

Broadband Wireless

1. Introducere

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.

Varietatea 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

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 repetoare (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.

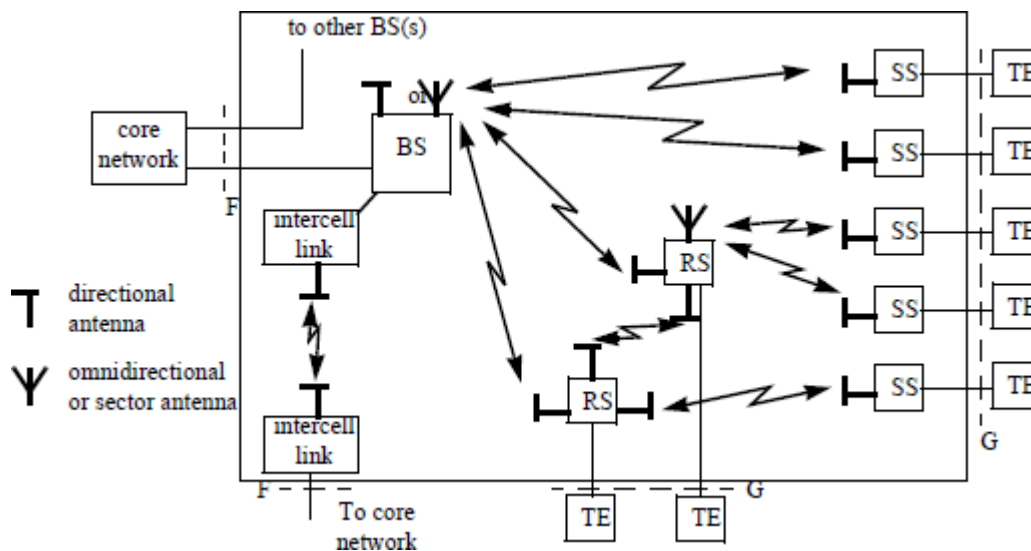


Figura 1: Sistem cu acces wireless broadband[1]

[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 repetoare 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 repetoare. 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]

Standard	Descriere	Stare
802.16-2001	Acces fix la wireless broadband (10–66 GHz)	Înlocuit
802.16.2-2001	Practică recomandată pentru coexistență	Înlocuit
802.16c-2002	Profile de sistem pentru 10 – 66 GHz	Înlocuit

802.16a-2003	Nivelul fizic și definițiile MAC pentru 2 – 11 GHz	Înlocuit
P802.16b	Frecvențe scutite de licență	Retras
P802.16d	Profile pentru sistem și mentenanță pentru 2 – 11 GHz (Proiect fuzionat cu 802.16-2004)	Fuzionat
802.16-2004	Interfețe de aer pentru sisteme wireless broadband cu acces fix	Înlocuit
P802.16.2a	Coexistență cu 2 – 11 GHz și 23.5 – 43.5 GHz (Proiect fuzionat cu 802.16.2-2004)	Fuzionat
802.16.2-2004	Practica recomandată pentru coexistență (802.16.2-2001 și P802.16.2a)	Curent
802.16f-2005	Baza informațională pentru administrarea 802.16-2004 (MIB)	Înlocuit
802.16-004/Cor1-2005	Corecții pentru operațiunile fixe	Înlocuit
802.16e-2005	Sisteme mobile pentru acces wireless broadband	Înlocuit
802.16k-2007	Punte pentru 802.16(un amendament pentru IEEE 802.1D)	Curent
802.16g-2007	Servicii și proceduri pentru planificarea administrativă	Înlocuit
P802.16i	Baza de informații pentru administrarea mobilă (Proiect fuzionat cu 802.16-2009)	Fuzionat
802.16-2009	Interfețe de aer pentru sisteme fixe și mobile cu acces wireless	Curent
802.16j-2009	Relee multihop	Curent
802.16h-2010	Îmbunătățirea mecanismelor de coexistență pentru operații scutite de licență	Curent
802.16m-2011	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
P802.16n	Rețele cu fiabilitate ridicată	Sub dezvoltare
P802.16p	Îmbunătățiri pentru suportul aplicațiilor mașină-la-mașină	Sub dezvoltare

2. Tehnologii și viteze ()

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”¹. [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 si Reglementare care revizuiesc regulile FCC pentru a deschide banda de 3650 MHz pentru operațiunile terestre de wireless broadband.[5]

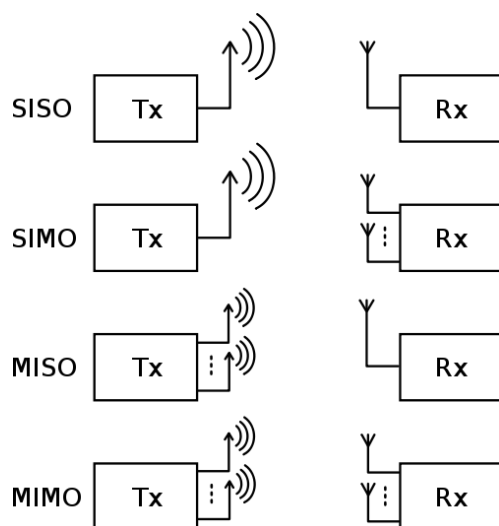
Denumire	Familie	Utilizare	Tehnologie Radio	Viteză de descărcare (Mb/s)	Viteză de încărcare (Mbit/s)	Note
WiMax rel 1	802.16	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA	37 (10 MHz TDD)	17 (10 MHz TDD)	cu 2x2 MIMO. [8]
WiMax rel 1.5	802.16-2009	WirelessMAN	MIMO-SOFDMA	83 (20 MHz TDD) 141 (2x20 MHz FDD)	46 (20 MHz TDD) 138 (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]

¹ „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

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 sensibile 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

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 găzduiesc multe alte aplicații pentru Internet. [12]

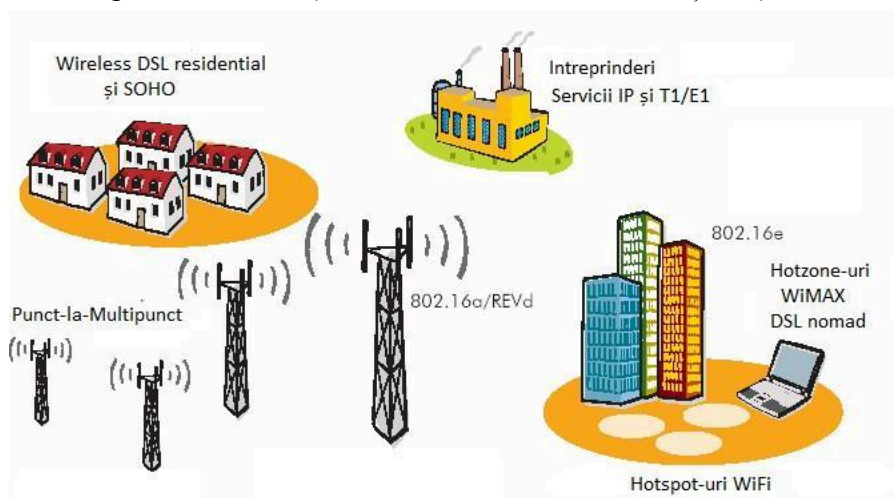
Rețelele fixe de wireless oferă multe avantaje peste soluția tradițională cu fir:

- 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 cheltuială. 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]