



## Łączność bezprzewodowa

### Instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Łukasz Januszkiewicz

---

#### Ćwiczenie 4. Analiza zasięgu łącza „w górę” i łącza „w dół”

---

Celem ćwiczenia jest:

- przedstawienie czym jest „łącze w górę” i „łącze w dół”
- nauka sposobu obliczania zasięgu łącza „w górę” za pomocą programu Radio Mobile

#### 1. Literatura:

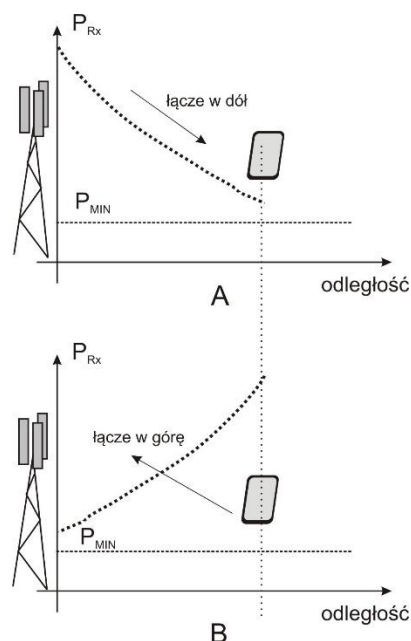
1. Gordon L. Stüber, “Principles of Mobile Communication”, Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2002
2. ETSI GSM Technical Specification, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Radio transmission and reception (GSM 05.05)
3. HELIAX® Coaxial Cables catalogue (Andrew company)

#### 2. Zakres ćwiczenia.

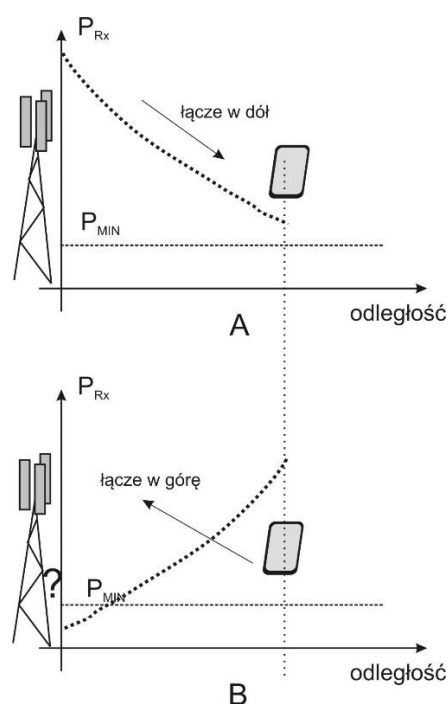
W tym ćwiczeniu przedstawione zostaną różnice pomiędzy łączem „w górę” i łączem „w dół”.

W mobilnych systemach łączności bezprzewodowej zarówno stacja bazowa, jak i terminal ruchomy nadają i odbierają sygnały. Dzięki temu jest możliwa transmisja dwukierunkowa, a dane (mowa, wiadomość, tekst) mogą dotrzeć z sieci do użytkownika mobilnego i od użytkownika do sieci. Połączenie wychodzące ze stacji bazowej do terminala ruchomego nazywane jest „łączem w dół”, a połączenie z telefonu komórkowego do stacji bazowej „łączem w górę”.

W takim systemie udana transmisja między stacją ruchomą a stacją bazową jest możliwa, gdy oba odbiorniki odbierają sygnał od nadajników z większą mocą niż wymaga tego ich czułość. Na rys. 1. przedstawiono taki przypadek.



Rys.1. Udana transmisja w: A – łączu w dół, B – łączu w górę.



Rys.2. Udana transmisja tylko w łączu w dół: A – łączu w dół, B – łączu w górę.

Często parametry stacji bazowych i urządzeń mobilnych różnią się od siebie, co może powodować różnice w zasięgu systemu w łączu w dół i w górę. Na rys. 2 przedstawiono przypadek, w którym terminal mobilny nadaje z niższą mocą niż stacja bazowa. Dla danej odległości między stacją bazową a terminalem mobilnym w łączu w dół (rys. 2A) transmisja jest nadal możliwa. Dla przypadku łącza w górę (rys. 2B) stacja bazowa odbiera moc z terminala ruchomego, która jest poniżej jej czułości, więc transmisja w tym kierunku nie jest możliwa.

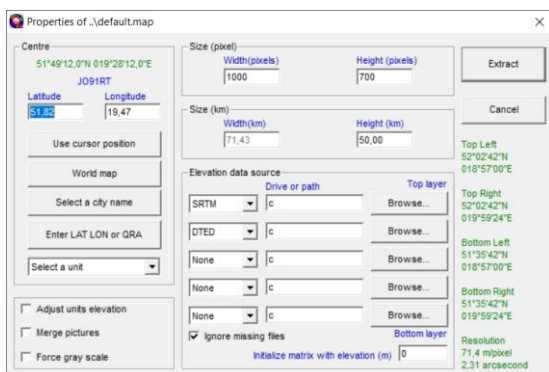
W tym ćwiczeniu przeprowadzona zostanie analiza zasięgu łącza w górę i w dół stacji bazowej systemu GSM 900.

### 3. Przebieg ćwiczenia

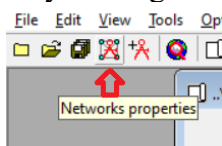
#### 1. Utwórz projekt w programie Radio Mobile

Projekt można wykonać dla dowolnego miasta, które lubisz. Przykłady przedstawiono dla miasta Łodzi.

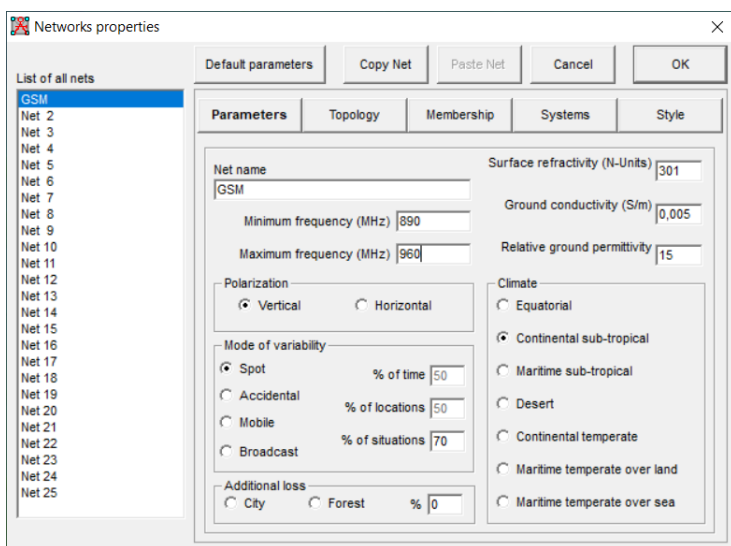
Rozmiar mapy w pikselach (Size (pixel)) jest ustawiony na Szerokość = 1000, Wysokość = 700 pikseli. Obszar mapy zdefiniowany w pikselach można przypisać do odpowiedniego obszaru terenu. Wielkość analizowanego obszaru ustalamy w pionie na mapie na 50 km (Size> Height> 50 km). Następnie naciśnij przycisk „Extract”.



Aby skonfigurować system GSM 900 należy nacisnąć przycisk “Networks properties”



W zakładce “Parameters” definiujemy nazwę sieci “GSM”. Zakres częstotliwości ustawiamy od 890 MHz do 960 MHz.



Stacje bazowe będą należały do jednego podsystemu w ramach sieci. Trzeba je skonfigurować w zakładce “Systems”.

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all systems

BTS  
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

Parameters Topology Membership **Systems** Style

00 Select from VHF ... UHF ...

System name BTS

Transmit power (Watt) 80 (dBm) 49

Receiver threshold (µV) 2,2387 (dBm) -100

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

Antenna type omni.ant View

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

Antenna height (m) 40 (Above ground)

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

Add to Radiosys.dat Remove from Radiosys.dat

Terminale ruchome będą stanowiły odrębny podsystem. Konfigurujemy je w zakładce “Systems”.

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all systems

BTS  
**Mobile**  
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

Parameters Topology Membership **Systems** Style

00 Select from VHF ... UHF ...

System name Mobile

Transmit power (Watt) 5 (dBm) 37

Receiver threshold (µV) 2,2387 (dBm) -100

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

Antenna type omni.ant View

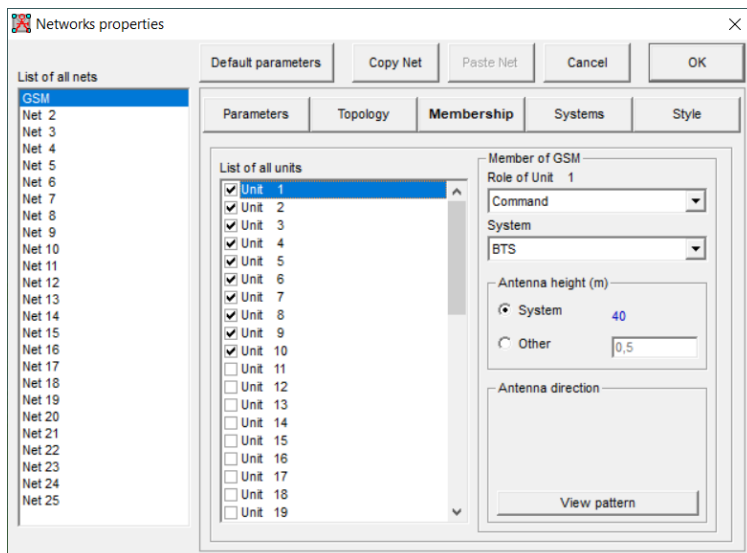
Antenna gain (dBi) 2 (dBd) -0,15

Antenna height (m) 1,5 (Above ground)

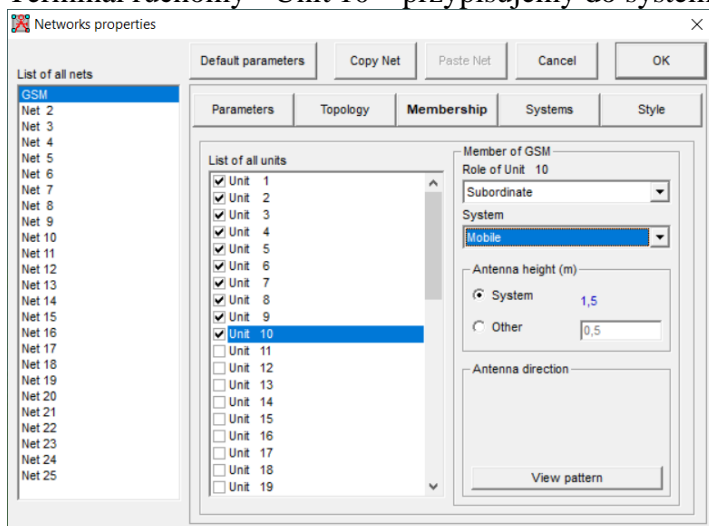
Additional cable loss (dB/m) 0 (If antenna height differs)

Add to Radiosys.dat Remove from Radiosys.dat

Zakładamy, że w projekcie wykorzystanych zostanie 9 stacji bazowych. Jednostka nr 10 będzie terminalem ruchomym. W zakładce “Membership” przypisujemy Unit 1 do 9 do systemu “BTS”.

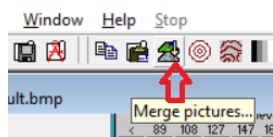


Terminal ruchomy - Unit 10 – przypisujemy do systemu “Mobile”.

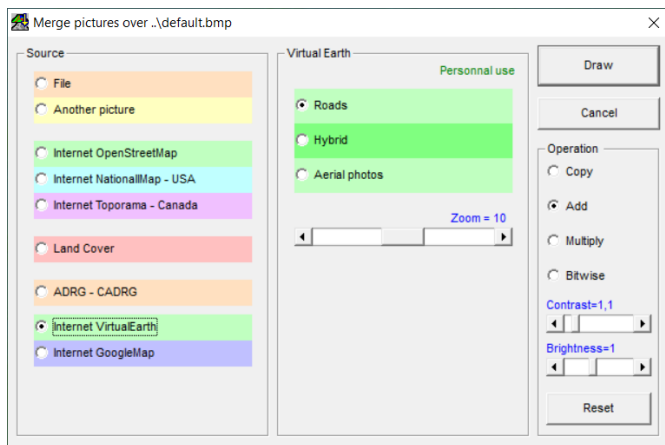


## 2. Ustawienie stacji bazowej

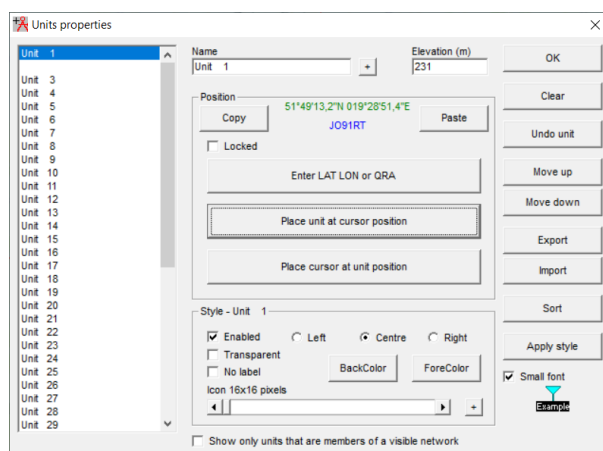
1. Otwórz okno ‘Merge pictures’



Należy wybrać warstwę dróg do nałożenia na mapę.



2. Należy ustawić kursor na mapie w miejscu, w którym ma znaleźć się stacja bazowa. W oknie “Units properties” należy nacisnąć przycisk “place unit at cursor position”.



### 3. Obliczanie zasięgu łącza „w dół”

W menu: Tools> Radio coverage należy wybrać “Single polar” w celu przeprowadzenia symulacji zasięgu nadajnika. W oknie "Single Polar radio coverage" należy wybrać "Center Unit" jako "Unit 1", mobile unit zaznaczamy jako “Unit 10”. Parametr "Threshold" ustawiamy od dBm from -100 (czułość terminala) do 50.

Do analizy łącza w dół wybieramy: link direction: Centre Tx – Mobile RX

Konfigurację zatwierdzamy przyciskiem „Draw”.

Na mapie projektu zobaczysz wyniki symulacji pokrycia przedstawione w różnych kolorach, które kodują odbieraną moc wokół nadajnika.

Zapisz mapę zasięgu, która przedstawia teraz zasięg w łączy w dół.

#### 4. Obliczanie zasięgu łączy „w górę”

Należy powrócić do mapy zawierającej wysokość terenu i drogi. W menu: Tools> Radio coverage należy wybrać “Single polar” w celu przeprowadzenia symulacji zasięgu nadajnika. W oknie "Single Polar radio coverage" należy wybrać "Center Unit" jako "Unit1", mobile unit zaznaczamy jako “Unit 10”. Parametr "Threshold" ustawiamy w dBm od -100 (czułość terminala) do 50.

Do analizy łączy “w górę” wybieramy: link direction: Centre TRx – Mobile TX.

**Single polar Radio coverage**

Centre unit: Unit 1 Draw

Mobile unit: Unit 10 Cancel

Network: GSM

Link Direction:

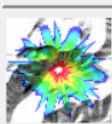
- ☐ Centre Tx - Mobile Rx
- ☒ Centre Rx - Mobile Tx
- ☐ Worst case

Radial range (km):

Minimum: 0,01 Maximum: 40

Plot:

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

Color: 

Azimuth range (°):

Minimum: 0 Maximum: 360 Step: 1

Antenna pattern:

☐ Use network antenna settings

omni.ant View pattern

Threshold:

- ☐ S-Unit
- ☒ dBm
- ☐ µV
- ☐ dBµV/m

Auto set: ☐

From: -100,0 To: -50,0

☐ Draw ☒ Draw background ☐ Small

☐ Save coverage data (TXT)

Zapisz mapę zasięgu, która przedstawia teraz zasięg w łączu w górę.

## 5. Badanie parametrów wpływających na zasięg systemu

Należy porównać wyniki symulacji zasięgu w łączu w górę i łączu w dół, zachowując nie zmienione parametry stacji bazowej, zmieniając natomiast parametry terminala ruchomego wpływające na łączu w górę ("Network properties" > Systems > Mobile):

- Transmit power: 40W, 20W, 10W, 1W, 0.5W
- Antenna height: 1.5m, 5m, 40 m

**Networks properties**

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all systems:

- BTS
- Mobile
- 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

Parameters Topology Membership Systems Style

00 Select from VHF ... UHF ...

System name: Mobile

Transmit power (Watt): 5 (dBm): 37

Receiver threshold (µV): 2.2387 (dBm): -100

Line loss (dB): 0 (Cable+cavities+connectors)

Antenna type: omni.ant View

Antenna gain (dBi): 2 (dBd): -0.15

Antenna height (m): 1.5 (above ground)

Additional cable loss (dBm): 0 (if antenna height differs)

Add to Radiosys.dat Remove from Radiosys.dat

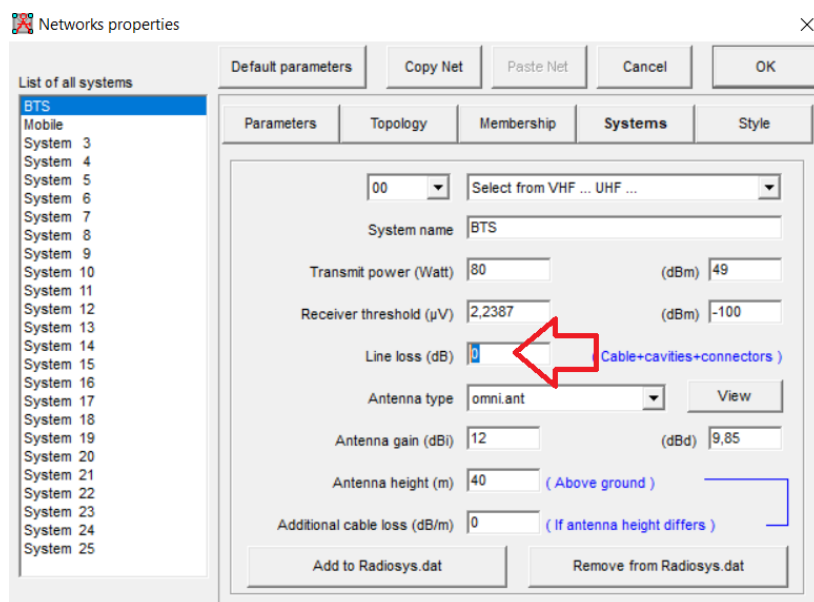


## 6. Uwzględnienie tłumienia wprowadzanego przez kabel antenowy stacji bazowej.

Wysokość zawieszenia anteny stacji bazowej wynosi 40m. Urządzenia nadawczo-odbiorcze (transceiver) znajdują się typowo w kontenerze usytuowanym w pobliżu masztu antenowego. Antena połączona jest z tymi urządzeniami koncentrycznym kablem antenowym, którego długość jest nieco większa niż wysokość zawieszenia anteny. Kabel koncentryczny wprowadza tłumienie sygnału, proporcjonalne do jego długości ale zależne od rodzaju kabla. Tłumienie wprowadzone przez kabel można wyznaczyć mnożąc długość kabla razy jego tłumienność (zwykle podana przez producenta w dB/1m lub dB/100m).

Znajdź w Internecie niskostratny kabel koncentryczny (low-loss coaxial cable). Wybierz konkretny rodzaj kabla i odczytaj z danych katalogowych jego tłumienność. Oblicz tłumienie tego kabla w przypadku zastosowania go do badanej stacji bazowej (tłumienie to iloczyn tłumienności i długości kabla).

Wprowadź wartość obliczonego tłumienia do parametrów stacji bazowej (loss) i wykonaj ponownie symulacje zasięgów.



Zakładając, że moc nadajnika terminala ruchomego (TX radiated power) wynosi 5 W, należy znaleźć taką moc nadajnika stacji bazowej (wyposażonej w kabel ze stratami) aby zasięg w łączy w dół obejmował podobny teren jak w przypadku łączy w górę.

## 7. Analiza wpływu zysku anten na zasięg łączy „w górę” i „w dół”.

Należy zmienić zysk anteny stacji bazowej i sprawdzić jak to wpływa na zasięg łączy „w górę” i „w dół”. Zbadać wartości zysku wynoszące: 2, 5 i 15 dBi.

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all systems

BTS  
Mobile  
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

Parameters Topology Membership Systems Style

00 Select from VHF ... UHF ...

System name BTS

Transmit power (Watt) 80 (dBm) 49

Receiver threshold (μV) 2,2387 (dBm) -100

Line loss (dB) 20 ( Cable+cavities+connectors )

Antenna type omni.ant View

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

Antenna height (m) 40 ( Above ground )

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

Add to Radiosys.dat Remove from Radiosys.dat

W sprawozdaniu należy zamieścić wnioski z przeprowadzonych analiz oraz wyniki symulacji, które je ilustrują.