

PLANIFIKIMI I RRJETIT WIMAX MOBIL NË TERRITORIN E PRISHTINËS MOBILE WIMAX NETWORK PLANNING FOR TERRITORY OF PRISHTINA

FAZLI SHALA^a, SALEM LEPAJA^b

^a Autoriteti Rregullator i Telekomunikacionit, Prishtinë, Kosovë

^b Fakulteti i Inxhinierisë Elektrike dhe Kompjuterike, Universiteti i Prishtinës, Prishtinë

Email: fazli_sh@yahoo.com

PËRMBLEDHJE

Ky punim ka për objekt studimi elementet themelore të dimensionimit dhe planifikimit të rrjetit WiMAX mobil për territorin e Prishtinës. Qëllimi themelor i punimit është analiza dhe optimalizimi i performancave të rrjetit duke bërë përshtatjen e parametereve teknik, si vendndodhjen e pikave transmetuese, lartësinë dhe përkulshmërinë e antenave. Në përputhje me udhëzimet përkatëse të ART-së (Autoriteti Rregullator i Telekomunikacionit i Kosovës), rrjeti është planifikuar të operojë në brezin frekuencor 3.5 GHz. Për planifikimin e këtij rrjeti janë përdorur softueri *Spectra* dhe sistemi *GIS* (*Geographic Information System*). Performancat e rrjetit të planifikuar janë vlerësuar duke u bazuar në kriteret e mbulueshmërisë së zonës ku shtrihet rrjeti dhe raportit ndërmjet sinjalit dhe interferencës plus zhurmës, $C/(I+N)$. Rezultatet e simulimit tregojnë se në 83 % të territorit të mbuluar niveli i sinjalit është mbi 70 dBμV/m, ndërkaq raporti $C/(I+N)$ me vlerë mbi 10 dB përfshin 87.36 % të zonës së mbuluar.

Fjalët çelës: IEEE 802.16e, WiMAX mobil, Stacionet bazë, Planifikimi i rrjetave, Performancat

ABSTRACT

The objective of this paper is the investigation of the essential elements of dimensioning and planning of mobile WiMAX network in the territory of Prishtina. However, the main goal of the paper is the analyses and optimization of the network performances by adjusting technical parameters, such as location, height of transmission points and antenna downtilt. According to TRA (Telecommunications Regulatory Authority) of Kosova, this network is planned to operate at 3.5 GHz frequency band. For the network planning *Spectra* software and *GIS* (*Geographic Information System*) are used. The performances of

the planned network are evaluated in terms of area coverage and signal to interference plus noise ratio $C/(I+N)$ criteria. The simulation results show that for 83 % of the covered territory the signal level is over 70 dBμV/m, whereas for 87.36 % of the covered area the $C/(I+N)$ is over 10 dB.

Key words: IEEE 802.16e, Mobil WiMAX, Base Stations, Network Planning, Performances

I. Hyrje

Interneti dhe komunikimet mobile janë dy teknologjitë me zhvillim më të hovshëm në fushën e komunikimeve elektronike në këto pesëmbëdhjetë vitet e fundit. Tashmë numri i përdoruesve mobil në shumë vende të botës është më i madh sesa i përdoruesve fiks. Natyrisht se përdoruesit mobil i kërkojnë të njëjtat shërbime multimediale nga rrjeti telekomunikues sikurse ato që u ofrohen përdoruesve fiks. Në anën tjetër aplikacionet multimediale ekzistues si dhe ato të planifikuara në të ardhmen e afërt, kërkojnë gjithnjë e më shumë lidhje me Internet me kapacitet të lartë, përkatësisht shpejtësi të madhe të shprehur në bit/s, të njohura si lidhje *broadband*. Nevojat e sotme të aplikacioneve të përdoruesve për shërbime brezgjera plotësohen kryesisht me anë të teknologjive XDSL dhe kabell-modem. Mirëpo këto dy teknologji të rrjetit akses nuk ofrojnë shërbime për përdoruesit mobil në njërën anë, ndërsa në anën tjetër në shumë shtete me shkallë të ulët të zhvillimit ekonomik infrastruktura XDSL dhe ajo kabell-modem kanë shkallë të ulët të shtrirjes. Zgjidhje e suksesshme për ofrimin e lidhjeve me kapacitet të lartë në Internet po tregohet teknologjia WiMAX e bazuar në standardin IEEE 802.16d për shërbimet fikse dhe IEEE 802.16e për përdoruesit mobil. Teknologjia WiMAX konsiderohet se është zgjidhje e përshtatshme në veçanti për zbatim në

vendet me infrastrukturë të pazhvilluar të komunikimeve elektronike, siç është Kosova me shkallë shumë të ulët të penetrimit prej 3.48 % (*International Cullen report*, Janar 2008) të lidhjeve *broadband*. Duke pasur parasysh faktet e përmendura, ky punim do të shqyrtojë elementet qenësore të dimensionimit, planifikimit dhe optimalizimit të rrjetit mobil WiMAX për territorin e Prishtinës, dhe ka për synim rritjen e penetrimit të shërbimeve brezgjera fikse dhe mobile.

Punimi është organizuar si vijon: seksioni II përmban një pasqyrë të shkurtë të teknologjisë WiMAX, ndërsa në seksionin III janë dhënë dimensionimi dhe planifikimi i rrjetit si dhe planifikimi frekuencor. Në seksionin IV është paraqitur analiza e performancave të rrjetit të planifikuar, ndërkaq në seksionin V është dhënë përfundimi i punimit.

II. Teknologjia WiMAX

Teknologjia WiMAX (ang. *Worldwide Interoperability for Microwave Access*) është e bazuar në standardin IEEE 802.16d për shërbimet fikse dhe në standardin IEEE 802.16e për përdoruesit mobilë. Prandaj kjo teknologji mundëson qasje me brez të gjerë (ang. *broadband*) të përdoruesve fikse dhe atyre mobil me anë të radio komunikimit (ang. *Wireless*), në distanca disa kilometra nga stacionet bazë (SB). Kjo teknologji ofron për shfrytëzuesit e saj shërbime të ndryshme të radiokomunikimit, duke përfshirë zërin, të dhënat, dhe aplikacionet multimediale. Për të realizuar këto funksione nga WiMAX, janë alokuar brezat frekuencorë të caktuar ndërmjet 2 dhe 66 GHz, duke u bazuar në kushtet e përhapjes së valëve elektromagnetike. Frekuencat më të larta se 10 GHz janë të përshtatshme vetëm për rastet e komunikimeve në të cilat shtegu ka pamje të drejtpërdrejtë, LOS (ang. *Line of Sight*), ndërsa për ato me pamje jo të drejtpërdrejtë, NLOS (ang. *Non Line of Sight*), kryesisht shfrytëzohen brezat nën 10 GHz [1]. Përdorimi i frekuencave më të ulëta se 6 GHz ka treguar karakteristika më të mira të përhapjes së valeve, duke siguruar qasje të plotë në gjithë zonën e mbulueshmërisë për komunikimet fikse, mobile dhe në kushte të caktuara edhe brenda objekteve (ang. *Indoor*).

Me qëllim të përmirësimit të performancave, në kushtet e NLOS, interfejsi ajror i WiMAX-it mobil, për dallim nga WiMAX-i fiks, e ka integruar teknikën e qasjes OFDMA (ang. *Orthogonal Frequency Division Multiple Access*), duke i shfrytëzuar shumë më mirë vetitë e përhapjes në shumë drejtime (ang. *multi path*) [2]. Shtresa fizike e WiMAX-it mobil mundëson shfrytëzimin e kanaleve frekuencore me gjerësi të ndryshme 1.25 MHz, 5 MHz, 10 MHz dhe 20 MHz, me 128, 512, 1024 dhe 2048 nënbartës (ang. *Sub-carriers*),

respektivisht. Për rritjen e kualitetit të linkut, sistemi WiMAX e posedon mundësinë që në mënyrë automatike të bëjë kontrollin e fuqisë së transmetuar dhe adaptimin e tipit të modulimit, duke shfrytëzuar skemën më të lartë të mundshme të modulimit. Gjithashtu me qëllim të rritjes së shkallës së mbulueshmërisë së rrjetit dhe kapacitetit të linkut, përkatësisht rritjes së efikasitetit spektral, në teknologjinë WiMAX janë aplikuar në mënyrë shumë të suksesshme teknikat e antenave inteligjente, MIMO (ang. *Multiple input multiple output*) [3][4].

III. Dimensionimi i rrjetit, dhe planifikimi frekuencor

Rrjeti i WiMAX-it mobil për territorin e Prishtinës është planifikuar duke u mbështetur në standardin IEEE 802.16e, përkatësisht në teknologjinë WiMAX OFDMA TDD, për gjerësi të kanalit frekuencor 5 MHz, vlerat përkatëse të parametrave hyrës, numrit të stacioneve bazë dhe rrezes së celulave, të cilat dalin nga analiza e buxhetit të linkut [2]. Për analizën dhe llogaritjen e buxhetit të linkut është shfrytëzuar modeli i përhapjes së valëve *Hata COST 231*, duke marrë vlerat e parametrave të sistemit transmetues si në [1]. Stacionet bazë (SB) janë simuluar me EIRP (ang. *Effective Isotropic Radiated Power*) prej 57 dBm dhe çdonjëri ka tre sektorë të zhvendosur për 120°. Amplifikimi i antenave është marrë 15 dB, me diagram të rrezatimit të paraqitur në Fig. 1.

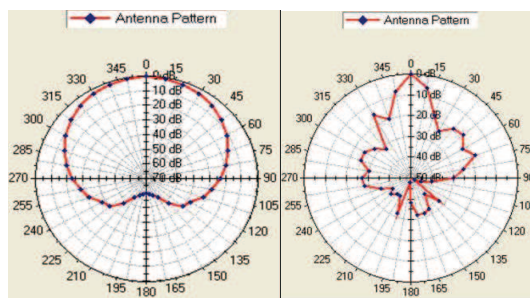


Figura 1. Diagrami i rrezatimit të antenës sipas planit horizontal dhe vertikal

Nga llogaritjet teorike, duke i pasur parasysh parametrat e cekur më lartë, fitohet se për mjedisë urbane rrezja e celulës së një SB është rreth 0.6 km. Duke u mbështetur në këto rezultate është bërë dimensionimi fillestar i rrjetit i cili ka rezultuar se për mbulueshmërinë e 13.5 km² të zonës së Prishtinës janë të nevojshme 9 SB, me nga tre sektorë për çdonjërin prej tyre. Të gjitha pikat transmetuese janë zgjedhur në lokacionet ku ndodhen objekte të larta ndërtimi. Pikat e transmetimit janë zgjedhur në këto

lokacione përkatësisht objekte në: Lakrishtë, Fontanë, Dodonë, Velani, Kodra e Trimave, Qeveria, Radio Kosova, Arbëri dhe Lagjja e Spitalit. Me simulimin e këtyre pikave transmetuese është bërë planifikimi detal i rrjetit, ku është përcaktuar saktë vendndodhja e pikave transmetuese.

Planifikimi frekuencor është bërë në brezin 3.5 GHz, duke shfrytëzuar spektër me gjerësi prej 30 MHz, i cili është ndarë në 6 kanale me gjerësi nga 5 MHz. Me qëllim të zvogëlimit të interferencave, për sektorët e një SB janë përcaktuar kanale të ndryshme. Në Fig. 2. është paraqitur planifikimi frekuencor i rrjetit për çdo sektor të SB.



Figura 2. Përcaktimi i kanaleve frekuencore për çdo sektor të SB

IV. Analiza e performancave të rrjetit të planifikuar

Performancat e një rrjeti WiMAX mobil mund të vlerësohen duke u bazuar në disa kriterë. Në këtë punim performancat e rrjetit të planifikuar në territorin e Prishtinës janë vlerësuar duke u bazuar në kriterët e mbulueshmërisë së zonës ku është planifikuar rrjeti WiMAX mobil, përkatësisht niveli i intensitetit të sinjalit të pranuar, dhe raportit ndërmjet sinjalit dhe interferencës plus zhurmës, (C/I+N), i cili ka ndikim të drejtpërdrejtë në kapacitetin e rrjetit WiMAX. Për një rrjet themi se është i planifikuar në mënyrë optimale nëse niveli i intensitetit të sinjalit të pranuar është më i lartë se ndjeshmëria e marrësit dhe raporti ndërmjet sinjalit dhe interferencës plus zhurmës, C/(I+N), i pranuar në marrës është më i lartë se raporti ndërmjet sinjalit dhe interferencës plus zhurmës i kërkuar në bazë të standardeve [5].

Simulimi i rrjetit të planifikuar është bërë duke shfrytëzuar softuerin *Spectra* dhe hartën topografike për Prishtinën me rezolucion prej 20 m (sistemi GIS),

EIRP prej 57 dBm (fuqi të transmetuesit prej 43 dBm, amplifikim të antenës 15 dB dhe humbje në kabëll prej 1 dB).

IV.1. Mbulueshmëria dhe shpërndarja e nivelit të intensitetit të sinjalit

Rezultatet e simulimit në bazë të kriterit të mbulueshmërisë tregojnë se rrjeti WiMAX mobil i planifikuar në territorin e Prishtinës, mbulohet me intensitet të fushes elektrike mbi 60 dBμV/m (-87dBm), (Fig. 3&4 dhe Tabela I), ndërsa në 83 % të territorit ku është planifikuar rrjeti ofrohet niveli i sinjalit me intensitet mbi 70 dBμV/m. Nga llogaritjet fillestare teorike është caktuar se niveli minimal i sinjalit në marrës (ndjeshmëria e marrësit) është 56.35 dBμV/m (-91.45 dBm). Duke i krahasuar vlerat e nivelit të sinjalit në marrës të fituara me simulime, me ndjeshmërinë e marrësit, rezultojnë se niveli i sinjalit të pranuar është shumë më i lartë se sa pragu i nevojshëm i marrësit. Prandaj bazuar në rezultatet e

simulimit si dhe në punimet e konsultuara [6][7], mund të konstatohet se rrjeti i planifikuar i përmbush kërkesat sipas kriterit të mbulueshmërisë dhe do të sigurojë mbulueshmëri të plotë për tërë zonën e planifikuar.

Intensiteti i fushës elektrike (dB μ V/m)	Vlera e sipërfaqes e mbuluar me intensitet të fushës elektrike (km ²)	Përqindja e sipërfaqes së mbuluar (%)
(58.3 - 60)	0.06	0.435
(60 - 70)	2.24	16.243
(70 - 80)	6.61	47.933
(80 - 90)	3.72	26.976
(90 - 100)	0.94	6.816
(100 - 161.7)	0.22	1.590

Tabela I. Vlerat e intensitetit të fushës elektrike me vlerat përkatëse të sipërfaqes që mbulohet

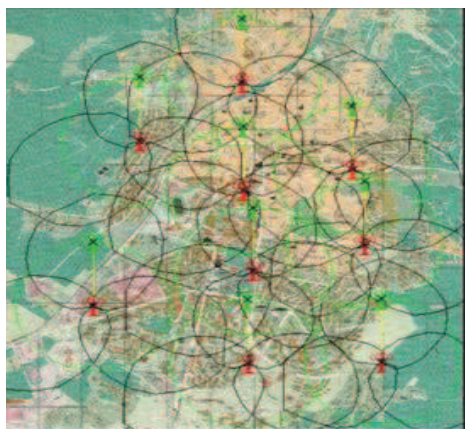


Figura 3. Zona e mbulueshmërisë me nivel të fushës elektrike me vlerë mbi 70 dB μ V/m

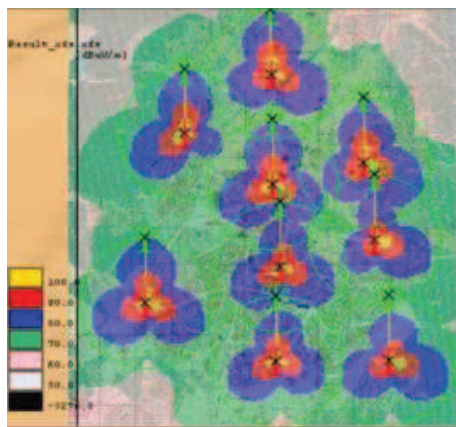
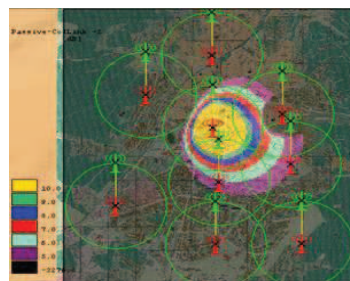
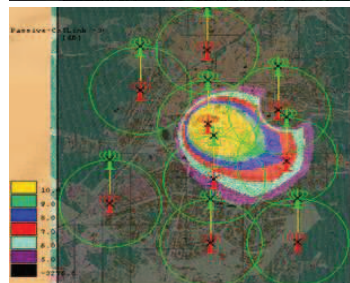


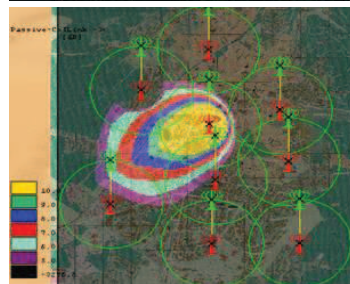
Figura 4. Shpërndarja e nivelit të intensitetit të fushës elektrike



Sektor 1



Sektor 2



Sektor 3

Figura 5. Raporti (C/I+N) për pikën mbi Ndërtesën e Qeverisë

Stacioni bazë	Sektori	Sipërfaqja e celulës që mbulohet nga çdo sektor i SB-ve, për vlerë të C/(I+N) të pranuar më të lartë se 10 dB (km ²)	Përqindja e sipërfaqes së mbuluar (%)
Lakërishtë	1	0.37	100
	2	0.37	100
	3	0.37	100
Fontanë	1	0.37	100
	2	0.28	74.46
	3	0.34	90.42
Dodonë	1	0.33	87.35
	2	0.37	100
	3	0.37	100
Velani	1	0.37	100
	2	0.37	100
	3	0.24	63.82
Kodra e Trimave	1	0.37	100
	2	0.37	100
	3	0.37	100
Ndërtesa e Qeverisë	1	0.22	58.51
	2	0.28	74.46
	3	0.27	72.69
Radio Kosova	1	0.34	90.42
	2	0.34	90.42
	3	0.36	95.74
Arbëri	1	0.26	69.14
	2	0.24	63.82
	3	0.24	63.82
Lagjja e Spitalit	1	0.37	100
	2	0.26	69.14
	3	0.37	100

Tabela II. Raporti C/(I+N) i pranuar për çdo sektor të SB dhe sipërfaqja përkatëse me vlerë më të lartë se 10 dB

IV. 2. Raporti ndërmjet sinjalit dhe interferencës plus zhurmës dhe analiza e performancave të rrjetit të planifikuar

Duke e shfrytëzuar softuerin përkatës është bërë simulimi i raportit ndërmjet sinjalit dhe interferencës plus zhurmës, C/(I+N), i pranuar në marrës për të gjitha pikat transmetuese. Në Fig. 5 është paraqitur C/(I+N) vetëm për tre sektorët e SB, që ndodhet mbi ndërtesën e Qeverisë, ku është zgjedhur rasti më i disfavorshëm,

sepse ky transmetues është në mes të rrjetit dhe i ekspozohet më së shumti interferencave. Nga figura shihet se në pjesën më të madhe të sipërfaqeve të sektorëve të stacionit bazë (SB) të zgjedhur, C/(I+N) i pranuar është mbi 10 dB (ngjyra e verdhë), 9-10 dB (ngjyra e gjelbër) dhe 8-9 dB (ngjyra e kaltër). Rezultatet e fituara edhe për pikat e tjera transmetuese tregojnë se në 87.36 % të zonës së mbuluar vlerat e C/(I+N) në marrës janë më të larta se 10 dB.

Në tabelën II është paraqitur C/(I+N) i pranuar për çdo sektor të SB dhe sipërfaqja respektive që mbulohet për vlerë më të lartë se 10 dB.

Duke u mbështetur në rezultatet e fituara dhe në mundësitë e sistemit WiMAX mobil, për modulim adaptiv dhe kontrollim automatik të fuqisë së transmetuar, pastaj duke i krahasuar me rezultatet e punimeve të ngjashme [6][8], mund të konstatohet se rrjeti i planifikuar do të mundësojë kualitet të mirë të linkut pa interferenca, kapacitet të lartë të linkut dhe qasje të sigurt të përdoruesve, pasi që në pjesën më të madhe të sipërfaqes së celulave mund të aplikohen skema të larta të modulimit.

V. Përfundim

Në këtë punim është prezantuar planifikimi i një rrjeti të WiMAX-it mobil për mjedisin urban të Prishtinës. Ky rrjet është planifikuar si fazë e parë e rrjetit WiMAX mobil për qytetin e Prishtinës, dhe përfshin sipërfaqen prej 13.5 km². Rrjeti i planifikuar përbehet nga 9 SB të vendosura në lokacionet ku ndodhen objekte të larta ndërtimi. Në përputhje me udhëzimet e ART-së, rrjeti WiMAX mobil për territorin e Prishtinës është planifikuar në brezin frekuencor 3.5 GHz, duke shfrytëzuar 6 kanale frekuencore me gjerësi 5 MHz. Nga analiza për mbulueshmëri del se në 83 % të territorit ku është planifikuar rrjeti ofrohet niveli i sinjalit mbi 70 dBμV/m, që është shumë më i lartë se pragu ose ndjeshmëria e marrësit dhe ka pamje të drejtpërdrejtë (LOS). Gjithashtu niveli i sinjalit të pranuar siguron qasje edhe në rastet kur nuk ka pamje të drejtpërdrejtë (NLOS) dhe brenda objekteve në pjesën më të madhe të celulave. Nivel i lartë i raportit C/(I+N) me vlerë mbi 10 dB, përfshin 87.36 % të zonës së paraparë për mbulim. Ky nivel i C/(I+N) është arritur duke e ulur lartësinë e antenave të SB-ve dhe me ulje të këndit të disa antenave për 5°, gjë që i rrit në mënyrë shumë të dukshme performancat e rrjetit: si kualitetin e linkut, gjegjësisht kapacitetin e rrjetit dhe rrjedhimisht efikasitetin spektral. Planifikimi i rrjetit WiMAX mobil në territorin e Prishtinës paraqet gjithashtu një platformë për planifikimin e rrjetit WiMAX mobil edhe në pjesët e tjera urbane dhe rurale

në tërë territorin e Kosovës. Pa dyshim implementimi i një rrjeti të tillë në Prishtinë dhe në qendrat e tjera të Kosovës do të rriste në mënyrë të dukshme penetrimin e lidhjeve brezgjëra (*broadband*) edhe në vendbanimet të cilat aktualisht kanë shkallë shumë të ulët të lidhjeve brezgjëra.

BIBLIOGRAFIA

1. WiMAX Forum, "Mobile WiMAX – Part I: A technical overview and performance evaluation", white paper, June 2006.
2. IEEE Std 802.16e-2005, "Part 16: Air interface for fixed and mobile broadband wireless access systems," Feb 2006.
3. J. Andrew, A. Ghosh and R. Muhamed, *Fundamentals of WiMAX*, Prentice Hall, Feb. 2007.
4. Mai Tran, Angela Doufexi and Andrew Nix, Centre for Communicatios Research, University of Bristol, Bristol

BS* 1UB, UK, "Mobile WiMAX MIMO Performance Analysis: Downlink and Uplink", 2008 IEEE.

5. Teemu Pesu, European Communications Engineering Ltd Espoo, Finland; Panu Lähdekorpi and Jukka Lempiäinen, Tampere University of Technology Tampere, Finland, "Deployment of mobile WiMAX in Urban Environment", WPMC 2008.

6. Tsourakis Theodoros (U. Brunel UK), Voudouris Kostantinos, Dep. Of Electronics Institute of Athens, "WiMAX Network Planning and System's Performance Evaluation", 2007.

7. Fan Wang, Amitava Ghosh, Chandy Sankaran, Philip j. Fleming, Frank Hsieh, and Stanley J. Benes, Networks advanced Technologies, Motorola Inc. "Mobile WiMAX Systems: Performance and Evolution".

8. Y. Q. Bian and A. R. Nix "Mobile WiMAX: Multi-Cell Network Evaluation and Capacity Optimization", Centre for Communications Research (CCR), University of Bristol, BS8 1UB, UK