

# **Broadband Wireless**

**Studenti: Petre Radu-Mihai  
Negrei Alexandru  
Grupa: 443A**

# Broadband Wireless

*Petre Radu-Mihai*

## 1. Introducere (Petre Radu-Mihai)

Accesul la wireless de bandă largă (Broadband Wireless Acces - BWA) se referă, în general, la un sistem radio fix utilizat în primul rând pentru a transmite servicii broadband între utilizatori și rețelele nucleu. Termenul „broadband” este utilizat cu semnificația de capacitatea de a oferi o lățime de bandă semnificativă pentru fiecare utilizator. În terminologia ITU (International Telecommunication Union) și în această practică recomandată, transmisiunea broadband se referă la „rate de transmisiune mai mari de 1,5 Mbit/s, cu toate că multe rețele cu wireless broadband suportă rate de date foarte ridicate”[1].

Rețelele operează transparent, ca utilizatorii să nu fie conștienți de faptul că serviciile sunt furnizate prin unde radio. O rețea tipică cu acces fix la wireless broadband (FBWA) suportă conexiunea cu mulți utilizatori în aria de acoperire radio. Furnizează o lățime de bandă, partajată automat între utilizatori. Cererea de la diferiți utilizatori este de multe ori statistica unei corelații mici, permițând rețelei să ofere lățimea de bandă semnificativă la cerere pentru mulți utilizatori cu un nivel mare de eficiență al spectrului. Reutilizarea frecvențelor semnificative este obligatorie.

Variatatea de aplicații este foarte mare și evoluează foarte repede. Aceste aplicații includ servicii de voce, date și divertisment. Fiecare abonat poate avea nevoie de o diferită combinație de servicii; această combinație este probabil să se schimbe rapid atâta timp cât conexiunile se stabilesc și se termină. În anumite zone, sisteme care oferă aceste servicii sunt denumite ca sisteme wireless de divertisment (MWS) pentru a reflecta convergența dintre serviciile tradiționale de telecomunicații și cele de divertisment.

Aceste sisteme radio concurează cu altele mijloace prin cablu și wireless pentru primul kilometru de conexiune la servicii. Utilizarea de tehnici radio sau wireless rezultă într-un număr de beneficii, inclusiv dezvoltarea rapidă și costurile relativ reduse în avans.

### 1.1. Arhitectura unui sistem (Petre Radu-Mihai)

Sistemele FBWA deseori includ arhitecturi multipunct (MP). Cele multipunct includ punct-la-multipunct (PMP) și mesh. Standardul IEEE 802.16 conține specificații detaliate despre interfețele sistemelor PMP (2 - 66 GHz) și mesh (2 - 11 GHz). Standarde asemănătoare au fost dezvoltate grupurile de dezvoltare „HIPERACCES” [1] și „HIPERMAN” [1] ale proiectului Rețele cu Acces Radio Broadband ETSI. În plus, există o serie de sisteme proprietare FBWA pentru care interfața pentru transmisiuni prin aer nu a fost standardizată.

Sistemele FBWA tipice includ o stație de bază (BS), stație pentru abonat (SS), echipament terminal (TE), echipament pentru rețeaua nucleu, legături intercelulare, stații repeatoare (RS), și posibil alte echipamente. O diagrama referință pentru sistemele FBWA este arată în figura 1. Această diagrama indică relația dintre diferitele componente ale unui sistem

BWA. Sistemele BWA pot fi mai simple și să conțină doar câteva elemente de rețea arătate în figura 1[1]. Un sistem FBWA conține cel puțin o stație de bază și în număr de unități de stații pentru abonat. În figura 1, legăturile wireless sunt arătate prin liniile zigzag care conectează elementele de sistem.

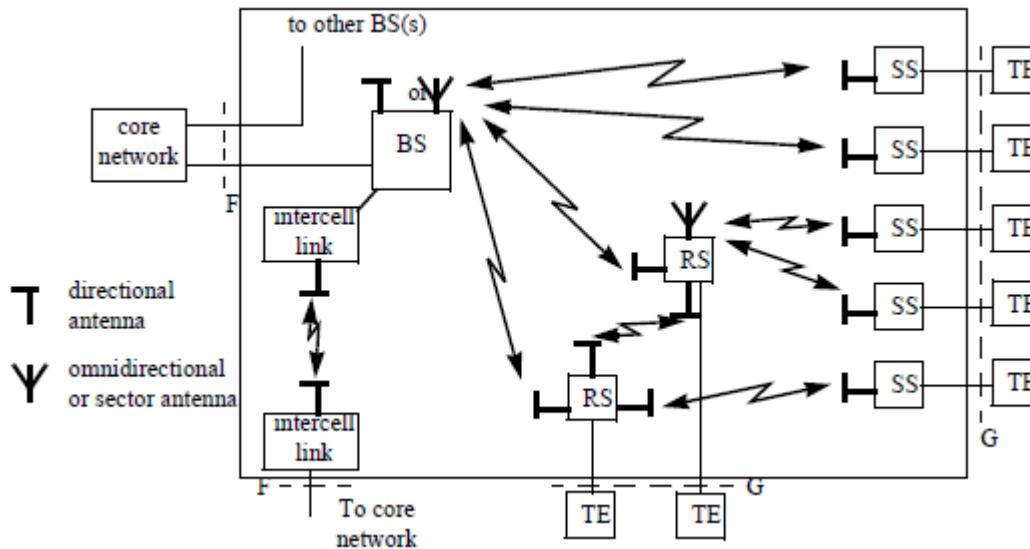


Figura 1: Sistem cu acces wireless broadband[1]

[IEEE 802.16™: BROADBAND WIRELESS METROPOLITAN AREA NETWORKS]

Legăturile intercelulare pot utiliza facilități wireless, fibră sau cupru pentru a interconectate 2 sau mai multe unități BS.

Unele sisteme utilizează stații repeatoare RS. Într-un sistem PMP, RS sunt utilizate în general pentru a îmbunătăți acoperirea în locurile în care BS nu au nici o linie de vedere (line of sight – LOS[1]) în aria lor de acoperire normală sau, alternativ, pentru a extinde aria de acoperire a BS mai mult decât poate stația de bază. O stație repetoare (RS) transmite informațiile de la un BS la una sau un grup de SS. Acesta poate oferi, de asemenea, o conexiune pentru un SS locală. O stație de repetoare poate funcționa pe aceleași frecvențe de downlink ca și BS, sau poate utiliza frecvențe diferite (de exemplu, demodulează și remodulează traficul pe canale diferite). În sistemele MP-MP, majoritatea stațiilor sunt RS care furnizează, de asemenea, conexiuni pentru abonați locali.

Limita rețelei FBWA este la punctele de interfață F și G din figura 1. Interfețele F sunt puncte de conectare la rețelele de bază și sunt, în general, standardizate. Interfețele G, între SS și echipamente terminale, pot fi standardizate sau proprietate.

### 1.1.1. Sisteme PMP

Sistemele PMP (punct-la-multipunct) cuprind stații de bază, stații pentru abonați și, în unele cazuri, stații repeatoare. Stații BS utilizează antene pentru raze largi, împărțite în una sau mai multe sectoare acoperind până la 360 din arie cu una sau mai multe antene. Pentru a acoperi complet aria unei zone, mai mult de o BS este nevoie. Conexiunea între BS nu este o parte din rețeaua FBWA la propriu, fiind asigurată utilizând legături radio, cabluri cu fibră optică, sau echivalente. Legăturile dintre BS pot uneori utiliza aceeași parte din alocarea de frecvențe ca și FBWA. Rutarea către cea mai apropiată BS este o funcție a rețelei de bază (core network). SS utilizează antene direcționale și partajează utilizarea canalelor radio. Acest

lucru poate fi obținut prin metode variate de acces, incluzând divizarea (ortogonală) în frecvență, divizarea în timp sau divizarea de cod.

### **1.1.2. Sistemele mesh (de tip plasă)**

Sistemele mesh au aceeași funcționalitatea ca și sistemele PMP. BS-urile furnizează conexiunile la rețelele nucleu pe de o parte și pe cealaltă conexiunea radio cu alte stații. O stație pentru abonat poate fi un terminal radio sau (mai des întâlnit) o stație repetor cu acces local de trafic. Traficul poate trece prin una sau mai multe stații repetor pentru a ajunge la o stație subscriber.

### **1.1.3. Subsistemele de antene**

Subsistemele de antene utilizate, în general, depind de banda de frecvență utilizată și de tipul sistemul. Pentru o stație subscriber PMP de microunde, subsistemul de antenă este în general foarte directiv, din cauza LOS-ului (line-of-sight) care este deseori necesar. Stațiile subscriber cu microunde folosesc antene multiple de același tip și utilizează un mijloc pentru alinierea de la distanță. Pentru stațiile de bază cu unde milimetrice, subsistemele de antenă sunt foarte directive, de obicei mai puțin decât cele de la SS PMP cu microunde pentru implementa operațiile LOS și Non-LOS într-o anumită măsură. Stațiile subscriber mesh cu unde milimetrice utilizează antene omnidirecționale.

## **1.2. IEEE 802.16**

IEEE 802.16 este o serie de standarde pentru wirelessul broadband autorizat de către Institutul de Inginerie Electrică și Electronică. Departamentul de standarde IEEE a stabilit un grup de lucru în 1999 pentru a dezvolta standarde de bandă largă pentru rețelele de tipul wireless pentru arii metropolitane. Grupul este format din comitetele pentru rețelele locale IEEE 802 și rețelele metropolitane.

Cu toate că familia de standarde 802.16 este oficial denumită WirelessMAN, ea a fost comercializată cu denumirea de WiMAX, denumire provenita de la „Worldwide Interoperability for Microwave Access” (Interoperabilitate globală pentru accesul prin microunde) și dată de alianța industrială WiMAX Forum. Forumul promovează și certifică compatibilitățile și interoperabilitatea produselor bazate pe standardul IEEE 802.16.

Versiunea amendament 802.16e-2005 a fost anunțată ca fiind lasată în întreaga lumea în 2009. Versiunea IEEE 802.16-2009 a fost amendamentată de IEEE 802.16j-2009. [3]

### **1.2.1. Standarde[1]**

<b>Standard</b>	<b>Descriere</b>	<b>Stare</b>
<b>802.16-2001</b>	Acces fix la wireless broadband (10–66 GHz)	Înlocuit
<b>802.16.2-2001</b>	Practică recomandată pentru coexistență	Înlocuit
<b>802.16c-2002</b>	Profile de sistem pentru 10 – 66 GHz	Înlocuit
<b>802.16a-2003</b>	Nivelul fizic și definițiile MAC pentru 2 – 11 GHz	Înlocuit

<b>P802.16b</b>	Frecvențe scutite de licență	Retras
<b>P802.16d</b>	Profile pentru sistem și mentenanță pentru 2 – 11 GHz (Proiect fuzionat cu 802.16-2004)	Fuzionat
<b>802.16-2004</b>	Interfețe de aer pentru sisteme wireless broadband cu acces fix	Înlocuit
<b>P802.16.2a</b>	Coexistență cu 2 – 11 GHz și 23.5 – 43.5 GHz (Proiect fuzionat cu 802.16.2-2004)	Fuzionat
<b>802.16.2-2004</b>	Practica recomandată pentru coexistență (802.16.2-2001 și P802.16.2a)	Curent
<b>802.16f-2005</b>	Baza informațională pentru administrarea 802.16-2004 (MIB)	Înlocuit
<b>802.16-004/Cor1-2005</b>	Corecții pentru operațiunile fixe	Înlocuit
<b>802.16e-2005</b>	Sisteme mobile pentru acces wireless broadband	Înlocuit
<b>802.16k-2007</b>	Punte pentru 802.16(un amendament pentru IEEE 802.1D)	Curent
<b>802.16g-2007</b>	Servicii și proceduri pentru planificarea administrativă	Înlocuit
<b>P802.16i</b>	Baza de informații pentru administrarea mobilă (Proiect fuzionat cu 802.16-2009)	Fuzionat
<b>802.16-2009</b>	Interfețe de aer pentru sisteme fixe și mobile cu acces wireless	Curent
<b>802.16j-2009</b>	Relee multihop	Curent
<b>802.16h-2010</b>	Îmbunătățirea mecanismelor de coexistență pentru operații scutite de licență	Curent
<b>802.16m-2011</b>	Interfețe avansate de aer cu vitezele de date de 100Mbit/s pentru sisteme mobile și 1Gbit/s pentru sisteme fixe. Cunoscut sub numele WiMAX Release 2. Vizează îndeplinirea cerințelor ITU-R IMT-Advanced pentru sistemele 4G. [2]	Curent
<b>P802.16n</b>	Rețele cu fiabilitate ridicată	Sub dezvoltare
<b>P802.16p</b>	Îmbunătățiri pentru suportul aplicațiilor mașină-la-mașină	Sub dezvoltare

## 2. Tehnologii și viteze (Petre Radu-Mihai)

Rețelele wireless pot avea viteze de date aproximativ egale cu cele de la rețelele cu fir, cum ar fi liniile ADSL sau modem pe cablu. Rețelele wireless pot fi de asemenea și simetrice, însemnând că vitezele de date sunt egale în ambele direcții („downstream” și „upstream”), ceea ce este în general asociat cu o rețea fixă wireless. O legătură a unei rețele fixe wireless este conexiune terestră și staționară fără fir, ce poate suporta viteze de date ridicate cu aceeași putere ca și sistemele mobile și satelit.

Puțini furnizori de servicii de internet wireless pot furniza viteze de descărcare de peste 100 Mb/s; multe servicii cu acces la wireless broadband sunt estimate având raza de lucru de 50 de km de la o celulă turn.[4] Tehnologia utilizată include LMDS și MMDS, precum și uzul de benzi ISM și o tehnologie particulară cu acces wireless a fost standardizată de IEEE 802.16 cu produse cunoscute ca WiMAX.[5]

LMDS (Local Multipoint Distribution Service – Serviciul de distribuire pentru multipuncte locale) este o tehnologie pentru accesul la wireless broadband dezvoltată pentru transmisiunile digitale de televiziune (DTV). A fost concepută ca o tehnologie punct-la-multipunct pentru utilizarea în „ultimul kilometru”<sup>1</sup>. [6] LMDS operează în general pe frecvențe microunde pe banda de frecvențe 26 GHz și 29GHz. În Statele Unite ale Americii, frecvențele de la 31.0 până la 31.3 GHz sunt și considerate frecvențe LMDS.

MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service – Serviciul de distribuire pentru multipuncte pe multicanale), cunoscut ca și Broadband Radio Service ( BRS – Serviciul radio de bandă largă) este tehnologie pentru telecomunicații wireless, utilizată pentru scopuri generale de rețelistică broadband sau „mult mai comun, ca o metodă alternativă a recepționarea programelor de cablu TV. [7]

## 2.1. WiMAX

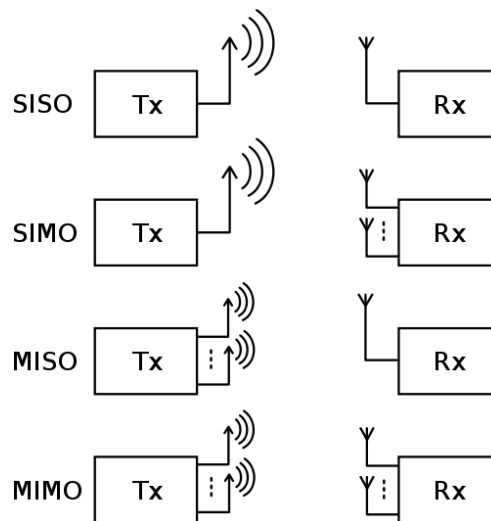
WiMAX este foarte popular în Europa, dar nu a fost acceptat pe deplin în Statele Unite din cauza costul de lansare care nu respectă rentabilitatea pe cifre de investiții. În 2005, Comisia Federală de Comunicații (FCC) a adoptat un Raport și Reglementare care revizuiască regulile FCC pentru a deschide banda de 3650 MHz pentru operațiunile terestre de wireless broadband.[5]

Denumire	Familie	Utilizare	Tehnologie Radio	Viteză de descărcare (Mb/s)	Viteză de încărcare (Mbit/s)	Note
WiMax rel 1	802.16	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA	37 (10 MHz TDD)	17 (10 MHz TDD)	cu 2x2 MIMO. [8]
WiMax rel 1.5	802.16-2009	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA	83 (20 MHz TDD) 141 (2x20 MHz FDD)	46 (20 MHz TDD) 138 (2x20 MHz FDD)	cu 2x2 MIMO. Îmbunătățit cu canale de 20 MHz în 802.16-2009[8]
WiMAX rel 2	802.16m	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA	2x2 MIMO 110 (20 MHz TDD) 183 (2x20 MHz FDD) 4x4 MIMO 219 (20 MHz TDD) 365 (2x20 MHz FDD)	2x2 MIMO 70 (20 MHz TDD) 188 (2x20 MHz FDD) 4x4 MIMO 140 (20 MHz TDD) 376 (2x20 MHz FDD)	De asemenea, utilizatorii cu mobilitate scăzută pot agrega multiple canale pentru a putea prinde o viteză de download de 1Gb/s. [8]

<sup>1</sup> „Ultimul kilometru” este o expresie folosită de către industriile de telecomunicații și televiziune prin cablu și internet pentru a se referi la ultima etapă a rețelelor de telecomunicații cu livrare de comunicații conectivitate pentru clienții de retail, partea care ajunge efectiv la client.

În domeniul radio, MIMO (multiple-input and multiple-output, multiple intrări și multiple ieșiri), este utilizarea de antene multiple atât la transmițător cât și la receptor pentru a îmbunătăți performanța comunicației. Este una dintre formele de tehnologii de antene avansate. Termenii ”intrări” și „ieșiri” se referă la canalele radio purtătoare de semnal, nu la porturile dispozitivelor.

Tehnologia MIMO a atras atenția în comunicațiile wireless, deoarece oferă o semnificativă creștere în transferul de date și raza legăturilor fără a fi nevoie de lățime de bandă adițională sau putere de transmisie mai mare. Acesta își atinge scopul prin împrăștierea a aceeași putere totală transmisibilă prin antene pentru a obține un vector de câștig care îmbunătățește eficiența spectrală (mai mulți biți pe secundă pe Hz a lățimii de bandă), sau un câștig divers care îmbunătățește calitatea legăturii (reducerea pierderilor). Datorită acestor proprietăți, MIMO este o parte importantă a standardelor moderne de comunicații wireless cum ar fi IEEE 802.11n (Wi-Fi), 4G, 3GPP, WiMAX și HSPA+.



Diferențele între sistemele de comunicație wireless SISO, SIMO, MISO, MIMO  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Prinzip\\_MIMO.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Prinzip_MIMO.svg)

Implementările WiMAX care utilizează tehnologia MIMO au devenit importante. Utilizarea tehnologiei MIMO îmbunătățește recepția și permite o bună rată de transmisiune. Implementarea MIMO oferă WiMAX-ului o semnificativă creștere în eficiența spectrală.[9]

### 2.1.1. Auto-negocierea MIMO

Standardul 802.16 definește configurația MIMO ca fiind dinamic negociată între fiecare bază de stații individuale și stațiile mobile. Specificațiile 802.16 conțin abilitatea de a suporta o combinație de stații mobile cu capabilități MIMO. Acesta ajută la maximizarea sectorului tranzitoriu prin sprijinirea diferitelor capabilități a unui set divers de producători de stații mobile.

### **2.1.2. Codarea în spațiu-timp**

Specificațiile 802.16 suportă tehnica de diversitate a transmiției, Multiple-input and single-output (MISO), care se referă la codarea în spațiu-timp (STC).

Cu această metodă, două sau mai multe antene sunt folosite ca transmițător și o antenă ca receptor. Utilizarea de antene multiple receptoare poate îmbunătăți recepția semnalelor STC transmise.

### **2.1.3. Multiplexarea spațială**

Specificațiile 802.16 pot de asemenea suporta și tehnicile MIMO de multiplexare spațială (SMX). În loc de a transmite același bit de pe două antene, această metodă transmite un bit de date de la prima antenă și alt bit de la antena secundară simultan, per simbol. Atâta timp cât receptorul are mai mult de o antenă și semnalul are o calitate suficientă, el poate separa semnalele. Această metodă implică adăugare de complexitate și preț ridicat la transmițător și la receptor. Totuși, cu două antene de transmisie și două antene de recepție, datele pot fi transmise de ori mai rapid ca sistemele care utilizează codarea în spațiu timp cu o singură antenă.

## **2.2. WiBro**

WiBro este o tehnologie de bandă largă fără fir dezvoltată de industria telecom din Coreea de Sud. WiBro este numele sud coreean pentru standardul internațional IEEE802.16e (WiMAX mobil). Până la sfârșitul anului 2012, Comisia Coreeană de Comunicații intenționa să mărească viteza conexiunii la 10Mb/s, în jur de 10 ori mai mult viteza curentă, care va completa rețeaua cu fibră optică de 1Gb/s.[10]

WiBro adoptă duplexarea cu divizare în timp, OFDMA pentru accesul multiplu și 8,75/10,00 MHz ca lățimea de bandă a canalelor. WiBro a fost conceput pentru a depăși limitările vitezelor la telefonie mobilă (spre exemplu CDMA 1x) și pentru a adăuga mobilitate la accesul la internetul de bandă largă (spre exemplu ADSL sau Wireless LAN). În februarie 2002, guvernul coreean a alocat 100MHz din spectrul electromagnetic din banda 2,3 – 2,4 GHz, și mai târziu, în 2004, faza 1 WiBro a fost standardizată de către TTA din Coreea și în 2005, ITU reflectă WiBro ca standard IEEE 802.16e (WiMAX mobil).

Stațiile de bază WiBro oferă un agregat de transfer de la 30 până la 50 Mb/s și acoperă o rază de 1 – 5 km permițând utilizarea internetului portabil. În detaliu, acesta oferă o mobilitate pentru dispozitivele aflate în mișcare cu viteze de până la 120km/h, iar comparat cu Wireless LAN care oferă mobilitate pentru obiecte aflate în mișcare cu viteze de până la 250km/h. Tehnologia oferă de asemenea și Quality of Service (QoS). Includerea QoS-ului permite WiBro descărcarea de conținut video și alte date senzitive la pierderi într-o manieră fiabilă. Acesta se pare ca ar fi punctul forte peste standardul WiMAX fix (802.16a).



### 3. Internet rezidențial fără fir (Petre Radu-Mihai)

Una dintre cele mai mari aplicații ale tehnologiei WiMAX în viitorul apropiat, va fi accesul rezidențial de bandă largă (SOHO). Serviciile broadband care furnizează internet și utilizează WiMAX fix, poate include acces de mare-viteză la internet, servicii de telefonie utilizând protocolul de voce peste IP (VoIP – voice over IP) și găzduiască multe alte aplicații pentru Internet. [12]

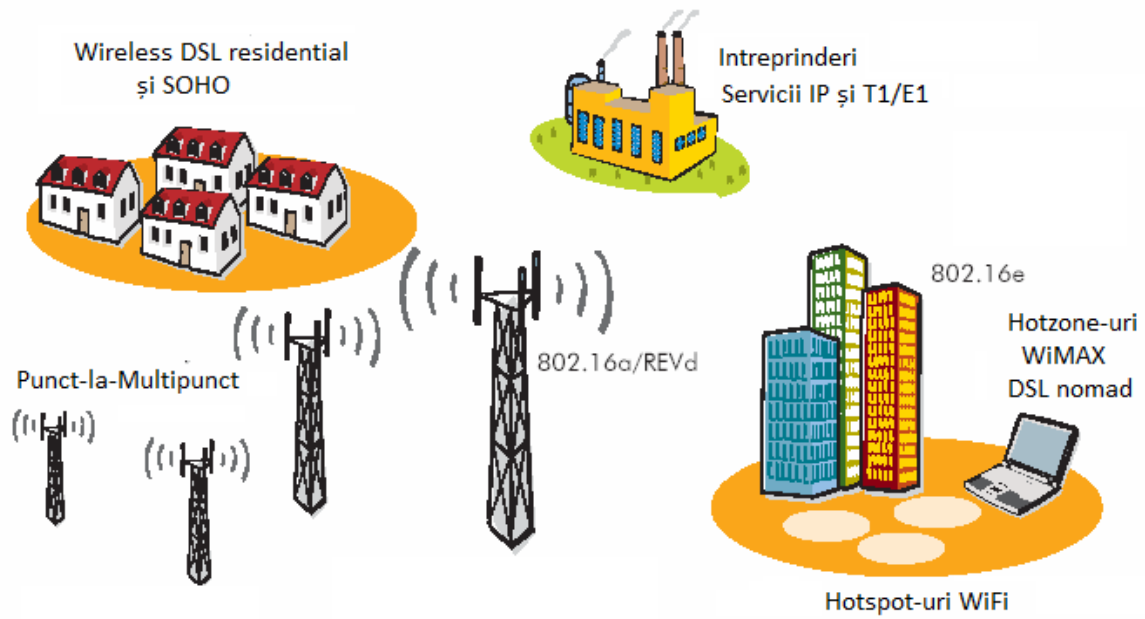
Rețelele fixe de wireless oferă multe avantaje peste soluția tradițională cu fir:

- Implementare cu cost scăzut
- Implementare rapidă și ușoară cu profit realizabil
- Capacitatea de a construi în afara rețelei
- Costuri scăzute pentru mentenanța, administrarea și operarea rețelei
- Independență față de operatorii de internet

Din perspectiva echipamentului clientului (customer premise equipment – CPE) sau stației pentru abonați (SS), două tipuri de modele de implementare pot fi utilizate pe serviciile fixe de bandă largă.

Un model necesar pentru instalarea unei antene exterioare la reședința clientului, iar celălalt model utilizează un modem cu radio integrat ce poate fi instalat de către abonat în interiorul reședinței precum tradiționalul DSL sau modemurile pe cablu. Utilizarea unei antene exterioare poate îmbunătăți legătura radio precum și performanța sistemului. Acest model permite o acoperire mai mare per o stație de bază, fapt ce ajută la reducerea densității de stații de bază necesare pentru a acoperi o arie mai mare, precum și reducerea capitalului de cheltuielă. Cerința unei antene exterioare înseamnă instalarea unui sistem cu cărucior de tip „truck-roll” cu ajutorul unui instalator profesional și de asemenea implică costuri ridicate pentru stația abonatului.

Cele două scenarii de implementare arată o compromis între cheltuielile de capital și cele de operare: între costurile de capital a infrastructurii stației de bază și stației abonatului și costurile instalării. În țările dezvoltate, precum Statele Unite, costurile ridicate pentru sistemul „truck-roll”, împreună cu neplăcerea consumatorului pentru antene exterioare, sunt favorabile pentru implementarea stației abonatului în interiorul reședinței.



Aplicații WiMAX Punct-la-Multipunct [11]

[WiMAX – Broadband Wireless Access, Ahmed Younus, Technical University of Munich, Germany]

[13],[14]

#### 4. Internetul wireless in afaceri

*Negrei Alexandru*

Multe companii din întreaga lume au început să folosească alternative fără fir de la furnizorii locali pentru internet și servicii de voce. Acești furnizori au tendința de a oferi servicii și opțiuni competitive în zonele în care este dificilă obținerea de conexiuni accesibile Ethernet de la furnizori terestri. De asemenea, companiile care caută diversitatea deplină în ceea ce privește operatorii de internet și servicii voce pentru a îndeplini cerințele de uptime critice pot opta pentru alternative fără fir de la operatorii locali.

Prețul accesibil pentru servicii de internet și comunicații, necesitatea unor medii digitale de comunicații stabile și sigure între sediile și sucursalele firmelor sunt câteva dintre factorii care fac broadbandul atractiv pentru mediul de afaceri. Printre factorii care au reprezentat un impediment în dezvoltarea broadband se numără: “slaba dezvoltare a infrastructurii de rețea în mediile rurale, precum și interesul scăzut al companiilor din anumite domenii de activitate.”

În spațiul fix al aplicației broadband, WiMax trebuie să concureze eficient cu alternativele clasice prin fir, cum ar fi DSL, cablu, pentru a fi adoptat în piețe mature, cum ar fi SUA. Este dificil pentru sistemele broadband wireless să facă față creșterii performanței a soluțiilor broadband tradiționale. WiMax va trebui să se bazeze pe mobilitate și portabilitate pentru a compensa vitezele de transfer inferioare. WiMax –ul fix este implementat cu succes în țările dezvoltate în zonele rurale și retrase, unde nu există infrastructura pentru broadband prin fir.

Sunt diferențe considerabile în ce privește alocările și reglementările spectrului broadband în întreaga lume. Cu toate că benzile 2,5GHz, 3,5GHz și 5,8GHz sunt alocate în multe regiuni din lume, multe piețe în dezvoltare necesită noi alocări. Pentru ca WiMax să fie un succes global precum Wi-Fi, instituțiile care realizează reglementările trebuie să permită flexibilitatea maximă în ce privește serviciile care pot fi oferite în diversele benzi din spectru.

Concurența de la 3G: Pentru WiMax Mobil, cea mai semnificativă provocare vine de la tehnologia 3G care este dezvoltată de operatorii mobili. Operatorii mobili caută mai mult îmbunătățirea performanței asupra evoluției 3G decât să adopte WiMAX. Furnizorii noi de WiMax vor avea parte de concurența din partea operatorilor 3G și vor trebui să găsească metode pentru a se diferenția de 3G pentru a fi mai atractivi pentru clienți.

Pentru ca WiMAX să fie de succes, este important ca o mare varietate de dispozitive terminale să fie disponibile. Chipurile WiMAX încorporate în calculatoare poate fi un bun prim pas, dar nu suficient. Ca WiMAX să se diferențieze de 3G, trebuie să se abordeze piața cu dispozitive inovative. Lista de exemple include MP3 cu WiMax integrat, playere video și computere portabile. Eforturile pe partea de dezvoltare ar trebui să vizeze și dispozitive multimod.

[13],[16],[17]

## 5. Internet wireless broadband mobil (Negrei Alexandru)

Denumit broadband pentru mobile, tehnologiile de internet wireless broadband includ servicii de la operatori de telefonie mobila cum ar fi Vodafone, Orange, Cosmote ,Sprint, Verizon,etc, ce permit accesul la internet mobil. Consumatorii pot achiziționa un card pentru calculator, un car pentru laptop sau echipament USB pentru conectarea calculatorului sau laptopului la internet prin intermediul turnurilor pentru telefonie mobila. Acest tip de conexiune ar fi stabil in majoritatea zonelor unde se receptioneaza un semnal gsm puternic. “Aceste conexiuni pot fi destul de costisitoare pentru comoditatea in utilizarea internetului pe care o ofera”. De asemenea, pot suferii de limitari de viteza si trafic in majoritatea regiunilor, mai putin in zonele metropolitane.

Producatorii de produse pentru telecomunicatii,de telefoane mobile, de circuite integrate si de notebook-uri lucreaza in echipa pentru a oferi suport integrat pentru broadband mobile pe notebookuri.

“In 2002,Institutul de Ingineri in Electrica si Electronica (IEEE) au infiintat primul grup pentru cercetarea accesului la broadband mobil. Acesta a dezvoltat standardul IEEE 802.20 in anul 2008. “

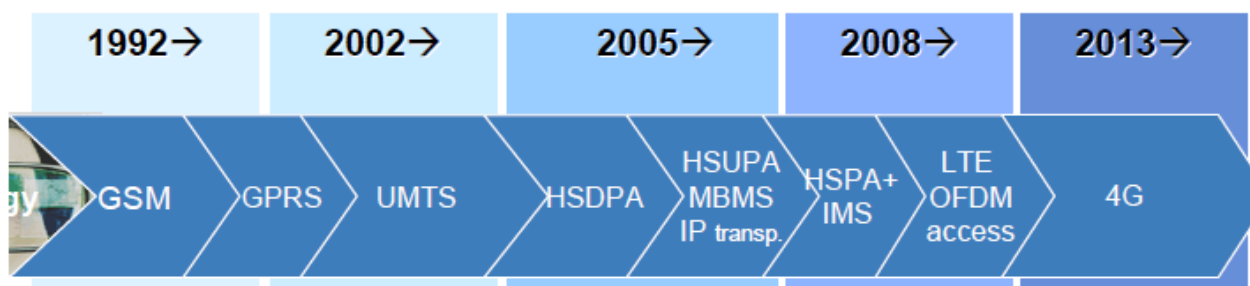
Un impas pentru broadbandul mobil a fost si este reprezentat de acoperirea retelelor de telefonie mobila. Exista multe zone geografice in care clientii nu pot atunci vitezele maxime din abonamente deoarece infrastructura retelelor de telefonie mobila nu ofera acoperire completa. Alte probleme sunt : conectivitate slaba, capacitatea retelei, experienta operatorilor de telefonie mobila cu traficul de date.

Cresterea pietii pentru broadbandul mobil a fost determinata de cererea neasteptata de mare. In unele zone, datorita lipsei infrastucturii unor retele (fibra optica) , firmele care ofera acces la internet au deci sa foloseasca broadbandul mobil pentru a oferi viteze mari tuturor clientilor indiferent de locatie.

Familia 3GPP ( A treia generatie de proiect prin parteneriat) de standarde, care include GSM, EDGE, WCDMA, HSPA si LTE, este responsabila pentru standardele de care beneficiaza aproximativ 90% din clienti

In general, avem parte de o noua tehnologie pentru broadband mobil care prezinta rate de transfer mai mari,si frecvente de lucru mai largi decat tehnologia precedenta.

[poza->LTE Overview NSMA 21 Martie 2008, versiune finala]



“Tranzitiile de la o tehnologie la alta poarta denumirea de generatii”:

**Generatia a 2-a (2G) din 1991:**

GSM CSD (2G): 9.6 kbit/s

GSM GPRS (2.5G): 56 - 115 kbit/s

GSM EDGE (2.75G): pana la 237 kbit/s

**Generatia a 3-a (3G) din 2001:**

UMTS W-CDMA: 0.4 Mbit/s upload si download

UMTS HSPA: 14.4 Mbit/s download; 5.8 Mbit/s upload

UMTS TDD: 16 Mbit/s download si upload

CDMA2000 1xRTT: 0.3 Mbit/s download; 0.15 Mbit/s upload

CDMA2000 EV-DO: 2.5 - 4.9 Mbit/s download; 0.15 -1.8 upload

GSM EDGE-Evolution: 1.6 Mbit/s download; 0.5 Mbit/s upload

**Generatia a 4-a (4G) din 2006:**

HSPA+: 21 - 672 Mbit/s download; 5.8 - 168 Mbit/s upload

WiMAX mobil(802.16): 37 - 365 Mbit/s download; 17 to 376 Mbit/s upload

LTE: 100 - 300 Mbit/s download; 50 - 75 Mbit/s upload

LTE-Advanced: de la 100 Mbit/s ,cand utilizatorul se deplaseaza la viteze mari, la 1 Gbit/s , cand acesta se deplaseaza la viteze mici sau este stationar

MBWA: (802.20): 80 Mbit/s

Ratele de download si upload mai sunt reprezinta maximele permise de acele tehnologii. In realitate, utilizatorii vor avea parte de viteze mai mici.

WiMAX a fost original dezvoltat pentru a oferi servicii wireless la puncte fixe, ideea de mobilitate fiind implementata in 2005.

Incepand cu 2011, 90% din populatia lumii locuieste in zone cu acoperire 2G, 45% din populatia lumii in zone cu acoperire 2G si 3G.

[18],[19],[20],[21],[22],[23]

## 5.1 3G

In toata lumea, operatorii de telefonie mobila isi imbunatatesc retelele pentru suportul tehnologiei 3G pentru a putea oferi servicii broadband pentru clienti. Operatorii de telefonie mobila care folosesc GSM(sistem global de comunicatii mobile) implementeaza tehnologii, cum ar fi UMTS(sistem de telefonie mobila universal) si HSDPA (acces la viteza mare pentru descarcare). Operatorii care folosesc CDMA implementeaza 1x EV-DO (1x evolutia optimizarii de date) ca solutie 3G pentru servicii de date broadband.

Tehnologia HSDPA este capabila sa ofere viteze maxime de transfer de date de 14,4Mbps, folosind un canal pe 5MHz. Totusi, pentru atingerea acelei valori este necesara folosirea tuturor celor 15 coduri, lucru care nu este foarte probabil sa fie implementat in terminale mbile. Folosind intre 5 si 10 coduri, HSDPA poate oferi viteze de pana la 3,6Mbps respectiv 7,2Mbps. In realitatea vitezele obtinute in medie de catre utilizatori sunt intre 250kbps si 750kbps. Imbunatatiri cum ar fi : procesare spatiala, receptie diversificata la

telefoane mobile, detectie utilizatori multipli, pot aduce un plus de performanta considerabil peste sistemele de baza HSDPA.

Trebuie subliniat faptul ca HSDPA este o interfata doar pentru o legatura de download. Astfel, daca nu se implementeaza o interfata complementara pentru upload, vitezele de upload vor varia intre 40kbps si 100kbps. O varianta de interfata pentru upload este HSUPA, care suporta viteze de upload de pana la 5,8Mbps . Cand cele doua interfete se folosesc impreuna , tehnologia se numeste HSPA.

1x EV-DO reprezinta evolutia standardului IS-95 CDMA. Viteza maxima de download suportata este de 2,4Mbps in cazul utilizarii unui canal la 1,25MHz. In realitate, utilizatorii au avut viteze cuprinse intre 100kbps si 300kbps. Revizia A a 1x EV-DO suporta o viteza maxima de 3,1Mbps iar revizia B suporta viteze de pana la 4,9Mbps. Vitezele de upload suportate sunt de pana la 1,8Mbps. La 1x EV-DO revizia B , exista posibilitatea utilizarii unor canale de banda larga (de pana la 20MHz), oferind viteze potientiale de pana la 73Mbps pentru download si 27Mbps pentru upload.

[18],[19],[20],[21],[22],[23]

## **5.2 WiMax vs 3G**

Spre deosebire de sistemele 3G, care au un canal de banda fixa, WiMax are un canal cu latime de banda variabila intre 1,25MHz si 20MHz, care asigura o implementare flexibila. Atunci cand implementarea se face utilizand canalul TDD (duplexare diviziune timp) de 10MHz, cu un raport de 3:1 pentru download:upload si 2x2MIMO(intrari/iesiri multiple), WiMax ofera viteze maxime de download de pana la 46Mbps si viteze de upload de pana la 7Mbps. Deoarece se bazeaza pe modulatia OFDM spre deosebire de 3G care se bazeaza pe modulatia CDMA, WiMax suporta viteze maxime de transfer foarte mari. Nevoia extinderii acoperirii retelelor face dificila implementarea unor viteze de transfer mari in sistemele bazate pe modulatia CDMA.

Mai important decat vitezele maxime suportate este viteza medie a serviciului si capacitatea acestuia , atunci cand este implementat intr-un mediu multicelular. Din punct de vedere al capacitatii,cea mai pertinenta metoda pentru masurarea performantelor sistemului este eficienta spectrala. WiMax beneficiaza de eficienta spectrala ridicata fata de cea obtinuta la sistemele 3G. Acest lucru este posibil deoarece WiMax suporta antene multiple de la inceput. In sistemele 3G, suportul pentru antene multiple este adaugat prin revizii. In plus, stratul fizic OFDM folosit de catre WiMax este mult mai maleabil in ce priveste implementarile MIMO fata de sistemele CDMA din punct de vedere al complexitatii operatiei de implementare. OFDM face usoara exploatarea diversitatii frecventelor si a diversitatii utilizatorilor multipli pentru a imbunatati capacitatea. Astfel, putem afirma ca in comparatie cu 3G, WiMax ofera viteze maxime de transfer mai mari,flexibilitatea sporita, capacitate mai mare si viteze medii de transfer mai mari.

Cel mai important avantaj WiMax este dat de arhitectura simplificata IP pe care o foloseste. Folosind o arhitectura IP nucleul retelei se simplifica nucleul retelei (3G are un nucleu de retea complex si separat pentru voce si date) si se reduc costurile de utilizare/mentenanta. WiMax este avantajat de arhitectura IP si datorita posibilitatii integrarii cu aplicatii terriere si usurinta integrarii cu alte retele.

In ce priveste roamingul si transferul de date in timp ce utilizatorul se deplaseaza la viteze mari, capabilitatile WiMax nu au fost inca dovedite fata de cele de la 3G. Spre deosebire de 3G care a fost gandit pentru mobilitate, WiMax a fost dezvoltat ca sistem fix, mobilitatea fiind implementata prin metode auxiliare.

[18],[19],[20],[21],[22],[23]

### 5.3 LTE

LTE este un standard wireless pentru tehnologia comunicatiilor de date si o evolutie a standardelor GSM/UMTS. Scopul LTE este sa creasca capacitatea si viteza retelelor de date wireless folosind metode noi DSP (procesare digitala de semnal) si modulatii care au fost dezvoltate recent. Un alt scop a fost restructurarea si simplificarea arhitecturii retelei prin transformarea acesteia intr-un sistem bazat pe IP cu latente de transfer mult mai reduse fata de standardul 3G. Interfata wireless LTE este incompatibila cu retelele 2G si 3G, astfel ca trebuie sa opereze pe un al spectru wireless.

Imbunatatire pe care o aduce LTE pentru 3G UMTS va duce la dezvoltarea tehnologiei pentru comunicatii 4G. O mare parte din munca de dezvoltarea este axata pe simplificarea arhitecturii sistemului, trecand de la circuitul UMTS+retea cu comutare de pachete la un sistem bazat doar pe arhitectura IP.

Principalele caracteristici LTE sunt:

- => Viteze maxime de download de pana la 299.6Mb/s si viteze de upload de pana la 75,4Mb/s in functie de echipamentul utilizat (cu 4x4 antene folosind un spectru de 20MHz)
- => Latente mici la transferul de date (latente <5ms pentru pachete IP mici in conditii optime) si timp de conectare redus
- => Suport imbunatit pentru mobilitate, suportand viteze de deplasare de pana la 500km/h in functie de banda de frecventa folosita
- => utilizeaza OFDMA pentru download si SC-FDMA pentru upload pentru a conserva energia
- => suporta FDD , TDD si TDD half-duplex
- => suporta toate benzile de frecventa folosite de IMT
- => flexibilitate a spectrului mult imbunatatita
- => suporta cel putin 200 de utilizatori activi pe fiecare celula de 5MHz
- => arhitectura simplificata: parte de retea din E-UTRAN(interfata LTE) este compusa numai din eNode Bs
- => suporta interoperabilitate cu retele mai vechi (2G,3G,etc)
- => suporta MBSFN(retea multicast-broadband pe o singura frecventa) folosita la televiziune pe mobil

[18],[19],[20],[21],[22],[23]

## 5.4 LTE vs WiMax

LTE si Wimax sunt doua tehnologii in curs de dezvoltare pentru internet broadband mobil de mare viteza. Atat WiMax cat si LTE au scopuri asemanatoare si anume crearea unor retele de date care sa ofere acces la internet wireless la nivel global pentru telefoane mobile, laptopuri si alte echipamente asemanatoare (tablete, etc). Totusi exista diferente intre cele doua tehnologii.

Diferiti furnizori de servicii de date ofera suport fie pentru WiMax, fie pentru LTE sau chiar pentru amandoua, in functie de cum influenteaza profitabilitatea afacerii lor. De exemplu, in SUA, furnizorul Sprint ofera servicii WiMax in timp ce competitorii, Verizon si AT&T ofera suport pentru LTE.

De asemenea, producatorii de electronice pot prefera una din cele doua tehnologii. Acest lucru se intampla deoarece fiecare producator va alege fie WiMax, fie LTE in functie de posibilitatile de implementare hardware a acestor tehnologii, dorind sa obtina un profit cat mai mare.

Cu toate acestea, nici una dintre cele doua tehnologii nu este menita sa inlocuiasca clasicele retele Wi-Fi private sau hotspoturi.

Pentru consumator factorii care vor determina alegerea uneia dintre cele doua tehnologii sunt: disponibilitatea serviciilor in zona geografica in care locuiesc, vitezele pentru trafic de date oferite, stabilitatea retelelor si nu in ultimul rand costul lunar/anual al serviciilor.

In momentul de fata retelele ce ofera suport LTE nu sunt foarte multe. Cu toate ca multi furnizori afirma ca au suport LTE, sunt putini cei care au acoperire in 99% din zone pentru a asigura vitezele maxime si in zone retrase.

Implementarea WiMax are sens in special in zone care sunt probleme cu semnalul 3G/4G de la retelele de telefonie mobila. Primele implementari ale WiMax-ului au fost facute in zone foarte populate, cum ar fi Portland, Las Vegas, Korea, cu toate ca exista deja infrastructura pentru internet de mare viteza prin fibra optica si cablu dsl.

Atat WiMax cat si LTE promit viteze si capacitati mult mai mari fata de retelele 3G si standardele pentru broadband wireless. In general prin serviciul de internet mobil se pot atinge viteze intre 10-50Mbps. Cu toate ca ambele tehnologii suporta viteze teoretice mai mari de atat, acestea nu se pot implementa in realitate decat in momentul in care infrastructura va fi suficient de matura. Spre exemplu, clientii serviciului "Clearwire WiMax" din SUA au raportat viteze sub 10Mbps ce fluctueaza in functie de locatie, ora si alti factori.

Desigur, ca la orice alt serviciu de acces la internet vitezele maxime depinde si de tipul de abonament ales si calitatea serviciului oferit de furnizor.

WiMax nu are o banda fixa pentru semnalele wireless pe care le emite. Cu exceptia SUA, produsele WiMax sunt gandite pentru o frecventa de 3,5GHz, care este un standard pentru tehnologiile mobile broadband in general. In schimb, in SUA, banda de 3,5GHz este rezervata pentru serviciile exclusive ale guvernului. Astfel, in SUA, produsele WiMax sunt



realizate pentru a utiliza banda de 2,5GHz in general, dar exista si alte domenii de frecventa disponibile. Furnizorii de servicii LTE folosesc diferite benzi , incluzand cea de 700MHz.

Teoretic, utilizarea frecventelor inalte permite retelelor wireless sa poata transporta mai multe date obtinand astfel o largime de banda mai mare. In acelasi timp, frecventele inalte pot parcurge in general doar distante scurte fara a fi afectate de interferente wireless.

[13],[15]

## **6. Licentierea (Negrei Alexandru)**

Licentierea se refera la dreptul de utilizare a unui anumit spectru de frecvente.

“Managementul spectrului este procesul de reglementare a utilizarii frecventelor radio pentru a promova o utilizare eficienta si a aduce un beneficiu societatii.” Termenul de spectru radio se refera la banda de frecventa cuprinsa intre 3kHz si 300GHz care poate fi utilizata pentru comunicatii fara fir. In timp principiile managementului spectrului au suferit modificari datorita cresterii cererilor pentru telefoane mobile, tablete WiFi,etc. Cererea pentru internet mobil broadband a crescut datorita inovatiilor tehnologice precum 3G si mai recent 4G, si expansiunii rapide a serviciilor de internet. Incepand cu anul 1930, spectrul a fost impartit prin licente administrative. La inceputuri,datorita limitarii tehnologice, interferenta semnalelor era considerata o problema majora in utilizarea spectrului. Astfel, a fost necesara introducerea unor licente exclusive pentru a proteja semnalele licentiate. In multe tari, licentele pentru spectru se aloca prin sistem licitatie unor grupuri care la randul lor vor oferi anumite frecvente din spectru. Aceast metoda ajuta la dezvoltarea tehnologica si la o utilizare mai eficienta a bandei spectrului. Au existat si alte tentative de alocare eficienta a spectrului , cum ar fi privatizarea sau loterii, dar nu s-au dovedit a reprezenta solutii viabile.

Managementul eficient al spectrului necesita reglementari nu numai la nivel regional,national dar si global.

Majoritatea tarilor considera ca spectrul RF este o proprietate exclusiva a statului.Spectrul RF este o resursa nationala , asemeni apei,pamantului,gazelor si mineralelor diferenta fiind ca spectrul poate fi refolosit la infint. Scopul managementului spectrului este de a minimiza “poluarea spectrului radio” si sa maximizeze beneficiile aduse de un spectru radio utilizabil.

“O conexiune wireless poate sa fie licentiata sau nelicentiata”.In America, conexiunile licentiate folosesc un spectru la care utilizatorul are dreptul dobandit de la Comisia de Comunicatii Federala (FCC) . In alte tari, licenta pentru spectru se poate obtine de la autoritatea de comunicatii radio nationala , cum ar fi ACMA in Australia sau NCC in Nigeria. De obicei, licentierea este foarte costisitoare si rezervata companiilor mari ce doresc sa-si garanteze acces ul privat la spectru pentru utilizarea in comincatii punct la punct. Din aceasta cauza, majoritatea furnizorilor de internet broadband mobil folosesc un spectru nelicentiat care este destinat utilizarii publice.

## 7. Bibliografie

- [1] IEEE 802.16™: BROADBAND WIRELESS METROPOLITAN AREA NETWORKS (MANs)  
IEEE std 802.16-2004 Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems  
IEEE std 802.16e-2005 Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems  
IEEE std 802.16e-2005 Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands  
IEEE std 802.16-2009 Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems
- [2] <http://standards.ieee.org/news/2011/80216m.html>
- [3] <http://beta.wimaxforum.org/news/1161>
- [4] <http://www.wi-fiplanet.com/tutorials/article.php/3412391>
- [5] [http://hraunfoss.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/FCC-05-56A1.pdf](http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-05-56A1.pdf)
- [6] Local Multipoint Distribution Service (LDMS), by Vinod Tipparaju, November 23, 1999, cis.ohio-state.edu
- [7] [http://en.wikipedia.org/wiki/Multichannel\\_Multipoint\\_Distribution\\_Service](http://en.wikipedia.org/wiki/Multichannel_Multipoint_Distribution_Service)
- [8] WiMAX and the IEEE 802.16m Air Interface Standard - April 2010  
[http://www.wimaxforum.org/sites/wimaxforum.org/files/document\\_library/wimax\\_802.16m.pdf](http://www.wimaxforum.org/sites/wimaxforum.org/files/document_library/wimax_802.16m.pdf)
- [9] Fundamentals of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking Jeffrey G. Andrews, Arunabha Ghosh, Rias Muhamed, Prentice Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series
- [10] <http://gigaom.com/2009/02/01/by-2012-koreans-will-get-a-gigabit-per-second-broadband-connection/>
- [11] WiMAX – Broadband Wireless Access, Ahmed Younus, Technical University of Munich, Germany
- [12] Operator Strategies for Successful WiMAX Services Deployments, Pyramid Research
- [13] [http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_broadband](http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_broadband)
- [14] [http://www.marketwatch.ro/articol/1994/CISCO\\_ia\\_pulsul\\_broadbandului\\_in\\_Romania/](http://www.marketwatch.ro/articol/1994/CISCO_ia_pulsul_broadbandului_in_Romania/)
- [15] [http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum_management)
- [16] [http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile\\_broadband](http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_broadband)
- [17] [http://en.wikipedia.org/wiki/High-Speed\\_Downlink\\_Packet\\_Access](http://en.wikipedia.org/wiki/High-Speed_Downlink_Packet_Access)
- [18] <http://www.3gamericas.org>
- [19] [http://www.gsmworld.com/our-work/mobile\\_broadband/events\\_resources/white\\_papers.htm](http://www.gsmworld.com/our-work/mobile_broadband/events_resources/white_papers.htm)
- [20] ERICSSON White Paper, HSPA, the undisputed choice for mobile broadband, February 2009
- [21] [http://www.telecoms.com/files/2009/03/hspa\\_and\\_mobile\\_wimax.pdf](http://www.telecoms.com/files/2009/03/hspa_and_mobile_wimax.pdf)
- [22] N. Johnston, H. Aghvami, Comparing WiMAX and HSPA — a guide to the technology
- [23] 3G Americas Rysavy Research White Paper, Broadband Evolution to IMT-Advanced (4G), September 2009