

A WiMAX-rendszerek alkalmazási lehetőségei

SZABÓ SÁNDOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Híradástechnikai Tanszék
szabos@hit.bme.hu

Kulcsszavak: WiMAX, UMTS, 4G-rendszerek

A WiMAX a fix és mobil szélessávú hálózatok egyik ígéretes lehetősége. Alkalmazásával a vezetékes szolgáltatók kiterjeszhetik hálózatuk határait, rugalmas szolgáltatásokat nyújthatnak az előfizetőknek. A jelenlegi mobil szolgáltatók cellás rendszereik tehermentesítésére alkalmazhatják. A WiMAX kedvező tulajdonságai a nagy elérhető sáv szélesség és hatótávolság, a beépített QoS támogatás és a rugalmasan használható frekvenciasávok. A cikkben a WiMAX alkalmazási lehetőségeit és a 4G hálózatokban betöltött helyét vizsgáljuk meg.

1. Bevezetés

A mobil és vezeték nélküli hálózatok fejlődési iránya a „mindig a lehető legjobb minőségű kapcsolódást” („Always best connected”) biztosító 4G mobil rendszerek felé mutat [1]. Ezek a 4G rendszerek egyesítik a meglévő vezeték nélküli hozzáférési technológiák és hálózatok előnyeit: például a legnagyobb lefedettséggel rendelkező GSM/GPRS hálózatról átválthat a felhasználó a nagyobb sebességet kínáló WLAN hálózatra, amikor – például egy WLAN hotspothoz – annak lefedettségi területére érkezik (1. ábra).

A vezeték nélküli technológiák piaca nagyon sokszínű. Az alkalmazási terület szerint megkülönböztethetünk fix telepítésű szélessávú hozzáférési hálózatokat (Fixed BWA – Fixed Broadband Wireless Access), mobilitás támogatással rendelkező szélessávú hozzáférési hálózatokat (MBWA – Mobile Broadband Wireless Access) és különböző cellás vezeték nélküli mobil hálózatokat. BWA esetén az IEEE 802.20, IEEE 802.16 WiMAX, IEEE 802.11 WiFi, ETSI HIPERLAN, HIPERLAN2, míg cellás rendszerekben a 3G UMTS, EDGE, GSM technológiák érhetőek el. A BWA hálózatok a „személyes hálózatok”-nál (Personal Area Network – PAN, pl. Bluetooth) és a helyi hálózatoknál (Local Area Network – LAN, pl. WiFi) nagyobb távolságok áthidalására alkalmasak, de a nagy kiterjedésű hálózatoknál (Wide Area Network – WAN, például cellás mobiltelefon rendszerek, GSM, 3G UMTS) kisebb területet szolgálnak ki.

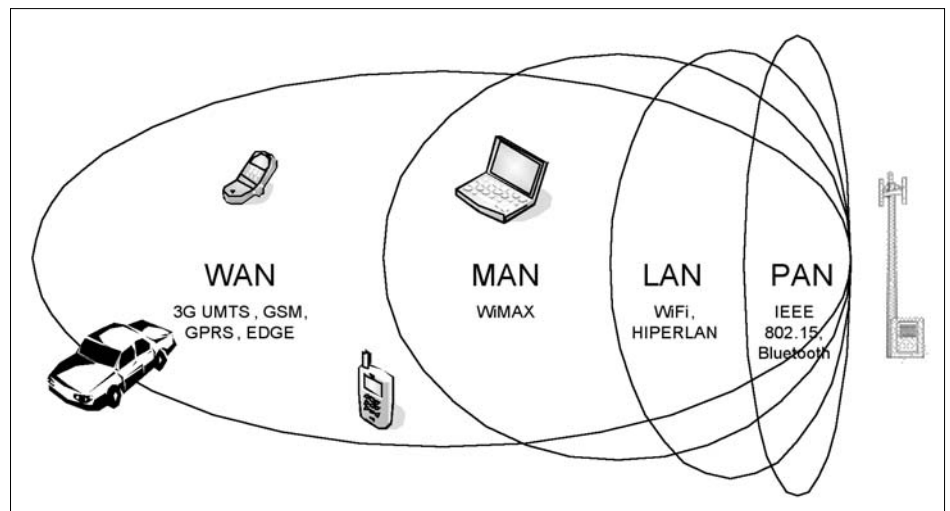
1. ábra
Vezeték nélküli technológiák
és vezeték nélküli hálózatok
hatótávolsága

Az „Always best connected”-elv szerint a lefedettségi terület és a nagysebességű mobilitás-támogatás szempontjából a cellás rendszerek, míg az elérhető sáv szélesség tekintetében a fix telepítésű szélessávú hozzáférési hálózatok jelentik a legjobb megoldást. Így bár logikailag a 4G hálózatok a cellás mobil hálózatok evolúciójának (GSM evolúció) következő lépcsőjét jelentik, ez a pont megközelíthető – a mobilitás-támogatás megjelenésével – a fix BWA hálózatok irányából is.

A WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), mint a fix – és később a mobil – BWA hálózatok legígéretesebb technológiája, mindkét terület (BWA és cellás rendszerek) szolgáltatói számára is alkalmazható.

2. A WiMAX

A vezetékes szolgáltatók számára hálózatuk kiterjesztésének hatékony eszközei a vezeték nélküli technológiák, például a fix telepítésű szélessávú DSL illetve kábel csatlakozási pont könnyedén felruházható a vezeték nélküli technológia nyújtotta szabadsággal, WiMAX



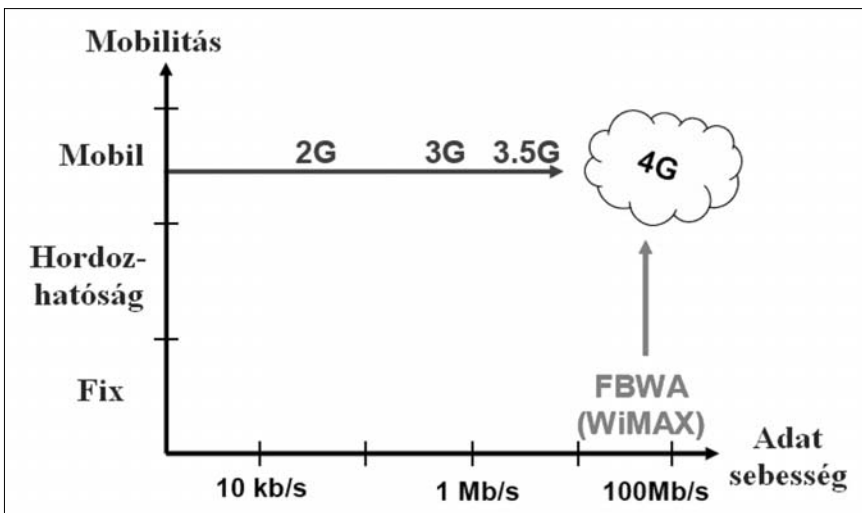
interfészt tartalmazó routerek segítségével, a WiFi-nél jobb minőségben. A WiMAX betörési lehetőséget jelent a mobil szolgáltatók uralta szélessávú vezeték nélküli piacra, a mobilitás támogatással rendelkező WiMAX hálózat a lefedettségi területen a cellás rendszerekhez hasonló szolgáltatások nyújtására alkalmas. A vezeték nélküli szolgáltató megjelenhet olyan piaci területeken is a WiMAX technológiával, ahol a szabályozás nem teszi ezt lehetővé vezeték nélküli hozzáféréssel, vagy nem szolgálható ki gazdaságosan az igény vezeték nélküli összeköttetés kiépítésével. A vezeték nélküli szolgáltatók, Internet szolgáltatók (ISP), WiFi hotspot üzemeltetők indíthatnak kombinált hang- és adatszolgáltatásokat, melyek versenyezhetnek a cellás rendszerekkel.

A mobil szolgáltatók számára a WiMAX technológia alkalmazásának egyik lehetősége a saját 3G UMTS hálózatuk tehermentesítése. Nagysebességű vezeték nélküli prémium szolgáltatások beindítására is használható a WiMAX technológia. További alkalmazási lehetőség a rádiótornyok összeköttetése (backhaul), a költséges bérelt vonal kiváltása.

A szélessávú vezeték nélküli hozzáférés irányába mutatnak a vezeték nélküli és vezeték nélküli szolgáltatók fejlesztései, ez a piac lesz az az ütközőpont, ahol a jelenlegi mobil és vezeték nélküli szolgáltatók egymás versenytársaivá válhatnak (2. ábra).

A WiMAX technológia legígéretesebb előnye a jelentős sávszélességű (~10 Mbit/s nagyságrendű) hozzáférés költséges infrastruktúra nélkül. A WiMAX rendszer elindításához elegendő egy központi bázisállomás, a „pay as you grow” elvet követheti a szolgáltató. Az előfizetői terminálok ára is csökken. Alkalmas városi, sűrűn lakott területeken – közvetlen rálátás nélkül (NLOS) –, és rurális, kisebb népsűrűségű területeken – nagy távolságú (LOS telepítés) – történő felhasználásra is. WiMAX segítségével a szélessávú szolgáltató elérheti a távoli, kis népsűrűségű, kiszolgáltatlan területeket is. Fejlődő piacokon a megfelelő sűrűségű vezeték nélküli infrastruktúra hiánya miatt szintén ígéretes jövő áll a WiMAX előtt.

2. ábra A 4G rendszerek és a WiMAX



A WiMAX-rendszerek alapjául az IEEE 802.16 szabványosítási tevékenysége szolgál [2], amely 1988-ban kezdődött. Az eredeti cél egy Wireless MAN (WMAN) rendszer megalkotása volt, ami a 10-66 GHz sávokban üzemel, ahol nagy sávszélesség áll rendelkezésre. A jelenlegi fejlődés iránya egy nyílt, nemzetközi szabvány a FBWA és MBWA hálózatok számára.

Az első verzió a 802.16a (802.16.3), a 2-11 GHz-es sávokban, nem rálátásos terjedés (NLOS – non-line-of-sight) esetén alkalmazható. A 802.16-2004 verzió pontmultipont támogatással rendelkezik, alkalmazható nem rálátásos esetben is. Az elérhető elvi átviteli sebesség tekintélyes (max. 70 Mbit/s), carrier-grade QoS támogatással rendelkezik, hang, adat és videó átvitelre alkalmas (triple-play). A mobil kiterjesztést támogató 802.16e szabvány ('Mobile WiMAX') véglegesítése még várhatóan idén lezárul. A WiMAX fórumon jelenlévő nagyobb gyártók folyamatosan jelentik be berendezéseiket és lapkakészleteiket (Intel, Alvarion, Aperto, Fujitsu stb.) [3].

A WiMAX konzorcium tagjai berendezésgyártók és szolgáltatók, jelenleg közel 240 tagja van. A 2001-ben alapított csoport célja a BWA szektor globális növekedésének elősegítése egységes ipari fellépéssel, marketing tevékenységgel és a szabványosítás támogatásával. Az egyik legfontosabb cél a gazdaságosság. A szolgáltatók szempontjából fontos a beruházás védelme. Ezt szolgálja a „WiMAX certified” logó (hasonlóan a WiFi certified logóhoz), amit a hivatalos WiMAX teszt labor, a Spanyol Cetecom végez el [4]. További gazdasági szempont az alacsony végkészülék árak (100-150 USD) valamint a felhasználó általi installálhatóság.

A WiMAX előtt álló egyik jelentős kihívás a sajtó és a WiMAX Fórum által keltett nagy hírverésből adódó elvárásoknak való megfelelés (például: „Move over 3G, here comes WiMAX” – Forbes, 2004. március). A sajtóban olyan állítások hangzanak el, mint a „WiFi szteroidon”, „70 Mbit/s sebesség akár 50 km távolsáig”, „roaming”, „versenytárs a 3G-nek” stb.

Ezzel szemben a jelenlegi WiMAX szabvány nem rendelkezik globális roaming-támogatással és jelenleg nincs kiépített, globális WiMAX hálózat sem – szemben a jelenleg is elérhető 2G/3G rendszerekkel. A valóságos terjedési feltételek mellett, éles

rendszereken mérhető tényleges átviteli sebességek és távolságok azonban a fenti hangzatos számoknál rosszabbul fognak alakulni. A WiMAX gyakorlati felhasználása során a képet tovább árnyalja néhány nemzeti szempont is: a nemzetközi szabályozással szemben a WiMAX Magyarországon jelenleg nem használható a 3,5 GHz-es sávban backhaul célokra.

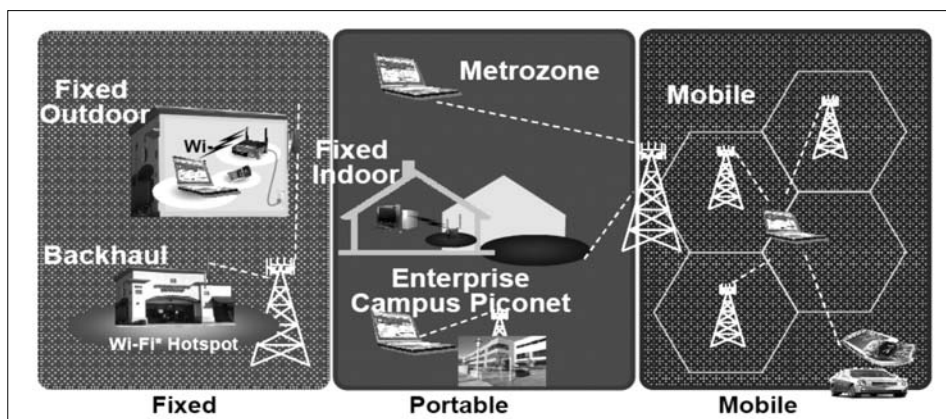
A fix és mobil szélessávú, vezeték nélküli szélessávú hozzáférési technológiák közül természetesen nem csak a WiMAX az egyetlen esélyes:

- A **801.11 WiFi** maximum 54 Mbit/s sebességgel legfeljebb néhány száz méter átmérőjű területen biztosítja a kommunikációt. Előnye, hogy már a piacon jelenlévő technológiáról van szó, alacsony berendezésárakkal. Hátránya a rövid hatótávolság, QoS problémák, valamint, hogy kizárólag a szabad felhasználású sávban működik, továbbá a kültéri alkalmazása akadályokba ütközik. A WiMAX ígéretes technológia a jelenlegi WLAN felhasználási területein, mivel hosszabb hatótávolságot, nagyobb kapacitást, valamint jobb QoS és biztonsági megoldásokat kínál. Egy szolgáltató szempontjából két technológia között a legfontosabb különbséget a kapcsolat minőségének garantálhatósága jelenti. A WiFi hálózatok nem rendelkeznek beépített, QoS biztosítási mechanizmusokkal, a tervezés során a számítógéphálózatokat vették alapul, például a garantált minőségű real-time hang és videóátvitel szükségessége nem merült fel. A WiMAX ezzel szemben beépített QoS támogatással rendelkezik, valamint az engedélyhez kötött működési frekvencia tartományban biztosítható a zavarmentes működés is. A WiFi leginkább, mint a WiMAX felhasználói végpontokhoz a helyiségen belüli csatlakozást lehetővé tévő technológia jöhet számításba LAN szinten. A WiFi MAN (Metropolitan Area Network) területen történő alkalmazása nem kivitelezhető.

- Az **UMTS** nagy adatsebességet kínál fejlett mobilitás támogatással. Az UMTS által kínált sebesség maximum 2 Mbit/s, tehát jelentősen kisebb, mint a WiMAX által nyújtott sebesség. Az UMTS hálózatok rádiós interfész fejlődésének következő lépcsőjét jelentő HSDPA technológia megnöveli az elérhető downlink-irányú sebességet, akár 20 Mbit/s értékre. A WiMAX kiegészítheti a 3G hálózatok szolgáltatásait, az UMTS szolgáltató által működtetett hot-spotokban, mindkét rendszerrel kommunikálni képes terminálok alkalmazásával.

- A **802.20 MobileFi**, csomagkapcsolt, IP alapú átvitelre optimalizált rádiós interfésszel rendelkezik [5]. A WiMAX technológia által nyújtott sáv szélesség felét kínálja, azonban a mobilitás-támogatása jelentősebb, 10 ms késletetést kínál 250 km/h felhasználói sebességig (a WiMAX csak 120 km/h-ig). A legfőbb eltérések a WiMAX-hoz képest a gyorsan mozgó felhasználók kiemelt támogatása, és a kisebb maximális sáv szélesség. Általánosabban használható frekvenciasávokban működik (3,5 GHz alatt), globális mobilitást és handoff, valamint roaming támogatással rendelkezik. A 802.16 WiMAX kiforrottabb a MobileFi koncepciónál, a 802.20 szabványosítása pedig még csak folyamatban van, kész termékek egyelőre nem várhatóak.

3. ábra
Hordozhatóság és
mobilitás-támogatás
megjelenése
a WiMAX rendszerekben [8]



- A **WiBro** elsősorban Ázsiában jelenthet kihívást az Intel számára. A WiBro a WiMAX-hoz hasonló célokkal jött létre, a tervek között szerepel a WiMAX-rendszerrel való együttműködés kidolgozása is [6,7], egyfajta korai tesztrendszere lehet a „mobil WiMAX”-nak.

3. A WiMAX továbbfejlesztése a mobil rendszerek felé

A WiMAX a kezdeti tervek szerint is biztosít kültéri lefedettséget (szemben például a WiFi-vel), így kézenfekvő a mobilitás, a hordozhatóság megjelenése. Az IEEE 802.16e szabvánnyal elérhető lesz a hordozhatóság, ami akár nagysebességgel mozgó felhasználók mobilitás-támogatásig fejlődhet, teljes értékű QoS támogatással. A WiMAX lefedettség növekedésével, összefüggő szolgáltatási terület kialakulásával lehetőség nyílik a 3G UMTS hálózatokon elérhető szolgáltatások igénybevételeire.

A mobilitás-támogatás megjelenésével a WiMAX előtt új piacok nyílnak meg. A korábban említett BWA alkalmazás mellett a mobil eszközökben történő integrálásban is nagy jövőt látnak a WiMAX fórum tagjai, többek közt az Intel is. A BWA piacnál nagyobb a hordozható eszközök – laptopok (2004-ben 40 millió) és cellás rádiótelefonok (2004-ben 500 millió) piaca, melyből csak körülbelül 5% szélessávú (3G) [8].

Az Intel célja a folyamatos hálózati elérés biztosítása mobil eszközök számára, a sikeres Centrino lapkakészlethez hasonlóan – mely integrált WiFi képességekkel rendelkezik – a WiMAX technológia integrálása a laptopokba és PDA-kba szánt Intel lapkakészletekbe.

4. A WiMAX és a 3G UMTS

A fix és mobil szélessávú vezeték nélküli szélessávú elérés piacán jelenleg a két legnagyobb játékos a 3GPP (3G Partnership Project) szövetség és az – előzőekben már említett – Intel vezette WiMAX fórum [9]. A 3GPP fórum az UMTS technológiában látja mobil szélessávú elérés jövőjét, míg a WiMAX fórum a WiMAX technológiában.

A WiMAX legfontosabb technológiai előnyei a 3G rendszerekkel szemben:

- magasabb nyers adatsebesség,
- kisebb késleltetés,
- nagy spektrális hatékonyság és
- natív IP támogatás.

A 3G UMTS rendszer előnyei többek között:

- világméretű használhatóság (roaming),
- nagyobb lefedettség és
- a technológia érettsége (1. táblázat).

Azonban a rendszerek közötti háborúban a technológia csupán az egyik szempont. A WiMAX egyidejűleg több fronton intéz támadást a 3G rendszerek ellen:

1. Technológia:

Az IEEE 802.16e komoly kihívást jelent a 3G szolgáltatók ellen, hiszen a „hagyományosan” cellás mobil szolgáltatók területén jelenhet meg az új WiMAX szolgáltató.

2. Szabályozás:

A WiMAX Fórum erejét, súlyát felhasználva, a fórum által szorgalmazott spektrum újraellokálás, spektrummegosztás eredményeként világméretű támogatottságra, egységes szabályozásra lehet számítani.

3. Gazdasági érvek:

Az erős marketing és a jól koordinált, nemzetközi fellépés mellett a WiMAX Fórum ipari támogatást és erős ipari háttérrel is jelent, ami fontos szempont a potenciális szolgáltatók számára a beruházások mérlegelésénél.

A WiMAX eredetileg adatra, a 3G UMTS inkább hangátvitelre optimalizált rendszer, de nincsenek világos határolóvonalak.

Mi az elemzők és a sajtó véleménye? A Reuters szerint: „Move over 3G, here comes WiMAX”, a Yankee Group szerint „A 802.16-2004 inkubátor a 802.16e számára, aminek célja a 3G számára versenytárs létrehozása”[8].

A WiMAX és a 3G kapcsolatára egyfajta kettősség jellemző. A WiMAX Forum-on nem említik a 3G-t, mint olyan technológiát, mellyel a WiMAX rivalizálna. A gyak-

ran feltett kérdésekből idézve: „Will WiMAX compete with WiFi? With HiperMAN? With 802.20?”. A felsorolásban nem szerepel a 3G. Azonban a WiMAX fórum egyik legjelentősebb tagja, az Intel, nyíltan megfogalmazza célját a WiMAX technológiával. Az Intel célja, hogy a WiMAX 802.16e olyan nagysebességű adatátviteli szolgáltatássá váljon, ami alkalmas a 3G szolgáltatások kiváltására illetve kiterjesztésére [10].

Ennek egyik módja lehet az egyre jelentősebb nagysebességű mobil adatforgalom átirányítása a 802.16 hálózatra, a cellás rádiótelefon rendszerek pedig kisebb sebességű adatátviteli alkalmazások és a hangösszeköttetés számára lennének használhatóak. „Always best connected” – megvalósulhat békés együttélésük is.

A kérdést várhatóan a két érdekcsoport ereje fogja eldönteni. A WiMAX Fórum, vagy a 3GPP tudja-e jobban mozgósítani marketing gépezetét, hatékonyabban meggyőzni a szolgáltatókat és a fogyasztókat a saját rendszerének előnyeiről?

5. A WiMAX alkalmazási területei távközlési szolgáltatók számára

A WiMAX helyzetének áttekintése után megvizsgáljuk a WiMAX alkalmazási területeit. A WiMAX technológia legfontosabb alkalmazási területei a meglévő vezetékes infrastruktúra kiegészítése olyan helyeken, ahol technológiai vagy gazdasági akadályai vannak a vezetékes szélessávú elérési hálózat további bővítésének. Bizonyos területeken nem megtérülő beruházás a vezetékes hozzáférés kiépítése a kis előfizetői sűrűség miatt, illetve a szabályozási helyzet nem teszi lehetővé azt, vagy csak rövid idejű igényeket kell kiszolgálni. A WiMAX elsősorban a szélessávú hozzáférési hálózat fehér foltjainak kitöltésére alkalmas.

- Kik lehetnek a potenciális WiMAX szolgáltatók?

A szolgáltatási terület szempontjából – új belépők, illetve a területen már jelen lévő, inkumbens szolgálta-

1. táblázat A WiMAX és a 3G UMTS összehasonlítása

	WiMAX	3G UMTS
Lefedettségi terület	MAN	WAN
Átviteli sebesség (max.)	70 Mbit/s (szektoronként)	20 Mbit/s (HSDPA)
QoS támogatás	Igen, beépített	Igen, beépített
Késleltetés	Alacsony késleltetés	Magasabb késleltetés
Frekvenciasáv jellege	Szabad felhasználású és engedélyhez kötött is	Engdélyköteles, limitált
Támogatók	WiMAX fórum, Intel	Mobil operátorok és berendezésgyártók
Érettség	802.16-2004 berendezések már elérhetőek; a 802.16e még szabványosítás alatt	Működő rendszerek

tók lehetnek a WiMAX rendszert bevezető szolgáltatók. A vezetékes szolgáltatók mellett új szolgáltatók lehetnek még a mobil szolgáltatók is, akik a meglévő cellás hálózati infrastruktúrájuk nyújtotta előnyöket, szinergiákat használják ki a berendezések telepítése során.

- Milyen szolgáltatások nyújtására alkalmas a WiMAX rendszer?

A WiMAX hálózatok alkalmasak a „triple-play” koncepció szerinti szolgáltatások hordozására, vagyis a nyújtható szolgáltatások köre magába foglalja a szélessávú adatátvitelt, a hangátvitel és mozgóképátvitel lehetőségét.

- Milyen piaci célcsoport kiszolgálására használható a WiMAX hálózat?

Az előfizetők szempontjából lakossági- (elsősorban szélessávú adatforgalom és hangátvitel) és üzleti-előfizetői kört (szélessávú adatátvitel, nxE1, ISDN, hangátvitel) céloz meg a WiMAX. Új előfizetői réteg lehetnek a nomád és mobil felhasználók, akiket a WiMAX jelenlegi, és később szabványosításra kerülő funkciói szolgálhatnak ki. WiMAX alkalmas továbbá vezeték nélküli szélessávú hozzáférés biztosítására, vezeték nélküli „hot-spot”-ok kiépítésére.

- Mennyire fenyegetheti a WiMAX a szélessávú vezetékes hozzáférés piacát?

A vezetékes hozzáférési technológiák (ADSL2+, VDSL, kábel TV, fényvezető kábel) számára a WiMAX nem jelent igazi alternatívát azokon a területeken, ahol a vezetékes szélessávú összeköttetés gazdaságosan kiépíthető.

5.1. WiMAX alapú FBWA városi környezetben

Fejlett kábeltvévő vagy sodrott rézérpár alapú szélessávú eléréssel rendelkező városi környezetben a WiMAX várhatóan nem ér el átütő sikert, mint a vezetékes szélessávú hozzáférési technológia vezeték nélküli alternatívája, mert a fejlett szélessávú hozzáférési piaccal rendelkező városokban kisméretű az a maradék piac, amit WiMAX segítségével ki lehetne szolgálni, így kis mértékű jövedelmezőségre lehet számítani. Kevésbé fejlett területeken jelentős szerephez juthat, mint a vezetékes hozzáférést kiváltó technológia.

Városi környezetben a WiMAX a maradék piac részleges lefedésére alkalmas, főleg azokon a területeken, ahol a felhasználók nagyobb tömbökben érhetők el. A WiMAX hálózat méretezésénél a lefedendő terület nagysága a dominál, nem az igényelt kapacitás, így több BS kiépítésére lehet szükséges, melyek alacsonyabb kihasználtsággal működnek.

Az erős verseny, és a jó hírnév miatt, az inkumbens szolgáltató 100% lefedettségre törekszik a városi és külvárosi területein. A fenti okok arra kényszerítik a szolgáltatót, hogy a szélessávú piac maradék, kevésbé profitáló területein is nyújtson szolgáltatást. Ebben a helyzetben jelent használható alternatívát a WiMAX technológián alapuló szélessávú elérés. A WiMAX pont-multi-pont konfigurációban, LOS és NLOS környezetben, fix telepítésű felhasználói végberendezésekkel költséghatékony és rugalmas megoldást jelent a problémára.

Újonnan belépő szolgáltató számára a WiMAX technológia alkalmas az inkumbens operátorral történő versenyzésre, azonban a vezetékes szélessávú hozzáférési technológiák alacsony áruk és fejlettségük miatt erős versenytársak. Ebben az esetben elsősorban az inkumbens szolgáltató hibáit lehet kihasználni, például rossz megítélés, lassú kiépítés stb.

Sok múlik az új szolgáltató marketing stratégiáján, szolgáltatásainak minőségén. Az új belépő várhatóan elsősorban a fennmaradó üzleti előfizetői piaci szegmenst célozza meg a nagyobb jövedelmezőség miatt. Az új belépő számára a WiMAX megteremti ugyan a lehetőséget arra, hogy versenyezzen az inkumbens szolgáltatóval, a sikerhez azonban hosszú távú szemléletre, és jelentős tőkeerőre van szüksége. Hosszabb távon a vezeték nélküli WiMAX szolgáltató nehezen versenyezhet a vezetékes hozzáférési technológiák fejletéseivel.

A WiMAX elsősorban a kezdetben elérhető nagyobb sáv szélességgel, könnyebb telepítéssel, valamint a nomaditással, mobilitással támogatásával juthat előnyökhöz, amihez azonban szükség van további (6 GHz fölötti) frekvenciasávokra, illetve a szabványosítás (például a 802.16e) befejeződésére.

5.2. WiMAX alapú FBWA rurális területen

Rurális területeken – a városi esethez viszonyítva – nagyobb méretű a szélessávú vezetékes kapcsolattal nem rendelkező potenciális előfizetők piaca, mivel a vezetékes elérés kiépítése több helyen nem gazdaságos. Az inkumbens szolgáltató számára szükséges alternatív technológiát a WiMAX jelentheti, mellyel kiegészítő szolgáltatást nyújthat saját szélessávú vezetékes hozzáférése mellett. Az inkumbens szolgáltató célja, hogy a teljes szolgáltatási területén biztosítson szélessávú elérést, azonban sok, ritkán lakott területen nem megtérülő befektetés vezetékes szélessávú elérés kiépítése. Ezekben a területeken a WiMAX életképes alternatívát jelent (további lehetőségek a televízió hálózat, kétirányú műholdas kapcsolat stb).

Új belépő számára kézenfekvő a rurális szélessávú hozzáférési piacon történő megjelenés WiMAX alapú szolgáltatásokkal. Az alacsonyabb szélessávú penetráció miatt nagyobb részesedést lehet elérni az adott területen, amennyiben rendelkezik a megfelelő tőkével és hosszú távra tervez.

A rurális területen túlnyomórészt lakóövezetek találhatóak, javarészt LOS kommunikációra van lehetőség, a BS-ok kihasználtsága jobb, mint a – magasabb épületekkel rendelkező – városi esetben. A beruházás költségeit azonban megemeli a kültéri LOS antennák alkalmazása, valamint az ezzel járó szerelési költségek. Rurális környezetben az alternatív technológiák kevésbé jövedelmezőek, mint a WiMAX.

5.3. Mobilitás támogatás WiMAX rendszerekben: nomád és mobil felhasználók támogatása

A WiMAX egyik potenciális előnyös tulajdonsága a felhasználói mobilitás támogatása, a nomaditással szintjé-

től egészen a nagysebességű, teljeskörű mobilitás biztosításáig. A WiMAX bázisállomások számának és a lefedett terület növekedésével először a legmagasabb megtérüléssel rendelkező helyeken, majd egész városrészekben, városokban kezd kialakulni egy összefüggő szolgáltatási terület, ami lehetővé teszi a területen belüli hordozhatóságot, nomaditást. Ezt az infrastruktúrát felhasználva a 802.16e szabvány segítségével megvalósulhat a teljes mobilitás-támogatás.

A nomád szolgáltatások iránti fizetőképes kereslet, a felhasználói tulajdonságok, és a szolgáltatás határára nem ismert. A helyzetet üzleti szempontból nehezíti, hogy egyre több szabadon hozzáférhető, ingyenes illetve kedvező árazású WiFi hotspot működik, és számuk feltehetően növekedni fog a jövőben is. Egy „fizetős” WiMAX nomád szolgáltatás – bár nagyobb sávszélességet, jobb QoS támogatást, és nagyobb hatótávolságot kínál – sikere nem jósolható meg biztosan.

A városi szélessávú elérést nyújtó WiMAX szolgáltatási területek növekedésével és a „fehér foltok” csökkenésével párhuzamosan másodlagos szolgáltatásként juthat szerephez a nomád felhasználók számára biztosított szélessávú hozzáférés. A nomád szolgáltatások javarészt a városokra korlátozódnak, rurális területeken nincs meg a szükséges felhasználói sűrűség.

Érdekes lehetőségekkel kecsegtet a teljeskörű mobilitás támogatás megjelenése a WiMAX szabványban (802.16e). Ez a szolgáltatás kiegészítő illetve versenytárs is lehet a cellás mobil rendszerek (GSM, UMTS) számára. Egy eredményes mobil szolgáltatás elindításához természetesen még sok részletet meg kell oldani, hogy csak néhány példát említsünk: a cellaváltások, a roaming egységes kezelése stb. A mobil WiMAX hálózatot a cellás rendszerek szolgáltatói felhasználhatják a saját – költséges és limitált spektrumban üzemelő – hálózatuk tehermentesítésére. A jelentősebb mobil adatforgalom elsősorban így a WiMAX, míg a hanghívások pedig a cellás GSM illetve UMTS rendszer segítségével történhetnek. A több vezeték nélküli rendszert is támogató, beépített lapkakészlettel és rádióval rendelkező terminálok megjelenésével a WiMAX az „Always best connected” 4G hálózatok jelentős szereplőjévé válhat.

A vezetékes hálózati hozzáférést nem kínáló mobil szolgáltató a WiMAX technológia segítségével beléphet a fix szélessávú hozzáférés piacára is. Ebben az esetben a mobil szolgáltató felhasználhatja a meglévő infrastruktúráját a WiMAX szolgáltatás kiépítéséhez, például az új BS-ek számára nem szükséges az infrast-

ruktúra (adótorony, tápellátás stb.) kiépítése, továbbá megoszlik a működtetési és karbantartási költség is. Az infrastruktúrán felül a meglévő marketing, ügyfélszolgálati, számlázási stb. szervezeteit is felhasználhatja a WiMAX szolgáltatás támogatására. A szinergiák, és a meglévő felhasználók révén a mobil szolgáltató összességében kedvezőbb helyzetből indul, mint a piacra újonnan belépő szolgáltató.

6. Összefoglalás

A WiMAX ígéretes technológia a jelenlegi vezetékes és vezeték nélküli szolgáltatók számára fix szélessávú elérési biztosítására városi és rurális környezetben, a nomád és mobil felhasználók kiszolgálására, valamint a 3G UMTS rendszerben történő alkalmazásra. A WiMAX rendszerek fejlődési irányai a mobilitás támogatás és a 4G rendszerekben történő alkalmazás biztosítása, így a szélessávú vezeték nélküli hozzáférés piacán verseny alakulhat ki a 3G UMTS és a WiMAX között, melynek „nyertese” nem jósolható meg.

A felhasználók választását nagyban befolyásolja a WiMAX Fórum és a 3GPP Szövetség marketing tevékenysége és természetesen az egyes rendszereken kínált szolgáltatások és az igénybevételükhöz szükséges végberendezések ára is. Technológiailag mindkét rendszernek megvannak az előnyei, de a különbségek – a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően – a jövőben nem lesznek jelentősek.

Irodalom

- [1] www.4gforum.org
- [2] www.ieee802.org/16/
- [3] www.wimaxforum.org
- [4] www.cetecom.es
- [5] www.grouper.ieee.org/groups/802/20/
- [6] Daehyoung Hong, „2.3GHz Portable Internet (WiBro) for Wireless Broadband Access”, ITU-APT Regional Seminar, 2004.
- [7] Soon Young Yoon, „Introduction to WiBro Technology”, Telecom R&D Center Samsung Electronics Co., Ltd.
- [8] Paul S. Henry, „WiMAX: Another Step Toward 4G”, 4G Forum, 2005. június
- [9] www.3gpp.org
- [10] www.intel.com/netcomms/columns/jimj105.htm

