacyjnych, kompatybilności elektromagnetycznej i optymalizacji sieci bezprzewodowych Systemów Telekomunikacyjnych i teleinformatycznych” - i sfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR) w zakresie działania Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG).

Funkcja „Rozkład natężenia pola” powstała z myślą o studentach kierunków technicznych oraz użytkownikach bezpłatnych, którzy mogą korzystać obecnie z ograniczonych funkcjonalności. Na bazie darmowej i edukacyjnej wersji stworzono płatną wersję dla użytkowników biznesowych.

Prezentowane narzędzie pozwala na przeprowadzenie analiz propagacyjnych oraz wyliczenie zasięgów bezinterferencyjnych (bez uwzględniania zakłóceń od innych stacji) dla danej stacji nadawczej. Wyniki przeprowadzanych analiz są uzależnione od wielu parametrów wejściowych, np. umiejscowienia stacji nadawczej, modelu propagacyjnego oraz charakterystyki anteny.

Portal obliczeniowy został wdrożony w centrum obliczeniowym w Pracowni Gospodarki i Inżynierii Widma Zakładu Kompatybilności Elektromagnetycznej Instytutu Łączności - PIB we Wrocławiu i jest udostępniany poprzez stronę www.piast.edu.pl.

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy nie bierze odpowiedzialności za wykorzystywanie wyników uzyskiwanych w wersji dla użytkownika niezarejestrowanego do celów komercyjnych, projektowych, regulacyjnych czy dokumentacyjnych.

2. Opis aplikacji

Analiza rozkładu natężenia pola elektrycznego odbywa się z wykorzystaniem cyfrowych map wysokościowych terenu (**ASTER**) oraz zaimplementowanej metody propagacyjnej (**ITU-R P.1546**) i pozwala uzyskać wynik stanowiący istotną składową w analizach zasięgów systemów radiowych.

W celu przejścia do funkcji na stronie głównej serwisu PIAST - www.piastr.edu.pl - należy wybrać z menu etykietę **Narzędzia**, a następnie z podmenu etykietę **Rozkład natężenia pola**.

Poniżej przedstawiony został widok funkcji rozkładu natężenia pola przed wykonaniem obliczeń, który składa się z następujących elementów:

- 1 - przyciski funkcyjne mapy
- 2 - interaktywna mapa do definiowania obszaru obliczeń, umiejscowienia stacji nadawczej oraz podglądu wyników
- 3 - znacznik nadajnika, wskazujący jego lokalizację
- 4 - rozwijalna lista podkładu mapowego
- 5 - przełącznik formatu współrzędnych
- 6 - położenie kursora
- 7 - dane nadajnika
- 8 - wymiary obszaru obliczeń
- 9 - przycisk uruchamiający konfigurację analizy.

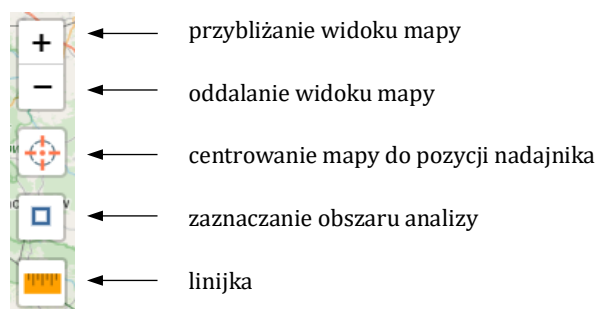


Rysunek 1: Widok funkcji „Rozkład natężenia pola” przed wykonaniem obliczeń

W celu przejścia do konfiguracji analizy należy zdefiniować obszar obliczeń i ustawić lokalizację stacji nadawczej. W przypadku zaznaczenia zbyt dużego obszaru analizy, zostanie wyświetlony komunikat informacyjny – **„Przekroczono 100 km²! Zaznacz obszar ponownie.”** – oraz zostanie zablokowany dostęp do konfiguracji. W takim przypadku należy ponownie zaznaczyć prawidłowy obszar obliczeń. Wielkość obszaru wpływa na długość czasu wykonywania analizy.

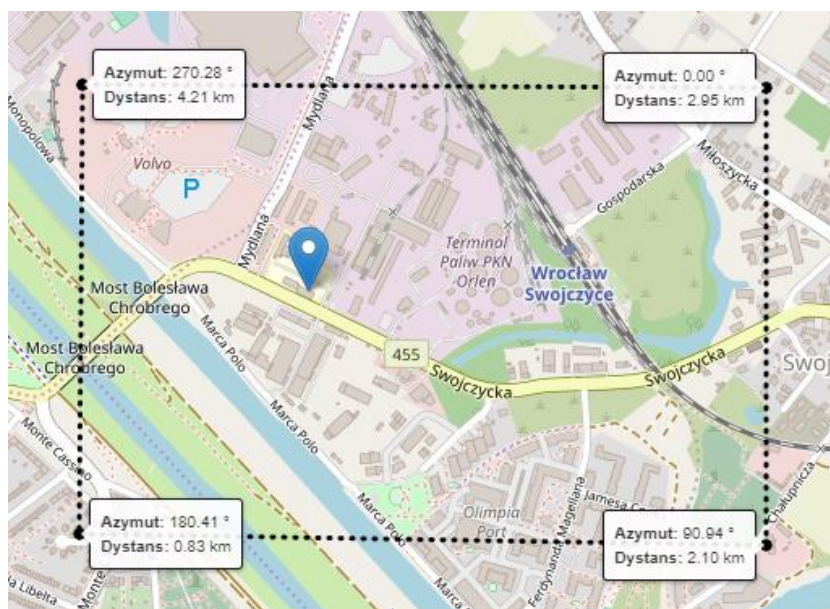
2.1. Definicja obszaru obliczeń

Przyciski funkcyjne mapy ❶ przeznaczone są do zaznaczania obszaru analizy, centrowania mapy do pozycji nadajnika, pomiaru odległości na mapie, czy przybliżania lub oddalania widoku mapy.



Rysunek 2: Przyciski funkcyjne mapy

Przy planowaniu obszaru analizy można posłużyć się linijką. Aby dokonać pomiaru odległości między punktami należy wybrać ikonę **linijki**. Pierwsze kliknięcie na mapie doda punkt początkowy, z którego będą mierzone azymut i odległość do punktu kolejnego. Po drugim kliknięciu dodany zostanie kolejny punkt, z którego można wyznaczyć kolejny. Pomiary odległości można prowadzić w sposób ciągły. Po każdorazowym zaznaczeniu kolejnego punktu są wyświetlane parametry pomiaru, a dystans między punktami jest sumowany. Naciśnięcie klawisza **Esc** spowoduje przerwanie aktualnego pomiaru, co pozwala na rozpoczęcie nowego pomiaru między kolejnymi niezależnymi punktami. Ponowne wciśnięcie klawisza **Esc** po przerwaniu bieżącego pomiaru spowoduje wyjście z trybu linijki.



Rysunek 3: Fragment mapy z parametrami pomiaru odległości przy użyciu miarki odległości

Rozwijalna lista podkładu mapowego ❷ pozwala na wybranie jednego z czterech dostępnych podkładów mapowych: OpenStreetMap, OpenTopoMap, Esri WorldStreetMap, Wikimedia.

Przełącznik formatu współrzędnych ⑤ umożliwia ustawienie formatu wyświetlania współrzędnych w DMS (Stopnie:Minuty:Sekundy) lub stopniach dziesiętnych (DEC).

W celu zdefiniowania obszaru obliczeń należy kliknąć w ikonę **zaznaczanie obszaru analizy**. Następnie klikając w dowolne miejsce na interaktywnej mapie ②, zaznaczyć punkt będący pierwszym narożnikiem obszaru obliczeń. Ponowne, czyli drugie kliknięcie na mapie, zaznaczy przeciwległy narożnik obszaru analizy. Po określeniu obszaru obliczeń zostaną wyświetlone wymiary prostokąta analizy w polu **wymiary obszaru obliczeń** ⑧.

Obliczenia	
Obszar obliczeń	1.79 x 2.50 km

Rysunek 4: Wymiary obszaru obliczeń

Po zdefiniowaniu obszaru analizy należy określić lokalizację stacji nadawczej ③. W miejscu kliknięcia myszką na interaktywnej mapie ②, zostanie ustawiona pozycja stacji nadawczej oraz zostaną wyświetlone współrzędne geograficzne zaznaczonego punktu i wysokość terenu w tym punkcie – **dane nadajnika** ⑦. Położenie stacji nadawczej można również określić poprzez wpisanie współrzędnych geograficznych do kontrolki wprowadzania tekstu. W przypadku wyboru formatu współrzędnych DMS, na kontrolki nałożona jest maska, która wspomaga wpisywanie współrzędnych.

Nadajnik	
Długość geograficzna	17°06'12.94"E
Szerokość geograficzna	51°07'16.40"N
Wys. terenu [m n.p.m.]	116

Rysunek 5: Dane nadajnika

Położenie kursora jest na bieżąco monitorowane, a jego współrzędne są wyświetlane w panelu po prawej stronie – **położenie kursora** ⑥.

Położenie kursora	
Długość geograficzna	17°13'10.72"E
Szerokość geograficzna	51°09'14.18"N

Rysunek 6: Położenie kursora

Po prawidłowym zdefiniowaniu obszaru analizy i określeniu położenia stacji nadawczej można przejść do dalszych ustawień klikając przycisk **Konfiguracja analizy** ⑨.

2.2. Konfiguracja analizy

We wszystkich oknach konfiguracji parametry są uzupełnione wartościami domyślnymi, a ich poprawność jest sprawdzana poprzez odpowiedni zakres walidacji. Jeśli użytkownik wprowadzi niepoprawną wartość parametru, to zostanie wyświetlony komunikat o błędzie. W sytuacji pominięcia lub niezauważenia informacji walidacyjnej, gdy użytkownik przejdzie dalej i uruchomi analizę rozkładu natężenia pola, obliczenia nie zostaną uruchomione, a komunikat o błędzie zostanie wyświetlony ponownie. Jeżeli dane nie zostaną poprawione, nie będzie można wykonać obliczeń.

W dolnej części okien znajdują się przyciski umożliwiające poruszanie się po oknach konfiguracji (**Dalej**, **Cofnij**), zamykające konfigurację (**Zamknij**) oraz uruchamiające obliczenia rozkładu natężenia pola (**Oblicz**).

Po przejściu do konfiguracji analizy jako pierwsze pojawi się okno Podstawowe parametry analizy. Kolejnymi są Parametry propagacyjne i Charakterystyka pozioma tłumienia anteny.

2.2.1. Podstawowe parametry analizy

W tym oknie użytkownik ma możliwość ustawienia 6 parametrów takich jak: częstotliwość, poziom mocy promieniowanej, wysokość zawieszenia anteny nadawczej, wysokość zawieszenia anteny odbiorczej, numeryczny model terenu oraz rozdzielczość.

Rysunek 7: Podstawowe parametry analizy

Częstotliwość może zostać wpisana przez użytkownika bądź wybrana z listy dostępnych kanałów po wybraniu opcji **DVB-T** lub **DAB**.

Rysunek 8: Lista kanałów DVB-T

W wersji dla użytkownika niezarejestrowanego dostępny jest tylko jeden rodzaj numerycznego modelu terenu: **ASTER**.

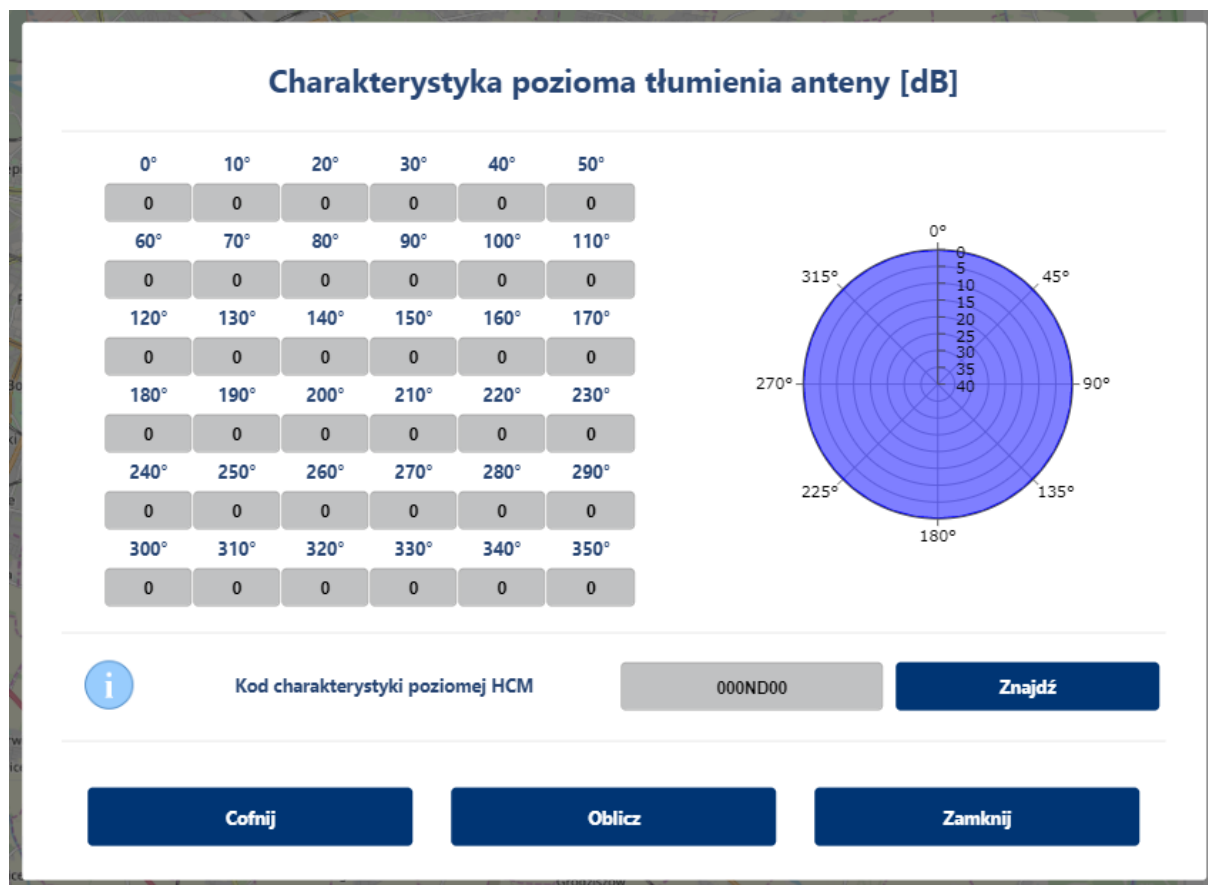
2.2.2. Parametry propagacyjne

W kolejnym oknie o nazwie Parametry propagacyjne należy wybrać za pomocą rozwijalnego menu odpowiedni model propagacyjny, wersję metody oraz system lub polaryzację - zależnie od wybranego modelu propagacyjnego. Do wprowadzenia z poziomu klawiatury są dwa parametry – procent czasu i procent lokalizacji.

Rysunek 9: Parametry propagacyjne

2.2.3. Charakterystyka pozioma tłumienia anteny

W wersji dla użytkownika niezarejestrowanego możliwość uzupełniania tabeli charakterystyki poziomej tłumienia anteny jak i dekodery kodów charakterystyki HCM są zablokowane.

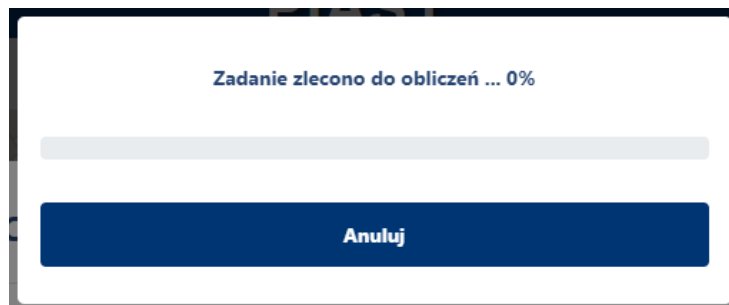


Rysunek 10: Charakterystyka pozioma tłumienia anteny

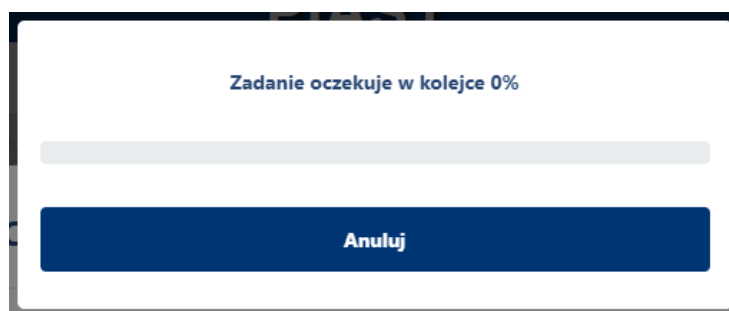
Po ustawieniu wszystkich parametrów w konfiguracji analizy można uruchomić obliczenia rozkładu natężenia pola klikając przycisk **Oblicz**.

2.3. Obliczenia rozkładu natężenia pola

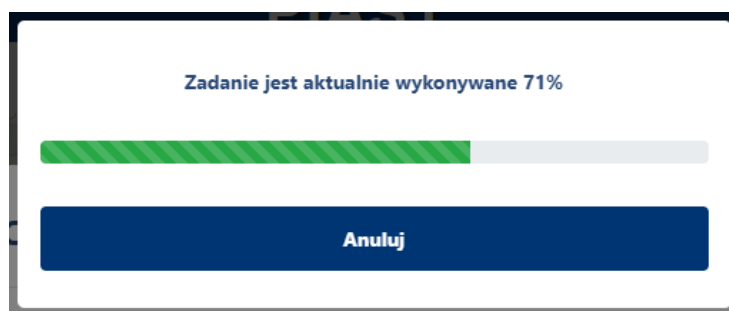
Podczas trwania analizy widoczne jest okno informujące o statusie zleconego zadania, na którym widnieje pasek postępu obliczeń rozkładu natężenia pola. Ponadto, obliczenia można przerwać klikając przycisk **Anuluj**.



Rysunek 11: Status – zadanie zlecono do obliczeń



Rysunek 12: Status – zadanie oczekuje w kolejce



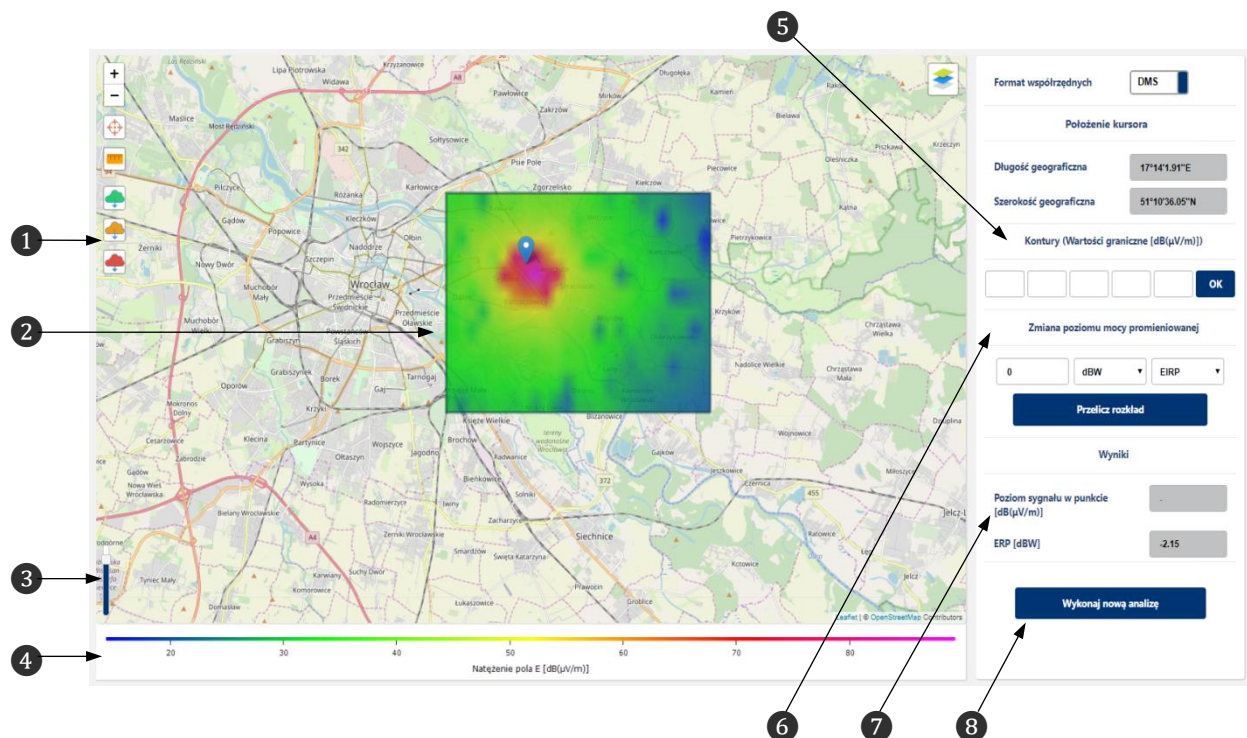
Rysunek 13: Status – zadanie jest aktualnie wykonywane

Po zakończeniu obliczeń, gdy pasek postępu wskaże 100%, pojawi się widok z wizualizacją rozkładu natężenia pola.

2.4. Wizualizacja rozkładu natężenia pola

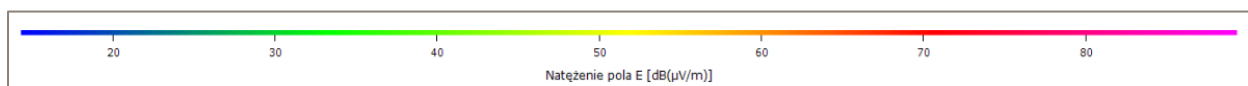
Na widoku z wizualizacją rozkładu natężenia pola pojawiają się nowe elementy takie jak:

- 1 - przyciski zapisu wyniku analizy (rysunek 23)
- 2 - wizualizacja rozkładu natężenia pola (zobrazowany wynik obliczeń)
- 3 - suwak przezroczystości
- 4 - legenda natężenia pola elektrycznego
- 5 - narzędzie zmiany wartości granicznych prezentacji natężenia pola
- 6 - narzędzie zmiany mocy nadajnika
- 7 - wartości obliczonych parametrów (poziom sygnału w punkcie, ERP)
- 8 - przycisk umożliwiający przeprowadzenie nowej analizy.



Rysunek 14: Widok funkcji „Rozkład natężenia pola” po wykonaniu obliczeń

Wynik obliczeń **2** zobrazowany na interaktywnej mapie jest prezentowany jako różnobarwna interpolacja, gdzie każdy z kolorów, oznaczający odpowiedni poziom natężenia pola elektrycznego, opisano w **legendzie natężenia pola** **4**.



Rysunek 15: Legenda natężenia pola elektrycznego

Mapa posiada standardowe narzędzia do ustawiania widoku (przybliżanie, oddalanie, przesuwanie obrazu).

W celu odczytania dokładnej wartości natężenia pola elektrycznego w danym punkcie, należy kliknąć w wybrany punkt na interaktywnej mapie. Wartość ta zostanie wyświetlona w panelu po prawej stronie – element **7**. Poziom sygnału w punkcie mierzony jest tylko w obrębie zaznaczonego obszaru

analizy. Każda próba sprawdzenia poziomu sygnału poza określonym obszarem spowoduje wyświetlenie znaku „-” w miejscu wartości sygnału, który oznacza brak wartości.

Wyniki	
Poziom sygnału w punkcie [dB(μV/m)]	84.65
ERP [dBW]	-2.15

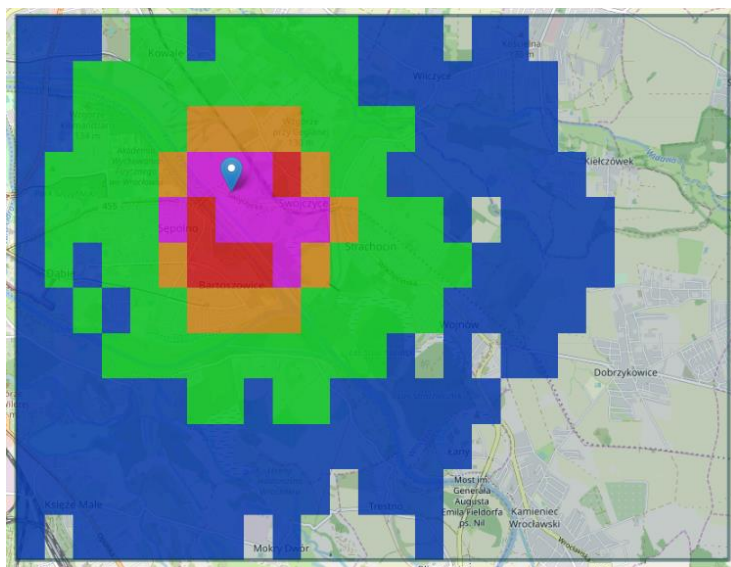
Rysunek 16: Wartość natężenia pola elektrycznego w punkcie

Suwak przezroczystości ③ znajdujący się w lewym, dolnym rogu formatki służy do zmiany przezroczystości uzyskanego rozkładu natężenia pola elektrycznego na mapie, co pozwala dostosować wygląd zobrazowanego wyniku obliczeń do własnych potrzeb – zwiększenie przezroczystości w celu lepszej widoczności elementów mapy.

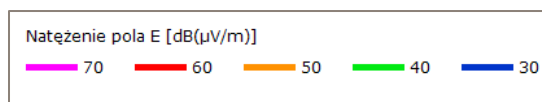
Aby zmienić wartości graniczne prezentacji natężenia pola ⑤ należy uzupełnić pola Kontury odpowiednimi danymi i zatwierdzić wprowadzone zmiany poprzez kliknięcie przycisku **OK**. Po akceptacji wynik zostanie wyświetlony na mapie. Będzie on prezentowany zgodnie z wprowadzonymi wartościami granicznymi, a wartości w legendzie zostaną dostosowane do wprowadzonych modyfikacji.

Kontury (Wartości graniczne [dB(μV/m)])					
70	60	50	40	30	OK

Rysunek 17: Narzędzie do zmiany wartości granicznych prezentacji natężenia pola



Rysunek 18: Wynik zmiany wartości granicznych prezentacji natężenia pola



Rysunek 19: Legenda dla wyniku zmiany wartości granicznych prezentacji natężenia pola

2.5. Korekta mocy nadajnika

Po wykonaniu obliczeń użytkownik może wprowadzić korektę mocy nadajnika ⑥ bez konieczności ponownego przeprowadzania analizy, która z reguły jest czasochłonna. Po ustawieniu nowej wartości dla poziomu mocy promieniowanej należy zatwierdzić zmiany przyciskiem **Przelicz rozkład**. Wynik korekty zostanie wyświetlony na mapie, a wartości legendy zostaną odpowiednio dopasowane.

Rysunek 20: Zmiana poziomu mocy promieniowanej

2.6. Zapis wyniku analizy

Użytkownik niezarejestrowany nie ma możliwości pobrania i zapisania wyniku analizy.

3. Zakresy parametrów dla analizy rozkładu natężenia pola

Tabela 1: Zakresy parametrów dla analizy rozkładu natężenia pola

Parametr		Wartość
Współrzędne geograficzne nadajnika	Szerokość geograficzna (N, S)	<0, 90> °
	Długość geograficzna (E, W)	<0, 180> °
Obszar obliczeń		do 100 km ²
Częstotliwość	ITU-R P.1546-6	<30, 4000> MHz
Poziom mocy promieniowanej		dowolna
Wysokość zawieszenia anteny nadawczej		<1, 3000> m n.p.t.
Wysokość zawieszenia anteny odbiorczej		10 m n.p.t.
Numeryczny model terenu		ASTER
Rozdzielczość		<20, 90> sek.geo.
Model propagacyjny		ITU-R P.1546-6
Wersja metody	ITU-R P.1546	6
Procent czasu		<1, 50> %
Procent lokalizacji		<1, 99> %
System	ITU-R P.1546	Rozsiewczy cyfrowy Rozsiewczy analogowy