

Dariusz Wypiór
Krzysztof Rzeźniczak
Dariusz Więcek
Daniel Niewiadomski

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy
Swojczycka 38, 51-501 Wrocław
{d.wypior,k.rzezniczak,d.wiecek,d.niewiadomski}@itl.waw.pl



Poznań, 21-23 czerwca 2017

ANALIZA ZASIĘGU STACJI RADIOFONII DAB+ Z WYKORZYSTANIEM NUMERYCZNYCH MODELI POKRYCIA TERENU O BARDZO DUŻEJ ROZDZIELCZOŚCI

THE SURVEY OF DAB+ STATIONS COVERAGE BASED ON THE VERY HIGH RESOLUTION DIGITAL ELEVATION MODEL

Streszczenie: W artykule przedstawiono analizę wpływu zastosowania numerycznych modeli pokrycia terenu o bardzo dużej rozdzielczości na wyznaczany przestrzenny rozkład natężenia pola elektrycznego oraz zasięg od stacji radiofonii cyfrowej DAB+. Dokonano analiz w obszarze miejskim dla wybranych rzeczywistych obiektów nadawczych. Omówiono rozrzut wyników dla różnych scenariuszy w zależności od wybranych parametrów definiujących dokładność modelowania pokrycia terenu.

Abstract: High resolution digital elevation model impact on the calculated spatial electric field strength distribution and DAB+ stations coverage is presented. The survey within urban area for the real transmitters was conducted. Scenarios of dispersion of the results for map with different accuracy was discussed.

Słowa kluczowe: Propagacja fal radiowych, DAB+, cyfrowe modele terenu, zasięgi stacji radiowych.

Keywords: Radiowave propagation, DAB+, digital terrain models, radio stations coverages

1. WSTĘP

Planowanie zasięgów stacji radiowych systemów radiodifuzyjnych wymaga stosowania numerycznych modeli terenu na etapie obliczeń propagacyjnych [1, 2]. Szczególnym przypadkiem planowania sieci są obszary miejskie, w których duża zmienność pokrycia terenu znacząco zmienia rozkład natężenia pola elektrycznego na analizowanym obszarze. W ostatnich latach nastąpiło duże upowszechnienie zasobów numerycznych modeli terenu (NMT) oraz pokrycia terenu (NMPT) charakteryzujących się bardzo wysoką rozdzielczością. Jednym z takich zasobów - obejmujących swym pokryciem wybrane obszary Polski - są mapy rastrowe NMPT dystrybuowane przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGIK). Reprezentują one dane o rozdzielczości poziomej oczka 0,5 m oraz 1 m, kolejno dla obszarów miejskich i pozostałych. Błąd średni wysokości nie przekracza 20 centymetrów [3]. Stanowi to istotny wzrost szczegółowości odwzorowania terenu względem innych zasobów wcześniej powszechnie stosowanych w procesie planowania systemów radiowych, takich jak np. mapy SRTM lub ASTER. Ich

maksymalna rozdzielczość pozioma wynosi 1 sekundę geograficzną, co na terenie Polski przekłada się na oczko około 20x30 m. Wynik renderowania wysokości terenu, obrazujący wysoką dokładność zasobu mapy CODGIK NMPT przedstawiono na rys. 1.

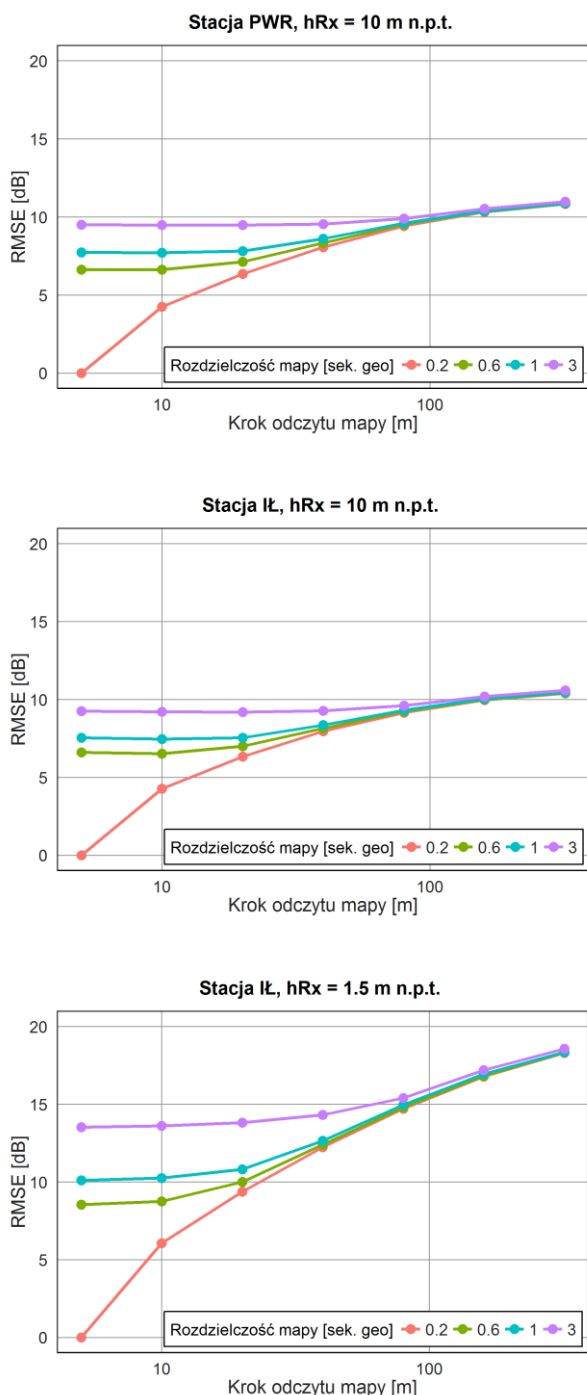


Rys. 1. Wynik renderowania zasobu CODGIK NMPT
(Centrum Wrocławia).

Autorzy artykułu wykonali badania mające na celu scharakteryzować stabilność wyznaczanego rozkładu natężenia pola elektrycznego oraz zasięgów pochodzących od stacji nadawczych w zależności od zmian parametrów definiujących dokładność odczytu danych mapowych podczas obliczeń propagacyjnych. Analizy przeprowadzono dla rzeczywistych obiektów nadawczych systemu DAB+. Stacje te emitują sygnał radiowy o niedużej mocy (250W) mający pokryć wybrane obszary Wrocławia. Na potrzeby analiz przyjęto stosowanie anten dookólnych. Obliczenia wykonano metodą propagacyjną zdefiniowaną w zaleceniu ITU-R P.1546-5 [4]. Zalecenie określa model propagacyjny powszechnie przyjęty do celów planowania i koordynacji sieci radiodifuzyjnych pracujących w pasmach VHF/UHF. Biorąc pod uwagę powyższe, uzyskane wyniki pozwoliły scharakteryzować też wrażliwość modelu propagacyjnego. Do celów porównawczych w rozdziale drugim dodatkowo przedstawiono poglądowe różnice wyznaczonych zasięgów stacji dla zasobów SRTM i CODGIK NMPT.

<i>Stacja</i>	<i>Wys. anteny</i> <i>[m n.p.t.]</i>	<i>Wys. lokalizacji</i> <i>[m n.p.m.]</i>	<i>ERP</i> <i>[dBW]</i>	<i>Częstotliwość</i> <i>[MHz]</i>	<i>Szerokość</i> <i>geograficzna</i>	<i>Długość</i> <i>geograficzna</i>
IL	20	116	23,98	216,928	51°06'55,19''N	17°06'48,68''E
PWR	16,6	111	23,98	216,928	51°07'37,10''N	17°00'32,97''E

zentowane przez jednakową regularną siatkę o stałym oczku ($\Delta S = 1''$). Konfigurację najdokładniejszą (0,2"/5m) traktowano jako referencyjną względem pozostałych. Na tej podstawie wyznaczono błąd średniokwadratowy, który zaprezentowano na rysunku 4. Błąd ten wyliczono dla każdego rozkładu względem rozkładu referencyjnego. Zrealizowano badania 3 przypadków: a) stacji IŁ z odbiornikiem na wysokości $hRx = 10$ m b) stacji IŁ z odbiornikiem na wysokości $hRx = 1,5$ m c) stacji PWR z odbiornikiem na wysokości $hRx = 10$ m.



Rys. 4. Błąd średniokwadratowy wyznaczonego rozkładu natężenia pola elektrycznego dla 3 przypadków.

Charakterystyka błędu średniokwadratowego jednoznacznie wskazuje na jego zależność od dobranej rozdzielczości mapy oraz kroku odczytu profilu. Zmniejsze-

zenie rozdzielczości oraz zwiększenie kroku odczytu profilu przekłada się zawsze na zwiększenie - tak zdefiniowanego - błędu wyznaczanego rozkładu natężenia pola w każdym przebadanym przypadku. Dodatkowo błąd ten zaczyna wyraźnie wzrastać po przekroczeniu pewnej określonej długości kroku odczytu profilu terenu. Ma to miejsce w tych przypadkach gdy długość ta zaczyna zbliżać się do długości boków oczka mapy (oczko 0,2" posiada rozmiar około 4x6 m; 0,6" - 12x18 etc.). Dodatkowo błąd średniokwadratowy zwiększył się w przypadku analiz z odbiornikiem na wysokości 1,5 m n.p.t. Obniżenie wysokości odbiornika zwiększa wartość kąta prześwitu terenu, co przekłada się na wzrost modelowanego tłumienia dyfrakcyjnego.

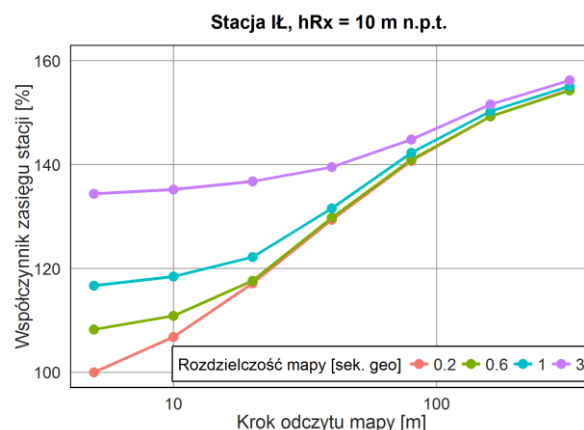
3.2. Zasięgi stacji

Promień 10 km od stacji nadawczej dla analizy rozkładu natężenia pola elektrycznego dobrano tak, aby cały zasięg danej stacji nie przekraczał granic obszaru obliczeń dla trybu odbioru przenośnego (95% lokalizacji). Tym samym spodziewano się, że mogą występować takie miejsca, dla których obserwowane różnice wyznaczonego natężenia pola będą nieistotne, jako że nie przekroczą one wymaganej czułości odbiornika. W tab. 2 przedstawiono podstawowe parametry analizy.

Tab. 2. Wybrane parametry analizy

Parametr	Wartość
Wymagany stosunek C/I	11,8 [dB]
Zysk anteny odbiorczej	-2,2 [dB]
Poprawka na % lokalizacji	9 [dB]
Straty związane z wysokością odbioru	13 [dB]
Minimalna medianowa wartość natężenia pola na wysokości 10m	54,8 [dB]

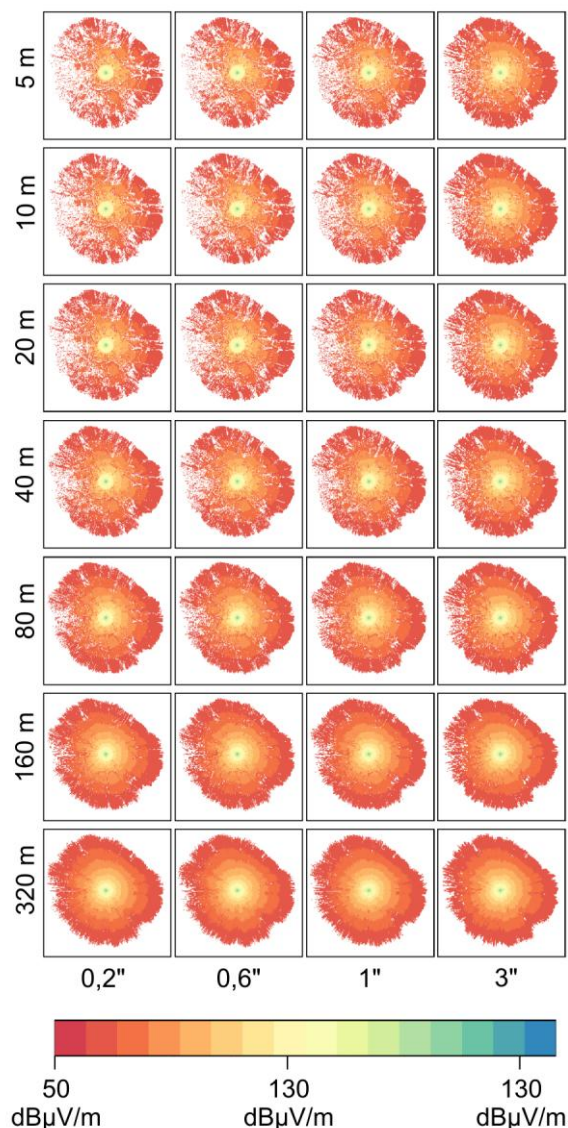
Analizy przeprowadzono dla stacji IŁ, dla takich samych konfiguracji definiujących dokładność odczytu mapy jak w poprzednim punkcie. Dla wszystkich obliczono zasięgi oraz wyznaczono ich powierzchnię. Przyjęto, że zasięg dla parametrów najdokładniejszych posiada znormalizowaną powierzchnię równą 100%.



Rys. 5. Porównanie współczynnika zasięgu stacji.

Następnie powierzchnie pozostałych zasięgów unormowano względem najdokładniejszego. Wykres na rysunku 5 przedstawia zestawienie rezultatu obliczeń. Ich charakterystyka jednoznacznie wskazuje, że wraz ze zmniejszeniem rozdzielczości mapy oraz zwiększeniem kroku odczytu profilu terenu następuje zwiększenie

modelowanego zasięgu stacji. Na rysunku 6 przedstawiono dodatkowo w postaci macierzy wizualizację wyznaczonych zasięgów. Oś pionowa reprezentuje krok odczytu profilu, oś pozioma rozdzielczość mapy.



Rys. 6. Porównanie wyznaczonych zasięgów stacji

Zauważa się, że wyznaczona utrata zasięgu bezinterferencyjnego miała głównie miejsce w obszarach zabudowanych. Obszar ten znajdował się na wschód od stacji nadawczej (na zachód obszary podmiejskie oraz tereny niezabudowane).

WNIOSKI

Autorzy wykonali modelowanie propagacyjne i analizy zasięgów bezinterferencyjnych stacji nadawczych DAB+ dla jednego bloku częstotliwości z wykorzystaniem zasobu mapowego o bardzo wysokiej rozdzielczości. Wykorzystali do tego zaimplementowaną metodę propagacyjną ITU-R P.1546-5, która jest powszechnie stosowana do celów planowania i koordynacji sieci rozsiwczących pracujących w pasmach VHF/UHF. Stacje były zlokalizowane w dwóch różnych miejscach we Wrocławiu. Wysokości lokalizacji oraz posadowienia anten były do siebie zbliżone. Wyniki badań wskazują,

na istotną zmianę wyznaczanego rozkładu natężenia pola elektrycznego oraz zasięgów bezinterferencyjnych stacji w przypadku zmian parametrów definiujących dokładność odczytu mapy cyfrowej. Zmiany te były na tyle duże, że wpływały na wyznaczany zasięg bezinterferencyjny. Największa utrata zasięgu wystąpiła w obszarach zabudowanych. Wyniki sugerują, że w przypadku modelu P.1546-5 zwiększanie dokładności odczytu mapy cyfrowej, może prowadzić do pewnego niedoszacowania, z uwagi na fakt, że model ten bierze pod uwagę tylko jedną trasę rozchodzenia się fal radiowych między nadajnikiem a odbiornikiem. W terenie zabudowanym należy się spodziewać także dodatkowych odbić oraz dyfrakcji fali na przeszkodach pionowych oraz poziomych, co może się przyczynić do występowania większego poziomu sygnału w danym miejscu, aniżeli wyznaczonego omawianą metodą w związku z występowaniem zysku charakterystycznego dla sieci jednoczęstotliwościowych SFN [7]. Dodatkowo warto wspomnieć, że zwiększanie dokładności odczytu mapy może przyczynić się do niepotrzebnego zwiększania złożoności obliczeniowej symulacji oraz prowadzić do trudności porównywania wyników uzyskanych przez różne zespoły. Na podstawie zestawionych wyników zaobserwowano ogólny charakter zmian. Nie sposób jednoznacznie stwierdzić, dla których parametrów wejściowych wynik jest najbardziej zbliżony do rzeczywistości i powinien zostać przyjęty jako odniesienie. Tym samym kolejnym krokiem powinno być zestawienie otrzymanych wyników symulacyjnych z tymi uzyskanymi w drodze pomiarów. Pozwoliło by to na przeprowadzenie praktycznej walidacji modelu propagacyjnego P.1546-5 względem wykorzystywanych map o bardzo dużej rozdzielczości co będzie przedmiotem kontynuacji niniejszych prac

INFORMACJA

Niniejszy artykuł powstał w wyniku realizacji projektu pt.: „Sieć jednoczęstotliwościowa stosująca platformę nadawczą DAB+ na potrzeby lokalnych nadawców w Polsce”. Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, umowa o dofinansowanie nr PBS3/A3/19/2015

LITERATURA

- [1] Gołębiowski B., Niewiadomski D., Więcek D. Planowanie, optymalizacja i kompatybilność elektromagnetyczna sieci radiofonii cyfrowej DAB+, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, 2013, nr 6
- [2] Sobolewski J., Więcek D. Planowanie sieci jednoczęstotliwościowej DVB-T, (KKRRiT 2005, 15-17 czerwca 2005), , Akademia Górniczo-Hutnicza, 2005, 137-140
- [3] CODGIK - www.codgik.gov.pl/index.php/zasob/numeryczne-dane-wysokosciowe.html (dostęp 10.03.2017)
- [4] ITU-R P.1546-5 - *Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz*, 09/2013, Geneva
- [5] EBU TR25, *Report On Frequency And Network Planning Parameters Related To DAB+*, 10/2013, Geneva,