

# Proiectarea software a rețelelor de comunicații

## 1.1 Scopul lucrării

În această lucrare se va proiecta o rețea de stații de radiocomunicații fixe care să asigure transportul semnalului între două puncte date, într-o bandă de frecvențe specificată. Se urmărește găsirea unor amplasamente convenabile pentru stațiile intermediare și se vor ajusta parametrii de proiectare pentru fiecare stație, astfel încât să se minimizeze pierderile de propagare pe fiecare tronson. Se va utiliza în acest scop programul Radio Mobile.

## 1.2 Breviar teoretic

### 1.2.1 Proiectarea rețelelor radio

Proiectarea unui tronson radio este un proces complex, fiind necesară folosirea mai multor modele de predicție a pierderilor de propagare, în funcție de parametri care caracterizează legătura radio la un moment dat.

În cazul propagării în spațiul liber, nivelul semnalului recepționat este dat de relația:

$$P_R = P_T G_T G_R \left( \frac{c}{4\pi f d} \right)^2 \quad (1.1)$$

unde:  $P_{R,T}$  – puterea emisă, respectiv recepționată de cele două stații;  $G_{T,R}$  – câștigurile celor două antene;  
 $f$  – frecvența legăturii radio;  
 $d$  – distanța între cele două stații.

În cazul modelului de propagare prin reflexie pe o suprafață plană, nivelul semnalului recepționat este calculat cu ajutorul relației:

$$P_R = P_T G_T G_R \left( \frac{h_T h_R}{d^2} \right)^2 \quad (1.2)$$

Dupa cum se știe, această relație este valabilă dacă distanța între emițător și receptor este mult mai mare decât înălțimile celor două antene (situație în care pierderile de propagare nu mai depind de frecvență).

În proiectarea tronsonului radio trebuie ținut cont de elipsoizii Fresnel. Se impune condiția ca să nu avem obturat elipsoidul Fresnel de ordinul I.

### 1.2.2 Descrierea programului Radio Mobile

Programul **Radio Mobile** permite proiectarea unui sistem de radiocomunicații într-o arie geografică definită într-un fișier, prin alocarea unei altitudini fiecărui pixel din fișier, în funcție de culoarea sa. Programul calculează pe baza unor modele de propagare, de genul celor studiate în lucrările precedente de laborator, puterea semnalului recepționat, în funcție de puterea semnalului emis. Este acceptată orice hartă stocată sub forma unui fișier .jpg sau .gif. După deschiderea fișierului care conține harta, se amplasează stațiile de emisie/recepție care sunt organizate în rețele, și se ajustează parametrii acestora până la atingerea scopului propus.

Mărimile care pot modifica nivelul semnalului recepționat și care se pot ajusta în cadrul programului sunt: înălțimile și câștigurile antenelor, pozițiile stațiilor (atât direct pe hartă, cât și prin precizarea coordonatelor geografice), polarizarea undei, climatul zonei în care se face transmisia, frecvența semnalului emis, puterea de emisie și sensibilitatea receptorului. Stațiile de emisie/recepție sunt organizate în rețele, iar proprietățile rețelelor pot fi modificate utilizând meniul **File/Network properties** (Fig. 1.1). Se pot adăuga (sau se pot elimina) noi stații unei rețele existente.

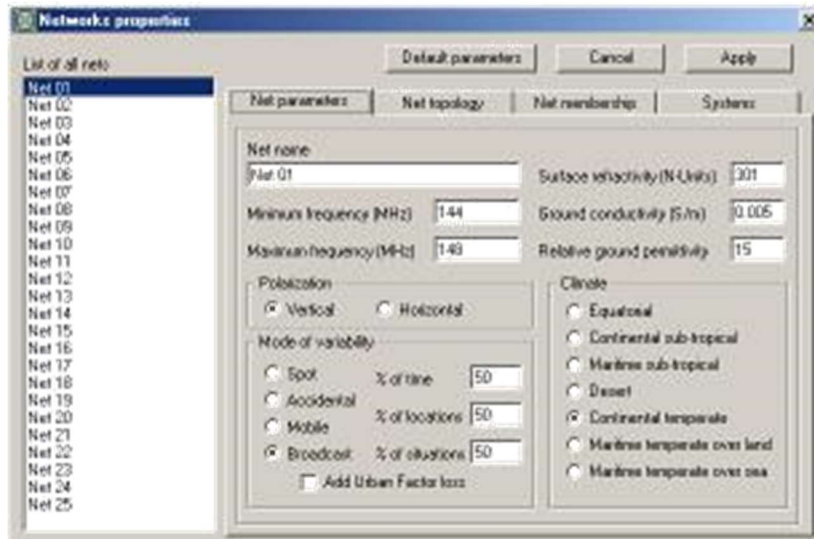


Fig. 1.1: Proprietățile unei rețele de stații de emisie/recepție

În această lucrare de laborator se va proiecta o rețea de comunicații pe un teren al cărui profil este stocat în fișierul GCANYON.jpg. Fiecărui punct de pe hartă îi corespunde o altitudine (în fereastra **Elevation grid**), după nivelul de culoare, așa cum se arată în Fig. 1.2:

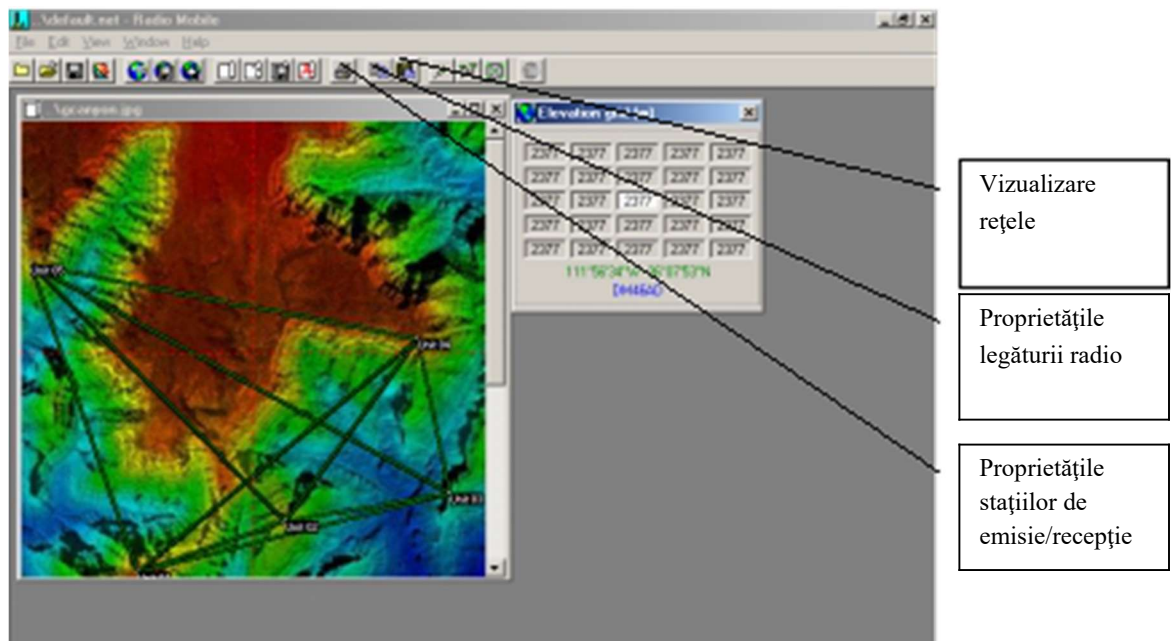


Fig. 1.2: Fereastra principală Radio Mobile

Se pot vizualiza simultan: parametri ai legăturii radio între 2 stații (**Transmitter** și **Receiver**), dispersiile nivelului semnalului recepționat, elipsoizii Fresnel de diferite

ordine, profilul terenului, acoperirea radio etc. În Fig. 1.3, sunt reprezentați elipsoizii Fresnel până la un anumit ordin, pentru legătura între stațiile Unit1 și Unit2:

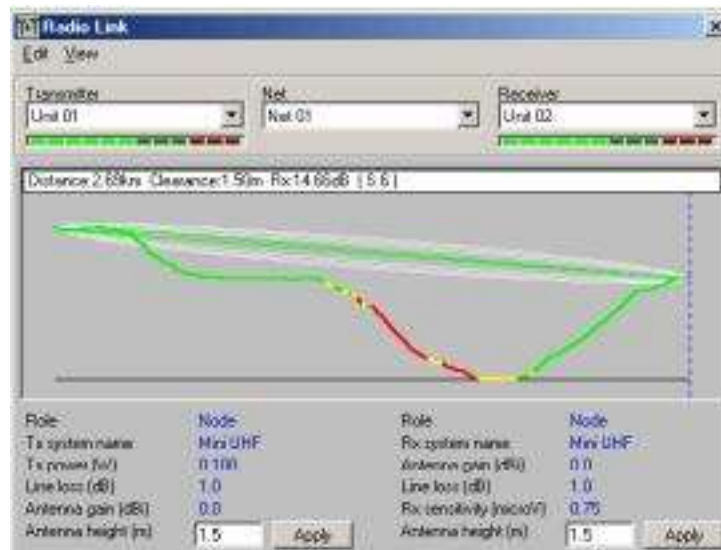


Fig. 1.3: Elipsoizii Fresnel pentru tronsonul radio Unit1 -> Unit2

Utilizând fereastra din Fig. 1.4, cu ajutorul meniului **View\Radio Link\Details**, se pot lista diferiți parametri ai legăturii: frecvență, atenuare de propagare, modele de propagare utilizate:



Fig. 1.4: Parametrii legăturii radio

În această lucrare se urmărește proiectarea unei rețele radio care să asigure transportul semnalului între două puncte definite prin coordonatele lor geografice și care nu se află în vizibilitate directă.

### 1.3 Desfășurarea lucrării

1. Cu ajutorul programul RadioMobile se deschide fișierul `gcanyon.jpg`, ce conține harta (se utilizează meniul **File/Open picture**) și se studiază profilul terenului. În continuare, se vor amplasa cele două stații între care ne propunem să realizăm legătura radio. Cu ajutorul meniului **Edit/Unit Properties**, se selectează din lista stațiilor Unit1 și Unit2, pentru fiecare dintre ele precizându-se coordonatele geografice de mai jos (se utilizează butonul **Enter Latitude and Longitude**):

BS01: longitudine  $111^{\circ} 58' 54''$ W și latitudine  $36^{\circ} 08' 58''$ N.

BS02: longitudine  $111^{\circ} 56' 12''$ W și latitudine  $36^{\circ} 07' 49''$ N.

Se vor schimba numele stațiilor în BS1, respectiv BS2. Celelalte stații ale rețelei se vor dezactiva. Pentru fiecare stație a rețelei se activează noile date folosind opțiunea **Enabled**.

Se va schimba numele rețelei din care fac parte implicit cele două stații din *Net1* în *CMT*, utilizând tab-ul **Net parameters** din meniul **File/Network properties**. Cu același meniu, se va modifica frecvența minimă semnalului la 900 MHz, iar cea maximă la 920 MHz, și se va alege polarizarea verticală. Utilizând tab-ul **Systems** se modifică puterea emițătoarelor la 0.25W, pierderile pe linie la 0.5 dB, celelalte mărimi lăsându-se nemodificate.

Se observă așezarea stațiilor și se comentează calitativ, la prima vedere, propagarea undelor radio între stațiile BS01 și BS02, aflate de o parte și de alta a Marelui Canion (are loc propagare între BS01 și BS02?).

2. Se accesează meniul **View/Radio Link** și se selectează stațiile între care dorim să analizăm calitatea legăturii radio (*Transmitter*: BS01, *Receiver*: BS02) și înălțimile antenelor (*Antenna height*) **10m pentru ambele stații**. Se remarcă primul elipsoid Fresnel și gradul de obturare. Un raport amănunțit este prezentat în **View/Details**.

Din **View/Range**, se poate vizualiza variația semnalului recepționat în funcție de distanță.

Transmisiunea este serios afectată de către profilul terenului care obturează elipsoidul Fresnel de ordinul 1. Pentru asigurarea unui semnal care să depășească pragul de sensibilitate al receptorului, este evident că trebuie amplasate mai multe stații intermediare între BS01 și BS02.

Se notează pierderile de propagare (**Path Loss**) în funcție de distanță:

Tabelul 1

d [km]	0.04	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.94
L [dB]																			

Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță .

3. Soluția imediată este amplasarea unor stații intermediare care să fie “vizibile” între ele și stațiile BS01 și BS02, astfel încât să asigurăm „transportul” semnalului radio

între BS01 și BS02, prin stațiile intermediare. În lucrarea de față, stațiile intermediare se vor amplasa pe direcția BS1 - BS2 (se vor amplasa 3 antene intermediare, toate cu **înălțimea de 30m**). Se determină, folosind meniul **View/Elevation Grid** punctul de pe segmentul ce unește cele două stații care are înălțimea maximă (se va avansa în lungul segmentului BS01 -> BS02 de pe figură utilizând tastele cursoroare și/sau mouse-ul). Se va nota această înălțime, precum și distanța dintre una din stații și acest vârf maxim.

4. Procedând la fel ca în cazul stațiilor BS01 și BS02 se amplasează stația **BS03** pe traseul BS01 -> BS02, astfel încât să nu se obtureze primul elipsoid Fresnel, în punctul determinat anterior. De data aceasta, amplasarea stației se va face cu meniul **Edit/Units Properties/Place Unit at Cursor Position**, activând câmpul **Enabled** din meniu. Stația va avea coordonatele geografice corespunzătoare cursorului, fapt ce face mult mai ușoară poziționarea ei pe hartă. Atenție! **BS03 trebuie să fie membră a rețelei din care fac parte BS01 și BS02**; verificați acest lucru utilizând meniul **File/Network Properties/Membership**.

Se notează pierderile de propagare în funcție de distanță, atât pentru BS03-BS02, cât și pentru BS01-BS03.

*Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță, pentru cele 2 tronsoane.*

Cum sunt aceste pierderi comparativ cu cele calculate pentru legătura directă BS01 -> BS02? Se utilizează în acest scop meniul **View/Radio link/View/Details**.

5. Pasul următor este inserarea unei noi stații fixe (**BS04**) între BS03 și BS02 și (**BS05**) între BS04 și BS02. Pentru aceasta se va proceda ca în cazul stației BS03, amplasându-se aceste stații pe cel mai înalt punct al profilului între BS03 și BS02 și respective, între BS04 și BS02.

a. Se notează pierderile de propagare în funcție de distanță (se vor face **10 măsurători** pe fiecare tronson, la distanțe egale), atât pentru BS04-BS02, cât și pentru BS03-BS04

*Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță, pentru cele 2 tronsoane.*

b. Se inserează o nouă stație fixă (**BS05**) între BS04 și BS02. Se notează pierderile de propagare în funcție de distanță (se vor face **10 măsurători** pe fiecare tronson, la distanțe egale), atât pentru BS05-BS02, cât și pentru BS04-BS05

*Să se deseneze graficul pierderilor de propagare în funcție de distanță, pentru cele 2 tronsoane.*

6. **Soluția optimă, cu un număr minim de stații este soluția cu 5 stații**, în condițiile în care toate stațiile intermediare sunt amplasate pe linia ce unește BS01 cu BS02. Înălțimile antenelor nu vor depăși 30 m. Completați tabelul de mai jos cu parametrii configurați:

Tabelul 4

Stația	Longitudine	Latitudine	Altitudine [m]
BS01	111° 58'54" W	36°08'58" N	
BS02	111° 56'12" W	36°07'49" N	
BS03			
BS04			
BS05			

## OBSERVATIE

**Referatul va cuprinde un sumar de teorie, tabelele cu valorile obtinute si graficele specificate.**