

# Ekperimentalno emitovanje HDTV programa u Radio Televiziji Srbije

Petar Đekić, Dušan Marković, Ivana Lacković

**Sadržaj** — Od 08.09.2009. god., Radio Televizija Srbije (RTS) je otpočela eksperimentalno emitovanje digitalnog programa u televiziji visoke rezolucije - HDTV. Namera ovog napisa je da ukaže na prva iskustva u emitovanju HDTV na našim prostorima.

**Ključne reči** — multikoding tehnika, 720/P/50, 1080/I/25, DVB-T, HDTV, MPEG2, MPEG4, RTS, SDTV.

## I. UVOD

Televizija s visokom rezolucijom slike – HDTV, sadrži ukupno 4 HDTV formata (sistema) za radiodifuzne i produkcione namene[1][2], čije su oznake, 720/P/50, 1080/I/25, 1080/P/25, 1080/P/50,

pri čemu prvi tro- ili četvorocifreni broj označava broj aktivnih linija kompletne slike. Slova oznaka predstavlja vrstu analize slike (P – progresivna, tj. bez proreda ili se može sresti sa oznakom 1:1, I – sa proredom, u oznaci 2:1). Zadnji dvocifreni broj (25 odnosno, 50) predstavlja broj kompletnih reprodukovanih slika u jednoj sekundi. Osnovne karakteristike HDTV formata slede[2]:

- **720/P/50** (tzv. sistem S1), Ispis TV linija je redom kako nastaju. Broj detalja u jednoj liniji za ovaj sistem iznosi 1280. Format slike je 16:9.

- **1080/I/25** (S2), . Za ovaj sistem broj detalja u jednoj liniji je 1920. S obzirom da je reč o analizi s proredom, to znači da će se ukupan broj od 1080 linija ispisati tokom trajanja obe poluslike. Format slike 16:9.

- **1080/P/25** (S3) predstavlja „hibrid“ prethodna dva, tj. sliku visoke rezolucije (1080×1920) s progresivnim načinom analize slike (P) i ukupno 25 slika u sekundi (25Hz). Koristi se isključivo za produkcione svrhe. Format slike je 16:9.

- **1080/P/50** (S4) je standard najviše rezolucije (1080×1920) s progresivnom analizom slike (P) i 50 slika u sekundi (50Hz). On se ne primenjuje u radiodifuziji. Prvenstveno je predviđen za arhiviranje video/audio (A/V) materijala i reprodukciju s Blu-ray™ (Sony) i/ili HD DVD (High Definition Digital Versatile Disc – Toshiba) diskova. Poznat je pod nazivom „HDTV sistem treće generacije“. Format slike je takođe 16:9.

Za radiodifuziju predviđeni su isključivo sistemi

Petar Đekić, dipl.el.inž., Radio televizija Srbije - Emisiona tehnika i veze, Beograd, Srbija (telefon: 00381648612899; (e-mail: djekic@rts.rs).

mr. Dušan Marković, dipl.el.inž., Radio televizija Srbije-Emisiona tehnika i veze, Beograd, Srbija (00381648612801; (e-mail: d.markovic@rts.rs)

Ivana Lackovic, dipl.el.inž., Radio televizija Srbije - Emisiona tehnika i veze, Beograd, Srbija (telefon: 00381-64-8612959; (e-mail: ivana@rts.rs).

(takođe se nazivaju i formati) 720/P/50 (S1) i 1080/I/25 (S2)[ 2], ili eventualno za potrebe sekundarne distribucije TV signala. Kod distribucionih HDTV signala 1080/P/50 (sistem S4) može se konvertovati (mapirati) u 1080/I/25 (sistem S2). Takođe 1080/PS/25 (sistem S3) može se konvertovati u 720/P/50 signal (sistem S1). U anglosaksonskoj tehničkoj literaturi ovaj postupak se naziva *spatial down conversion* (prostorna konverzija iz višeg u niži sistem).

## II. HDTV EKSPERIMENT

Imajući u vidu prednosti koje pruža HDTV, RTS je dana 08.09.2009. pokrenuo eksperimentalno emitovanje HDTV programa.

Za implementiranje HDTV servisa enkodiranog po standardu H.264 part.10 (MPEG4), korišćena je multikoding tehnika jer su postojeći servisi enkodirani u tehnici MPEG2. Za generisanje MPEG transportnog niza primenjeno je statističko multipleksiranje.

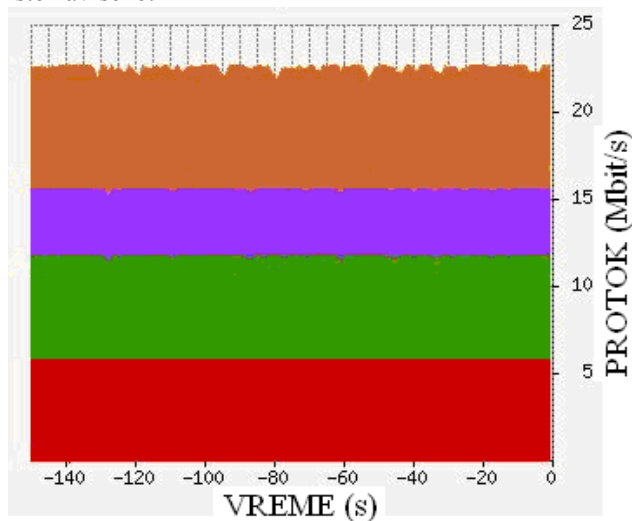
Na taj način, posredstvom DVB-T (*Digital Video Broadcasting-Terrestrial*) sistema, na istom TV kanalu tri programa se emituju u standardnoj rezoluciji (SDTV) u tehnici kompresije (enkodiranja) MPEG-2 i jedan program u visokoj rezoluciji (HDTV) s MPEG-4 kompresionim standardom. Sa stanovišta gledaoca DVB-T, to znači da svako ko se nalazi u zoni prijema i raspolaže prijemnikom ili *set-top box* uređajem s MPEG-2, moći će da prima digitalne programe u SDTV rezoluciji RTS-1, RTS-2, RTS *d|g|tal* (576×720/25I), a sa MPEG-4 HD prijemnikom ili *set-top box*-om HDTV i SDTV programe.

U ovom trenutku HD servis eksperimentalno emitujemo na 27. UHF kanalu sa lokacije Avala sa S1 i S2 formatima, iako smatramo da bi se trebalo odlučiti za S1 preporučen od Evropske Unije za radiodifuziju EBU (*European Broadcasting Union*)[3]. Na ovom kanalu prvobitno su emitovana četiri programa (paket) DVB-T u standardnoj rezoluciji - RTS-1, RTS-2, komercijalni emiter i RTS *d|g|tal* u MPEG-2 standardu kompresije. Eliminacijom komercijalnog emitera iz programkog paketa, stvoren je „prostor“ za emitovanje HDTV programa u MPEG-4 standardu kompresije.

Više prostora za eksperimentisanje, testiranje i analizu imali bi smo da je bilo moguće HDTV signal emitovati na posebnom kanalu, kao poseban multipleks, za šta RTS raspolaže potrebnom opremom. Ali zbog zauzetosti svih UHF TV kanala u Beogradu za analogno emitovanje nije bilo tehničke mogućnosti, tako da se pristupilo implementaciji na ovaj način. Time je pušten u

eksperimentalni rad HDTV), s modulacionom šemom 64-QAM, zaštitnim vremenskim intervalom 1/4 i kodnim količnikom 3/4.

Dosadašnja varijanta sistema u SDTV rezoluciji bila je zasnovana na modulacionoj šemi 64-QAM, s kodnim količnikom 2/3 i zaštitnim intervalom 1/4 koji je predviđen za nacionalno pokrivanje. U ovoj varijanti, maksimalni bitski protok podržan multiplekserom iznosio je 19,9Mbit/s. Eliminacijom komercijalnog emitera iz programskog paketa, i izuzimajući radijske tonove, stvorena je rezerva od svega 4,7Mbit/s, što je svakako nedovoljno za emitovanje HDTV u MPEG-4 kompresionom standardu. Da bi se povećao protok, prešlo se na varijantu s kodnim količnikom 3/4, za koji je bitski protok 22,39Mbit/s. Protoci za DVB-T programe u SDTV rezoluciji normirani su (fiksirani) na najvišu vrednost 5,5Mbit/s (RTS-1), 6Mbit/s (RTS-2) i svega 3,1Mbit/s (RTS  $d|g|tal$ ) budući da programska koncepcija u ovom momentu to dozvoljava (statičnost, arhivski materijali, crno-bela slika i dr.). Na taj način, za HDTV emitovanje je na raspolaganju bitski protok od oko 7,2Mbit/s što se u varijanti rezolucije **1080/I**, pokazuje ipak nedovoljnim [10]. Ovo je prikazano na Sl. 1. (odozgo na dole – HDTV, RTS  $d|g|tal$ , RTS-2, RTS-1), pri čemu "negativno" vreme predstavlja period merenja do momenta (0) kada je isto završeno.



Sl. 1. Prikaz statističkog multipleksiranja

### III. KANALSKO KODOVANJE

Zaštitno (kanalno) kodovanje primenjeno u DVB-T (*Digital Video Broadcasting-Terrestrial*) standardu prve generacije bazira se na konvolucionom i *Reed Solomon* kodiranju sa interliverima [4]. Kodni količnik opisuje stepen zaštite. Što je taj odnos veći, stepen zaštite je manji, odnosno neto (koristan) bitski protok je veći (bruto ostaje isti) [7][8][9]. Formula koja opisuje zavisnost neto bitskog protoka data je izrazom „(1)“:

$$\text{protok}[Mb/s] = 6.75 \cdot 188 / 204 \cdot b \cdot \text{gard} \cdot cr$$

$$\text{gard} = \frac{1}{1 + \Delta}$$

$$\Delta \in \{1/4; 1/8; 1/16; 1/32\}$$

$$cr \in \{1/2; 2/3; 3/4; 5/6; 7/8\}$$

(1)

$$b \in \{2, 4, 6\}$$

$$2 - QPSK$$

$$4 - 16QAM$$

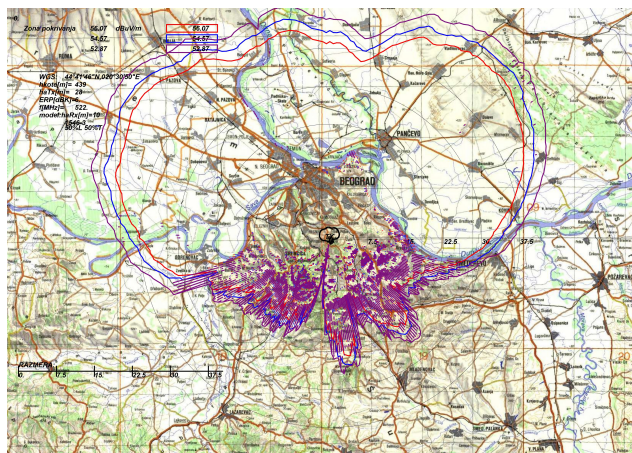
$$6 - 64QAM$$

Odnos 188/204 tiče se RS kodiranja. Faktor 6,75 uključuje i pilot nosioce. Formula važi za širinu kanala od 8 MHz [9].

Povećanjem neto bitskog protoka (smanjenjem zaštite), povećava se zahtevan odnos C/N što u krajnjoj instanci dovodi do uvećanja nivoa upotrebljivog polja, pa za rezultat ima smanjenje veličine servisne zone DVB-T predajnika. Ovo je ilustrovano na Sl. 2. na kojoj su uporedno prikazane prognostičke karte pokrivanja za tri vrednosti kodnog količnika (2/3, 3/4, 5/6), proračunate prema metodi ITU-R P.1546-3 [5]. Planske vrednosti zahtevanog nivoa polja uzete su iz dokumenta [6].

Spoljašnjoj (magenta) konturi odgovara nivo polja od 52,87 dBμV/m (kodni količnik 2/3). To odgovara dosadašnjem načinu emitovanja DVB-T.

Srednja (plava) kontura je sadašnje stanje (kodni količnik 3/4) i proračunata za nivo polja 54,57 dBμV/m, dok unutrašnja kontura odgovara nivou polja od 56,07 dBμV/m (kodni količnik 5/6). Iako na prvi pogled nema bitne razlike u veličini prognostičke zone pokrivanja, obračunom površina obuhvaćenih konturama dobija se da spoljašnja kontura zahvata 4402,21 km<sup>2</sup> (2/3) srednja 3806,31 km<sup>2</sup> (3/4) i unutrašnja 3256,50 km<sup>2</sup> (5/6). Na taj način, zaključuje se da je promenom kodnog količnika sa 2/3 na 3/4 došlo do smanjenja zone tako ona iznosi 86% prvobitne, odnosno ako bi se u cilju povećanja protoka za HDTV prešlo na kodni količnik 5/6 tada bi smanjenje zone bilo još veće i iznosila bi svega 74%.



Sl. 2. Prognostička karta pokrivanja HDTV signalom

Ovde treba tražiti određeni kompromis između izbora otpornosti na grešku, tj. kodnog količnika i bitskog

protoka potrebnog za emitovanje HDTV programa. Izborom kodnog količnika 5/6 dobija se dodatnih 2,49Mbit/s (= 24,88-22,39Mbit/s), što sa postojećih 7,2Mbit/s daje oko 9,6Mbit/s. Ova vrednost bila bi nešto niža od realno potrebne za varijantu emitovanja HDTV u rezoluciji **720/P (S1)**[3].

Cena uvećanja bitskog protoka je povećanje nivoa upotrebljivog polja za 3,2 dB u odnosu na dosadašnji rad u DVB-T tehnici, što je ekvivalentno smanjenju efektivne izračene snage DVB-T predajnika za 2,089 puta (sa 4kW na 1,915kW ERP).

#### IV. PROBLEMI

Primena multikodne tehnike, dovela je do toga da pojedini HDTV/SDTV MPEG-4/MPEG-2 prijemnici ne mogu da prime ni HDTV ni SDTV signal, mada su pre toga primali bez problema SDTV. Ispitivanja s OPTIBOX (HD digital receiver with conax embedded) T1000HDCX *set-top box*-om i SAMSUNG LE 37B651T TV prijemnikom nisu ukazivala na bilo kakve probleme sa prijemom, dok pojedini modeli SONY prijemnika nisu bili u stanju da dekoduju HDTV i SDTV servis bez softverskog update-a, nakon čega su i oni postali funkcionalni. Problem je bilo podešavanje prijemnika po *Network\_ID-u*. (jedan od pokazivača u SI tabeli) [7]. Jedan od razloga je i smanjena zona pokrivanja jer je promenjena zaštita, drugi razlog je veličina ulaznog bafera u samom prijemniku a treći i najvažniji da za HDTV servis nije ostavljen dovoljan bitski protok u samom multipleksu. Njemu je obzirom na eksperimentalni karakter u multipleksu dodeljen najniži prioritet.

#### V. ZAKLJUČAK

Izloženi način eksperimentalnog emitovanja DVB-T HDTV s MPEG-4 i DVB-T SDTV programa s MPEG-2 kompresijom predstavlja jedan od mogućih scenarija implementiranja u uslovima gde je to jedini mogući način. Tehnološki je jednostavnije sve programe (SDTV i HDTV rezolucije) enkodirati u istom kompresionom standardu (MPEG-4).

Eksperimenti s HDTV/DVB-T dali su nam polazne osnove za uvođenje sistema druge generacije, i ukazali da

moramo da obratimo pažnju na tehničke detalje ne samo predajne već i prijemne opreme.

#### ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se svim gledaocima koji su nam ukazali na ove probleme.

#### LITERATURA

- 1) Rec. ITU-R BT.709-5 Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange
- 2) EBU Recommendation R112-2004 and EBU Document Tech 3312-2005 Choice of HDTV Compression Algorithm and Bitrate for Acquisition, Production & Distribution, Geneva, December 2008
- 3) EBU – TECH 3312 The data rate capacity needed (and available) for HDTV Digital Terrestrial HDTV Broadcasting in Europe, Geneva, December 2008 ,
- 4) ETSI, EN 300744 v1.06.01: Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television , 01/ 2009..
- 5) ITU, RECOMMENDATION ITU-R P.1546-3 Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 Mhz(2008)
- 6) Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862 MHz (RRC-06)
- 7) U. Reimers (Ed.): Digital Video Broadcasting (DVB) – The International Standard for Digital Television, 2nd ed. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2004.
- 8) Seamus O.Leary, Understanding Digital Terrestrial Broadcasting, Artech House, New York, 2002
- 9) Walter Fischer, Digital Video and Audio Broadcasting Technology, 2<sup>nd</sup> ed, Springer, 2007
- 10) EBU – TECH 3334 Status, Report, Accommodation of HDTV in the GE06 Plan <http://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3334.pdf>

#### ABSTRACT

Since 08.09.2009. RTS (Serbian Broadcasting Corporation) started experimental HDTV broadcasting in 720/P/50 and 1080/I/25 formats. Intention of this work is to point out first experinces in HDTV broadcasting in our country.

#### EXPERIMENTAL HDTV BROADCASTING IN SERBIA

Petar Djekic, Dušan Marković, Ivana Lackovic