

Analiza uticaja parametara i zahtjevanog kapaciteta na karakteristike DVB-H mreže

Milorad L. Popović, Željko J. Vujasinović, Milan M. Šunjevarić

Sadržaj — U radu su analizirane i određene optimalne kombinacije parametara DVB-H sistema kako bi se zadovoljili zahtjevi postavljeni pred mrežu mobilne televizije u pogledu potrebnog kapaciteta – broja TV kanala. Određen je neophodan broj predajnika da se signal dobrog kvaliteta obezbjedi na posmatranom području za svaki od zahtjevanih kapaciteta. Urađena je analiza uticaja broja zahtjevanih TV kanala, snage predajnika i kvaliteta pokrivanja na troškove implementacije DVB-H mreže. Sve simulacije i analize su rađene za urbano područje grada Banja Luke.

Ključne reči — DVB-H, mobilna televizija.

I. UVOD

Komercijalne mreže mobilne televizije bazirane na DVB-H tehnologiji su već u komercijalnom radu u mnogim zemljama, a u nekima su još u fazi testiranja [1]. Očekuje se da će popularnost servisa mobilne televizije sve više rasti u narednom periodu, a DVB-H je standard preporučen od strane Evropske komisije za implementaciju mreža mobilne televizije [2]. DVB-H je definisan ETSI preporukom EN 302 304 [3]. To je specifikacija fizičkog i link sloja, čiji je cilj da obezbijedi efikasan način prenosa multimedijalnih servisa do mobilnih uređaja bežičnim putem. DVB-H je standard baziran na DVB-T standardu EN 300 744 [4], a glavni dodaci u odnosu na DVB-T na link sloju su dodatno zaštitno kodovanje i *time slicing*. *Time slicing* smanjuje potrošnju mobilnog uređaja od 90-95%, a glavna funkcija MPE-FEC (Multi Protocol Encapsulation - Forward Error Correction) je obezbjeđivanje dodatne otpornosti na višeputnu propagaciju, doplerov efekat i impulsne šumove u mobilnom okruženju.

Cilj ovog rada je da za pretpostavljene protoke dodemo do optimalne postavke parametara DVB-H sistema u pogledu pokrivanja, pri čemu optimalnim smatramo veću pokrivenu površinu sa što manjim brojem predajnika.

Odabrali smo pet opsega protoka, za koje smo analizirali optimalnu transmisionu šemu. To su opsezi 4,5-5,5 Mb/s, 7-8,5 Mb/s, 9,5-11, 13,5-15 Mb/s i 16,5-18,5 Mb/s. Na početku smo odredili koje bi to bile optimalne

postavke sistema za svaki od ovih pet opsega protoka, a onda smo izvršili analizu izvodljivosti konkretne mreže bazirane na ovim postavkama.

Provedena analiza je bazirana na korištenju profesionalnog alata za planiranje radio mreža koji nam je omogućio da uradimo detaljnu analizu predikcije polja i mrežnih performansi, po pitanju pokrivanja, smetnji i kapaciteta, za sve varijante postavki sistema.

Takođe smo izvršili analizu ulaganja potrebnih za izvođenje mreže, pred koju su postavljeni različiti nivoi vjerovatnoće pokrivanja područja od interesa.

II. ANALIZA OPIMALNE KOMBINACIJE PARAMETARA DVB-H MREŽE

Kapacitet DVB-H mreže se računa uzimajući u obzir modulacionu šemu (QPSK, 16-QAM, 64 QAM), kodni odnos (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8), MPE-FEC kodni odnos (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8), zaštitni interval, koji se izražava kao procenat korisnog intervala (3/4, 1/8, 1/16, 1/32), vrijednost vjerovatnoće pokrivanja područja i mogući SFN (Single Frequency Network) dobitak. DVB-H standard daje mogućnost 144 razne kombinacija ovih parametara. U zavisnosti od ovih parametara možemo naći optimalan odnos kapaciteta i veličine područja pokrivanja.

Najvažniji inicijalni ulazni podatak potreban za planiranje mreže je zahtjevani kapacitet koji mreža treba da obezbijedi na radio interfejsu. Pored ovoga zahtjevano područje pokrivanja i visine antena su osnovni podaci, koji će uticati na izbor snage predajnika i poziciju predajnika u mreži. Glavna ograničenja su vezana za regulativu u pogledu maksimalno dozvoljenog zračenja i praktična pitanja u pogledu cijene opreme.

U našoj analizi smo krenuli od pretpostavke da DVB-H mreža treba da obezbijedi protoke koji se kreću u sljedećim opsezima: od 4,5 do 5,5 Mb/s od 7 do 8,5 Mb/s, od 9,5 do 11 Mb/s, od 13,5 do 15 Mb/s i od 16,5 do 18,5 Mb/s. U DVB-H je za prenos videa standardizovan MPEG-4, H.264 i opciono Microsoft Media 9 based VC-1 codec, a za audio MPEG 4 AAC v2. U zavisnosti od primjenjenog kodovanja za prenos jednog TV kanala potrebno je od 128 do 384 kb/s, da bi se prenio vrlo kvalitetan video na malom ekranu QCIF, CIF ili QVGA rezolucije, dok je za odličan kvalitet zvuka kodovanog sa HE-AAC v2 dovoljno 48kb/s [5]. U testnim i komercijalnim mrežama koje su trenutno u radu protok po jednom TV kanalu se kreće od 192 kb/s do 350 kb/s [1]. Mi ćemo pretpostaviti da nam je za prenos jednog TV kanala potrebno 384 kb/s za video i 48 kb/s za audio signal, tako da kada uzmemo u obzir zaglavlje koje unosi

Milorad L. Popović, Nokia Siemens Networks d.o.o, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, (e-mail: milorad.popovic@nsn.com).

Željko J. Vujasinović, Nokia Siemens Networks d.o.o, Banja Luka, Bosna i Hercegovina (e-mail: zeljko.vujasinovic@nsn.com).

Milan M. Šunjevarić, Institut za mikrotalasnu tehniku i elektroniku „IMTEL-Komunikacije“ a.d., Bulevar Mihaila Pupina 165b, 11070 Beograd, Srbija (e-mail: micosun@ptt.rs).

IP sloj i rezervu dolazimo do potrebnog opsega za prenos jednog kanala od oko 500 kb/s. Ako ovo uzmemo u obzir onda je broj kanala koji odgovara navedenim opsezima protoka: 7 do 9, 12 do 15, 17 do 20, 24 do 27 i 30 do 34 TV kanala.

U [4] su specificirani korisni bitski protoci za pojedine kombinacije parametara DVB-T sistema, što nam uz skaliranje za iznos MPE-FEC odnosa daje pregled svih mogućih kombinacija parametara DVB-H sistema. Na ovaj način dolazimo do kombinacija parametara koje obezbjeđuju pretpostavljene protoke koji su uzeti kao zahtjev pred našu mrežu. Opredijelili smo se da optimizaciju ovih postavki sistema napravimo na način da izaberemo onu kombinaciju parametara sistema koja daje najveću ćeliju pokrivanja u urbanom prostoru za dati opseg protoka. Rezultati analize su dati u tabeli 1.

TABELA 1: REZULTAT ANALIZE PARAMETARA DVB-H MREŽE ZA DATI OPSEG BITSKIH BRZINA

Modulacija	Kodni odnos	MPE-FEC	Zaštitni interval	Bitska brzina (Mb/s)	Prečnik ćelije (m)
QPSK	1/2	5/6	1/8	4,61	1020
16-QAM	1/2	2/3	1/8	7,73	1000
16-QAM	1/2	7/8	1/8	9,68	820
64-QAM	1/2	5/6	1/8	13,82	500
64-QAM	2/3	3/4	1/8	16,59	440

Dobijeni rezultati su logični kada se ima u vidu da se za navedene kombinacije zahtjevaju najmanji odnosi signal/šum. Ovdje moramo naglasiti da nije uzeta u obzir razlika u protocima u pojedinoj grupi kao ni veličina zaštitnog intervala, što može biti od velike važnosti prilikom realizacije konkretne mreže. Pri tome smo pretpostavili da u obzir dolaze samo kombinacije sa zaštitnim intervalom 1/2 i 1/8, ako uzmemo u obzir ETSI preporuke i mogućnost izvođenja SFN mreže, koje dozvoljavaju da maksimalna razdaljina između predajnika bude 67 km, odnosno 33,6 km respektivno [6]. Broj TV kanala koji može da prenese DVB-H mreža čiji su parametri postavljeni kao u tabeli 1. je 7, 12, 17, 24, 30. Ovaj broj kanala ne odgovara broju koji bi se dobio kada bismo protoke iz tabele 1. podijelili sa 500 kb/s zbog toga što smo uzeli u obzir protok koji je neophodan za prenos ESG (Electronic Service Guide) i PSI/SI (Program Specific Information / Service Information).

Iz tabele 1. takođe možemo vidjeti i kolike su veličine ćelije pokrivanja za date slučajeve. Vrijednosti prečnika ćelije u tabeli 1. su dobijene za vrijednost efektivne izračene snage od 1000 W, u urbanom području. Kako vidimo, veličina ćelije za 65QAM modulaciju je jako malena, što će usloviti veliki broj potrebnih lokacija u odnosu na slučaj sa QPSK modulacijom.

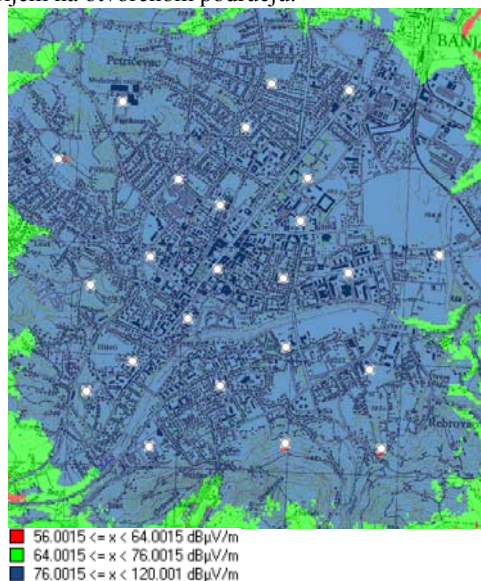
III. ODREĐIVANJE POTREBNOG BROJA LOKACIJA

Pošto smo odredili optimalne kombinacije parametara sistema s obzirom na zahtjevani protok, u ovom poglavlju ćemo izvršiti analizu potrebnog broja lokacija predajnika kako bi se obezbijedio signal potrebnog kvaliteta na

čitavom području (urbano područje grada Banja Luka), za svaku od ovih 5 postavki sistema.

Da bismo odredili opseg pokrivanja sistema bilo je potrebno da izaberemo model slabljenja prenosnog puta. Ovdje su uključeni svi mogući elementi koji unose gubitke, a koji se nalaze između predajnika i prijemnika. Razvijeni su različiti modeli za određivanje slabljenja prenosnog puta. U našoj analizi za izračunavanje snage prijemnog polja DVB-H signala korišten je propagacioni model koji je baziran na preporuci ITU-R P.1546-2 [7]. Model mobilnog kanala koji je korišten u simulacijama je TU-6 model, koji opisuje propagaciju elektromagnetnih talasa u urbanom području.

Pretpostavili smo da je područje za koje se radi analiza urbano, visina terminala 1,5 m, dobitak prijemne antene -8 dBi, standardna devijacija 7,8, visina antena 30 metara, gubici penetracije 12 dB, frekvencija 594 MHz, veličina područja je oko 40 km², SFN (Single Frequency Network) dobitak nije uzet u obzir. Minimalno potrebne jačine polja na mjestu prijema odredili smo uzimajući u obzir faktor šuma od 6 dB, pojačanje antene prijemnika i zahtjevani odnos signal/šum, i dodajući ove vrijednosti na vrijednost nivoa šuma kanala širokog 7,61 MHz dobijamo vrijednosti za minimalnu jačinu prijemnog polja za svaku postavku parametara sistema [6], [8]. Tri referentne vrijednosti jačine prijemnog polja koje smo postavili za svaku od kombinacija parametara koje ispitujeemo su: vrijednost jačine polja pri kojoj je moguć prijem unutar objekata (urban indoor), vrijednost jačine polja pri kojoj je moguć prijem signala van objekata u gradskom području (urban outdoor), i vrijednost jačine polja pri kojoj je moguć prijem na otvorenom području.



Sl. 1. Prikaz rasporeda predajnika za kombinaciju parametara 1/2,QPSK,5/6, za vjerovatnoću pokrivanja od 98,4% indoor.

Vrijednost minimalne jačine polja za urban indoor su 76 dBμV/m za 1/2,QPSK5/6, 81 dBμV/m za 1/2,16QAM2/3, 83,7 dBμV/m za 1/2,16QAM7/8, 88,6 dBμV/m za 1/2,64QAM5/6 i 92,7 dBμV/m za posljednju varijantu iz tabele 1. 2/3,64QAM3/4.

Za sve slučajeve iz tabele 1. uradili smo radio planiranje mreže sa najmanjim brojem lokacija.

U ovom poglavlju smo takođe analizirali kako potreban broj predajnika zavisi od vjerovatnoće pokrivanja koja se postavlja kao zahtjev pred mrežu mobilne televizije. Ova analiza je rađena za vrijednost vjerovatnoće pokrivanja područja unutar građevina (indoor) od 98,4% i 90%, i za vjerovatnoću pokrivanja otvorenih područja (outdoor) od 98.4%. Ovo znači da najmanje 98,4 % odnosno 90% lokacija unutar područja pokrivanja ima signal dovoljno jak za dobar prijem.

Analizu smo radili za dva slučaja jačine predajnika, tako što smo u prvom slučaju ograničili efektivnu izračenu snagu na 1000 W i postavili sve predajnike u urbano područje grada. Na Sl 1. je prikazan raspored predajnika za kombinaciju parametara 1/2,QPSK5/6 na urbanom području površine oko 40 km²

Nakon analize potrebnog broja predajnika efektivne izračene snage 1000W, analizirali smo koliko nam je potrebno predajnika snage 2,5 kW i efektivne izračene snage 29kW.

Prilikom izbora lokacija moramo voditi računa o elektromagnetnoj kompatibilnosti i o ograničenjima u pogledu izlaganja ljudi elektromagnetnom zračenju. Granične vrijednosti električnog, magnetnog i elektromagnetnog polja, koje stvaraju emisijski uređaji u frekventnom području od 9 kHz do 300 GHz, a u svrhu zaštite ljudi od štetnog djelovanja elektromagnetnog polja su propisane za svaku zemlju, i obično su u skladu sa preporukom Vijeća Evropske unije 1999/519/EC o ograničavanju izlaganja ljudi elektromagnetskim poljima (0 Hz do 300 GHz) [9]. Zbog ovih ograničenja predajnike efektivne izračene snage 29 kW moramo smještati van naseljenih područja.

Rezultati analize neophodnog broja predajnika kako bi se obezbijedilo odgovarajuće pokrivanje područja su predstavljeni u tabeli 2.

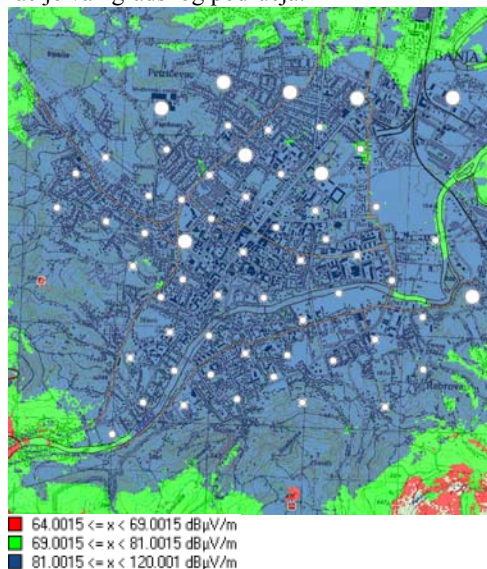
TABELA 2: NEOPHODAN BROJ PREDAJNIKA DA BI SE OBEZBIJEDILO ODGOVARAJUĆE POKRIVANJE URBANOG PODRUČJA.

Sistem	98,4% indoor		90% indoor		98,4% outdoor	
	1kW	29kW	1kW	29kW	1kW	29kW
1/2,QPSK5/6	24	1	11	1	6	1
1/2,16QAM2/3	32	3+5	17	1	10	1
1/2,16QAM7/8	43	3+10	19	1	12	1
1/2,64QAM5/6	59	NA	34	3+9	21	2
2/3,64QAM3/4	83	NA	47	2+3 0	30	4+4

U tabeli 2. u poljima u kojima je broj predajnika dat zbirom brojeva, drugi broj u zbiru se odnosi na neophodan broj predajnika čiji je ERP 1000 W koji je neophodno dodati predajnicima čiji je ERP 29 kW da bi se obezbijedila zadana vjerovatnoća pokrivanja na čitavom području.

NA u tabeli 2. znači da se pri datoj snazi i lokaciji predajnika, za datu postavku DVB-H parametara, ne može ostvariti smanjenje broja predajnika u odnosu na slučaj

kada se radi sa predajnicima od 1000 W smještenim unutar urbanog područja. Ovo dolazi kao rezultat vrlo malog prečnika ćelije pokrivanja za datu postavku parametara sistema, tabele 1. Na Sl 2. je prikazana lokacija predajnika za kombinaciju 1/2, 64QAM5/6 za slučaj kada su korišteni predajnici od 29kW u blizini grada. Na Sl.2 velikim krugovima su označene lokacije predajnika efektivne snage zračenja od 1000 W koji će biti potrebni da bi se ostvarilo zadovoljavajuće pokrivanje, a crveni kvadrati predstavljaju lokacije predajnika od 29 kW. Malim krugovima su označene lokacije predajnika od 1000 W koje su nam bile potrebne da bismo dobili pokrivanje područja istog kvaliteta, ako ne koristimo lokacije van gradskog područja.



Sl. 2. Prikaz rasporeda predajnika za kombinaciju parametara 1/2,64QAM5/6 za slučaj kada su korišteni predajnici snage ERP=29kW u okolini grada.

Moramo naglasiti da smo prilikom izbora lokacija predajnika za zadnje dvije postavke iz tabele 2. zanemarili mala područja koja se uglavnom nalaze u područjima grada koji se nalaze u industrijskim zonama i u područjima sa vodenim površinama. Ako bismo uzeli u obzir i ova područja, da bismo dobili potpuno istu situaciju kao za prvi slučaj iz tabele 2. morali bismo na vrijednosti broja predajnika za 1/2, 64QAM5/6 i 2/3, 64QAM3/4 dodati još po 8 odnosno 15 predajnika respektivno, čime bi se ukupan broj lokacija za ova dva slučaja popeo na 67 odnosno 98.

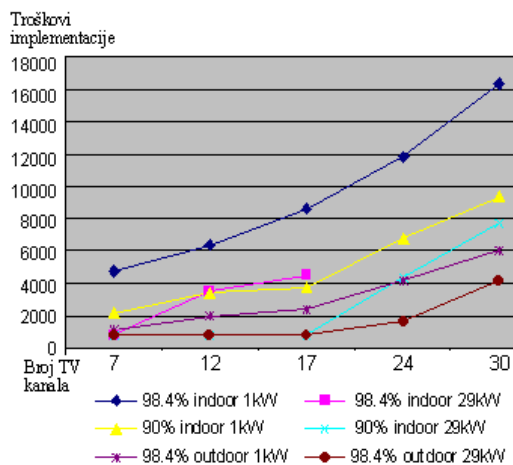
IV. TROŠKOVI IMPLEMENTACIJE MREŽE

Prilikom planiranja mreže vrlo je bitno da se identifikuju osnovni tehnički parametri i istraži njihov uticaj na početne troškove za izgradnju ovakve mreže. Čak i u slučaju male DVB-H mreže odgovarajući izbor tipa predajnika (snage) može značajno smanjiti troškove implementacije i održavanja mreže. Za početne troškove implementacije mreže cijena predajnika igra najveću ulogu. Pored snage predajnika na određivanje cijene jedne lokacije takođe utiču antenski sistem, instalacioni materijal, instalacioni radovi, itd. Cijena predajnika raste

sa njegovom jačinom nelinearno jer se cijena koštanja jednog vata snage smanjuje kako se snaga predajnika povećava. Ovo je logično jer oprema ima zajedničke dijelove, kućište, itd. što iziskuje iste troškove bez obzira o kojoj snazi predajnika se radi. S druge strane, oprema veće snage postaje komplikovanija npr. hlađenje uljem značajno poskupljuje opremu [10].

Investicija u novu infrastrukturu je nešto što će pored troškova same opreme značajno da utiče na troškove implementacije DVB-H mreže. Da bi se ovi troškovi smanjili trebalo bi u procesu planiranja mreže razmotriti mogućnost kolokacije sa već postojećim GSM/UMTS sistemima. Pri kolokaciji DVB-H uređaja sa drugom opremom u gradskim lokacijama potrebno je voditi računa o ukupnoj izračenoj snazi s obzirom na postojeća ograničenja. U nedavno rađenim istraživanjima [10] je zaključeno da DVB-H predajnici dovode do značajnog povećanja ukupne izračene snage neke lokacije na kojoj se već nalaze GSM/UMTS uređaji.

Da bismo izvršili analizu troškova implementacije DVB-H mreže za pokrivanje signalom posmatranog urbanog područja grada uzeli smo u obzir samo troškove predajnika i pretpostavili, zbog jednostavnijeg upoređivanja, da je cijena jednog vata snage predajnika od 200W jednaka 1. Iz [11] slijedi da je odnos cijene jednog vata za predajnik snage 200 W i za predajnik snage 2500 W jednak 3. Na Sl.2 je prikazano kako troškovi implementacije DVB-H mreže zavise od zahtjevanog broja TV kanala i načina pokrivanja željenog područja.



Sl. 2. Uticaj broja zahtjevanih TV kanala, snage predajnika i kvaliteta pokrivanja na troškove implementacije DVB-H mreže - reletivni odnos za analizirane postavke sistema.

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izvršena optimalna selekcija parametara za dati propusni opseg DVB-H mreže. Urađena je analiza mogućnosti implemenatcije u urbanom području grada (neophodnog broja predajnika) za sve odabrane kombinacije parametara. Analiziran je uticaj zahtjevanog broja TV kanala na troškove implemantacije DVB-H mreže. Rezultati rada mogu biti iskorišteni za izbor

karakteristika DVB-H mreže u budućim komercijalnim mrežama mobilne televizije i za sticanje uvida koliko utiče zahtjevani kapacitet i postavke parametara na kompleksnost realizacije DVB-H mreže.

LITERATURA

- [1] www.dvb-h.org
- [2] Commission decision of 17 March 2008 amending Decision 2007/176/EC; 2008/286/EC.
- [3] ETSI, EN 302 304 v1.1.1, "Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)," Oct. 2004.
- [4] ETSI, EN 300 744 v1.5.1, "Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television," Nov. 2004.
- [5] ETSI, TS 102 005 v1.5.1, "Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in DVB services delivered directly over IP protocols" Jul. 2007
- [6] TR 102 377 v1.3.1, "Digital Video Broadcasting (DVB); DVB-H Implementation Guidelines," DVB Document A092 Rev.2, May 2007.
- [7] ITU-R Recommendation P.1546-2 "Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz," 2001-2003-2005
- [8] DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices; Gerard Faria, Jukka A. Henriksson, senior member, IEEE, Erik Stare, and Pekka Talmola, proceedings of the IEEE, vol. 94, no. 1, January 2006
- [9] Pravilo 37/2008 o ograničavanju emisija elektromagnetnog zračenja; službeni glasnik BiH, broj 31/03.
- [10] Influence of DVB-H Network Deployment on Total RF exposure; David Plates, Leen Verloock, Wout Joseph, Luc Martens, Proceedings, 20th Int. Zurich Symposium on EMC, Zurich 2009.
- [11] CAPEX and OPEX Optimization in Function of DVB-H Transmitting Power; Jyrki Y.J. Penttinen, The third International Conference of Digital Telecommunication, IEEE Computer Society, 2008.

ABSTRACT

In this paper optimal system settings of DVB-H network which enables DVB-H network to fulfil network capacity assumptions is presented. Optimal number of transmitters is defined for every of these system settings. Impact of the number of the TV channels, transmitter power and coverage quality to implementation costs was analyzed. All simulations and analysis are done for urban area of the city Banja Luka.

ANALISYS OF THE INFLUENCE OF PARAMETERS AND REQUIRED CAPACITY ON CHARACTERISTICS OF THE DVB-H NETWORK

Milorad L. Popović, Željko J. Vujasinović, Milan M. Šunjevarić