

WIMAX 802.16 STANDARD

Padarić D.¹, Kukec M.²

¹C TIM d.o.o., Čakovec, Hrvatska

²Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak : Bežični širokopolasni pristup internetu jedan je od najvažnijih razvojnih segmenata u sve naprednijem polju telekomunikacija. Osnovna namjena WIMAX tehnologije je pružiti korisnicima bežični internet tamo gdje je gradnja žičane infrastrukture komplicirana ili neisplativa, odnosno pružiti takvu uslugu u ruralnim područjima. U radu su opisane osnove 802.16 standarda te je dan pregled opreme koja se koristi kod spomenutog standarda. Cilj je da se korisniku interneta pokaže nova tehnologija na području bežične širokopolasne usluge.

Ključne riječi: WIMAX, 802.16 standard

Abstract: Wireless broadband Internet access is one of the most important developmental segments in the field of advanced telecommunications. The main purpose of WiMAX technology is to provide users with wireless Internet in conditions where the wired infrastructure building is either complex or unprofitable, or to provide service in rural areas. This paper describes the basics of 802.16 standards and an overview of the equipment used with the aforementioned standards in order to give Internet users access to new technologies in the field of wireless broadband services.

Key words: WIMAX, 802.16 standard

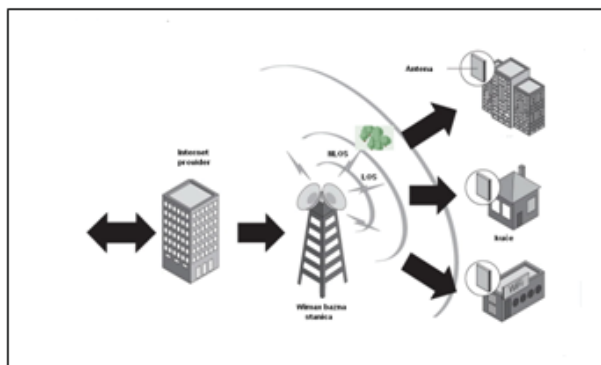
1. UVOD

WIMAX tehnologija je zasnovana na Ethernetu, porodici normi IEEE 802. Postoje dva različita podstandarda koji nisu međusobno kompatibilni, a razlika je prije svega u fizičkom sloju. Prvi od njih je IEEE 802.16-2004 (fiksni WIMAX) koji je objavljen 2004. godine. On se trenutno koristi, dok je drugi IEEE 802.16e standard (mobilni WIMAX) službeno objavljen u veljači 2006. Standard 802.16d je namijenjen fiksnoj mreži kao cjenovna alternativa kablskom ili DSL uslugama. Standard IEEE 802.16e uveden je s namjerom da omogući korištenje u mobilnim aplikacijama. Nazvan je Mobile WiMAX, iako ga je moguće koristiti i za fiksne aplikacije te se i u tom segmentu uporabe postižu značajne prednosti.

2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE

WIMAX je bežična tehnologija koja omogućava širokopolasni bežični pristup internetu uz upotrebu radio

frekvencijskog spektra od 2 do 11 GHz. Riječ je o tehnologiji koju odlikuje velika pokrivenost od 15 do 50 km (ovisi o optičkoj vidljivosti i ostalim smetnjama) te velika propusna moć. WIMAX ne treba telefonski priključak već samo vanjsku jedinicu (antenu/modem/primopredajnik). Ona se preko UTP kabla spaja s unutarnjom jedinicom te se ta unutarnja jedinica spaja s računalom.



Slika 1. Osnovna arhitektura WIMAX-a

Radijski dio WiMAX sustava temeljen je na OFDM (engl. Orthogonal Frequency Division Multiplex) tehnologiji prijenosa s 256 nosilaca. Korištenjem OFDM tehnologije, informacija koja se šalje radijskim putem raščlanjuje se na 256 međusobno nezavisnih, ortogonalnih, radijskih signala koji se na prijemnoj strani radijske veze ponovno slažu u koherentnu informaciju. Sustav radi u radio frekvencijskom području od 3.5 GHz, kako uz vidljivi kontakt (optičku vidljivost) između bazne postaje i pretplatničkog terminala, tako i bez njega (NLOS - Non Line of Sight). Između bazne stanice i korisničkog terminala ne mora postojati optička vidljivost, što omogućava korištenje u urbanim sredinama. To je omogućeno primjenom odgovarajućeg postupka radijskog prijenosa OFDM-om kojim se iskorištavaju raspršeni i reflektirani elektromagnetski valovi kako bi se u prijemu radijskog sustava uspješno rekonstruirao primljeni signal. U praksi jedna bazna stanica može opslužiti korisnike u krugu do 15 kilometara s brzinama prijenosa do 12 Mbit/s, što opet ovisi o samom kapacitetu propusnosti bazne stanice.

U Hrvatskoj je planom dodjele frekvencijskog spektra za širokopolasne nepokretne bežične sustave predviđeno područje od 3,41 do 3,6 GHz. Za korištenje ovog područja potrebna je dozvola nadležnog tijela, a u Republici Hrvatskoj to je Hrvatska agencija za

telekomunikacije. Svaki provider u pojedinoj županiji dobiva frekvencijski pojas ukupne širine 2 x 21 MHz ili 2 x 14 MHz.

3. USPOREDBA 802.16 STANDARDA S 802.11 STANDARDOM

Standard 802.11 osigurava povezivanje na udaljenosti do 300 metara u idealnim uvjetima, a u normalnim uvjetima do 80 metara na otvorenom i 40 metara u zatvorenom prostoru. Maksimalna brzina prijenosa 802.11 standarda iznosi 54 Mbit/s. Kod 802.16 standarda bazna stanica može emitirati podatke u krugu od 50 kilometara za vrlo velik broj prijemnika. To čini upravo ovaj standard koji je pogodan za upotrebu u gusto naseljenim područjima. Maksimalna brzina prijenosa kod 802.16 standarda je 70 Mbit/s.

Tablica 1. Usporedba parametara WIMAX-a s ostalim tehnologijama

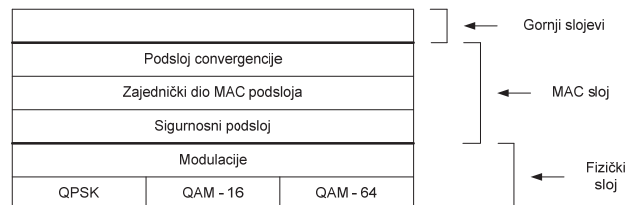
Parametri	Tehnologija					
	WIMAX	IEEE 802.11g	IEEE 802.11n	IEEE 802.11ac	IEEE 802.11ad	IEEE 802.11ah
Standard	802.16d	IEEE 802.11g	IEEE 802.11n	IEEE 802.11ac	IEEE 802.11ad	IEEE 802.11ah
Maksimalna brzina prijenosa u DL (izvanšire)	70 Mbit/s	54 Mbit/s	600 Mbit/s	6.9 Gbit/s	70 Gbit/s	10 Gbit/s
Maksimalna brzina prijenosa u UL (unvanšire)	70 Mbit/s	54 Mbit/s	600 Mbit/s	6.9 Gbit/s	70 Gbit/s	10 Gbit/s
Maksimalna udaljenost prijenosa	1 - 10 km	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m
Maksimalna brzina prijenosa u DL (izvanšire)	70 Mbit/s	54 Mbit/s	600 Mbit/s	6.9 Gbit/s	70 Gbit/s	10 Gbit/s
Maksimalna brzina prijenosa u UL (unvanšire)	70 Mbit/s	54 Mbit/s	600 Mbit/s	6.9 Gbit/s	70 Gbit/s	10 Gbit/s
Maksimalna udaljenost prijenosa	1 - 10 km	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m
Maksimalna brzina prijenosa u DL (izvanšire)	70 Mbit/s	54 Mbit/s	600 Mbit/s	6.9 Gbit/s	70 Gbit/s	10 Gbit/s
Maksimalna brzina prijenosa u UL (unvanšire)	70 Mbit/s	54 Mbit/s	600 Mbit/s	6.9 Gbit/s	70 Gbit/s	10 Gbit/s
Maksimalna udaljenost prijenosa	1 - 10 km	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m

Važna razlika između WLAN-a i WIMAX-a je MAC sloj. Kod WLAN-a svi korisnici pokušavaju u nepravilnim vremenskim razmacima kontaktirati odašiljačko mjesto i dati na znanje da žele komunicirati. Udaljeni klijenti mogu zbog toga biti u nepovoljnom položaju zbog slabijeg signala ili čak mogu biti izbačeni iz mreže. Kod VoIP primjene gdje je potrebna određena kvalitete veze, takve su smetnje izrazito neugodne. Kod WIMAX-a korisnik samo na početku prijenosa daje na znanje da želi u mrežu. Standard 802.16 MAC sloj za njega drži rezerviran vremenski prozor za zamjenu informacija. Kako se taj prozor, ovisno o potrebama, širi ili sužava, jasno je da je to snažnija tehnologija s manje smetnji i prekida prijenosa informacija.

4. ARHITEKTURA WIMAX SISTEMA

IEEE 802.16 standard pokriva dva najniža sloja OSI modela: sloj za kontrolu pristupa mediju MAC i fizički sloj. Kod MAC sloja određuje se koja pretplatnička jedinica može pristupiti mreži. MAC sloj se sastoji od tri podsloja. Najniži sloj služi za privatnost i sigurnost Srednji sloj je zadužen za funkcioniranje kontrole pristupa, alokacije frekventnih opsega i uspostavljanje konekcije. Njegova zadaća je pridjeljivanje kvalitete usluge, Quality of Service (QoS), odašiljanju i raspoređivanju podataka kroz fizički sloj. Najviši sloj MAC-a služi za transformiranje dolazećih podataka u MAC pakete podataka.

Fizički sloj upravlja prijenosom podataka uz korištenje uobičajenih tehnika modulacija. Kako je već spomenuto, za sigurnost se brine Privacy podsloj. Privacy podsloj kriptira promet između bazne stanice i korisničke jedinice. Protokol koji koristi siguran prijenos šifriranih podataka od bazne do prijemne stanice naziva se PKM (engl. Privacy Key Management). Preko ovog protokola bazna i prijemna stanica sinkroniziraju šifriranje podataka. Kao dodatak, bazna stanica koristi protokol da postavi uvjete pristupa mrežnim podacima.



Slika 2. OSI referentni model

5. WIMAX MREŽNA OPREMA

Mrežna oprema dijeli se na aktivnu i pasivnu opremu.

5.1. Aktivna mrežna oprema

Čine je mrežni uređaji koji upravljaju signalima koji se koriste kod mrežne komunikacije. Aktivnu mrežnu opremu čine: mrežna kartica, usmjerivač (router), koncentrador (hub), preklopnik (switch), antena i bazna stanica.

Usmjerivač (router)

To je uređaj koji signale s ulaznog porta šalje na izlazni port koji je najčešće neka druga mreža. Routers danas uglavnom služe za spajanje cijele lokalne mreže na ISDN ili ADSL liniju. Oni primaju pakete mrežne razine i nekim ih od algoritama prosljeđivanja i usmjeravanja šalju prema odredištu. Također raspolaže znanjem o dostupnosti svih dijelova mreže.

Parični obnavljač (Hub)

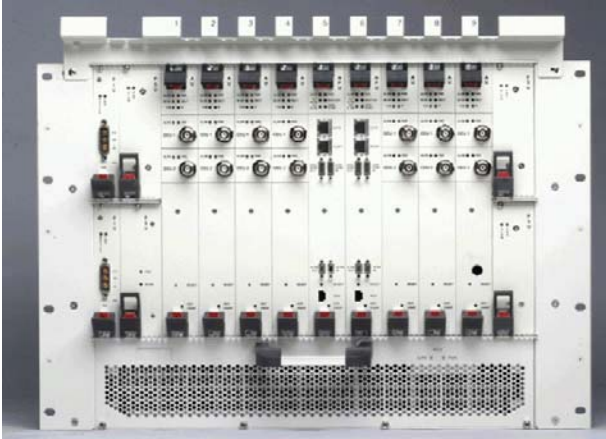
To je uređaj koji raspolaže određenim brojem priključaka (portova) na koje se spajaju računala. Hub radi tako da sve podatke koji su primljeni na jedan port prosljeđuje na sve ostale portove. To je najjednostavniji način komunikacije, ali nije efikasan.

Preklopnik (Switch)

Preklopnik je uređaj sličan hubu. Ima ugrađeni mikroprocesor koji analizira pakete s podacima koji putuju mrežom i zna kojem su računalo podaci namijenjeni. Prilikom uključivanja, preklopnik skenira mrežu i pamti na kojem je portu koje računalo. To je moguće jer svaka mrežna kartica ima jedinstvenu MAC adresu (heksadecimalni broj). Preklopnik omogućava učinkovitiju i pouzdaniju mrežu, nema ograničenja u brzini te omogućava nesmetanu komunikaciju mrežnih uređaja različitih brzina.

Bazna stanica

Predstavlja set opreme, a omogućava konekciju, upravljanje i kontrolu. Sadrži jedan ili više radio primopredajnika, a svaki od njih se preko antene bežično povezuje s nekoliko pretplatničkih stanica unutar sektoriziranog područja.

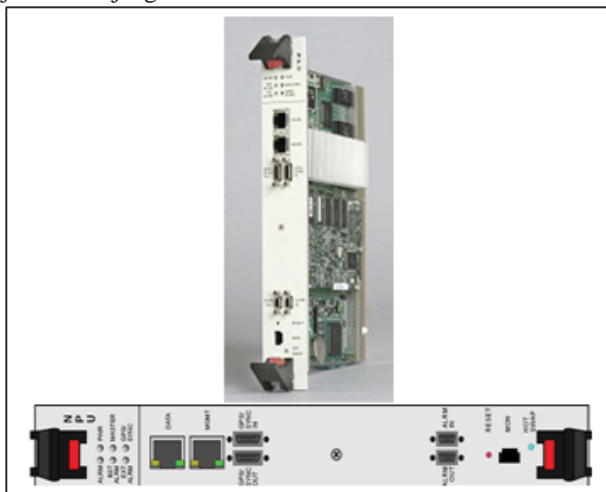


Slika 3. Modularna bazna stanica

Dijelovi bazne stanice:

- Jedinica za procesiranje

Veza modula pristupnih jedinica na mrežu ostvaruje se preko NPU modula. Jedinica za procesiranje je srce bazne stanice. Spomenuti modul funkcionira kao i IP ruter, usmjeravajući prikupljeni sadržaj od pristupnih jedinica k jezgri mreže.



Slika 4. Jedinica za procesiranje

- Pristupna jedinica (Access unit)

Pristupna jedinica sastoji se od unutarnje i vanjske jedinice. Unutrašnja jedinica smješta se u kućište, a moguće je smjestiti do 7 modula pristupnih jedinica. ODU (vanjska jedinica) ima radio modul s konektorom za priključak. Ima izdvojene antene s mogućnošću korištenja vertikalne ili horizontalne polarizacije.



Slika 5. Pristupna jedinica

- Sučelje za napajanje (Power Interface Unit)
- Modul prihvaća vanjski izvor napajanja od 48 V istosmjerne struje i prosljeđuje ga na modul za napajanje. Pored toga spomenuti modul ima filtre i stabilizatore za ulazni napon na baznoj stanici čime se štiti sistem od prevelikog napona, kratkog spoja te pogrešnog priključivanja.



Slika 6. Sučelje za napajanje

- Subscriber Station

Korisnička je vanjska jedinica. Omogućava konekciju između pretplatničke jedinice i bazne stanice. Pretplatničku jedinicu čine modem, primopredajnik i antena. Modem predstavlja mjesto između korisničke lokalne mreže ili računala i nepokretne širokopojasne pristupne mreže. Primopredajnik je s jedne strane povezan modemom, a s druge strane antenom.



Slika 7. Korisnički terminal (antena)

5.2. Pasivna mrežna oprema

Čini je sva ostala oprema koja se koristi u izgradnji mreže: kablovi, konektori, ormarići za mrežnu opremu.

Koaksijalni kablovi

Wimax kartice i tvorničke antene su prilagođeni na impedanciju 50 ohma. Zbog izbjegavanja dodatnih gubitaka, trebao bi i koaksijalni kabel biti 50 ohmski. U ovom slučaju koaksijalni kabel se koristi za spajanje vanjske jedinice na vanjsku (dodatnu) sektorsku antenu kao što je prikazano na slici 8.



Slika 8. Spajanje koaksijalnog kabla na sektorsku antenu

LAN Ethernet kablovi

Koriste se kod vanjske pretplatničke jedinice. Vanjska jedinica spaja se s unutarnjom jedinicom mrežnim kablom. Važno je napomenuti da postoje direktni i crossover LAN kablovi.

Konektori

To su standardni kvalitetni 50 ohmski konektori koji se koriste za spajanje koaksijalnog kabla na antenu. Na antenama su ženski N konektori, a na koaksijalnom kablju muški N konektori.



Tablica 2. Tipovi konektora

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje osnove 802.16 standarda bez dubokog ulaženja u spomenutu tehnologiju. Treba napomenuti kako je WIMAX vrlo dobra alternativa adsl-u i wireless-u u ruralnim područjima.

Nedostatak ove tehnologije je vrlo skupa oprema. Vanjska korisnička antena stoji oko 3000 kuna, što je višestruko skuplje od nekih drugih tehnologija. Nadamo se da će WIMAX oprema u budućnosti biti jeftinija te će doprinijeti bržem razvoju i primjeni sustava 802.16 tamo gdje je potreban.

7. LITERATURA

- [1] Frank Ohrtman, Wimax Handbook, Building 802.16 Wireless Networks, McGraw-Hill Companies, 2005.
- [2] Daniel Sweeney, Wimax operators Manual, Bulding 802.16 Wireless Network, Second Edition, 2005.
- [3] Depack Pareek, The Business of Wimax, John Wiley & Sons Ltd, 2006.
- [4] Mulej Aleš, Univerzitet u Ljubljani, Mobilni Wimax 802.16e, Ljubljana, 2006.