

Pregled DVB-T u zemljama bivše Jugoslavije

Mile Petrović / Branimir Jakšić

Departman za Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo
Fakultet tehničkih nauka
Kosovska Mitrovica, Srbija
petrovic.mile@yahoo.com / branimir.jaksic@pr.ac.rs

Ivana Milošević

Departman za Audio i video tehnologije
Visoka škola elektrotehnike i računarstva
Beograd, Srbija
petrovicvanja@yahoo.com

Vladimir Trifunović

Telekom Srbija
Beograd, Srbija
vladimirtr@telekom.rs

Boris Gara

MUP Republike Srbije
Beograd, Srbija
borisgara@yahoo.com

Sadržaj — U radu je predstavljen razvoj i trenutno stanje digitalne terestrijalne televizije u zemljama bivše Jugoslavije: Sloveniji, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Srbiji, Crnoj Gori i Makedoniji. Date su pokrivenosti multipleksima digitalnih TV kanala u svakoj zemlji, kao i zauzetosti multipleksa (mreža) u odnosu na dodeljen broj kanala sporazumom GE-06. Posebna pažnja je data tehničkim karakteristikama multipleksa

Ključne riječi - DVB-T; DVB-T2; MPEG-2; MPEG-4; multipleks; allotment zona

I. UVOD

U periodu od 15. maja do 16. juna 2006. godine u Ženevi održana je Regionalna konferencija o radio-komunikacijama (RRC-06), u organizaciji Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU), sa ciljem uspostavljanja novog međunarodnog sporazuma i njemu pridruženog frekventnog plana za digitalno emitovanje radijskog i televizijskog programa. Na konferenciji RRC-06 su usvojena Završna akta (Final Acts) u kojima je sadržan novi sporazum Ženeva 2006 – (GE06) koji omogućava uvođenje potpunog digitalnog zemaljskog radiodifuznog emitovanja u zoni planiranja. Sve evropske zemlje obavezale su se da najkasnije do 17. juna 2015. godine pređu na digitalno emitovanje radio i televizijskog signala, odnosno izvrše analog switch off (ASO). U mnogim zemljama je već sada izveden ASO [1].

Prednost uvođenja digitalne televizije se ogleda pre svega u kvalitetnoj slici (više detalja, oštija slika, jasnije boje, signal otporniji na smetnje) i prenosu više TV programa u okviru jednog kanala (multipleksa) primenom odgovarajućih modulacija i kompresije podataka.

II. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE DVB-T

Od strane Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU) je usvojen kao standard za terestrijalnu transmisiju digitalne televizije DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial), odnosno DVB-T2, na području Evrope, Afrike, Australije i deo Azije. Prvi koncepti DVB-T su usvojeni 1993, a prva finalna verzija 1997. godine. Podrazumeva prenos digitalizovanog audio i video sadržaja zemaljskim putem posredstvom emisije tehnologije u VHF i UHF opsegu uz pomoć

konvencionalnih sistema predajnika i odgovarajućih prijemnika [2, 3].

DVB-T2 je naprednija verzija DVB standarda za terestrijalno emitovanje. U poređenju sa DVB-T, DVB-T2 nudi značajno manju osetljivost na smetnje i šumove i obezbeđuje 30-50% veći protok podataka što je naročito pogodno za HDTV (High-definition television) [2, 4].

Kako zauzetost frekventijskog spektra zavisi od bitskog protoka, potrebno ga je smanjiti, pa se vrši redukcija, odnosno kompresija signala korišćenjem više metoda. Najšire primenjivan standard za kompresiju u digitalnoj televiziji je MPEG-2 nakon koga se pojavio MPEG-4 (verzija 10), odnosno H.264/AVC. Dodato je nekoliko poboljšanja koja se ogledaju u novim načinima kodiranja i smanjivanju bitskog protoka bez degradacije kvaliteta slike. Nakon kompresije signala sledi multipleksiranje koje se ogleda u formiranju paketa odgovarajuće dužine koji formiraju transportni niz.

Da bi se omogućila mogućnost korekcije greške na prijemu vrši se kanalno kodiranje koje se sastoji u namernom uvođenju redundantnosti (višak podataka) u koristan signal. Kodni količnik predstavlja odnos količine informacija sa redundantnim i korisnim podacima. Mapiranje je postupak kojim se određuju položaji svih moduliranih nosilaca podataka jednog OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) rama u I-Q konstelacionoj ravni. Konstelaciona tačka je kompleksni modulacioni broj. Modulacione šeme m-PSK (Phase Shift Keying) i m-QAM (Quadrature Amplitude Modulation) mogu biti uniforme gde je razmak između tačaka u konstelacionoj (I-Q) ravni uvek isti ili neuniformne, gde se razlikuje. Nakon modulacione tehnike sa više nosilaca (OFDM), inverzne Furijeove transformacije (IFFT), paralelno serijske konverzije i ubacivanja zaštitnog intervala, vrši se D/A konverzija i dobijaju se spektralno multipleksirani kontinualni signali [4].

Na prijemnom delu zaštitni interval se uklanja pre razdvajanja nosilaca tako da se sva intersimbolska interferencija (ISI) od prethodnog simbola nalazi unutar zaštitnog intervala, tako da na izlazu nema uticaj ISI. U Tabeli 1 date su tehničke karakteristike za DVB-T i DVB-T2 [5].

TABELA I. RAZLIKE U OSNOVNIM TEHNIČKIM KARAKTERISTIKAMA DVB-T I DVB-T2 STANDARDA

<i>DVB standard</i>	<i>DVB-T</i>	<i>DVB-T2</i>
Kompresioni standard	MPEG-2, MPEG-4	MPEG-4.10 (H264/AVC)
Broj SDTV programa	4-6	14-16
Broj HDTV programa	1	4
Nominalna širina opsega	8MHz, 7MHz (-> 6MHz, 5MHz)	10MHz, 8MHz, 7MHz, 6MHz, 5MHz, 1.7MHz
FFT mod rada	2K, 8K	1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K
Modulacija	QPSK, 16-QAM, 64-QAM	QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM
Kodni količnik	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Zaštitni interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
Emisioni mod	SISO	SISO, MISO (SIMO, MIMO)
Konstelacioni dijagram	Fiksni	Rotiran: 29 [QPSK] 16.8 [16-QAM] 8,6 [64-QAM] 3.57 [256-QAM]
Sinhronizacija SFN mreže	GPS (10MHz/1s)	GPS (10MHz/1s), utiskivanje kašnjenja T2-MI modulatore

DVB-T2 koristi COFDM modulaciju kao i DVB-T, a s obzirom na broj nosioca (1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K) koriste se modulacije (QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM). Za zaštitu od grešaka DVB-T2 koristi LDPC (*Low Density Parity Check*) i kodiranje BCH (*Bose-Chaudhuri-Hocquengham*). Za razliku od DVB-T, DVB-T2 koristi apsolutnu vremensku referencu za sinhronizaciju. Razlika je i mogućnost rotacije konstalacije kako bi se postigla robusnost. Rotacija konstalacije ima efekta pri upotrebi QPSK, 16-QAM i 64-QAM. U DVB-T2 sistemu su uvedeni neki novi kodni količnici i zaštitni intervali. Veći bitski protok omogućen je većim brojem nosilaca - modulaciona šema 256-QAM, što je od posebnog značaja za emitovanje u HD rezoluciji.

Digitalni televizijski signal se može emitovati pomoću jednofrekvencijskih mreža (SFN - single frequency network) koja podrazumeva mogućnost korišćenja jednog opsega učestanosti (jednog TV kanala) za distribuciju signala na području jedne allotment zone (regije) ili čitave države [6].

III. SLOVENIJA

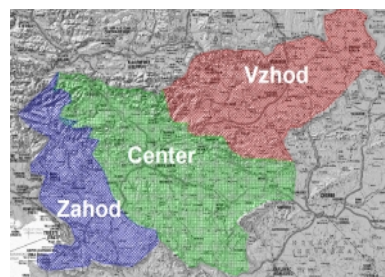
Eksperimentalno emitovanje DVB-T u Sloveniji je započeto 2001. godine sa MPEG-2 kompresionim standardom od strane RTV Slovenije. Godine 2007. Agencija za poštu i elektronske komunikacije (APEK) [7] je usvojila kompresioni standard MPEG-4 na osnovu Strategije prelaska sa analognog na digitalno emitovanje [8]. Prvi multipleks (MUX A) je od iste agencije dodeljen RTV Sloveniji, a drugi MUX B je krajem 2008. godine dodeljen norveškom operateru Northing [7, 9]. Northingov MUX B sa komercijalnim kanalima zvanično je krenuo septembra 2010. godine sa 26 predajničkih lokacija pokrivajući oko 85% populacije. Nakon odluke da 2012. godine da se povlači sa tržišta, Northingov MUX B ostaje bez ijednog kanala. Na javnom multipleksu, kojim upravlja RTV Slovenija, pored javnih distribuiraju se i komercijalni kanali. Krajem 2012. godine upravljanje trećim multimpleksom MUX C dodeljeno je takođe RTV Sloveniji.

Zbog prelaska na digitalno emitovanje od 1. decembra 2010. većina analognih predajnika je isključeno, a od 30.6.2011. svi analogni predajnici su isključeni, i TV signal se isključivo emituje digitalno.

Trenutno u Sloveniji radi MUX A koji pokriva 99% populacije. Sadržaj MUX-a A je različiti u zavisnosti od regije (allotment zone) koju pokriva. U okviru multipleksa nalazi se 8 nacionalnih TV programa i, u zavisnosti od regije, dodata su još 1 ili 2 regionalna TV programa. Svi programi se emituju u standardnoj rezoluciji. Na Sl. 1 prikazane su regije prema kojima MUX A ima različiti programski sadržaj.

Treća mreža (MUX C) koja je pod upravom RTV Slovenija je trenutno prazna, ali se uskoro očekuje uvođenje SDTV i HDTV programa. Tehničke karakteristike odgovaraju MUX-u A s tim što je trenutna pokrivenost 96% populacije.

Pored navedene tri nacionalne mreže postoje i lokalni multipleksi L1, L2, L3, L4, L5 i L6 čiji su predajnici male snage i koji pokrivaju područja određenih opština i lokalnih područja. U okviru multipleksa nalazi se po jedan lokalni kanal u SD rezoluciji. Operator mreže je sama lokalna televizija za svoje područje. Svi multipleksi se emituju na UHF kanalima.



Slika 1. Podela MUX-a A po allotment zonama

Tehničke karakteristike MUX-a A i bivšeg MUX-a B date su u Tabeli 2.

TABELA II. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE MULTIPLEKSA U SLOVENIJI

<i>Naziv</i>	Multiplex A	Multiplex B
<i>Provajder</i>	RTV Slovenija	Norking
<i>DVB standard</i>	DVB-T	DVB-T
<i>Kompresioni standard</i>	MPEG-4.10 (AVC/H.264)	MPEG-4.10 (AVC/H.264)
<i>FFT mod</i>	8K	8K
<i>Modulacija</i>	64-QAM	64-QAM
<i>Kodni količnik</i>	2/3	3/4
<i>Zaštitni interval</i>	1/4	1/4
<i>Bit Rate [Mb/s]</i>	19.9	22.4

IV. HRVATSKA

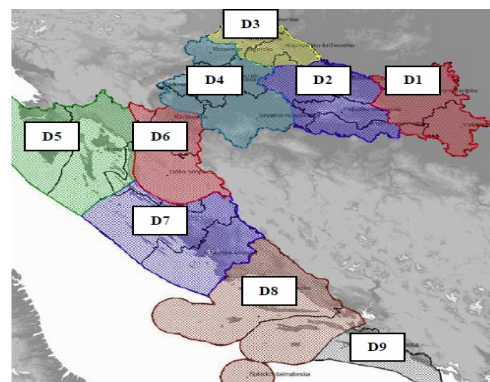
U Hrvatskoj prvo eksperimentalno emitovanje u digitalnoj tehnologiji započelo je 13. juna 2002. godine sa predajnika Sljeme. Nedugo nakon toga pušteni su u rad i drugi digitalni predajnici, da bi krajem 2006. najgušće naseljena područja Hrvatske bila pokrivena sa DVB-T signalom (MPEG-2 kompresionim standardom). Sva eksperimentalna emitovanja su rađena od strane provajdera Odašiljači i veze (OiV) [10]. U periodu od 2007. do 2011. godine eksperimentalni HDTV program HRT HD se emitovao u DVB-T tehnici i MPEG-4 standardu [10]. Državnom strategijom prelaska sa analognog na digitalno emitovanje odlučeno je da se koristi za digitalnu transmisiju DVB-T standard sa kompresionim standardom MPEG-2 za SDTV, a DVB-T2 sa kompresionim standardom MPEG-4 za HDTV i pay (plaćene) TV kanale [11].

Hrvatska agencija za telekomunikacije (HAKOM) je 24. aprila 2009. odlučila da OiV-u izda dozvole za desetogodišnje emitovanje signala za prva dva multipleksa. U avgustu 2010. OiV su dobili dozvolu i za nacionalno-regionalni-lokalni multipleks D [12].

Od 5. oktobra 2010. godine u Hrvatskoj se isključivo emituje digitalni TV signal, nakon što su analogni predajnici u fazama isključivani po regijama. Nakon toga u radu su ostali samo analogni predajnici HRT 1 i HRT 2 za pokrivanje mesta gde nije moguće ostvariti prijem digitalnog signala HRT-a, tzv. "analogna ostrva", koja su isključena zaključno s 30. septembrom 2011.

Nakon raspisanog konkursa za digitalne multiplekse MUX C i MUX E, HAKOM je dozvolu za upravljanje ovim multipleksima dodelio Odašiljačima i vezama i Hrvatskoj pošti [12]. Nakon eksperimentalnog emitovanja, u novembru 2012. je pokrenuta pay TV platforma EvoTV kojom upravlja Hrvatska pošta, koja se emituje u DVB-T2 tehnici.

Prema frekventnom planu iz sporazuma GE06 [13] Hrvatska je dobila pravo na 8 digitalnih multipleksa (7 kanala u UHF, a 1 u VHF-III frekvencijskom području. Područje Hrvatske je podeljeno na devet digitalnih regija (alotment zona) kao što je prikazano na Sl. 2. Unutar svake zone emitovanje DVB-T signala se obavlja u SFN načinu rada.



Slika 2. Podela Republike Hrvatske na alotment zone

U Hrvatskoj se u digitalnom obliku na nacionalnom nivou trenutno emituju 5 multipleksa: MUX A, MUX B, MUX D koji su podeljeni i trenutno emituju TV programe u tri zasebna standarda emitovanja na nacionalnom, regionalnom i lokalnom nivou. MUX C i MUX E se koristi za pay TV platformu EvoTV, a televizijski sadržaj je kodiran prema standardu H.264 i zaštićen sistemom uslovnog pristupa (CAS - Conditional Access System). Može se gledati isključivo upotrebom prijemnika za DVB-T2 i posebnom karticom za dekodiranje (CAS).

Signalom MUX A mreže ostvareno je pokrivanje preko 98% stanovništva Republike Hrvatske (preko 95% pokrivenosti svake digitalne regije). Signalom MUX B mreže pokriveno je preko 95% stanovništva svake digitalne regije. Signalom MUX D mreže ostvareno je pokrivanje oko 90% stanovništva za nacionalne programe, odnosno pokrivanje od najmanje 70% stanovništva regionalnim i lokalnim programima unutar pojedine digitalne regije, u skladu s dodeljenom koncesijom [12]. Sa ukupno 50 lokacija zajedno, ostvaruje se 94,3% pokrivenosti stanovništva Hrvatske MUX C signalom, odnosno 94,6% stanovništva MUX E signalom.

U Tabeli 3 dat je pregled osnovnih tehničkih karakteristika multipleksa

TABELA III. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE MULTIPLEKSA U HRVATSKOJ

<i>Naziv</i>	MUX A, MUX B	MUX D	MUX C, MUX E
<i>Provajder</i>	Odašiljači i veze	Odašiljači i veze	Odašiljači i veze, Hrvatska pošta
<i>DVB standard</i>	DVB-T	DVB-T	DVB-T2
<i>Kompresioni standard</i>	MPEG-2	MPEG-2	MPEG-4.10 (AVC/H.264)
<i>FFT mod</i>	8K	8K	32K
<i>Modulacija</i>	64-QAM	64-QAM, 16-QAM ^b	256-QAM
<i>Kodni količnik</i>	3/4	3/4, 5/6 ^a , 1/2 ^b	2/3
<i>Zaštitni interval</i>	1/4	1/4, 1/8 ^b	19/256
<i>Bit Rate [Mb/s]</i>	22.39	22.39, 24.88 ^a , 11.06 ^b	36.6 Mbit/s

a. Alotment zone D1, D4, D5

b. Lokalna područja alotment zone D7

MUX A i MUX B sadrže po 4 SDTV nacionalna kanala, dok MUX D u zavisnosti od regije ima od 3 do 6 SDTV kanala, od kojih su dva sa nacionalnom pokrivenošću. MUX C sadrži 17 SDTV, 1 HDTV i 4 radio kanala, a MUX E sadrži 19 SDTV i 2 HDTV kanala.

V. BOSNA I HERCEGOVINA

U Bosni i Hercegovini još nije pokrenut ni jedan DVB-T multipleks, a prvi projekat se očekuje tokom 2013. godine. Potpuni prelazak na digitalnu transmisiju očekuje se do 2015. godine.

Vijeće ministara Bosne i Hercegovine je 17. juna 2009. godine usvojilo Strategiju prelaska s analogne na digitalnu zemaljsku radiodifuziju u frekvencijskim opsezima 174-230 MHz i 470-862 MHz u Bosni i Hercegovini. Odlučeno je da se za digitalnu transmisiju koristi DVB-T standard sa MPEG-4 video kompresijom [14].

U skladu sa principima planiranja, a na osnovu tehničkih ograničenja planiranja digitalnih mreža teritorija BiH je podeljena na devet allotment zona u kojoj funkcioniše jedna SFN mreža kao što je prikazano na Sl. 3. Svakoj regiji je prema planu iz Ženeve GE06 dodeljen po 1 VHF-III i 7 UHF kanala [13].

Regulatorna agencija za komunikacije (RAK) [15] je aprila 2010. godine donela odluku o načinu upotrebe Multipleksa A (MUX A) za potrebe zemaljskog digitalnog televizijskog emitovanja u BiH u tranzicionom periodu. Ovom Odlukom su utvrđeni način i uslovi korišćenja Multipleksa A za digitalno zemaljsko emitovanje televizijskih programa javnih radiotelevizijskih servisa: BHRT, RTV FBiH i RTRS kojim stižu pravo i obavezu na digitalno zemaljsko emitovanje vlastitih televizijskih programa na teritoriji cele Bosne i Hercegovine kroz zajedničku izgradnju i korišćenje sinhronih mreža u digitalnim područjima.

Na predlog Ministarstva komunikacija i prometa Bosne i Hercegovine, Vijeće ministara Bosne i Hercegovine 12. novembra 2012. godine, donelo je Odluku o usvajanju Projekta primarne emisije mreže, digitalnog zemaljskog emitovanja - DVB-T. Predviđene su 9 primarnih lokacija i 23 pomoćnih emisijonih objekata [16].



Slika 3. Allotment zone u Bosni i Hercegovini

VI. SRBIJA

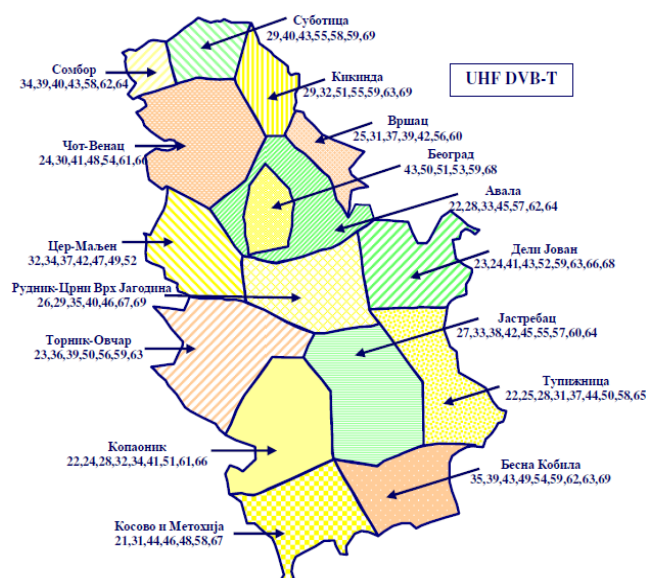
Na osnovu sporazuma GE06 iz Ženeve, Republika Srbija je za digitalno emitovanje televizijskog programa dobila sedam mreža (kanala) u UHF i jednu mrežu u VHF-III opsegu. Pored toga u širem području Beograda i u jugoistočnom delu Republike Srbije ostvareni su dodatni kanali [13].

Teritorija Srbije je podeljena na 10 VHF, odnosno 16 UHF allotment zona, kao što je prikazano na Sl. 4.

Prvo eksperimentalno emitovanje digitalnog televizijskog signala u Srbiji započeto je 6. aprila 2005. godine sa predajnika Avala od strane Radio televizije Srbije (RTS). Signal se emitovao u DVB-T standardu sa kompresijom MPEG-2. Multipleks je sadržao tri redovna SDTV programa RTS-a i jedan eksperimentalni TV kanal, kao i sva tri programa Radija Beograd. Kasnije, 17. novembra 2005. u funkciju je uključen još jedan predajnik na Iriškom Vencu. Od 8. septembra 2009. godine u okviru svog multipleksa RTS je pokrenuo kanal u visokoj rezoluciji RTS HD.

Vlada Republike Srbije je 2. jula 2009. godine usvojila Strategiju prelaska sa analognog na digitalno emitovanje radio i televizijskog programa koja podrazumeva potpuni prelazak na digitalno emitovanje TV signala do 4. aprila 2012. Početkom 2012. godine odustalo se od ovog datuma kao i od definisanja novog roka, već je ostavljena mogućnost da se proces tranzicije u oblasti radio-difuzije završi do 17. juna 2015. [17, 18]. Do ovog datuma je prema sporazumu iz Ženeve zaštićen analogni signal na teritoriji Evrope. Usvojeni standard za emitovanje je DVB-T2, uz primenu MPEG-4 kompresije video signala.

JP Emisiona tehnika i veze (ETV) je 21. marta 2012. godine pustila u rad Inicijalnu mrežu za emitovanje DVB-T2 signala na teritoriji Republike Srbije [19, 20]. Mrežu sačinjava 15 emisijonih lokacija, sa kojih se u periodu do konačnog analognog switch-off-a vrši istovremeno (simulcast) emitovanje analognog i digitalnog televizijskog programa. Istovremeno, uključivanjem Inicijalne mreže isključena su dva DVB-T predajnika.



Slika 4. UHF allotment zone u Republici Srbiji

TABELA IV. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE INICIJALNE MREŽE

<i>Naziv</i>	Inicijalna mreža
<i>Provajder</i>	Emisiona tehnika i veze
<i>DVB standard</i>	DVB-T2
<i>Kompresioni standard</i>	MPEG-4.10 (AVC/H.264)
<i>FFT mod</i>	32K
<i>Modulacija</i>	256-QAM
<i>Kodni količnik</i>	3/4
<i>Zaštitni interval</i>	1/16 (1/8)
<i>Bit Rate [Mb/s]</i>	40.58 (36.72)

Emitovanje digitalnog televizijskog programa putem Inicijalne mreže, ima za cilj da upozna gledaoce, u zonama prijema, sa prednostima koje donosi digitalna televizija, kao i testiranje instalirane emisione opreme i otklanjanje eventualnih nedostataka pre uspostavljanja konačne mreže za digitalno emitovanje na teritoriji Republike Srbije

U Tabeli 4 date su osnovne tehničke karakteristike Inicijalne mreže.

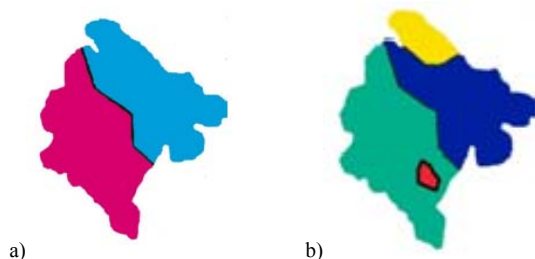
Prema proceni ETV-a, digitalni signal iz Inicijalne mreže prima oko 40 % stanovništva Srbije.

U okviru mreže, emituje se 7 nacionalnih SDTV kanala, jedan nacionalni HDTV kanal (RTS HD), kao i 3 regionalna SDTV kanala za određeno područje.

VII. CRNA GORA

Strategijom prelaska sa analognih na digitalne radiodifuzne sisteme u Crnoj Gori usvojenoj 2008. godine predviđeno je potpuno isključenje analognih predajnika i potpuni prelazak na digitalnu transmisiju 31.12.2012. godine. Međutim, ovaj datum je pomeren za jun 2015. godine [21, 22]. Trenutno ne postoji emitovanje digitalnog signala, ali se njegovo pokretanje očekuje tokom 2013. godine.

Plan za digitalne zemaljske televizijske sisteme Crne Gore sadržan je u sporazumu GE06 koji sadrži sedam nacionalnih pokrivanja u UHF i jedno nacionalno pokrivanje u VHF-III frekvencijskom opsegu [13]. Teritorija Crne Gore podeljena je na dve VHF, odnosno 3 UHF alotment zone i jednu UHF podalotment zonu, kao što je prikazano na Sl. 5.



Slika 5. Alotment zone za: a) VHF i b) UHF frekvencijski opseg

Agencija za elektronske komunikacije Crne Gore za nosioca digitalizacije odredila je Radiodifuzni centar Crne Gore (RDC) [23]. RDC je tokom 2010. godine uradio odgovarajući projekat za potrebe pokrivanja Crne Gore digitalnim signalom u DVB-T standardu, a kako je u međuvremenu došlo do prihvatanja novog, tehnološki naprednijeg standarda, urađen je redizajn projekta pokrivanja u DVB-T2 standardu sa MPEG-4 video kompresijom.

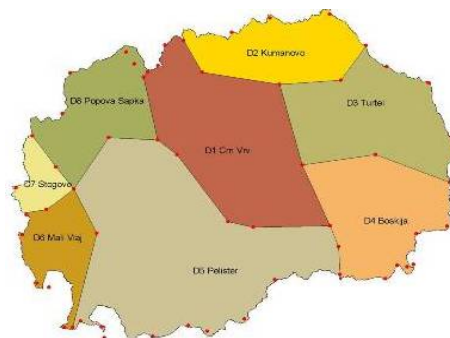
U toku je proces nabavke opreme i očekuje se da se prvi DVB-T2 signal pusti tokom 2013. godine na teritoriji koja pokriva oko 65% stanovništva. Preostali deo mreže, kojim bi se pokrilo 85% stanovništva, radio bi se u drugoj fazi. Prvom fazom digitalizacije, predviđeno je korišćenje 43 emisione lokacije RDC-a, uključujući dva glavna emisiona centra – Lovćen i Bjelasica, dok je drugom fazom predviđeno njih 76.

VIII. MAKEDONIJA

Prvi testovi DVB-T vršeni su od strane JP Makedonska radiodifuzija (MRD) od 2004. godine [24]. Strategija za prelazak sa analognog na digitalno emitovanje radiodifuzije usvojena je 2007. godine. U skladu sa sporazumom GE06, Makedoniji je dodeljeno osam nacionalnih multipleksa (jedan u VHF-III, a sedam u UHF području), plus jedan multipleks za Skoplje [13]. Teritorija Makedonije podeljena je na osam alotment zona kao što je prikazano na Sl. 6. Kao standard usvojen je DVB-T sa MPEG-4 video kompresijom.

Zbog nemogućnosti finansiranja procesa digitalizacije u predviđenom roku, u Makedoniji je bio raspisan međunarodni tender od strane Agencije za elektronske komunikacije, putem kojeg su pozvani operatori iz čitavog sveta [25]. Tender je dobio Telekom Slovenija, koji je krajem 2009. godine počeo da realizuje projekat u okviru Pay TV platforme Boom TV, i za manje od godinu dana, pokrivenost je dostigla 82% stanovništva u okviru tri multipleksa. Platforma uključuje osam nacionalnih i tridesetak najgledanijih svetskih TV kanala kodiranih u sistemu Viaccess.

Savet za radiodifuziju Republike Makedonije 24. decembra 2012. godine doneo je Plan za namenu i raspodelu prenosnih kapaciteta za digitalni terestrijalni multipleks [26]. Prema planu multipleksi MUX 1, MUX 2 i MUX 3 predviđeni su za emitovanje TV programa sa uslovnim pristupom. Trenutno multiplekse MUX 1, MUX 2 i MUX 3 koristi platforma Boom TV za Pay TV koja emituje 40 SDTV kanala. Tehničke karakterike multipleksa su date u Tabeli 5.



Slika 6. Alotment zone u Makedoniji

TABELA V. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE MULTIPLEKSA

Naziv	MUX 1, MUX 2, MUX 3
Provajder	Telekom Slovenija – One TV
DVB standard	DVB-T
Kompresioni standard	MPEG-4.10 (AVC/H.264)
Modulacija	64-QAM
Kodni količnik	2/3

Multiplexi MUX 4 i MUX 5 dodeljeni su na korišćenje JP MRD, i namenjeni su za digitalno emitovanje programa javnog servisa Makedonske radio-televizije. U toku je izrada mreže za MUX 4 i MUX 5 i predviđeno je da se sa 44 lokacije pokrije 90 % stanovništva.

Multiplexi MUX 6 i MUX 7 predviđeni su za besplatno (free-to-air) digitalno emitovanje komercijalnih televizija koje su dobile dozvolu za emitovanje od Saveta za radiodifuziju, na nacionalnom i regionalnom nivou. Oba multipleksa su od strane Agencije za elektronske komunikacije povereni operateru One koji pripada Telekom Sloveniji Grupi. Operater ima obavezu da do 1. juna 2013. godine sprovede digitalizaciju širom zemlje, odnosno, dužan je da obezbedi digitalni prenos za nacionalne, komercijalne i regionalne televizije.

IX. ZAKLJUČAK

Proces digitalizacije je u potpunosti završen u Sloveniji i Hrvatskoj, dok se u Makedoniji završetak procesa očekuje tokom 2013. godine. Za razliku od Makedonije i Slovenije koje su kao standard za prenos odabrale DVB-T (MPEG-4), Hrvatska koristi sistem DVB-T (MPEG-2) za slobodne kanale što za posledicu ima manji broj TV programa u multipleksu, dok je za Pay TV upotrebljen DVB-T2. S druge strane, u Hrvatskoj je najviše aktivirano multipleksa, odnosno izgrađeno je pet mreža, ali se prelaskom na napredniji standard (DVB-T2) očekuje znatno više TV programa. U Srbiji, gde je trenutno u funkciji Inicijalna mreža, kao standard se koristi napredni DVB-T2 čime je omogućeno da se veći broj TV programa emituje u okviru jednog multipleksa. Jedine dve zemlje koje još nisu pokrenule DVB-T signal su Bosna i Hercegovina i Crna Gora, gde se start očekuje tokom 2013. godine. Pay TV je za sada aktivirana samo u Hrvatskoj i Makedoniji, dok se ubrzo može očekivati u Sloveniji, a nešto kasnije i u Srbiji.

Sada, polako, mnoge zemlje u Evropi prelaze sa DVB-T na DVB-T2 pa se očekuje da zemlje Balkana koje nisu uvele standard DVB-T2 uskoro pređu na njega, čime bi se znatno povećao broj SDTV i HDTV kanala.

ZAHVALNICA

Ovaj rad rađen je u okviru istraživanja na projektima TR 35026, III 47016 i III 044006, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Srbije.

LITERATURA

- [1] DVB Project: <http://www.dvb.org>
- [2] W. Fischer, Digital Video and Audio Broadcasting Technology, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.
- [3] DVB, History of the DVB Project - DVB Standards and Specifications, Ver. 11.0, August, 2008.
- [4] DVB, Framing structure, channel coding and modulation for terrestrial television, European Standard (EN) 300 744 V1.5.1, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Nov., 2004.
- [5] DVB, Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), DVB Document 133, Feb. 2009.
- [6] DVB, Modulator Interface (T2-MI) for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), DVB Document 136, Feb. 2009.
- [7] Agencija za poštu i elektronske komunikacije: www.apek.si
- [8] Strategy of the Republic of Slovenia for the switcher from analogue to digital broadcasting, APEK, Ljubljana, 2005.
- [9] www.dvb-t.apek.si
- [10] Odašiljači i veze: www.oiv.hr/broadcasting/terrestrial/dtv
- [11] Strategija prelaska s analognog na digitalno emitiranje televizijskih programa u Republici Hrvatskoj, Zagreb, Jul, 2008.
- [12] Hrvatska agencija za komunikacije: www.hakom.hr
- [13] GE06 Digital Frequency Plan Channel Maps (on 16 June 2006), European Broadcasting Union, Technical Department, 10 January 2007.
- [14] Strategija prelaska s analogne na digitalnu zemaljsku radiodifuziju u frekvenzijskim opsezima 174-230 MHz i 470-862 MHz u Bosni i Hercegovini, DTT-Forum, Sarajevo, 2009.
- [15] Republička agencija za komunikacije: www.rak.ba
- [16] Projekat Primarne emisione mreže, Ekspertni tim Javnih RTV servisa BiH, Sarajevo, 2010.
- [17] Strategija prelaska sa analognog na digitalno emitovanje radio i televizijskih programa u Republici Srbiji, Službeni glasnik RS, br. 52/09.
- [18] Odluka o izmenama Strategije prelaska sa analognog na digitalno emitovanje radio i televizijskih programa u Republici Srbiji, Službeni glasnik RS, br. 18/12.
- [19] Emisiona tehnika i veze: www.etv.rs
- [20] Republička agencija za telekomunikacije: www.ratel.rs
- [21] Strategija prelaska sa analognih na digitalne radio-difuzne sisteme u Crnoj Gori, Podgorica, april 2008.
- [22] Agencija za elektronske komunikacije: www.ekip.me
- [23] Radiodifuzni centar Crne Gore: www.rdc.me
- [24] JP Makedonska radiodifuzije: www.jp.mrd.gov.mk
- [25] Agencija za elektronske komunikacije: www.aec.mk
- [26] Savet za radiodifuziju Republike Makedonije: www.srd.org.mk

ABSTRACT

In this paper is presented the development and current state of digital terrestrial television in the countries of former Yugoslavia: Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Serbia, Montenegro and Macedonia. Are presented coverage multiplexes digital TV channels in each country, as well as the occupancy of multiplexes (networks) in relation to assigned number to the agreement GE-06. Special attention is given to the technical characteristics of the multiple.

REVIEW OF DVB-T IN THE FORMER YUGOSLAVIA

Mile Petrović, Branimir Jakšić, Ivana Milošević,
Vladimir Trifunović, Boris Gara