

EVALUATION OF MOBILE BROADBAND NETWORK PARAMETERS IN NATIONAL CROSS-BORDER AREAS

ANALIZIMI I PARAMETRAVE TË RRJETEVE MOBILE BREZGJËRA NË ZONAT NDËRKUFITARE NACIONALE

FAZLI SHALA

Autoriteti Rregullativ për Komunikime Elektronike dhe Postare

Prishtinë

REPUBLIKA E KOSOVËS

fazli_sh@yahoo.com

AKTET VI, 2: 103 - 108, 2013

PËRMBLEDHJE

Koordinimi ndërkufitar për rrjetet mobile brezgjëra ka për qëllim shpërndarjen e koordinuar të stacioneve bazë (SB) në zonat kufitare ndërmjet shteteve, të cilat i shfrytëzojnë frekuencat e njëjta. Në këtë punim janë analizuar parametrat kryesorë, të cilët kanë rol të rëndësishëm për funksionimin e këtyre rrjeteve pa interferenca të ndërsjella. Për t'i realizuar këto synime është përgatitur buxheti i linkut dhe është përcaktuar raporti i sinjalit bartës me interferencën (C/I). Ndërsa, duke shfrytëzuar softuerin *Spectra* dhe metodën e njohur *P.1546* për parashikimin e përhapjes së valëve elektromagnetike, mundësohet caktimi i nivelit të sinjalit përgjatë shtegut të përhapjes ndërmjet stacioneve bazë. Duke marrë parasysh kufizimet e dhëna të nivelit të sinjalit në vijën kufitare prej 33 dB($\mu\text{V}/(\text{m}\cdot 10\text{ MHz})$), është përcaktuar distanca optimale ndërmjet skajit të celulës dhe vijës kufitare me vlerë prej 3.87 km, e cila është zvogëluar për 46.6 % nga vlera fillestare prej 7.25 km.

Fjalët çelës: Rrjeti, brez gjerë, zonat ndërkufitare, interferenca

SUMMARY

The cross border coordination for mobile broadband networks aims to achieve a coordinated installation of base stations (BS) along the cross-border areas, which use the same frequencies. This paper analyzes the key parameters that have a crucial role in the functioning of these networks without mutual interferences. To achieve these goals we used the pre-set link budget and Carrier to Interference ratio (C/I). In addition, by means Spectra software and P.1546 method for prediction of radio propagation, it was possible to define the strength of the signal along the path between the BS. Taking into the consideration the limits for signal level on the border line of 33 dB($\mu\text{V}/(\text{m}\cdot 10\text{ MHz})$), is determined the optimal distance of the cell edge from the boundary with the value of 3.87 km, which is reduced for 46.6% from the initial value of 7.25 km.

Key words: Network, Broadband, cross-border zones

I. HYRJE

Më qëllim të ofrimit të shërbimeve për të gjithë konsumatorët e mundshëm, rrjetet mobile brezgjëra janë të shpërndara edhe në zonat kufitare ndërmjet shteteve. Për të evituar interferencat potenciale ndërmjet rrjeteve në anë

të ndryshme të kufirit, patjetër kërkohet një koordinim i ndërsjellë i kanaleve të frekuencës me të cilat operojnë këto rrjete. Derisa te rrjetet mobile me brez të ngushtë, ky koordinim është më i lehtë, tek ato me brez të gjerë ky koordinim është më i vështirë [1], prandaj duhet të bëhen

zgjdhje të duhura teknike, duke harmonizuar disa parametra të këtyre rrjeteve sipas rekomandimeve relevante.

Duke qenë i përballur me zgjidhjen e problemeve të ngjashme edhe në vendin tonë, rreth kësaj çështjeje janë konsultuar shumë rekomandime të organizmave ndërkombëtarë [2] dhe punime të tjera shkencore. Në përpjekje për të gjetur zgjidhje më të mira, janë analizuar dhe vlerësuar parametrat kryesorë të këtyre rrjeteve. Gjithashtu, duke shfrytëzuar softuerin Spectra, me të cilin mund të bëhen analiza spektrale, është bërë harmonizimi i disa parametrave të këtyre rrjeteve dhe janë caktuar vlerat optimale të tyre. Prandaj ky punim është si rezultat i këtyre studimeve dhe analizave të kryera në këtë fushë. Ky punim është strukturuar në këtë mënyrë: Në seksionin II është prezantuar koordinimi ndërkufitar për shpërndarjen e rrjeteve mobile brezgjera. Në seksionin III është ofruar një model për studimin e interferencave ndërmjet rrjeteve. Seksioni IV prezanton analizën e rezultateve të fituara nga shqyrtimi i këtyre rrjeteve. Ndërsa në Seksionin V janë dhënë përfundimet e punimit.

II. KOORDINIMI NDËRKUFITAR PËR SHPËRNDARJEN E RRJETEVE MOBILE BREZGJERA

Për shkak të kërkesave të mëdha për resurse të frekuencave, rregullatorët nacionalë ndonjëherë nuk mund t'i përmbushin në tërësi kërkesat e operatorëve, prandaj rrjetet mobile që operojnë në anë të ndryshme të kufijve ndërshtetërorë, mund të shfrytëzojnë kanale të njëjta të frekuencës. Në raste të tilla, gjatë shpërndarjes së stacioneve bazë (SB) të këtyre rrjeteve, patjetër kërkohet një koordinim i ndërsjellë për caktimin e pozicionit të pikave transmetuese [1]. Koordinimi ndërkufitar përfshin koordinimin ndërmjet teknologjive të njëjta ose të ndryshme, si dhe tipave të rrjeteve TDD ose FDD. Për realizimin e këtyre rrjeteve mund të shfrytëzohet brezi i frekuencës 2,6 GHz, i cili për shkak të gjerësisë së brezit që ka në dispozicion, u mundëson rrjeteve kapacitet të lartë [3].

Për të menaxhuar interferencat potenciale ndërmjet rrjeteve në zonat kufitare, rregullatorët

në Evropë i shfrytëzojnë metodat e përkufizimit/përcaktimit të marrëveshjeve dypalëshe. Këto marrëveshje bazohen në rekomandimet evropiane, të cilat i kanë përkufizuar vlerat e lejuara, për dendësinë spektrale të fuqisë prej $-122 \text{ dB (W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$, gjegjësisht të nivelit të sinjalit prej $33 \text{ dB } (\mu\text{V / (m} \cdot 10 \text{ MHz))}$ në kufijtë ndërshtetëror [2], në lartësi 3 m mbi tokë. Këto vlera vlejné për kanalet jopreferenciale.

III. QASJA PËR STUDIMIN E INTERFERENCAVE NDËRMJET RRJETEVE MOBILE BREZGJERA

Qasja jonë për studimin e interferencave ndërmjet rrjeteve mobile brezgjera në zonat kufitare mbështetet në një model i cili përbëhet nga dy SB që ndodhen në anë të ndryshme të kufirit, ku njëri konsiderohet si interferues (SB-I), dhe tjetri si viktimë (SB-V). Në këtë rast nuk merret parasysh ndikimi i interferencës në stacionet mobile (SM), pasi që kjo është e papërfillshme në krahasim me interferencat ndërmjet SB [4]. Analiza e këtyre rrjeteve në hartën digjitale topografike është bërë në kufirin lindor të Kosovës. Ky model është paraqitur në Figurën 1. Shqyrtimi është bërë për rrjete me frekuencë 2,6 GHz dhe gjerësi të kanalit 10 MHz, me sisteme të njëjta TDD në të dy anët e kufirit, ndërsa rastet e tjera mund të shqyrtohen në mënyrë të ngjashme.

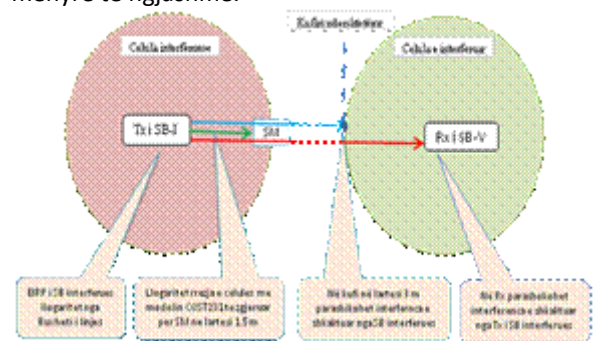


Figura 1. Modeli i studimit të interferencave ndërmjet rrjeteve mobile brezgjera

Buxheti i linkut është shqyrtuar për IEEE 802.16e (WiMAX mobil), ku janë marrë në konsiderim këta parametra me vlerat përkatëse: EIRP (*Effective Isotropically Radiated Power*),

amplifikimi i antenës marrëse, humbjet në pajisjet e stacionit bazë dhe mobil, gjerësia e kanalit, margjina e interferencës, modeli i përhapjes dhe margjina e humbjeve [5].

Duke llogaritur buxhetin e linjës dhe duke shfrytëzuar modelin e përhapjes së valëve COST 231 të zgjeruar, është bërë dimensionimi i këtyre rrjeteve, gjegjësisht të SB [6], dhe janë përcaktuar rrezet e celulave të SB për mjediset urbane ($r_u = 0.645$ km), gjysmurbane ($r_g = 3.678$ km), dhe rurale ($r_r = 16.164$ km). Në Figurën 1 rrezet e shënuara paraqesin distancat e SB-I nga kufiri ndërshtetëror, nga skaji i celulës dhe nga SB-V, respektivisht.

IV. PËRCAKTIMI I PARAMETRAVE QË KANË NDIKIM TË DREJTËPËRDREJTË NË OPERIMIN E RRJETEVE PA INTERFERENCA TË NDËRSJELLA

Duke pasur parasysh modelin që është marrë për bazë gjatë këtij studimi, dimensionimi i këtyre rrjeteve është bërë ashtu që SB-I të mund t'u ofrojë shërbime konsumatorëve sa më afër zonës kufitare, por duke përbushur patjetër kushtet që: niveli i sinjalit në vijën kufitare në lartësi 3 m, të ketë vlerë maksimale prej $33 \text{ dB}(\mu\text{V}/(\text{m}\cdot 10 \text{ MHz}))$, dhe niveli i interferencës në hyrje të SB-V, të jetë nën vlerën e lejuar. Mënyra më e lehtë për të përbushur këtë kusht do të ishte që SB të largohen nga vija kufitare, por atëherë në atë zonë, kualiteti i shërbimit do të bie ose s'do të kishte fare.

Me qëllim të zgjidhjes së këtyre problemeve së pari janë përkufizuar parametrat kyç të këtyre rrjeteve, vlerat e të cilëve janë respektuar me përpikëri gjatë analizave spektrale në këtë studim. Duke shfrytëzuar shprehjet analitike [4], janë llogaritur vlerat e raporteve C/I të SB dhe SM sipas vlerave të raportit ndërmjet sinjalit dhe zhurmës (S/N - *Signal to Noise Ratio*) për një tip të caktuar të modulimit. Varësisht nga niveli i C/I, mund të ofrohet një shërbim me kualitet të caktuar, gjegjësisht shpejtësi të të dhënave sipas një efikasiteti spektral të përkufizuar. Për nivelin e lejuar të gabimeve BLER (*Block Error Rate*) 10^{-1} , këto vlera të C/I janë paraqitur në Tabelën 1, ndërsa ne Figurën 2, është bërë paraqitja grafike. Gjithashtu janë përcaktuar edhe vlerat minimale

të kërkuara të sinjalit në hyrje të SM sipas llojit të modulimit, për të cilat mund të realizohet komunikimi me një kualitet të caktuar të shërbimit. Këto vlera janë paraqitur në Tabelën 2, ndërsa ne Figurën 3, është bërë paraqitja grafike. Duke shfrytëzuar rezultatet e fituara për raportin C/I, sinjalin e kërkuar në SM, dhe vlerën e përkufizuar për margjinën e interferencës së lejuar [6], është përcaktuar vlera maksimale e interferencës që mund të shkaktohet nga SB-I, por e cila mund të tolerohet nga SB-V. Si rezultat i këtyre llogaritjeve, vlera e këtij parametri për mjediset të ndryshme është:

- $I_{\max} = 42.31 \text{ dB } (\mu\text{V}/\text{m})$ - urban, brenda objekteve (ang. indoor),
- $I_{\max} = 30.97 \text{ dB } (\mu\text{V}/\text{m})$ – gjysmë urban, jashtë objekteve (ang. outdoor)
- $I_{\max} = 25.57 \text{ dB } (\mu\text{V}/\text{m})$ - rural, jashtë objekteve (ang. outdoor)

Tabela 1. Vlerat e raportit C/I për vlera të S/N

Nr	Lloji i modulimit	S/N për CTC [dB]	C/I SB [dB]	C/I SM [dB]	Shpejtësia [bps]
1	QPSK1/2	1.7	5.72	11.0	0.9
2	OPSK3/4	4.6	8.62	13.9	1.35
3	16QAM1/2	7	11.0	16.3	1.8
4	16QAM3/4	10.5	14.5	19.8	2.7
5	64QAM2/3	14.3	18.3	23.6	3.6
6	64QAM3/4	15.8	19.8	25.1	4.05

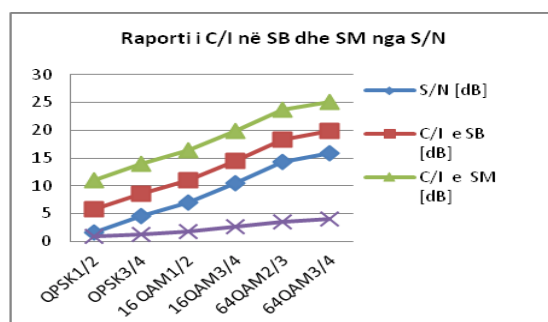


Figura 2. Paraqitja grafike e raportit C/I nga S/N sipas llojit të modulimit

Nr	Lloji i modulimit	Niveli i sinjalit për SM [dB μ V/m]		
		Urban	Gj-urban	Rural
1	QPSK1/2	65.57	54.23	48.83
2	OPSK3/4	68.47	57.13	51.73
3	16QAM1/2	70.87	59.53	54.13
4	16QAM3/4	74.37	63.03	57.63
5	64QAM2/3	78.19	66.85	61.45
6	64QAM3/4	79.67	68.33	62.93

Tabela 2. Niveli i fushës elektrike të kërkuar në hyrje të SM

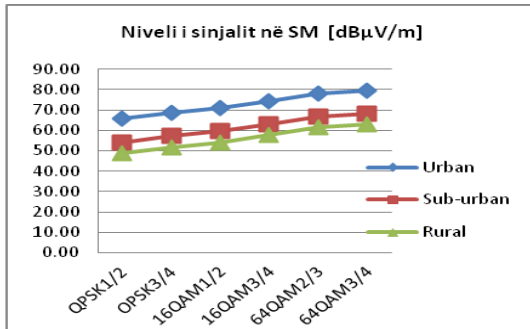


Figura 3. Paraqitja grafike e nivelit të sinjalit në SM për mjedisë të ndryshme sipas modulimit

Në vazhdim të këtij studimi kemi trajtuar vetëm rastin e mjedisëve gjysmurbane, sepse konsiderojmë se ky rast i përfaqëson më mirë zonat kufitare, por në mënyrë të ngjashme mund të studiohen edhe dy rastet tjera.

IV.1 PARASHIKIMI I NIVELIT TË SINJALIT NË SHTEGUN E PËRHAPJES NDËRMJET SB-I DHE SB-V

Për rrjetet që operojnë me kanal të njëjtë të frekuencës në të dy anët e kufirit, niveli referent i sinjalit në kufi në lartësi 3 m, ka ndikim të drejtpërdrejtë në performansat e këtyre rrjeteve,

në kuptimin e aftësisë së SB-I të sigurojë shërbim në afërsi të vijës kufitare, dhe aftësisë së SB-V që të mund ofrojë shërbime edhe në prezencën e interferencave të shkaktuara nga SB-I [1].

Duke e shfrytëzuar softuerin *Spectra* me hartë digjitale topografike dhe modelin e përhapjes së valëve ITU P.1546, duke respektuar nivelin referent të lejuar të sinjalit në kufi dhe vlerat e parametrave të caktuar më sipër, si raportin C/I për SM, nivelin e sinjalit të kërkuar në hyrje të SM dhe I_{max} , është bërë parashikimi i nivelit të sinjalit në shtegun e përhapjes ndërmjet SB-I dhe SB-V. Prandaj, në këtë mënyrë është përcaktuar niveli i sinjalit brenda zonës së celulës interferuese në lartësi 1,5 m të SM, niveli i sinjali në kufi në lartësi 3 m, si dhe interferenca në hyrje të marrësit të SB-V në lartësi 20 m. Pra duke u bazuar në vlerat e parametrave të caktuar më herët, SB-I mund të ofrojë shërbim me kualitet minimal në skajin e celulës së vet, nëse niveli i sinjalit është së paku **54.23 dB (μ V/m)**, kurse SB-V mund të ofrojë shërbim të duhur nëse niveli i interferencës maksimale të SB-I është më i vogël se **30,97 dB (μ V/m)**, por me kusht që të mos tejkalohet niveli i sinjalit të lejuar në kufi. Duke respektuar kushtet e vendosura më sipër, janë bërë analizat spektrale softuerike në celulat e dizajnuara, dhe në fund ka rezultuar me përcaktimin e distancës minimale ndërmjet skajit të celulës interferuese dhe vijës kufitare. Kjo vlerë fillestare ka rezultuar të jetë **7,25 km**. Rezultatet e këtij parashikimi janë paraqitur në Figurën 4.

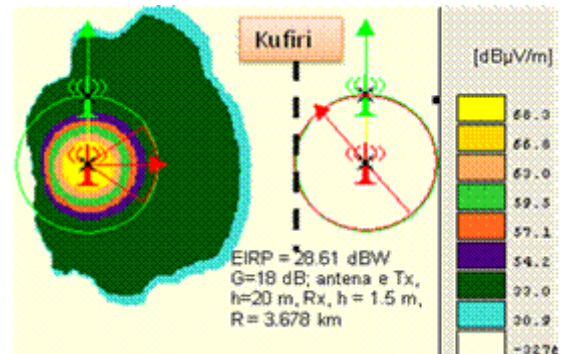


Figura 4. Parashikimi i nivelit të sinjalit brenda celulës interferuese

IV.2 PËRCAKTIMI I DISTANCËS OPTIMALE NDËRMJET SKAJIT TË CELULËS INTERFERUESE DHE VIJËS KUFITARE

Harmonizimi i distancës ndërmjet celulës interferuese dhe vijës kufitare në varësi nga vlerat e parametrave të SB-I, është realizuar në këtë mënyrë:

- Në fillim SB-I dhe SB-V janë vendosur nga kufiri ndërshtetëror në distanca të barabarta me rrezet e mbulimit të celulave.
- Antena e SB-V nuk ka amplifikim në kahjen e SB-I.
- Duke e ndryshuar vlerën e EIRP, lartësinë dhe azimutin e antenës transmetuese të SB-I, por duke respektuar nivelin e sinjalit në kufi, në lartësi 3 m [1], [7], është caktuar distanca e skajit të celulës interferuese nga vija kufitare.

Ndryshimi i këtyre parametrave është bërë në mënyrë të përsëritur, derisa në fund, ka rezultuar vlera optimale e kësaj distance prej **3,87 km**.

Duke e krahasuar këtë vlerë, me vlerën fillestare të saj prej 7,25 km, mund të përfundohet se është arritur një zvogëlim i kësaj distance nga vija kufitare për **46,6 %**, që do të thotë se është rritur kualiteti i shërbimit më afër zonave kufitare. Rezultatet e këtyre parashikimeve janë paraqitur në Figurat 5 dhe 6.

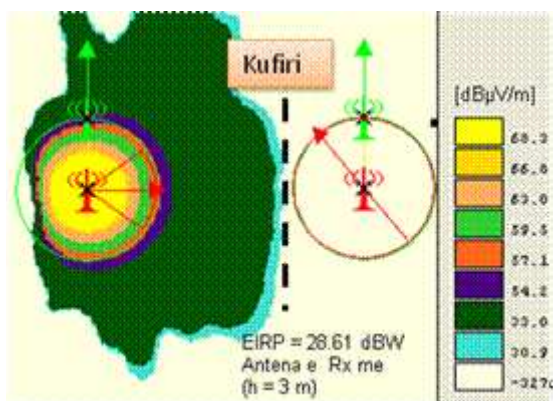


Figura 5. Parashikimi i nivelit të sinjalit në vijën kufitare

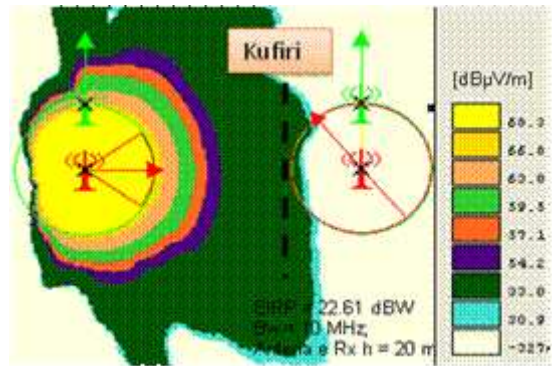


Figura 6. Parashikimi i nivelit të sinjalit ndërmjet stacioneve bazë pas ndryshimit të parametrave të SB-I

Në fund, mund të konkludojmë se rezultatet e fituara për këtë distancë optimale, nuk mund të zbatohen në të gjitha rrjetet që dizajnohen në pozicione të ndryshme gjeografike, për shkak të konfiguracionit të ndryshëm të terrenit. Mirëpo, vlerësimi i parametrave kyç të këtyre rrjeteve dhe metodat e shfrytëzuara në këtë studim janë të vlefshme për të gjitha rastet. Prandaj, ky ka qenë edhe qëllimi i këtij punimi.

V. PËRFUNDIME

Për të evituar interferencat potenciale ndërmjet rrjeteve në anë të ndryshme të kufijve shtetërorë, patjetër kërkohet një koordinim i ndërsjellë i kanaleve të frekuencës me të cilat operojnë këto rrjete. Qasja jonë në zgjidhjen e këtij problemi mbështetet në një model, i cili përbehet nga dy SB, të cilat ndodhen në anë të ndryshme të kufirit.

Duke i shfrytëzuar shprehjet analitike, dhe softuerin *Spectra*, i cili e përmban modelin e përhapjes së valëve P.1546, janë analizuar dhe vlerësuar të gjithë parametrat me ndikim përgjatë shtegut të përhapjes ndërmjet dy SB. Duke i shfrytëzuar rezultatet e fituara për parametrat e cekur dhe duke e respektuar nivelin e lejuar të sinjalit në kufi, është caktuar vlera fillestare e distancës ndërmjet skajit të celulës interferuese nga vija kufitare. Pastaj, duke i ndryshuar në mënyrë të përsëritur vlerat e disa parametrave hyrës të SB-I, është caktuar vlera optimale e kësaj distance. Duke e krahasuar

vlerën fillestare me atë optimale të kësaj distance, ka rezultuar një zvogëlim i kësaj për 46.6 %.

Rezultatet e fituara tregojnë se me harmonizimin e EIRP, azimutit dhe këndit të antenave me pozicionin e SB, rrjetet e tilla mund të ofrojnë shërbime edhe në zonat kufitare pa shkaktuar interferenca të ndërsjella.

BIBLIOGRAFI

[1] Hewitt Tim, "Cross-border coordination for broadband wireless access", The 7th Meeting of the APT Wireless Forum (AWF-7), 23 – 26 September 2009, Phuket, Thailand

[2] CEPT-ECC Report 172, Broadband Wireless Systems Usage in 2300-2400 MHz, March 2012

[3] Bocquet Wladimir, "Addressing Spectrum for Mobile Broadband-Challenges for Spectrum

Management", ITU workshop for the CIS countries-Thursday 7th June, 2012

[4] J. Andrew, A. Ghosh and R. Muhamed, "Fundamentals of WiMAX", Prentice Hall, Feb. 2007.

[5] Shala Fazli, Lepaja Salem "Planifikimi i rrjetit WiMAX mobil në territorin e Prishtinës", ART, Kosovë, FIEK, Takimi i IV i IASH, Tetovë, 2009

[6] Yan Zhang, "Network Planning and Optimization" 2008 by Taylor & Francis Group, LLC

[7] Guyomard Jean-Yves, "Cross-border coordination" Agence Nationale des Fréquences Nouvelle-Calédonie, 1-16 April 2011.