



Łączność bezprzewodowa

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Łukasz Januszkiewicz

Ćwiczenie 2. Anteny stacji bazowych systemów łączności bezprzewodowej

Celem ćwiczenia jest:

- Przedstawienie wpływu parametrów anten stacji bazowych na zasięg systemu bezprzewodowego,
- Przedstawienie sposobu określania parametrów anten w programie Radio Mobile.

1. Literatura:

1. Gordon L. Stüber, "Principles of Mobile Communication", Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2002
2. Sophocles J. Orfanidis, "Electromagnetic Waves and Antennas", Rutgers University, 2016
3. Peter Scholz, "Basic Antenna Principles for Mobile Communications", KATHREIN-Werke KG, 2001

2. Zakres ćwiczenia.

W tym ćwiczeniu przedstawiony zostanie wpływ parametrów anteny stacji bazowej (BTS) na jej zasięg.

Antena to ta część systemu nadawczego lub odbiorczego, która wypromieniowuje lub odbiera fale elektromagnetyczne. W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że antena jest przetwornikiem, który przekształca prądy dużej częstotliwości na fale elektromagnetyczne (tryb nadawania) i falę elektromagnetyczną na prądy (tryb odbioru). Ta koncepcja jest pokazana na rys.1.

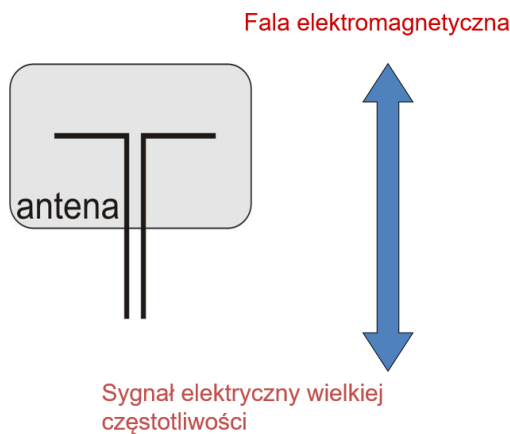
W polu dalekim, czyli w odległości na tyle dużej od anteny, że możemy przybliżyć ją do źródła punktowego określa się zysk energetyczny anteny. Zysk energetyczny anteny (ang. gain) jest stosunkiem natężenia promieniowania w danym kierunku do natężenia promieniowania, które byłoby wytwarzane, gdyby moc z nadajnika była

wypromieniowywana izotropowo tzn. równomiernie we wszystkich kierunkach. Jeśli zysk anteny jest podawany jako pojedyncza liczba, to jest to wartość maksymalna po wszystkich kątach wokół anteny.

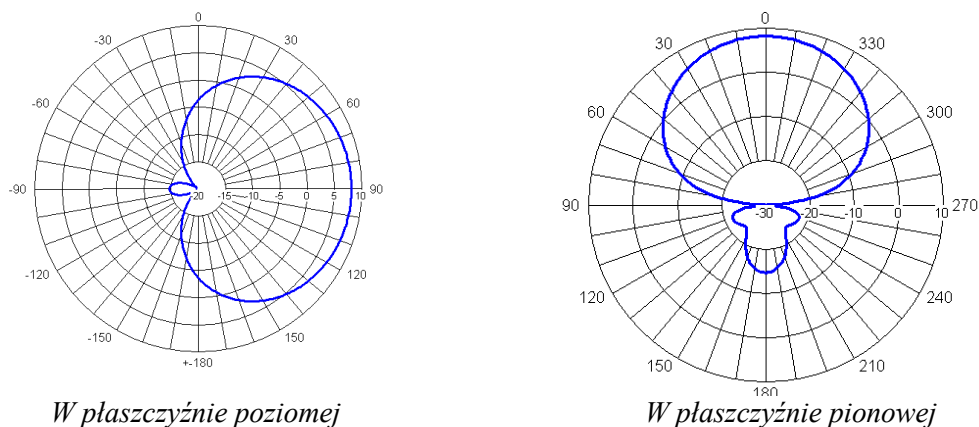
Charakterystyka promieniowania anteny jest przestrzennym rozkładem parametru, który charakteryzuje pole elektromagnetyczne wypromieniowane przez antenę. W systemach telekomunikacyjnych charakterystyka promieniowania przedstawia zysk energetyczny anteny dla różnych kątów wokół anteny. Choć charakterystyka promieniowania charakteryzuje promieniowanie anteny we wszystkich kierunkach, to jest zwykle przedstawiana jedynie w płaszczyznach poziomej i pionowej.

Antena kierunkowa jest anteną, która wypromieniowuje oraz odbiera fale elektromagnetyczne najskuteczniej w jednym kierunku. Dla tego kierunku zysk ma wartość maksymalną. Charakterystykę promieniowania anteny kierunkowej przedstawiono na rys. 2.

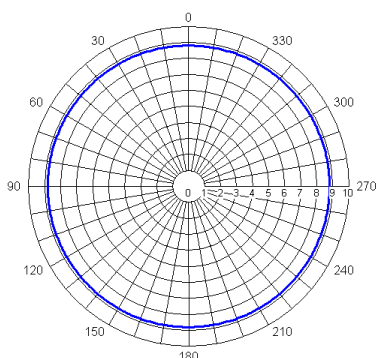
W przeciwieństwie do anten kierunkowych, antena dookólna posiada w pewnej płaszczyźnie charakterystykę promieniowania zbliżoną do okręgu. W przybliżeniu, na tym okręgu, we wszystkich kierunkach zysk anteny posiada wartość maksymalną. Charakterystykę anteny dookólnej przedstawiono na rysunku 3.



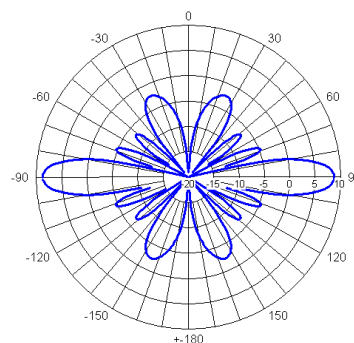
Rys.1 Antena jako przetwornik sygnału na falę elektromagnetyczną.



Rys.2 Charakterystyka promieniowania anteny kierunkowej.



W płaszczyźnie poziomej



W płaszczyźnie pionowej

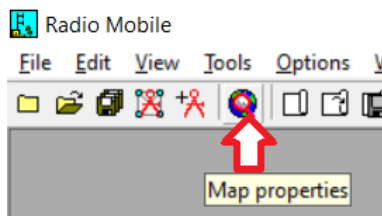
Rys.3 Charakterystyka promieniowania anteny dookólnej.

W tym ćwiczeniu przeprowadzona zostanie analiza wpływu charakterystyki promieniowania anteny stacji bazowej oraz jej zysku energetycznego na zasięg systemu. Przedstawione zostanie również pochylenie anteny – ang. downtilt - czyli nachylenie charakterystyki promieniowania anteny w płaszczyźnie pionowej, jako technika korygowania zasięgu stacji bazowej.

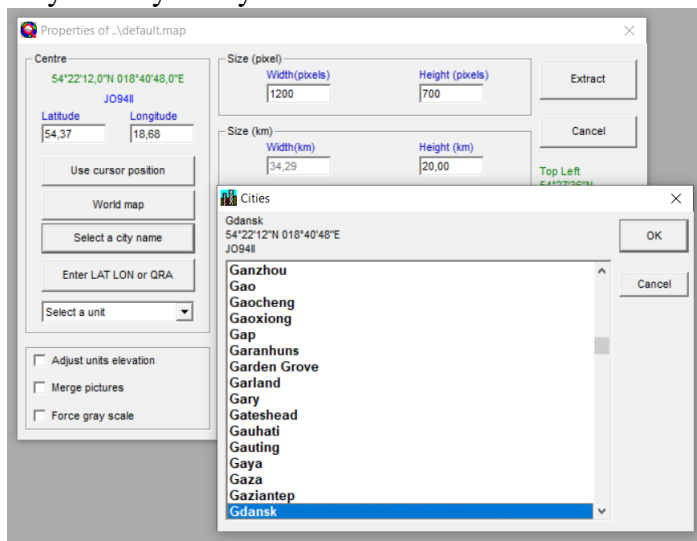
3. Przebieg ćwiczenia

1. Konfiguracja mapy w programie Radio Mobile

Klikamy na przycisk „Map Properties”:

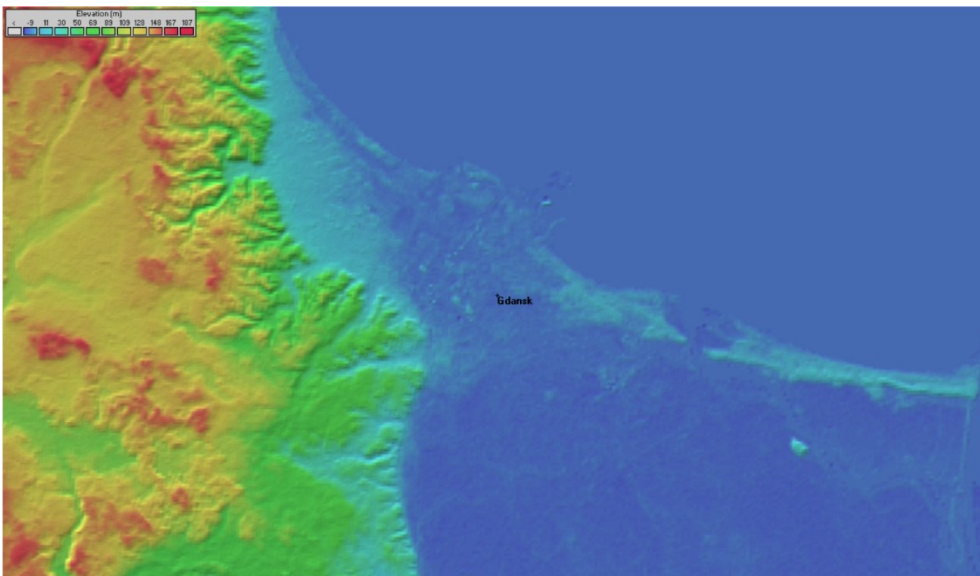


Następnie wybieramy miasto Gdańsk, wokół którego przeprowadzona zostanie analiza. Lista miast dostępna jest po naciśnięciu przycisku „Select a city name”. Następnie wpisujemy „Gd” i wybieramy z listy Gdansk.



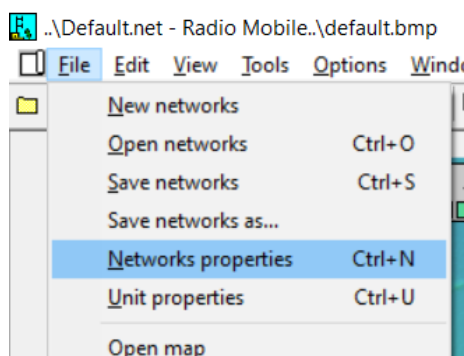
Rozmiar mapy w pikselach (Size(pixel)) ustalamy na Width =1200, Height = 700 pixel. Do tak zdefiniowanej mapy w pikselach możemy przyporządkować odpowiedni obszar terenu. Rozmiar analizowanego obszaru w kierunku pionowym na mapie ustalamy na 20 km (Size > Height > 20 km). Następnie naciskamy przycisk „Extract”.

Zaprezentowana zostanie mapa odwzorowująca wysokość terenu nad poziomem morza, na której znajdują się obszary znajdujące się na morzu (stała wysokość 0 m n.p.m.) i na stałym lądzie.



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.

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

Parameters Topology Membership Systems Style

Net name: FM Broadcast

Minimum frequency (MHz): 87

Maximum frequency (MHz): 107

Polarization: ☒ Vertical ☐ Horizontal

Mode of variability: ☐ Spot (% of time: 50) ☐ Accidental (% of locations: 50) ☐ Mobile (% of situations: 70) ☒ Broadcast

Surface refractivity (N-Units): 301

Ground conductivity (S/m): 0,005

Relative ground permittivity: 15

Climate: ☐ Equatorial ☐ Continental sub-tropical ☐ Maritime sub-tropical ☐ Desert ☒ Continental temperate ☐ Maritime temperate over land ☐ Maritime temperate over sea

List of all nets: FM Broadcast, Net 2, Net 3, Net 4, Net 5, Net 6, Net 7, Net 8, Net 9, Net 10, Net 11, Net 12, Net 13, Net 14, Net 15, Net 16, Net 17, Net 18, Net 19, Net 20, Net 21, Net 22, Net 23, Net 24, Net 25

W zakładce „Membership” zaznaczamy, które stacje bazowe (jeszcze nie zdefiniowane) należą do wybranego systemu. Zaznaczamy 1, 2 i 3. „Unit 1” oraz „Unit 2” będą pełnić rolę nadajników, których anteny umieszczone będą 40 m nad ziemią (opcja > „antenna height” > „Other” 40m). Terminal „Unit 3” będzie miał funkcję terminala mobilnego. W jego przypadku zaznaczamy „Antenna height” > System.

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

Membership Parameters Topology Systems Style

List of all units: ☒ Unit 1, ☒ Unit 2, ☒ Unit 3, ☐ Unit 4, ☐ Unit 5, ☐ Unit 6, ☐ Unit 7, ☐ Unit 8, ☐ Unit 9, ☐ Unit 10, ☐ Unit 11, ☐ Unit 12, ☐ Unit 13, ☐ Unit 14, ☐ Unit 15, ☐ Unit 16, ☐ Unit 17, ☐ Unit 18, ☐ Unit 19

Member of FM Broadcast

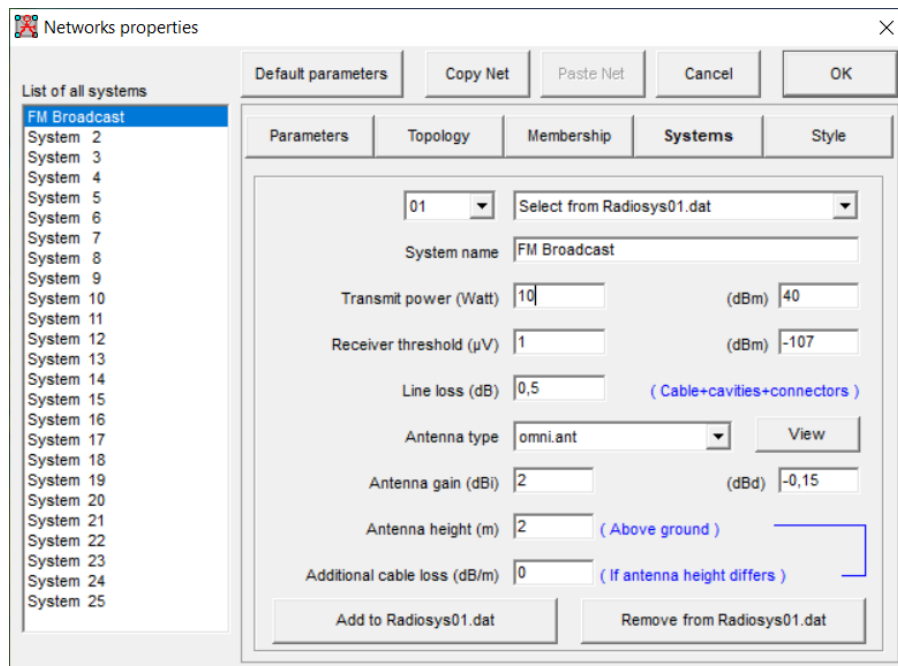
Role of Unit 1: Command

System: FM Broadcast

Antenna height (m): ☐ System (2) ☒ Other (40)

Antenna direction: View pattern

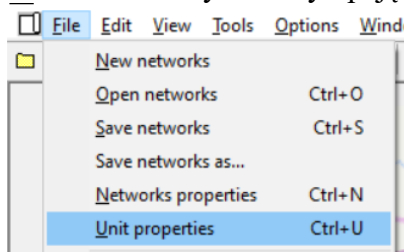
W zakładce Systems należy wpisać poniższe wartości. Dla systemu FM, wybieramy domyślną wysokość anteny 2m.



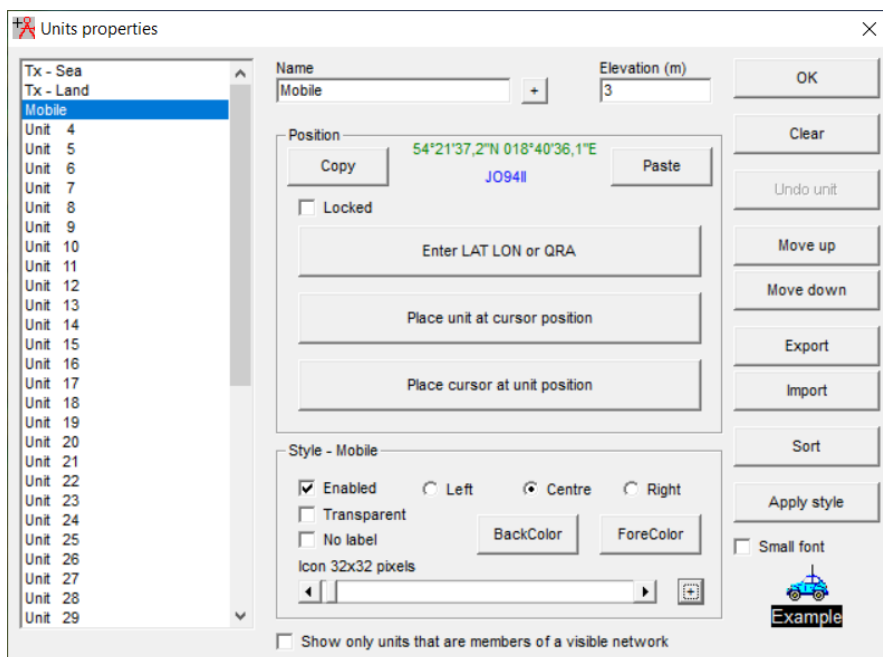
3. Symulacja zasięgu stacji bazowej

W celu analizy wpływu charakterystyki promieniowania anteny na zasięg nadajnika wykorzystane zostaną 2 nadajniki. Jeden umieszczony zostanie na morzu, tak aby na jego zasięg nie wpływało ukształtowanie terenu, a drugi umieszczony zostanie na stałym lądzie. W wybranym miejscu na mapie, w którym ma zostać zlokalizowana stacja bazowa należy ustawić kursor i kliknąć lewym klawiszem myszy. Należy wybrać środek akwenu dla nadajnika pierwszego (Unit 1) oraz dowolny punkt na lądzie dla nadajnika drugiego (Unit 2).

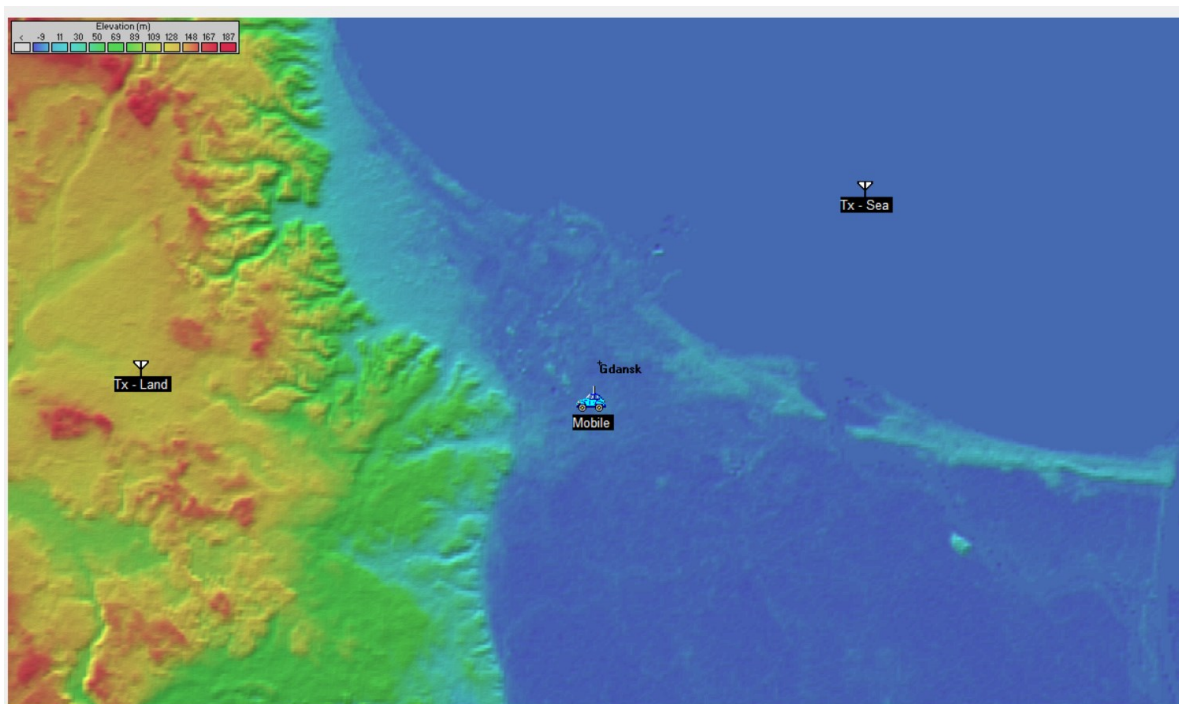
Z menu File wybieramy opcję Unit properties



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



Analogicznie konfigurowujemy nadajnik na lądzie (Tx – Land) oraz terminal mobilny (Mobile).



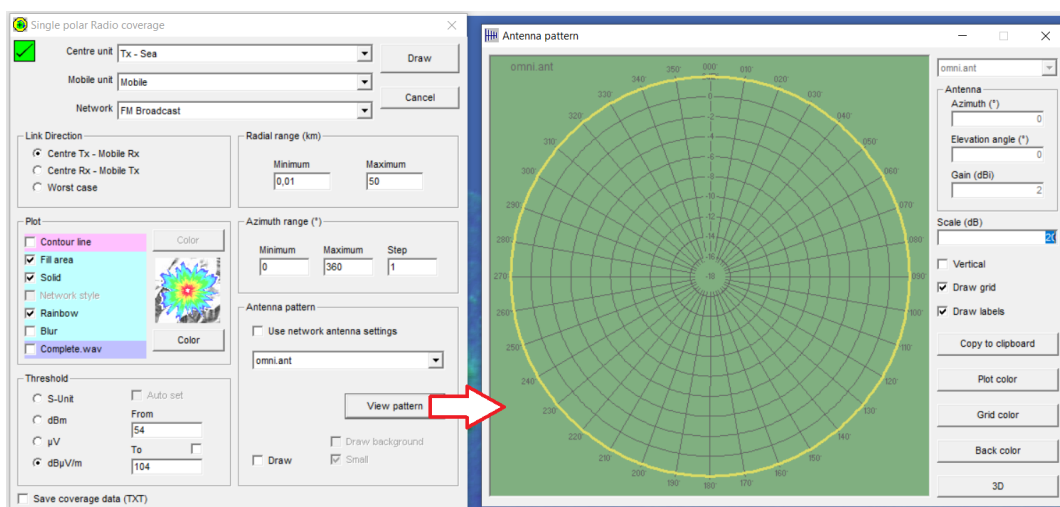
4. Symulacja zasięgów stacji wyposażonych anteny dookólne

W menu: Tools > Radio coverage wybieramy Single polar. Za pomocą tego menu przeprowadzimy symulacje zasięgów nadajnika ustawionego na lądzie i na morzu, wyposażonego w antenę dookólną.

W oknie „Single Polar radio coverage”, wybieramy „Centre Unit” jako „TX Sea”. Parametr „Threshold” ustawiamy w dB μ V/m od 54 do 104.

Dla tego nadajnika możemy wybrać rodzaj zastosowanej anteny jeśli opcja „Use network antenna settings” nie jest zaznaczona. Wybieramy antenę dookólną z pliku

„omni.ant”. Następnie naciskamy przycisk „View pattern” aby w oknie „Antenna pattern” zobaczyć wykresy charakterystyk promieniowania anteny.



Po zatwierdzeniu anteny dookólnej przeprowadzamy symulacje zasięgu nadajnika. Powtarzamy symulację dla nadajnika usytuowanego na łodzi wyposażonego w analogiczną antenę.

W sprawozdaniu należy zamieścić wyniki obu symulacji.

5. Symulacja zasięgów stacji wyposażonych anteny dookólne o różnych wartościach zysku energetycznego

Należy powtórzyć symulacje z punktu 4 stosując anteny dookólne o różnych wartościach zysku energetycznego. Wartość zysku energetycznego anteny (Antenna gain) ustawiamy w oknie network properties:

Networks properties

List of all systems

- FM Broadcast
- System 2
- System 3
- System 4
- System 5
- System 6
- System 7
- System 8
- System 9
- System 10
- System 11
- System 12
- System 13
- System 14
- System 15
- System 16
- System 17
- System 18
- System 19
- System 20
- System 21
- System 22
- System 23
- System 24
- System 25

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

Parameters Topology Membership **Systems** Style

01 Select from Radiosys01.dat

System name FM Broadcast

Transmit power (Watt) 10 (dBm) 40

Receiver threshold (µV) 1 (dBm) -107

Line loss (dB) 0,5 (Cable+cavities+connectors)

Antenna type omni.ant View

Antenna gain (dBi) 12 (dBd) 9,85

Antenna height (m) 2 (Above ground)

Additional cable loss (dB/m) 0 (If antenna height differs)

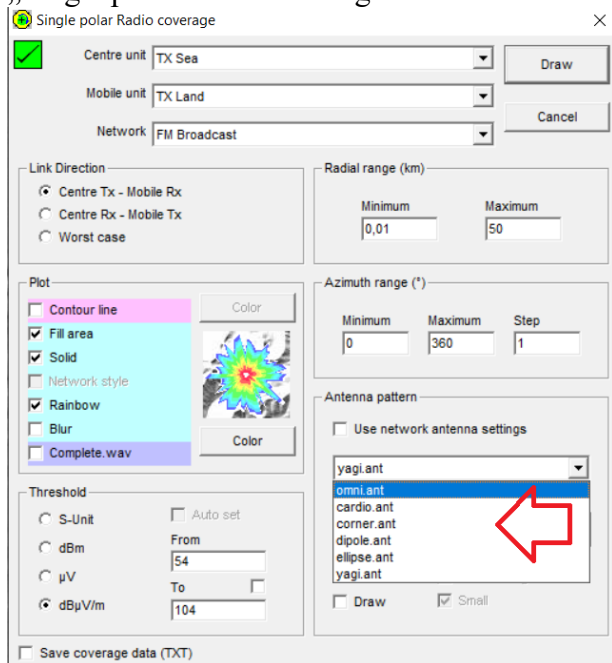
Add to Radiosys01.dat Remove from Radiosys01.dat

Symulacje należy przeprowadzić dla anten na morzu i na lądzie, dla wartości zysku 0, 5, 15 dBi.

W sprawozdaniu należy zamieścić zasięgi stacji bazowych wyposażonych anteny o różnych wartościach zysku.

6. Symulacja zasięgu stacji wyposażonej w antenę kierunkową

Należy powtórzyć symulacje z punktu 4 stosując anteny o różnych charakterystykach promieniowania. Należy przetestować wszystkie anteny dostępne na liście rozwijanej w oknie „Single polar Radio coverage”:



W sprawozdaniu należy zamieścić dla każdej anteny wykres charakterystyki promieniowania oraz zasięgi stacji bazowych wyposażonych w tą antenę (stacji na morzu i na lądzie).

7. Symulacja zasięgu stacji bazowej z pochylaniem wiązki anteny

Należy przeprowadzić symulacje zasięgu stacji bazowej wyposażonej w antenę yagi która posiada pochYLENIE wiązki wynoszące 20° oraz bez pochYLENIA wiązki. PochYLENIE wiązki kontroluje w oknie „Single polar Radio coverage” parametr „elevation angle”. Dla pochYLENIA ustawiamy wartości ujemne.

Single polar Radio coverage

☒ Centre unit: TX Sea

Mobile unit: TX Land

Network: FM Broadcast

Draw

Cancel

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

Color

Color

Antenna pattern

☐ Use network antenna settings

yagi.ant

View pattern

Antenna pattern

Azimuth (°)

0

Elevation angle (°)

-20

☐ Draw background

☐ Draw

☒ Small

Threshold

☐ S-Unit

☐ dBm

☐ μ V

☒ dB μ V/m

Auto set

From: 54

To: 104

Save coverage data (TXT)

Następnie należy przeprowadzić symulację dla anteny Yagi skierowanej na wschód (Azimuth = 90°) oraz na zachód (Azimuth = 270°).

W sprawozdaniu należy zamieścić stosowne wyniki.

Podsumowując sprawozdanie proszę opisać w jaki sposób charakterystyka promieniowania oraz zys energetyczny anteny stacji bazowej wpływa na jej zasięg.