



Łączność bezprzewodowa

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Łukasz Januszkiewicz

Ćwiczenie 1. Analiza zasięgu nadajnika FM

Celem ćwiczenia jest:

- zapoznanie się z podstawowymi funkcjami programu Radio Mobile
- poznanie czynników wpływających na zasięg nadajnika bezprzewodowego.

1. Literatura:

1. K. Wesołowski, Systemy radiokomunikacji ruchomej, WKiŁ 2006
2. RECOMMENDATION ITU-R BS.412-9 Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF

2. Zakres ćwiczenia.

Zakres ćwiczenia obejmuje zapoznanie się ze sposobem analizy zasięgu nadajnika FM za pomocą programu Radio Mobile.

Obszar objęty zasięgiem nadajnika to obszar, w którym stacja bazowa może komunikować się z odbiornikiem. Minimalnym wymogiem udanej transmisji w systemie radiokomunikacji rozsiwcznej FM (transmisja jednokierunkowa) jest zapewnienie odbiornikowi odpowiedniej energii odbieranego sygnału [1]. Jest to określone przez wartość mediany natężenia pola elektrycznego w którym znajduje się odbiornik i podane w odpowiednim zaleceniu ITU-R dla konkretnego systemu bezprzewodowego.

W tym ćwiczeniu zastosujemy rekomendację ITU-R dla emisji dźwięku FM w paśmie VHF [2]. Definiuje ona minimalną użyteczną wartość natężenia pola elektrycznego generowanego przez nadajnik w odniesieniu do jego mediany mierzonej na wysokości 10 m powyżej poziomu gruntu. Dla symulacji zasięgu nadajnika zakładamy, że antena odbiornika znajduje się 10 m nad ziemią.

Symulując zasięg systemu należy przyjąć minimalne wartości natężenia pola podane w tabeli 1.

Tab. 1. Minimalne wartości natężenia pola do symulacji zasięgu systemu FM [2]

Areas	Services	
	Monophonic dB(μ V/m)	Stereophonic dB(μ V/m)
Rural	48	54
Urban	60	66
Large cities	70	74

3. Program Radio Mobile

Program Radio Mobile jest darmowym programem opracowanym przez Rogera Coudé, umożliwiającym przeprowadzenie symulacji zasięgów systemów bezprzewodowych. Na stronie <http://radiomobile.pelmew.nl> znajduje się wiele informacji dotyczących tego projektu. Program Radio Mobile wykonuje symulacje z wykorzystaniem modelu propagacyjnego Irregular Terrain Model - ITM. Model nieregularnego terenu (ITM), znany również jako model Longley-Rice, umożliwia wyznaczenie średniego tłumienia trasy dla transmisji dalekiego zasięgu sygnału radiowego z uwzględnieniem warunków atmosferycznych i geograficznych.

Program w wersji instalacyjnej jest dostępny na stronie:

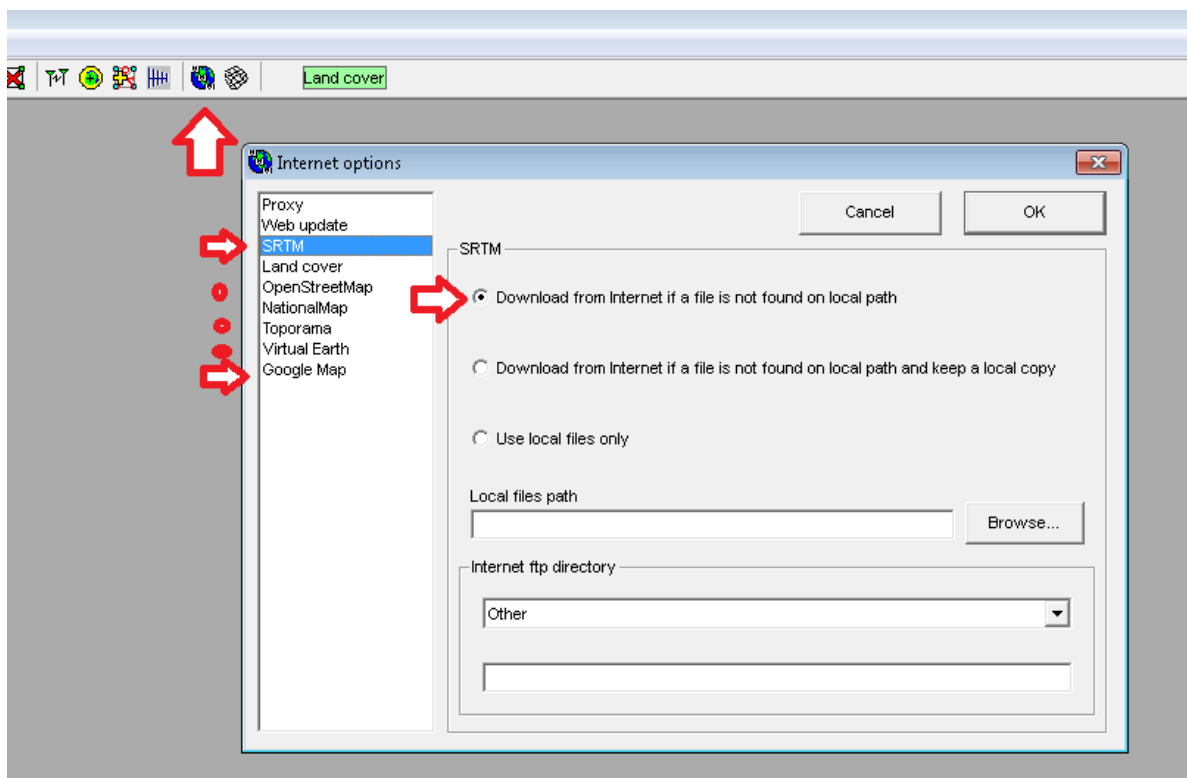
<http://radiomobile.pelmew.nl/?Installation>

Aby zrealizować ćwiczenie należy zainstalować program zgodnie z instrukcją podaną na stronie projektu. Konieczne jest pobranie pliku „rmwcore.zip”, a następnie pakietu językowego ze strony <http://www.ve2dbe.com/download/download.html>. W instrukcji podaje nazwy menu programu z zainstalowanym pakietem j. angielskiego. Pobrane pliki należy rozpakować do folderu instalacyjnego.

W najprostszym wariancie instalacji programu nie jest konieczne samodzielne pobieranie map cyfrowych terenu i kopiowanie ich do folderu programu. Program uruchomiony z domyślnymi ustawieniami będzie pobierał mapy z ogólnie dostępnych serwisów sieciowych (np. google). Konieczny jest wtedy dostęp do Internetu podczas pracy z programem.

Aby program automatycznie pobierał potrzebne mapy z Internetu, należy zmodyfikować plik „Map_Link.txt”, który znajduje się w folderze instalacyjnym programu. Z pliku należy usunąć apostrofy ‘ znajdujące się w początkowych liniach.

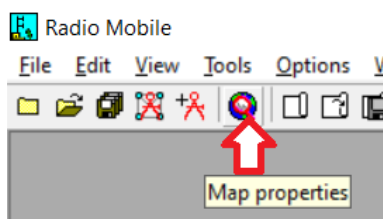
Po zmodyfikowaniu pliku „Map_Link.txt” należy uruchomić program i sprawdzić czy jest ustawiona opcja automatycznego pobierania map z Internetu. W oknie „Internet Options” należy zaznaczyć opcję „Download from Internet ...” przy wszystkich rodzajach danych: SRTM, Land cover, OpenStreetMap, NationalMap, Toporama, Virtual Earth, Google Map:



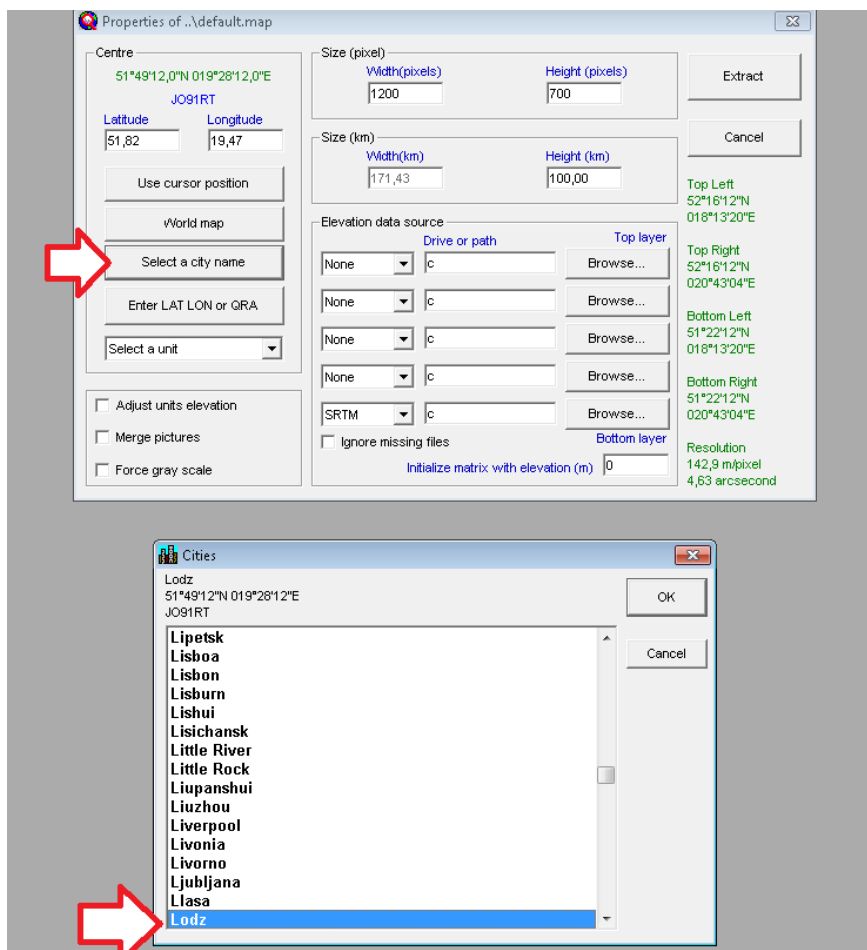
4. Przebieg ćwiczenia

1. Utworzenie projektu w programie Radio Mobile

Program w wersji angielskojęzycznej uruchamiamy plikiem `rmweng.exe`. Następnie klikamy na przycisk „Map Properties”:

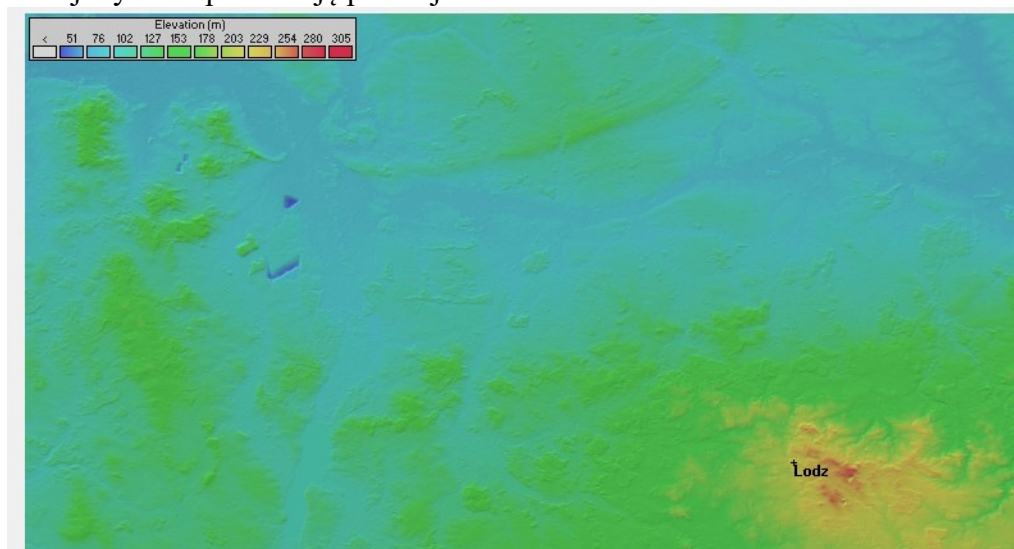


Następnie wybieramy miasto Łódź, wokół którego przeprowadzona zostanie analiza. Lista miast dostępna jest po naciśnięciu przycisku „Select a city name”. Następnie wpisujemy „Lo” i wybieramy z listy Lodz.



Rozmiar mapy w pikselach (Size(pixel)) ustalamy na Width =1200, Height = 700 pixel. Do tak zdefiniowanej mapy w pikselach możemy przyporządkować odpowiedni obszar terenu. Rozmiar analizowanego obszaru w kierunku pionowym na mapie ustalamy na 100 km (Size > Height > 100 km). Następnie naciskamy przycisk „Extract”.

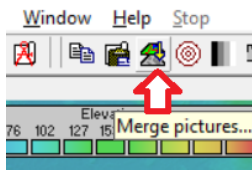
Zaprezentowana zostanie mapa odwzorowująca wysokość terenu nad poziomem morza, której wycinek prezentuję poniżej:



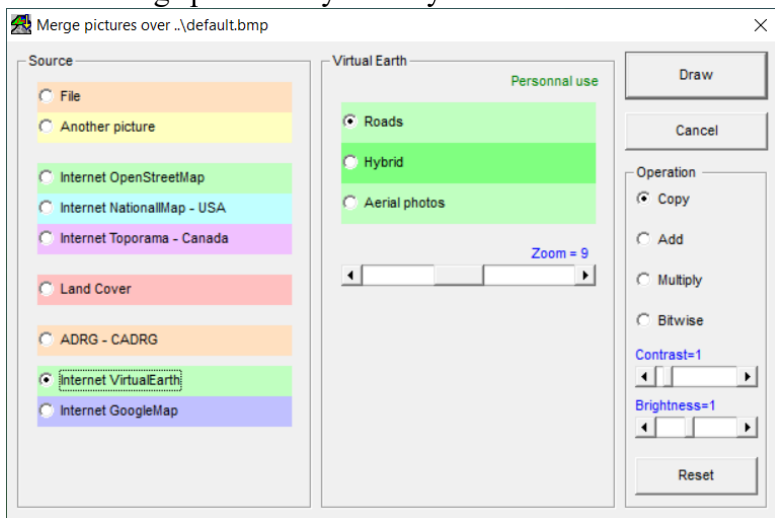
Mapa wysokościowa jest bardzo istotna w przypadku projektowania systemów bezprzewodowych ponieważ ukształtowanie terenu ma duży wpływ na zasięg nadajników.

Projektant powinien zawsze zapoznać się z rozkładem wysokości na obszarze, na którym projektuje system.

Na mapie wysokościowej możemy wyświetlić warstwę z naniesionymi drogami i nazwami miejscowości, co znacznie ułatwia orientację w projekcie. W tym celu należy skorzystać z menu: Edit > Merge pictures, lub nacisnąć poniższy przycisk:

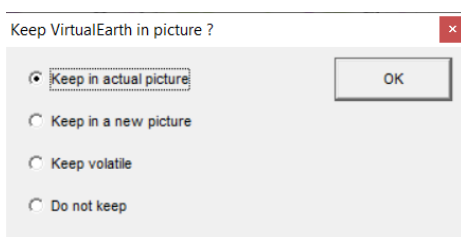


Z okna Merge pictures wybieramy Source > Internet VirtualEarth, oraz Virtual Earth > Roads:

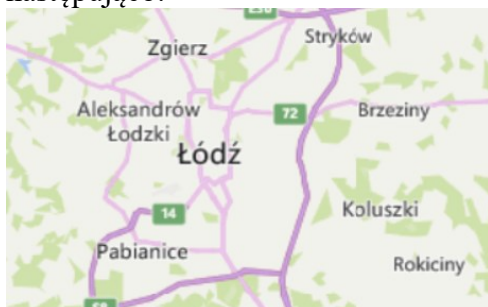


W przypadku zaznaczenia opcji Copy, warstwa dróg i nazw miejscowości zastąpi mapę wysokościową. Pozostałe opcje nakładają obie mapy. Nałożenie zostanie dokonane po naciśnięciu przycisku Draw.

Tak skonfigurowana mapa może nadpisać istniejącą, lub powstać jako nowy obiekt. Aby nadpisać istniejącą zaznaczamy „Keep in actual picture”:

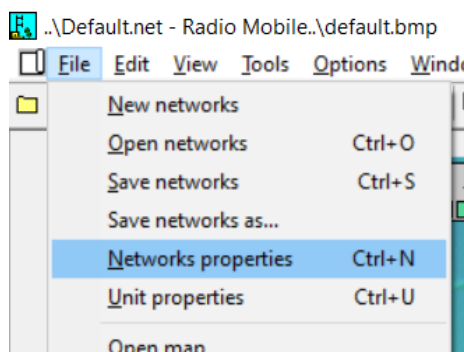


Przykładowy Wycinek mapy z naniesionymi drogami i nazwami miejscowości wygląda następująco:

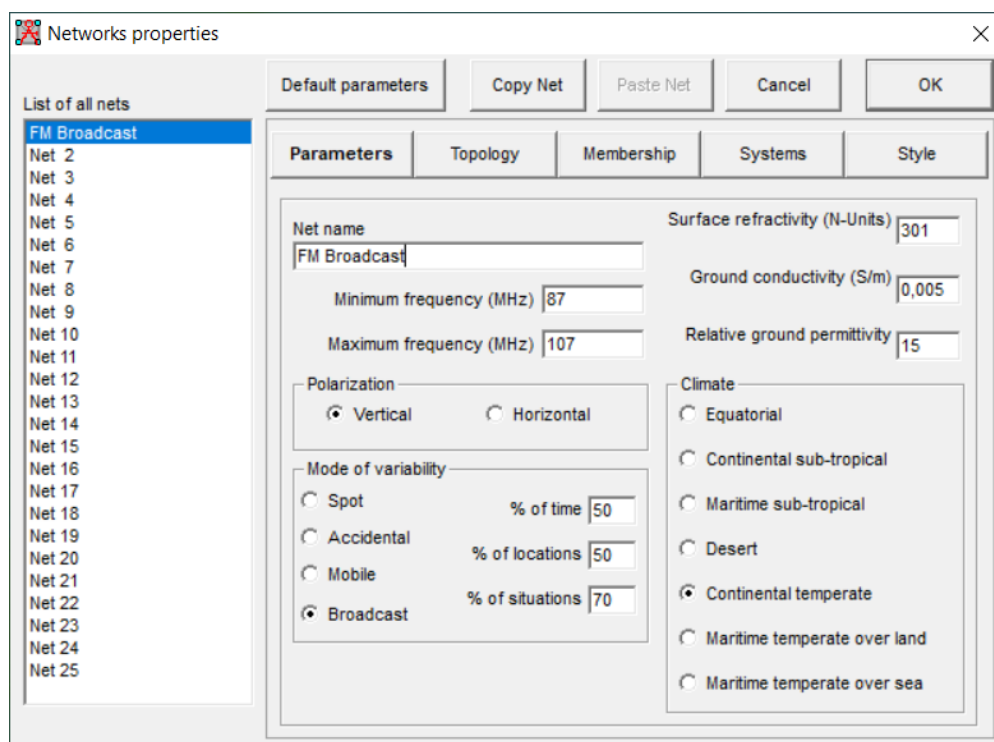


2. Konfiguracja systemu nadawczego

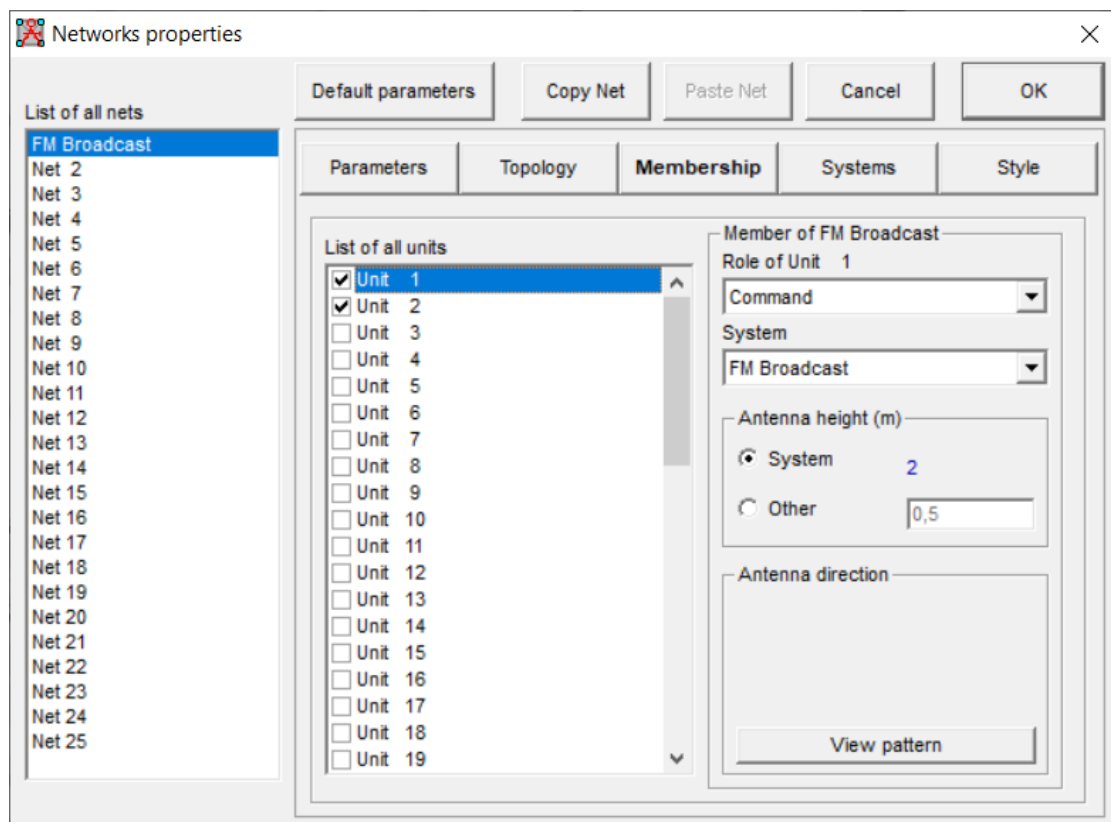
Parametry systemu transmisyjnego należy skonfigurować w menu File > Networks properties:



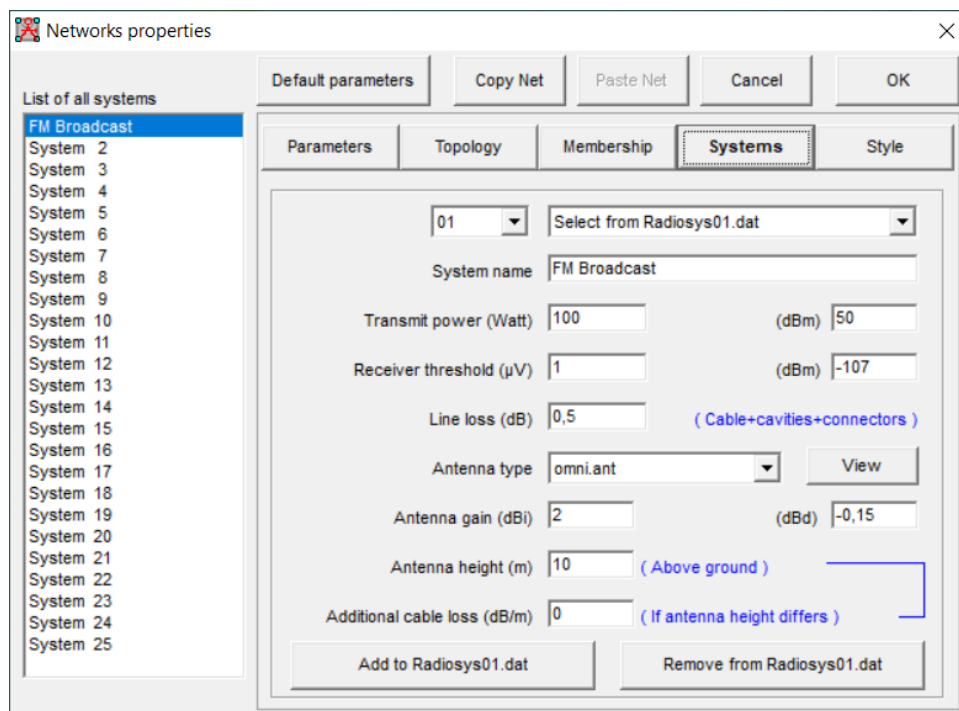
Następnie w oknie „Network Properties” zaznaczamy w lewym panelu nazwę sieci Net 1 i definiujemy jej parametry, jak pokazano w oknie poniżej. Nazwę sieci definiujemy jako (Net name): FM Broadcast, Zakres częstotliwości 87 – 107 MHz, rodzaj analizy (Mode variability) Broadcast.



W zakładce „Memebership” zaznaczamy, które stacje bazowe (jeszcze nie zdefiniowane) należą do wybranego systemu. Zaznaczamy 1 i 2.

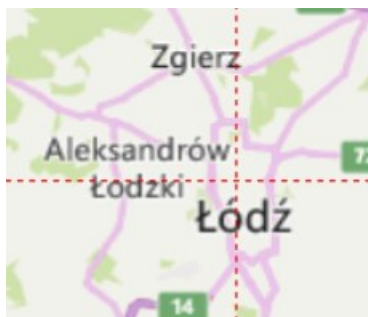


W zakładce Systems określa się bardzo istotne parametry systemu nadawczego. Należą do nich m.in. moc nadajnika (Transmit power), czułość odbiornika (Receiver threshold), domyślna wysokość zawieszenia anten (Antenna height), zysk energetyczny anten (Antenna gain). Wstępnie należy wpisać poniższe wartości. Dla systemu FM, wybieramy domyślną wysokość anteny 10m.

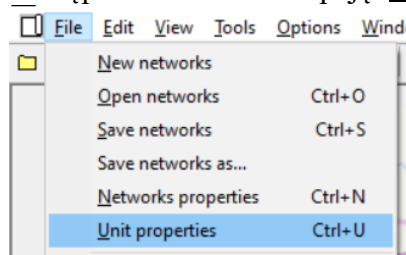


3. Symulacja zasięgu stacji bazowej

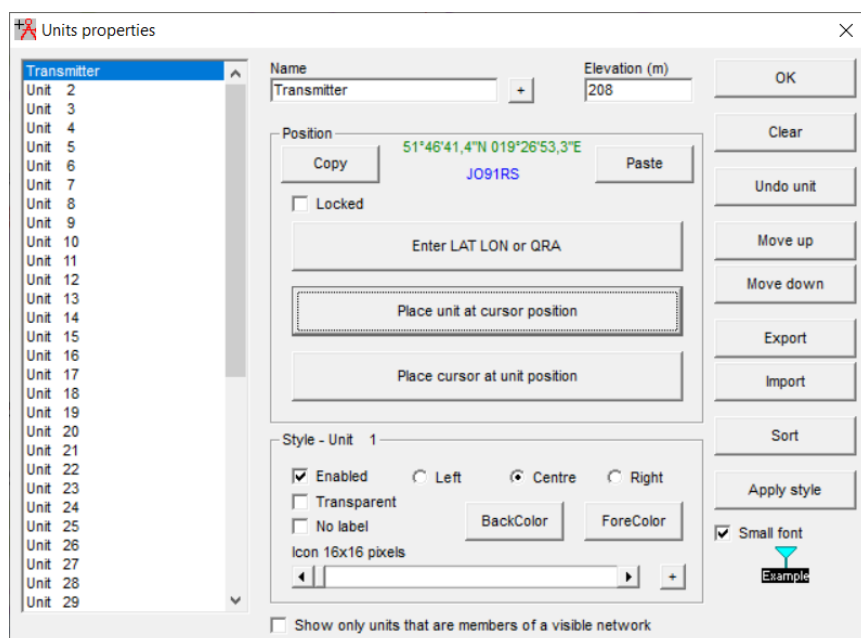
W wybranym miejscu na mapie, w którym ma zostać zlokalizowana stacja bazowa należy ustawić kursor i kliknąć lewym klawiszem myszy. Początkowo należy wybrać centrum miasta.



Następnie z menu File opcję Unit properties



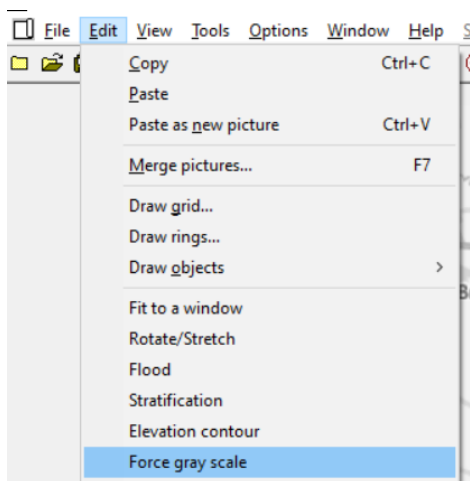
W oknie „Units properties” definiujemy stacje bazowe i terminale. Zaznaczamy Unit 1 w lewym panelu i nadajemy mu nazwę > Name > „Transmitter”. Następnie należy nacisnąć przycisk „**Place unit at cursor position**” i potwierdzić przyciskiem OK.



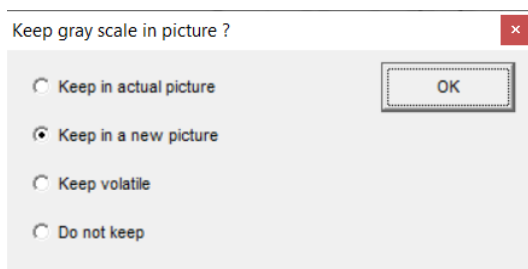
Tak zdefiniowany został nadajnik.

Następnie ustawiamy gdziekolwiek na mapie kursor, i definiujemy kolejny obiekt (Unit2) jak to opisano powyżej, nadając mu tym razem nazwę Name > „Receiver”.

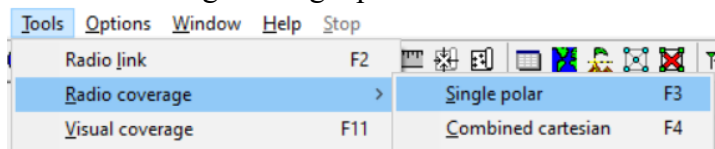
Przed wykonaniem symulacji możemy dokonać konwersji mapy na skalę szarości, co ułatwi analizę danych symulacyjnych. W tym celu z menu Edit wybieramy > Force gray scale:



Wybieramy opcję „Keep in a new picture”. Dzięki temu powstanie mapa, na której będziemy mogli wykreślać za każdym razem nowe wyniki symulacji.



Symulację zasięgu pojedynczego nadajnika możemy przeprowadzić wybierając z menu Tools > Radio coverage > Single polar:



Wybieramy jako Centre Unit stację, której nadaliśmy wcześniej nazwę Transmitter. W tym celu wybieramy z listy Centre Unit > Transmitter. Symulacje wykonane zostaną dla odbiornika który traktowany jest jako terminal mobilny, który może znajdować się w różnych położeniach na mapie. W tym celu wybieramy z listy Mobile Unit > Receiver. Symulacje przeprowadzone zostaną dla, każdego punktu wokół nadajnika w promieniu od „Radial range” minimum = 0,01 km do Maximum = 50 km.

Dane uzyskane w wyniku symulacji zostaną wykreślone tylko dla zdefiniowanego przedziału wartości, który możemy kontrolować. W programach do projektowania systemów radiowych wyświetla się obszary, w których natężenie pola elektrycznego w [dB μ V/m] (bądź moc odebrana [dBm]) jest nie mniejsze niż minimalne zapewniające działanie systemu. Dla systemów FM wybieramy zakres: Threshold > dB μ V/m > from 54 to 74, ponieważ minimalna wartość natężenia pola, która określi zasięg systemu to 54 dB μ V/m.

Zaznaczamy Plot > Fill Area, Solid, Rainbow aby wykreślić mapę która koduje natężenie pola barwami.

Single polar Radio coverage

☒ Centre unit: Transmitter

Mobile unit: Receiver

Network: FM Broadcast

Link Direction:

- ☒ Centre Tx - Mobile Rx
- ☐ Centre Rx - Mobile Tx
- ☐ Worst case

Radial range (km):

Minimum: 0,01 Maximum: 50

Plot:

- ☐ Contour line
- ☒ Fill area
- ☒ Solid
- ☐ Network style
- ☒ Rainbow
- ☐ Blur
- ☐ Complete .wav

Threshold:

- ☐ S-Unit
- ☐ dBm
- ☐ μV
- ☒ dB $\mu V/m$

Auto set: ☐

From: 54 To: 74

Antenna pattern:

☒ Use network antenna settings

omni.ant

View pattern

☐ Draw ☐ Draw background ☒ Small

☐ Save coverage data (TXT)

Draw Cancel

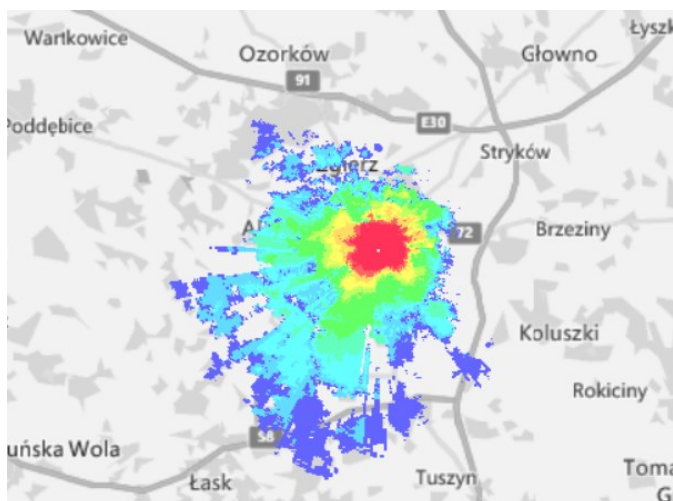
Wygodnie jest wynik symulacji wykreślić jako nowy obraz (Keep in a new picture). Można wtedy łatwo porównać wyniki otrzymane dla różnych wariantów systemu.

Keep coverage in picture ?

- ☐ Keep in actual picture
- ☒ Keep in a new picture
- ☐ Keep volatile
- ☐ Do not keep

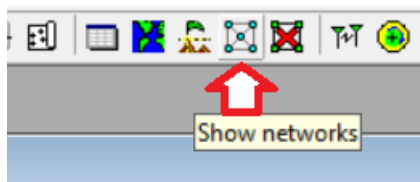
OK

Wycinek utworzonej nowej mapy z zasięgiem wygląda następująco:

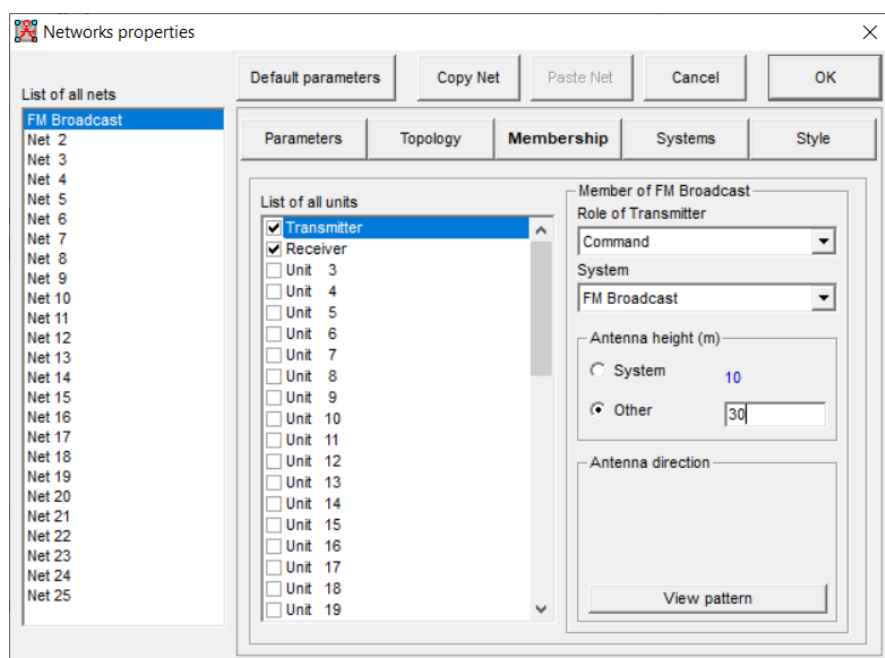


Kolory na tej mapie wskazują zasięg nadajnika czyli obszary, na których możliwy będzie odbiór sygnału z nadajnika (natężenie pola elektrycznego jest większe niż minimalne wymagane do odbioru, co podano w tabeli 1).

W celu symulacji zasięgu nadajnika ze zmienionymi parametrami należy wrócić do okna mapy w skali szarości. Można na niej wyświetlić położenie stacji za pomocą przycisku „Show networks”:



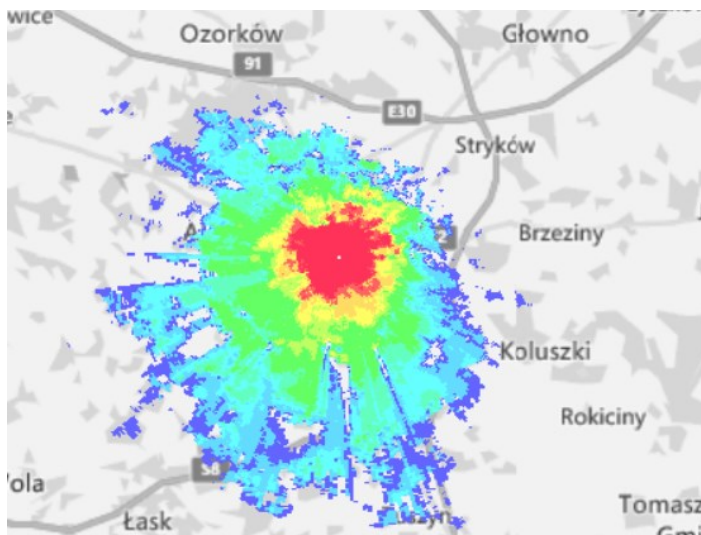
Aby przeprowadzić symulację zasięgu nadajnika o zmienionych parametrach należy dokonać zmian w menu File > Network properties. Aby zmienić wysokość zawieszenia anteny, wybieramy w zakładce Membership > Transmitter i zmieniamy Antenna Height z „System” na „Other” i wpisujemy wartość 30.



Następnie wybieramy utworzoną wcześniej mapę prezentującą drogi i miejscowości w skali szarości.

Symulację przeprowadzamy wybierając z menu Tools > Radio coverage > Single polar, tak jak to opisano powyżej.

Zasięg nadajnika z anteną zawieszoną 30 m nad ziemią jest następujący:



4. Analiza czynników wpływających na zasięg stacji bazowych (zadania do samodzielnej realizacji)

a. Badanie parametrów nadajnika na zasięg systemu

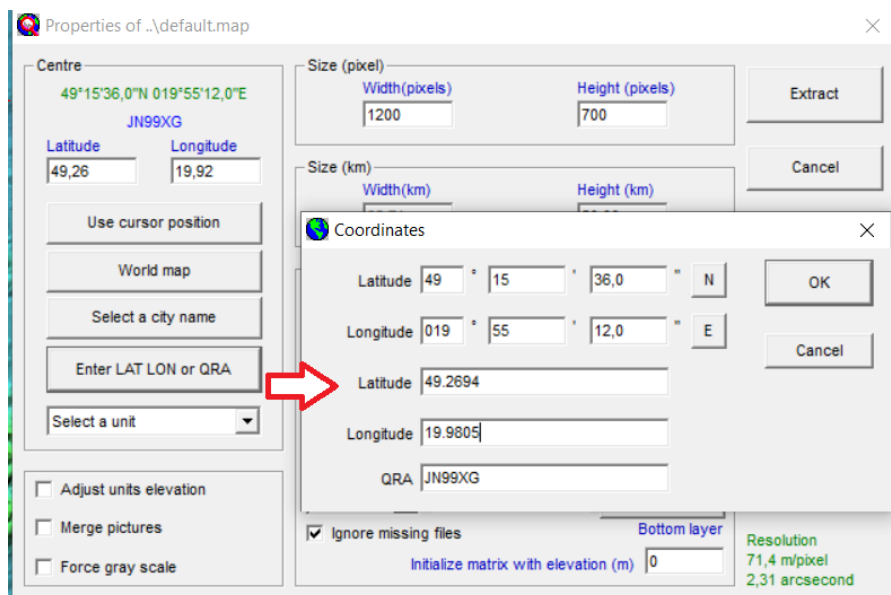
Należy zbadać wpływ każdego z parametrów nadajnika na jego zasięg. W tym celu należy zmienić wartości poniższych parametrów i zarejestrować zmiany zasięgu nadajnika:

- Transmitter power - (menu File>Networks properties > zakładka Systems)
- Antenna gain - (menu File>Networks properties > zakładka Systems)
- Antenna height (menu File>Networks properties > zakładka Membership)
Wybieramy Other i wpisujemy wysokość w m dla zaznaczonego nadajnika.

W sprawozdaniu należy zamieścić wyniki symulacji ilustrujące zależność zasięgu nadajnika od powyższych parametrów.

b. Badanie wpływu ukształtowania terenu na zasięg nadajnika.

Należy utworzyć nowy projekt z mapą, w której środku znajduje się Zakopane (np. wejście na szlak niebieski 49.2694, 19.9805). W oknie „Map Properties” należy wprowadzić współrzędne środka mapy. Wysokość mapy powinna wynosić 50 km.



Mapa zawierać będzie tereny górskie. Należy umieścić stację bazową u podnóża wybranej góry, kolejną na jej zboczu i kolejną na szczycie. Następnie należy porównać zasięgi tak usytuowanych nadajników przeprowadzając symulacje zasięgów każdego nadajnika z osobna, dla różnych wysokości zawieszenia anten.

c. Badanie wpływu zabudowy na zasięg nadajnika.

Kolejne symulacje należy przeprowadzić wykorzystując mapę, na której znajduje się duże miasto położone na równinie wraz z jego otoczeniem. Wybór miasta jest dowolny. Sugerowana wysokość mapy to 100 km. Na tak przygotowanej mapie należy umieścić stację bazową w obszarze przedmieścia, kolejną w centrum miasta i następną poza miastem.

Dla nadajników w obszarze miasta należy zastosować właściwe wartości minimalnego natężenia pola (minimum field strength) zgodnie z tabelą 1 (Tools > Radio coverage > Single polar > Threshold > dB μ V/m).

Następnie należy porównać zasięgi tak usytuowanych nadajników przeprowadzając symulacje zasięgów każdego nadajnika z osobna, dla różnych wysokości zawieszenia anten.

W sprawozdaniu należy zamieścić niezbędne wyniki symulacji, na podstawie których należy określić w jaki sposób czynniki opisane w punktach a-c wpływają na zasięg systemu bezprzewodowego.