

Analiza bitskog protoka transpondera za satelitsku televiziju

Vladimir Maksimović, Branimir Jakšić

Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Fakultet tehničkih nauka Kosovska Mitrovica, Srbija
vladimir.maksimovic@pr.ac.rs / branimir.jaksic@pr.ac.rs

Mirko Milošević

Departman za Audio i video tehnologije Visoka škola elektrotehnike i računarstva Beograd, Srbija
mirko.milosevic@viser.edu.rs

Mile Petrović, Petar Spalević

Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Fakultet tehničkih nauka Kosovska Mitrovica, Srbija
mile.petrovic@pr.ac.rs / petar.spalevic@pr.ac.rs

Sažetak—U ovom radu je urađena analiza bitskog protoka transpondera za satelitsku televiziju. Analiza je urađena za satelit Eutelsat 16A koji se nalazi na poziciji 16°E (istočno) pomoću uređaja DiviCatch i softverskog paketa DiviSuite. Sa ovog satelita se emituje više od 80% TV kanala namenjenih zemljama Zapadnog Balkana. Tabelarno je dat pregled transpondera, tehnički parametri i broj SDTV i HDTV kanala. Grafički su predstavljeni dobijeni rezultati za prosečne vrednosti bitskog protoka i pojedinačni bitski protoci svakog TV kanala. Rezultati pokazuju da se najveći broj SDTV i HDTV kanala emituje u DVB-S2 standardu koristeći MPEG-4 kompresiju i 8PSK modulacionu tehniku. Analiza pokazuje da provajderi prilikom prenosa HDTV kanala čak 28% koriste manji bitski protok od propisanog minimuma, dok je za SDTV kanale to 2%.

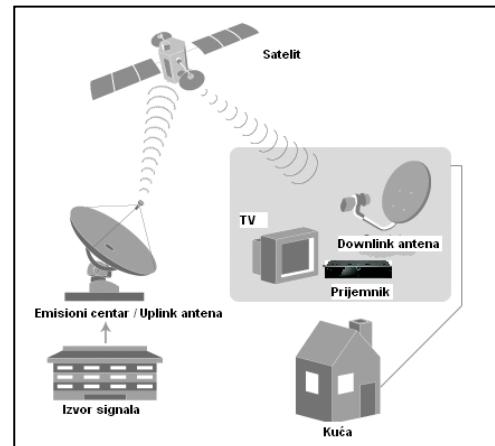
Ključne riječi-DVB-S; DVB-S2; satelitska televizija; MPEG-2; MPEG-4; HEVC; HDTV; SDTV

I. UVOD

Prednost satelitskih komunikacija je u kapacitetu koje one pružaju, velika zona pokrivenosti signalom i nepotrebna izgradnja dodatne infrastrukture na zemlji. Satelitska televizija je sistem distribucije televizijskih signala putem komunikacionih satelita do korisnika. Svedoci smo brzog tehnološkog napretka sa čime dolaze i sve veći zahtevi krajnjih korisnika, pa tako danas imamo sliku rezolucije 8K. Da bi se ovakav signal preneo potrelni su veliki kapaciteti i bitski protoci, čak preko 100 Mbit/s, što satelitsku televiziju čini veoma pogodnim medijom za to. Japanska televizija NHK eksperimentalno je započela emitovanje TV signala u 4K i 8K formatu 2016. godine, da bi 1. decembra 2018. počela sa prenosom 8K signala i 22.2 sistemu zvuka. U planu je da olimijske igre u Tokiju 2020. godine prenosi u 8K rezoluciji. Kompletana komunikacija odvijaće se preko satelitskog prenosa [1]. Sve ovo daje veliki podsticaj za analizu parametra i potrebnog bitskog protoka za prenos televizijskih kanala putem satelita. U ovom radu, analiziran je bitski protok

transpondera na satelitu Eutelsat 16A na satelitskoj poziciji 16°E (istočno).

Osnovne komponente u satelitskim TV sistemima su: izvor signala, emisioni centar (uplink antena), satelit, downlink antena i prijemnik (Sl. 1) [2].



Slika 1. Sistem satelitske TV transmisije.

Signali se sa zemaljske stanice šalju na satelit preko uplink antena emisionog objekta. Sateliti koji se koriste za prenos TV signala nalaze se u geostacionarnoj orbiti, 37000 km iznad ekvatora Zemlje [2].

Na jednom satelitu nalazi se veći broj transpondera čiji je zadatak da prime visokofrekvenčne modulisane signale, emitovane sa zemaljskih emisionih stanica, pojačaju ih i na drugoj frekvenciji emituju ka Zemlji. Transponderi današnjih satelita namenjeni TV transmisiji su definisani sa frekventnim opsegom od 36 MHz ili 72 MHz. U Evropi se za distribuciju TV signala koristi Ku opseg (11.7 - 12.2 GHz). Njegova karakteristika je ta da daje vrlo jak signal ali na relativno maloj teritoriji. Ta osobina iskorišćena je za promovisanje tzv. manjih

offset antena (od 60 do 90 cm) koje se veoma lako postavljaju i koriste kombinovani univerzalni LNB konvertor [2], [3].

Teorijski gledano, ako bi predajna antena na satelitskom predajniku emitovala podjednako u svim pravcima, ona bi mogla da pokriva oko 40% Zemljine površine. Međutim, predajna antena na satelitu ne emituje podjednako u svim pravcima, već je usmerena na užu oblast što predstavlja tzv. servisnu zonu (footprint) određenog transpordera na komunikacionom satelitu. Koristeći usmerenost predajne antene na satelitu, postiže se da se elektromagnetni talasi ne šalju svuda, čak i tamo gde su nepotrebni, već da se šalju prema području za koje je namenjeno emitovanje signala sa satelita. Time se jednovremeno štedi energija, te se sa raspoloživom snagom predajnika postiže znatno bolji prijem u zoni pokrivanja, na račun slabijeg prijema van zone pokrivanja. Snaga prijemnog signala na mestu prijema najčešće se daje u dBW, npr. 36 dBW, i obelžava se sa EIRP (Effective Isotropic Radiated Power). Jedan satelit može emitovati signal u više različitih band-ova i može imati više različitih zona pokrivanja (footprint-ova) [4].

Multipleks (MUX) je složen signal formiran od više različitih signala, istih ili različitih formata, kombinovanih sa određenim informacijama, kako bi doprineo uštedi kapaciteta prenosnog medijuma. Satelitski multipleks može sadržati SDTV (Standard Definition Television), HDTV (High Definition Television) i UHDTV (Ultra High Definition Television) kanale u MPEG-2 (Moving Picture Experts Group), MPEG-4 (H.264) ili HEVC (High Efficiency Video Coding) tj. H.265 kompresionom formatu, kao i radio kanale [5], [6].

Bitski protok (Bitrate) predstavlja broj bitova audio i video signala (u ovom slučaju TV signala) u jedinici vremena (Kbit/s, Mbit/s). Protok simbola (Symbol Rate - SR) je promena simbola u jedinicu vremena, odnosno promena signala tokom prenosa koristeći različite digitalne modulacije ili linijsko kodovanje. Ograničena je širinom frekvencijskog opsega satelita. Jedinica je Mega Simbol u sekundi (MS/s) [5].

U zavisnosti od primenjene kompresije, kvaliteta i rezolucije, koriste se različiti bitski protoci. U Tabeli 1 dat je potreban bitski protok pilikom različitih rezolucija i komprezija [5].

TABELA I. POTREBAN BITSKI PROTOK

Kompresija	Rezolucija	Bitski protok /Mbit/s/
MPEG-2	SDTV	2 – 5
	HDTV	15 – 20
MPEG-4	SDTV	1.5 – 2
	HDTV	4 – 8
	UHDTV	25 – 35
HEVC	SDTV	0.5 – 0.75
	HDTV	1 – 3
	UHDTV	10 – 15

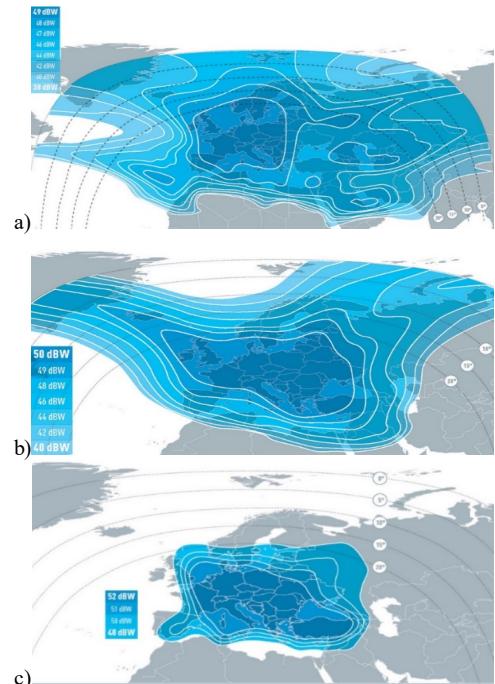
Kada digitalni prijemnik prima informacije od satelita, ne može poslati povratnu informaciju koja pokazuje da li je primljeni signal prihvaćen sa greškom ili ne. Zbog toga je uspostavljen kodni količnik (Forward Error Correction - FEC). Sa satelitskog transpoderu stiže signal zajedno sa greškom, ako prijemnik ne uspe da primi signal bez greške, on ima mogućnost da koristeći dodatne informacije tu grešku ispravi na vreme [5].

DVB-S (Digital Video Broadcasting - Satellite) je najstariji DVB standard koji je usvojen 1994. godine od strane Evropskog instituta za telekomunikacione standard (European Telecommunications Standards Institute - ETSI). U pitanju je satelitski prenos digitalizovanog audio i video sadržaja pomoću sistema geostacionarnih satelita i odgovarajućih prijemnika. Druga generacija ovog standarda - DVB-S2 ima veći kapacitet, koristi efikasnije modulacije i kompresiju. DVB-S2 donosi oko 30% bolje performanse u odnosu na DVB-S što pruža mogućnost da se HDTV program emituje sa istim protokom koji je pre bio potreban za SDTV [2], [7], [8].

II. MODEL SISTEMA

U ovom radu urađena je analiza bitskog protoka transpoderu satelita Eutelsat 16A koji se nalazi na satelitskoj poziciji 16°E. Ovo je u poslednjih 15 godina najpopularnija satelitska pozicija za zemlje Zapadnog Balkana (Srbija, Bosna i Hercegovina, Severna Makedonija, Hrvatska, Slovenija i Albanija). Ovaj satelit koriste mnoge DTH (Direct to Home) platforme i provajderi za emitovanje TV programa do krajnjih korisnika: Total TV, Max TV, A1 Hrvatska, DigitAlb, Tring, Odašiljači i Veze (OIV), Team Media i drugi [9], [10].

Na Sl. 2 data je servisna zona (footprint), odnosno pokrivenost i jačina signala za Ku opseg satelita Eutelsat 16A.



Slika 2. Servisna zona satelita Eutelsat 16A: a) Evropa A, b) Evropa B, c) Evropa C.

Na ovom satelitu nalazi se 509 SDTV kanala, 199 HDTV kanala, jedan 4K kanal i 78 audio kanala, od kojih je više od 80% namenjeno zemljama Zapadnog Balkana. U Tabeli 2 dat je pregled kanala koji se nalaze na ovom satelitu za svaki transponder, kao i njegove tehničke karakteristike za prijem: frekvencija, polarizacija, standard, modulacija, kodni količnik i bitski protok. Iz datih podataka može se videti kako parametri utiču na bitski protok.

TABELA II. PREGLED TRANSPONDERA NA SATELITU EUTELSAT 16A

Tr.	Frek./Pol	St.	Mod.	SR	FEC	BP	SD	HD
A01	10721 H	S	QPSK	27500	3/4	34.9	4	0
A03	10762 H	S2	8PSK	30000	3/5	52.2	11	8
A05	10804 H	S2	8PSK	29950	2/3	58.0	14	3
A07	10845 H	S2	8PSK	30000	3/5	52.2	10	9
A09	10887 H	S2	8PSK	30000	3/5	58.0	14	11
A11	10928 H	S2	8PSK	30000	3/5	52.2	10	4
B02	10972 V	S2	8PSK	27500	3/5	48.9	16	3
B02	11011 V	S2	8PSK	27500	3/5	48.9	8	1
B04	11055 V	S2	8PSK	27500	4/5	43.6	4	8
B04	11094 V	S2	8PSK	27500	4/5	43.6	18	10
B06	11131 V	S2	8PSK	16593	2/3	32.1	6	1
B06	11151 V	S2	8PSK	14375	3/5	43.6	16	0
B06	11178 V	S2	8PSK	30000	3/5	53.4	30	0
C01	11221 H	S2	8PSK	30000	3/5	53.4	4	9
C02	11231 V	S2	8PSK	42000	4/5	66.7	22	2
C03	11262 H	S2	8PSK	30000	2/3	58.1	2	3
C04	11283 V	S2	8PSK	30000	2/3	59.4	13	15
C05	11303 H	S2	8PSK	30000	2/3	58.1	12	4
C06	11324 V	S2	8PSK	30000	2/3	59.4	4	9
C07	11345 H	S2	8PSK	30000	3/4	41.5	4	0
C08	11366 V	S2	8PSK	30000	2/3	59.4	9	8
C09	11387 H	S2	8PSK	30000	3/5	53.4	20	1
C10	11400 V	S2	8PSK	13846	3/4	30.9	16	2
C10	11427 V	S2	8PSK	27500	2/3	54.5	18	10
D01	11471 H	S2	8PSK	30000	3/4	66.8	19	6
D02	11471 V	S2	8PSK	30000	5/6	74.4	20	10
D03	11512 H	S2	8PSK	30000	3/4	65.3	18	4
D04	11512 V	S2	8PSK	39950	2/3	58.0	5	2
D05	11554 H	S2	8PSK	30000	3/4	66.8	14	6
D06	11554 V	S2	8PSK	30000	5/6	74.4	33	6
D07	11595 H	S2	8PSK	30000	3/4	65.3	16	4
D08	11595 V	S2	8PSK	30000	5/6	74.4	0	1

D9	11637 V	S2	8PSK	30000	2/3	58.1	7	0
D09	11637 H	S2	8PSK	30000	5/6	74.4	18	12
D11	11678 H	S2	8PSK	30000	3/4	65.3	24	2
F02	12541 V	S2	QPSK	19970	3/4	29.7	4	5
F02	12564 V	S	QPSK	3617	3/4	5.0	1	0
F04	12593 V	S	QPSK	2500	3/4	3.07	1	0
F03	12604 H	S2	QPSK	30000	3/4	43.6	19	4
F03	12640 H	S2	8PSK	10833	3/5	19.3	4	2
F04	12643 V	S2	8PSK	27500	2/3	53.2	16	0
F03	12654 H	S	QPSK	11111	2/3	13.7	3	0
F03	12660 H	S2	QPSK	2222	5/6	3.6	0	2
F05	12694 H	S2	QPSK	2220	5/6	3.2	1	0
F05	12699 H	S	QPSK	9880	2/3	12.1	4	2
F05	12717 H	S2	QPSK	7500	3/4	11.2	4	0
F05	12739 H	S	QPSK	2255	3/4	3.1	1	0

Tr. – Transponder, Frek – Frekvencija, Pol. – Polarizacija, St. Standard, Mod. – Modulacija, BP – Bitski protok

Najveći broj transpondera koristi DVB-S2 standard, dok znatno manji broj transpondera koristi DVB-S standard, za koje se može očekivati da u skorije vreme pređu na DVB-S2 emitovanje. Time bi se dodatno uštedeo kapacitet transpondera u pogledu bitskog protoka za 30% i time uvećao broj TV kanala u SDTV i HDTV formatu, i omogućilo više prostora za emitovanje kanala u 4K formatu.

Analiza parametara i bitskog protoka transpondera uređena je pomoću uređaja DiviCatch RF-S/S2 i softverskog alata DiviSuite [11].

III. REZULTATII DISKUSIJA

U Tabeli 3 dat je pregled broja TV kanala na transponderima za određni standard, modulaciju i kompresiju. Takođe, predstavljen je i prosečan bitski protok za SDTV i HDTV kanale. Iz Tabela 3 može se videti da je zastupljeniji DVB-S2 standard i MPEG-4 kompresija i da najveći broj kanala koristi 8PSK modulacionu tehniku. U DVB-S standardu na ovom satelitu se ne emituju HDTV kanali. Upoređujući prosečan bitski protok iz Tabele 3 i potreban bitski protok iz Tabele 1 može se videti da je uglavnom prosečan bitski protok u definisanim granicama. Međutim, prikazan je prosečan bitski protok što nije uvek objektivan parametar za predstavljanje, iz razloga što se kod DVB-S2 standarda uglavnom koristi promenljiv bitski protok a koji zavisi od sadržaja slike, odnosno od njene kompleksnosti.

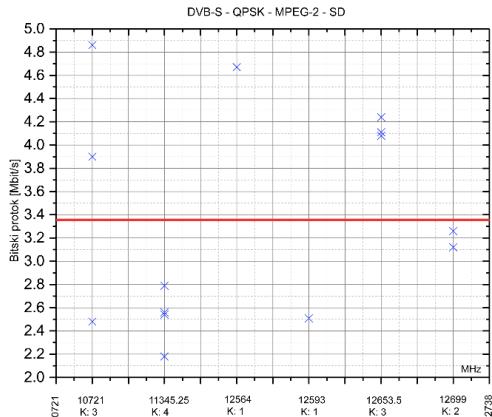
Kako bi verodostojnije prikazali bitski protok svakog kanala i koliko odstupaju od njihove prosečne vrednosti na Sl. 3, Sl. 4, Sl. 5 i Sl. 6, Sl. 7, Sl. 8, Sl. 9, Sl. 10, Sl. 11, Sl. 12 date su vrednosti bitskog protoka pojedinačnog SDTV i HDTV kanala za različite standarde, modulacione tehnike i kompresione standarde. Na x-osi date su frekvencije transpondera i broj kanala na njima dok je crvenom linijom označen prosečan bitski protok ovih kanala.

TABELA III. BROJ SDT V I HDTV KANALA I PROSEČAN BITSKI PROTOK ZA SATELIT EUTELSAT 16A

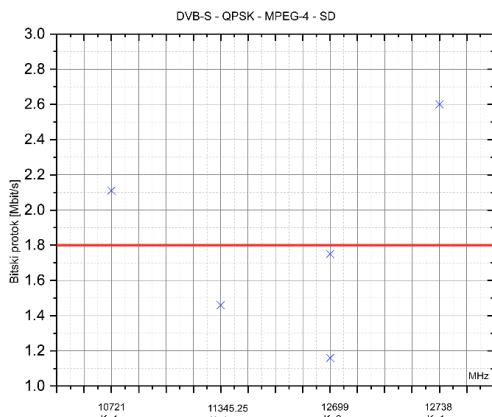
St.	Mod.	Komp.	SDTV		HDTV	
			Broj kanala	Prosečan BP	Broj kanala	Prosečan BP
S	QPSK	MPEG-2	14	3.38	0	0
		MPEG-4	5	1.81	0	0
S2	QPSK	MPEG-2	0	0	0	0
		MPEG-4	31	1.98	17	3.58
		HEVC	2	0.75	0	0
	8PSK	MPEG-2	2	4.29	0	0
		MPEG-4	437	1.94	172	4.67
		HEVC	18	0.99	10	1.72

St. Standard, Mod. – Modulacija, Komp. – Kompresija, BP – Bitski protok

Obzirom na to da u DVB-S standardu postoje samo SDTV kanali, za veći broj tih kanala koristi se MPEG-2 kompresioni standard, što se može videti sa Sl. 3 i Sl. 4. Takođe, vidi se da je kod MPEG-2 kompresije za SDTV kanale utrošen veliki bitski protok i upoređujući sa Sl. 4, može se videti da korišćenjem MPEG-4 kompresionog standarda, za istu rezoluciju može se utrošiti mnogo manje bitskog protoka.

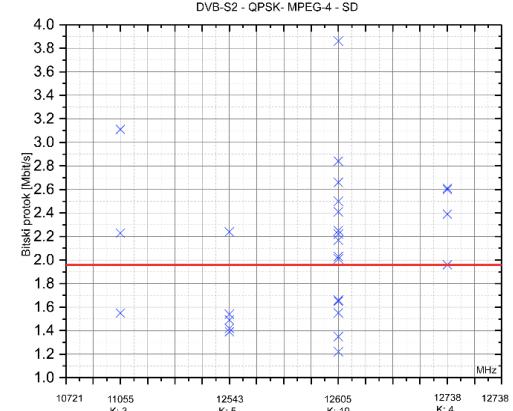


Slika 3. Bitski protok SDTV kanala za DVB-S standard, QPSK modulaciju i MPEG-2 kompresiju.

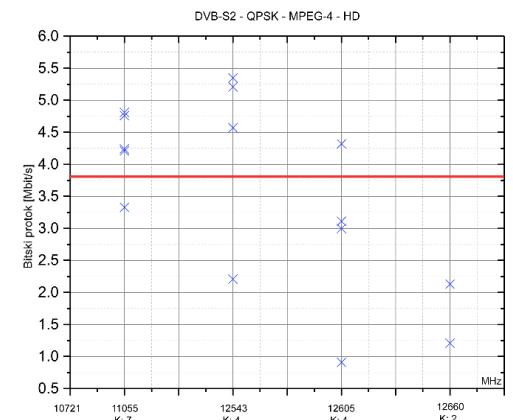


Slika 4. Bitski protok SDTV kanala za DVB-S standard, QPSK modulaciju i MPEG-4 kompresiju.

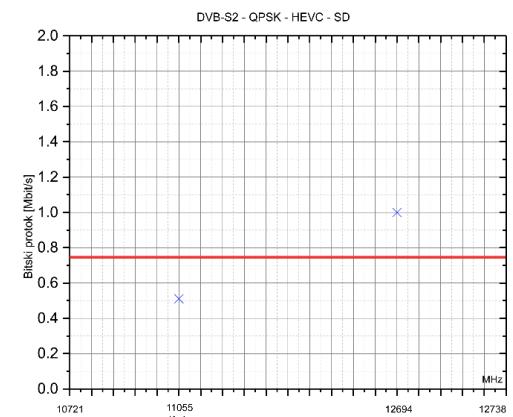
Na Sl. 5, Sl. 6 i Sl. 7 prikazani su bitski protoci TV kanala kada je korišćen DVB-S2 standard i QPSK modulacija pri korišćenju MPEG-4 kompresione tehnike za SDTV i HDTV formate i HEVC za SDTV formate, respektivno. Korišćenjem QPSK modulacije u DVB-S2 standardu HEVC kompresiju koriste samo dva TV kanala SDTV formata. Sa Sl. 7 može se videti da je za njih utrošen prosečan bitski protok svega oko 0.75 Mbit/s.



Slika 5. Bitski protok SDTV kanala za DVB-S2 standard, QPSK modulaciju i MPEG-4 kompresiju.

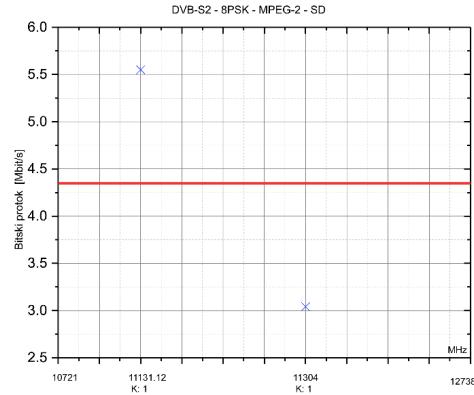


Slika 6. Bitski protok HDTV kanala za DVB-S2 standard, QPSK modulaciju i MPEG-4 kompresiju.

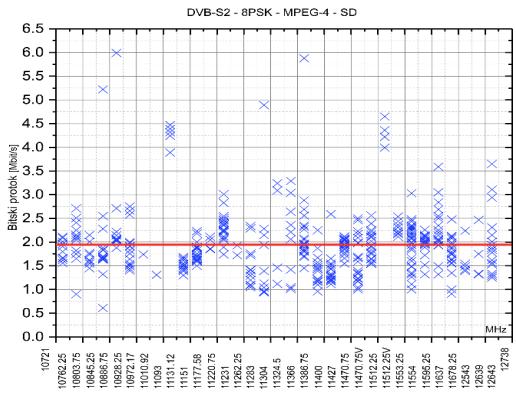


Slika 7. Bitski protok SDTV kanala za DVB-S2 standard, QPSK modulaciju i HEVC kompresiju.

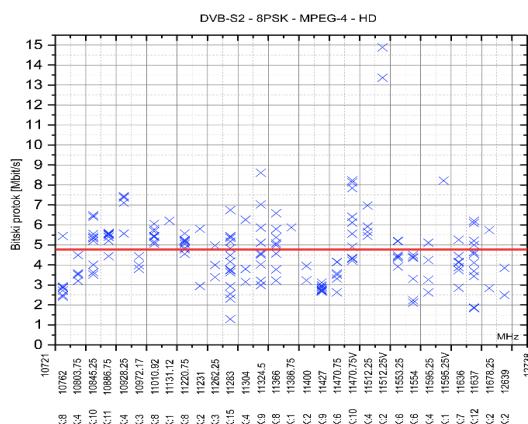
Na Sl. 8, Sl. 9, Sl. 10, Sl. 11 i Sl. 12 prikazan je bitski protok kada je korišćena 8PSK modulacija. Na Sl. 8 se može videti da samo dva TV kanala koriste MPEG-2 kompresiju za SDTV formate. Na Sl. 11 i Sl. 12 korišćena je HEVC kompresija za SDTV i HDTV kanale, međutim, može se videti da se ovi kanali nalaze samo na jednom transponderu. Takođe, prednost HEVC kompresije i 8PSK se vidi u malom bitskom protoku ukoliko se poredi sa primerima kada je korišćena QPSK modulacija (Sl. 7).



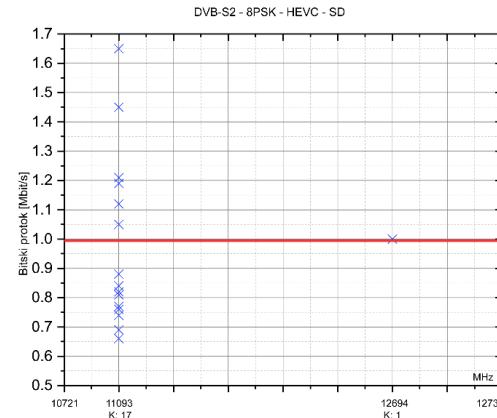
Slika 8. Bitski protok SDT V kanala za DVB-S2 standard, 8PSK modulaciju i MPEG-2 kompresiju.



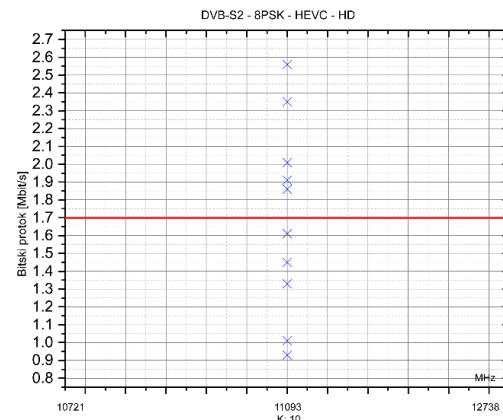
Slika 9. Bitski protok SDTV kanala za DVB-S2 standard, 8PSK modulaciju i MPEG-4 kompresiju.



Slika 10. Bitski protok HDTV kanala za DVB-S2 standard, 8PSK modulaciju i MPEG-4 kompresiju.



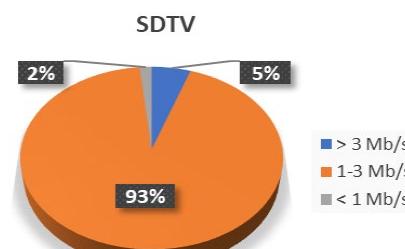
Slika 11. Bitski protok SDT V kanala za DVB-S2 standard, 8PSK modulaciju i HEVC kompresiju.



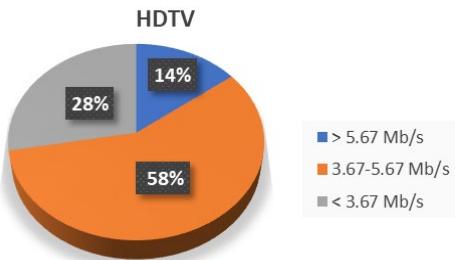
Slika 12. Bitski protok HDTV kanala za DVB-S2 standard, 8PSK modulaciju i HEVC kompresiju.

Može se videte da je najzastupljenija 8PSK modulacija i MPEG-4 kompresija, kako za SDTV formate, tako i za HDTV formate (Sl. 9 i Sl. 10).

Prosečna vrednost bitskog protoka ne predstavlja uvek verodostojan parameter za procenu utrošenog bitskog protoka. Iz tog razloga predstavljeni su pojedinačni bitski protoci svakog TV kanala. Koliki broj TV kanala odstupa od prosečne bitske vrednosti (Sl. 9 i Sl. 10) pri korišćenju 8PSK modulacije i MPEG-4 kompresije za SDTV i HDTV kanale, prikazano je na Sl. 13 i Sl. 14, respektivno. Za SDTV i HDTV formate formirane su tri granice kako bi se procentualno predstavilo koliki broj TV kanala je blizu prosečne vrednosti (srednja granica), koliko prelazi tu vrednost (gornja granica) i koliko je ispod te vrednosti (donja granica).



Slika 13. Udeo odstupanja TV kanala u odnosu na prosečan bitski protok za SDTV formate.



Slika 14. Udeo odstupanja TV kanala u odnosu na prosečan bitski protok za HDTV formate.

Na Sl. 13 se može videti da je 93% u srednjoj granici, a da je samo 2% ispod donje granice. Ukoliko se uporedi sa vrednostima iz Tabele 1, provajder su za veći broj TV kanala utrošili preporučeni bitski protok. Za HDTV format, situacija je znatno drugačija. U srednjoj granici je 58% TV kanala, dok je ispod granice čak 28%. Obzirom na vrednosti iz Tabele 1 u kojoj za ove parametre je predviđeno 4-8 Mbit/s, provajder su za 28% TV kanala utrošili manje bitskog protoka od 3.67 Mbit/s, iako je preporučen minimalni bitski protok od 4 Mbit/s.

IV. ZAKLJUČAK

U ovom radu urađena je analiza bitskog protoka transpondera koji se nalazi na satelitu Eutelsat 16A. Na osnovu dobijenih rezultata, koji su prikazani tabelarno i grafički može se videti da je za DVB-S standard korišćena MPEG-2 i MPEG-4 kompresija i da se emituju samo SDTV kanali, dok HDTV kanala nema. Modulaciona tehnika QPSK je u DVB-S2 stanadru korišćena za manji broj TV kanala, dok je 8PSK modulacija najzastupljenija. Korišćenjem ove modulacije i MPEG-4 kompresije na ovom satelitu se nalazi 437 SDTV i 172 HDTV kanala od ukupnih 509 TV kanala. Analiza pokazuje da je 80% od ukupnog broja TV kanala namenjeno zemljama Zapadnog Balkana.

Marta 2014. godine predstavljen je DVB-S2X standard i to kao proširenje standarda DVB-S2 kako bi se unapredila spektralna iskorišćenost od 20% do 51% u poređenju sa DVB-S2 za DTH mreže. Novi standard donosi i nova poboljšanja koja se ogledaju u većim kombinacijama različitih vrednosti FEC-a i modulacionih šema kao što su 64, 126 i 256 APSK (Amplitude Phase Shift Keying) čime se može postići bolja efikasnost i do 51% u poređenju sa DVB-S2 [7], [12].

Ovaj rad pruža dobru osnovu za analizu bazirajući se na to, može se izračunati i istražiti koliko će se bitskog protoka uštetiti ako se izvrši prelazak emitovanja kanala DVB-S u DVB-S2, kao i u DVB-S2X, sve to koristeći HEVC kompresiju.

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] NHK Television, link: <https://www.nhk.or.jp/bs4k8k/eng/about8k/>, pristupljeno 14.01.2020
- [2] B. Jakšić, M. Petrović, P. Spalević, B. Milosavljević, and M. Smilic, "Direct-to-Home Television Services in Europe," Proceedings of the 3rd International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research - SINTERZA, Belgrade, Serbia, pp. 237-245, 2016. DOI: 10.15308/Sinterza-2016-237-245.
- [3] M. C. Valenti, *Modem Digital Satellite Television: How It Works*. USA: West Virginia University, 2011.
- [4] K. Dervić, *Praktikum kablovske televizije*. Crna Gora: Kesatnet, 2005.
- [5] P. L. Spalević, B. S. Jakšić, I. Milovanović, M. Veinović, and M. B. Petrović, "Influence of the parameters of the DVB-S/S2 standards on the capacity of a satellite transponder," Proceedings of 13th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications - TELSIKS, Niš, Serbia, pp. 65-68. DOI: 10.1109/TELSKS.2017.8246229
- [6] M. Petrović, B. Jakšić, P. Spalević, I. Milošević, and Lj. Lazić, "The development of digital satellite television in countries of the former Yugoslavia," Technical Gazette, vol. 21, no. 4, pp. 881-887, 2014.
- [7] A. B. Ali Bachir, M. Zhour, and M. Ahmed, "Modeling and Design of a DVB-S2X system," 5th International Conference on Optimization and Applications - ICOA, Kenitra, Morocco, pp. 1-5, 2019. DOI: 10.1109/ICOA.2019.8727700
- [8] R. Rinaldo, M. Vazquez-Castro, and A. Morello, "DVB-S2 ACM modes for IP and MPEG unicast applications," International journal Satellite Communications Networking, vol. 22, no. 3, 367-399, 2004.
- [9] Lyngsat, link: <https://www.lyngsat.com/>, pristupljeno 14.01.2020.
- [10] B. Jakšić, M. Petrović, P. Spalević, R. Ivković, and A. Marković, "Deset godina satelitske HDTV u Evropi," Zbornik radova XIII međunarodnog naučno-stručnog simpozijuma INFOTEH 2014, Jahorina, Bosna i Hercegovina, pp. 435-440, 2014.
- [11] Test-tree, DVB-S/S2 Professional RF Receiver, link: <https://www.test-tree.com/product/dvb-s-dvb-s2-professional-rf-receiver/>, pristupljeno 17.01.2020.
- [12] K. Willems, *DVB-S2X Demystified*, Technical Report. Newtec, 2014.

ABSTRACT

This paper analyzes the bit rate of transponders for satellite television. The analysis was performed for the Eutelsat 16A satellite located at 16°E (east) using a DiviCatch device and the DiviSuite software package. More than 80% of TV channels on this satellite are aired for Western Balkans countries. The overview of transponders, technical parameters and number of SDTV and HDTV channels is given in the table. The results obtained are graphically presented for the average bit rates and bit rates of individual TV channels. The results show that the largest number of SDTV and HDTV channels are broadcasting in DVB-S2 standard using MPEG-4 compression and 8PSK modulation technique. The analysis shows that providers during transmission of HDTV channels are using even 28% lower bit rate than the required minimum, while the channels of SDTV are to 2% lower bit rate.

ANALYSIS OF TRANSPONDER BIT RATE FOR SATELLITE TELEVISION

Vladimir Maksimović, Branimir Jakšić, Mirko Milošević,
Mile Petrović, Petar Spalević