

Sistemi emitovanja i standardi satelitske televizijske transmisije u Evropi

BRANIMIR S. JAKŠIĆ, Univerzitet u Prištini,

Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

VLADIMIR D. MAKSIMOVIĆ, Univerzitet u Prištini,

Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

JELENA M. TODOROVIĆ, Univerzitet u Prištini,

Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

MILE M. SPALEVIĆ, Univerzitet u Prištini,

Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

PETAR LJ. SPALEVIĆ, Univerzitet u Prištini,

Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica

Pregledni rad

UDC: 621.397.2:629.783(4)

DOI: 10.5937/tehnika1806827J

U ovom radu su razmatrane karakteristike satelitske televizijske transmisije u regionu Evrope. Dat je pregled razvoja satelitske televizije kroz karakteristike: sistemi emitovanja - analogni i digitalni (SDTV, HDTV, UHD TV), frekvencijski opseg (C, Ku, Ka), standardi za emitovanje (DVB-S, DVB-S2), dostupnost TV servisa u formi Free-to-air (FTA) i PAY TV, kao i dostupnost TV servisa prema satelitskim pozicijama. Takođe, dati su podaci koji se odnose na pružaoce satelitske TV transmisije. Prikupljeni podaci su predstavljeni tabelarno i grafički za period od 1996. do 2018. godine. Na osnovu prikazanih rezultata izvršena je analiza razvoja satelitske televizijske transmisije na osnovu karakteristika emitovanja.

Ključne reči: satelit, C opseg, Ku opseg, DVB-S, SDTV, HDTV, UHD TV, FTA, PAY

1. UVOD

Distribucija televizijskog signala sa pratećim servisima do krajnjih korisnika se isporučuje kroz različite platforme: satelitska, zemaljska, kablovska i IPTV (Internet Protocol Television). Za razliku od drugih oblika distribucije TV signala, korišćenje satelita ima značajne prednosti za emitovanje i distribuciju TV programa, koje se ogledaju u velikoj zoni pokrivanja teritorije, nepotrebnoj izgradnji mreže predajnika i repetitora, mogućnosti prenosa većeg broja kanala istim satelitom, međusobnom povezivanju udaljenih TV studija, mogućnošću međunarodnih prenosa i razmene programa [1]. Zbog mnogo većeg tehničkog kapaciteta u odnosu na druge oblike transmisija, satelitska transmisija bila je idealna za razvoj HDTV (High Definition Television). Nedostaci satelitskog TV prenosa se mogu ogledati u slabljenju TV signala usled

solarnih geomagnetskih bura i usled ekstremno loših vremenskih prilika.

Na jednoj poziciji može se nalaziti jedan satelit ili više njih koji su grupisani na tom mestu. Pozicije satelita u geostacionarnoj orbiti označavaju se stepenima ($^{\circ}$) u odnosu na grinički meridijan (0°). Sateliti istočno pozicionirani od Griniča, pored broja stepeni, imaju oznaku E (east), a zapadno pozicionirani oznaku W (west) [2, 3].

Tabela 1. Frekvencijski opsezi za satelitsku TV

Band	Frekvencijski opseg (GHz)	
	Downlink	Uplink
C	3.70 - 4.20	5.925 - 6.425
Ku	10.70 - 12.75	14.0 - 14.5
Ka	17.7 - 21.2	27.5 - 31.0

TV signali prenose se do zemaljske satelitske stanice odakle se distribuiraju uplink frekvencijama prema satelitu. Signali koji dospeju do satelita idu u upravljačku jedinicu transpondera gde se obrađuju, pojačavaju, pretvaraju u opseg downlink frekvencija.

Adresa autora: Branimir Jakšić, Univerzitet u Prištini, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Kneza Miloša 7

e-mail: branimir.jaksic@pr.ac.rs

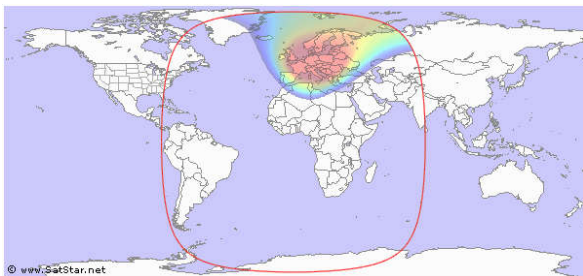
Rad primljen: 21.09.2018.

Rad prihvaćen: 06.12.2018.

Nakon toga se takvi signali usmeravaju antenom prema površini Zemlje gde se onda korišćenjem parabolične antene ostvaruje njihov prijem [4, 5]. Frekvencije koje se koriste u satelitskoj TV transmisiji prikazane su u tabeli 1.

Najzastupljeniji opseg za emitovanje satelitskih TV programa je Ku opseg. Njegova karakteristika je da daje vrlo jak signal ali na relativno maloj teritoriji. Za razliku od Ku opsega, C opseg pokriva znatno veći deo površine, ali sa znatno slabijim signalom, tako da je za prijem signala iz C opsega potrebna antena od minimalno 3 metra u prečniku. C opseg je kao preteča Ku opsegu zastupljen na svim kontinentima, a najmanje ga ima u Evropi [6]. Osim ova dva opsega, za distribuciju TV programa koristi se i Ka opseg koji je zastupljen u USA za neke DTH (Direct-To-Home) usluge [7]. DTH tehnologija se odnosi na proces emitovanja satelitskog TV signala i drugih servisa koji su namenjeni isključivo za kućni prijem sa personalnim antenama.

Predajna antena na satelitu ne emituje podjednako signal u svim pravcima, već je usmerena na užu oblast što predstavlja tzv. servisnu zonu (footprint) određenog transpondera na komunikacionom satelitu. Na slici 1 dat je footprint satelita koji pokriva region Evrope [8]. Region Australija, Azija i Rusija pokrivaju sateliti na satelitskim pozicijama od 180° E do 73° E, regione Evropa i Afrika od 73° E do 61° W i regione Severna Amerika i Južna Amerika od 61° W do 160° W [9].



Slika 1 - Footprint satelita u Ku opsegu za region Evropa

U ovom radu razmatrana je satelitska TV transmisija za region Evrope koji uključuje i područje Severne Afrike i Bliskog istoka. Cilj rada je da se kroz broj TV servisa predstavi kakav je bio trend razvoja satelitske televizije u Evropi u pogledu sistema emitovanja (analogni i digitalni), frekvencijskog opsega (C, Ku, Ka), standarda za emitovanje (DVB-S, DVB-S2), dostupnosti TV servisa u formi slobodne i plaćene TV, kao i dostupnosti TV servisa prema satelitskim pozicijama.

2. METODOLOGIJA

Podaci predstavljeni u ovom radu su prikupljeni sa web stranica: Lyngsat [9], N2YO [17], SatBeams [18]

i TBS Satellite [19] koji se svakodnevno ažuriraju podacima o sadržaju satelitskih transpondera. Pružaju podatke o TV i radio kanalima, tipu emitovanja (analogni i digitalni), DVB-S standardima, tipu kodiranja, kompresionim standardima, kao i o neophodnim parametrima za prijem TV signala. Preko navedenih sajtova moguće prikupiti podatke za svaki satelit na različitoj orbitalnoj poziciji.

Kako bi se prikupili podaci za prethodne periode korišćen je servis Wayback Machine (<https://web.archive.org/>) preko kojeg je moguće pristupiti sadržaju web stranice u periodu od 1996. godine do danas. Podaci su prikupljeni za svaku godinu od 1996. Podaci se odnose na 31. decembar za svaku godinu, osim za 2018. gde se stanje odnosi na 1. septembar.

Podaci su razvrstani u nekoliko kategorija:

- prema sistemu emitovanja (analogni, digitalni SDTV, HDTV i UHD TV);
- prema frekvencijskom opsegu emitovanja (C opseg, Ku opseg);
- prema digitalnom standardu emitovanja (DVB-S i DVB-S2);
- prema tipu emitovanja (slobodno ili kodirano);
- prema orbitalnoj poziciji satelita sa kojeg se emituje TV signal;
- prema pripadnosti satelitskoj kompaniji za emitovanje.

3. SISTEMI EMITOVANJA I REZOLUCIJA

Prvi satelitski televizijski prenos je bio u analognom formatu. Osnovna karakteristika analogne distribucije je da je jedan TV kanal koristio jednu frekvenciju, odnosno jedan satelitski transponder. Ovakav način distribucije je imao za posledicu emitovanje manjeg broja TV kanala u odnosu na digitalni prenos [10]. Za razliku od analognog, digitalni prenos signala omogućava veći broj programa uz digitalni kvalitet slike i tona. Dolaskom digitalne tehnologije, broj slobodnih frekvencija na jednom transponderu se znatno povećao, a sa tim i broj televizijskih i radio kanala, kao i ostalih vidova komunikacije, znatno je povećan [11]. Ovo je za posledicu imalo direktan uticaj na razvoj DTH usluga [12].

Razvojem digitalnih telekomunikacija omogućeno je pored standardne digitalne TV (SDTV - Standard Definition Television) korišćenje i televizije visoke rezolucije HDTV. HDTV je tehnologija koja nudi kvalitet slike i zvuka značajno višeg u odnosu na tradicionalne tehnologije prikaza slike i zvuka [13]. Poslednjih godina pored HDTV javlja se prva televizija Ultra visoke definicije (UHDTV - Ultra High Definition Television) koja uključuje 4K UHDTV i 8K UHDTV sa dva puta većim, odnosno četiri puta većim brojem piksela u odnosu na HDTV [14].

Zbog zahteva velikog protoka za prenos televizijskog signala u svojoj nekomprimovanoj formi razvijeno je nekoliko algoritama za kompresiju video signala: MPEG-2 (Moving Picture Experts Group), MPEG-4/H.264 [15] za HDTV i HEVC (High Efficiency

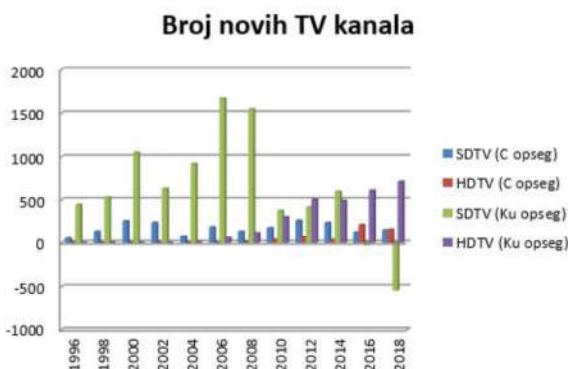
Video Coding)/H.265 [16] za UHDTV. U Tabeli 2 dat je pregled broja TV kanala u Evropi za različite sisteme emitovanja (analogni, digitalni u SDTV, HDTV i UHDTV formatu) kao u različitim opsezima (C, Ku i Ka).

Tabela 2. Broj TV kanala u Evropi

Standard	1996.	1998.	2000.	2002.	2004.	2006.	2008.	2010.	2012.	2014.	2016.	2018.
Analogni (C)	85	79	70	42	34	20	2	0	0	0	0	0
Analogni (Ku)	241	221	203	111	83	57	48	40	0	0	0	0
SDTV (C)	52	191	449	690	772	963	1102	1282	1547	1787	1920	2075
SDTV (Ku)	443	970	2021	2646	3569	5239	6785	7161	7575	8167	8138	7598
SDTV (Ka)	0	0	0	0	0	0	0	0	4	38	38	47
HDTV (C)	0	0	0	0	0	0	3	38	111	144	360	522
HDTV (Ku)	0	0	0	0	6	60	182	487	957	1468	2086	2794
HDTV (Ka)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	2
UHDTV (C)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4
UHDTV (Ku)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	35	45
UHDTV (Ka)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prvi satelitski digitalni TV servisi su započeli sa emitovanjem sredinom devedesetih godina XX veka. Pre toga satelitski TV servisi su isključivo bili analogni. Satelitska TV transmisija je najpre bila namenjena razmeni TV sadržaja između TV kuća sa različitim kontinenta da bi tokom 1980-ih lansiranjem satelita opremljenih transponderima u Ku opsegu započela komercijalna upotreba satelita za distribuciju TV kanala do krajnjih korisnika. Svoj vrhunac analogna satelitska TV je doživela sredinom devedesetih godina prošlog veka, od kada broj analognih TV kanala opada da bi nakon 2010. godine analogno TV emitovanje bili potpuno obustavljeno.

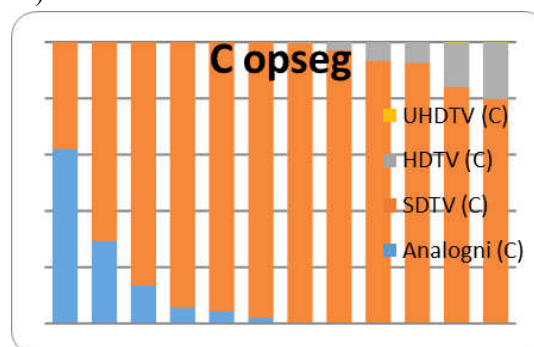
Broj digitalnih servisa je u neprikidnom porastu, najpre, u SDTV formatu, a zatim u HDTV formatu. Od 2014. godine putem satelita su započeli sa emitovanjem i prvi UHDTV kanali. Poslednjih godina je primetna stagnacija SDTV servisa a znatni porast HDTV servisa. Najveći broj TV kanala se emituje u Ku opsegu dok je C i Ka opseg manje zastupljen.



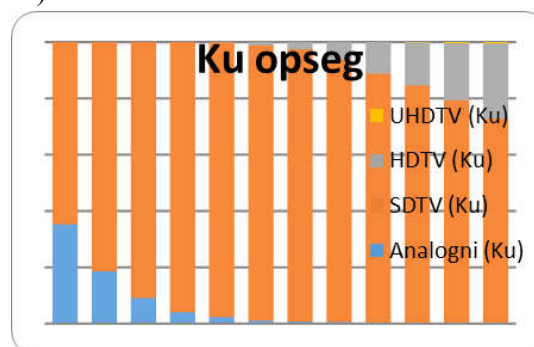
Slika 2 - Broj novih kanala u C i Ku opsegu

Na slici 2 dat je grafik promene broja novih TV kanala u C i Ku opsegu. Broj novih SDTV kanala poslednjih godina se smanjuje, da bi tokom 2018. njihov broj bio znatno umanjen.

a)



b)



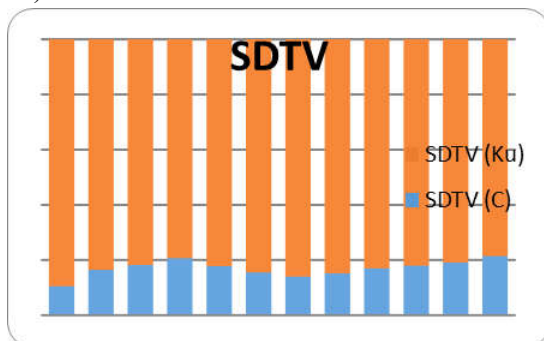
Slika 3 - Udeo analognih i digitalnih SDTV, HDTV i UHDTV kanala u: a) C opsegu i b) Ku opsegu

Na slici 3 dat je udeo u % analognih i digitalnih SDTV, HDTV i u UHDTV kanala u C opsegu i Ku opsegu. Najveći udeo imaju SDTV kanali i u C opsegu

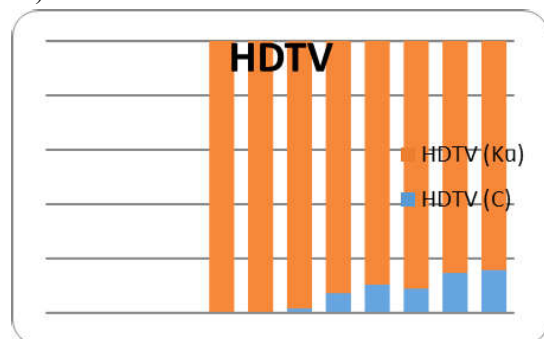
i Ku opsegu. Analogni TV kanali su znatno bili zastupljeniji u C opsegu u odnosu na Ku opseg. HDTV kanali su više zastupljeniji u Ku opsegu. Iz datih podataka se može videti da se zastupljenost SDTV kanala smanjuje u oba opsega i da je povećanje HDTV kanala iz godine u godinu veće.

Na slici 4 dat je udeo u % TV kanala iz C opsega, Ku opsega i Ka opsega u odnosu na ukupan broj SDTV i HDTV kanala. Najviše deo SDTV kanala se emituje u Ku opsegu (više od 80%). Emitovanje HDTV kanala je, takođe, najviše zastupljeno u Ku opsegu (blizu 90%).

a)



b)



Slika 4 - Udeo TV kanala iz C i Ku opsega u odnosu na ukupan broj: a) SDTV i b) HDTV kanala

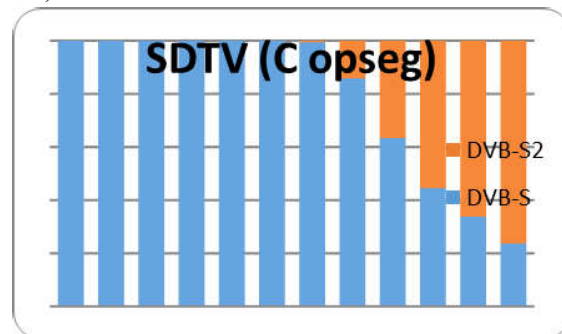
4. STANDARDI ZA EMITOVANJE

U analognoj transmisiji je bilo dostupno nekoliko standarda za emitovanje TV kao što su PAL, SECAM i NTSC [6]. DVB-S (Digital Video Broadcasting – Satellite) je najstariji DVB standard koji je predložen od strane DVB Projekta [20]. Razvijen je tokom 1993. godine. Druga generacija ovog standarda DVB-S2, u poređenju sa DVB-S, donosi oko 30% bolje performanse što u kombinaciji sa MPEG-4 (H.264) kompresijom pruža mogućnost da se HDTV program emituje sa istim protokom koji je pre bio potreban za SDTV [21, 22].

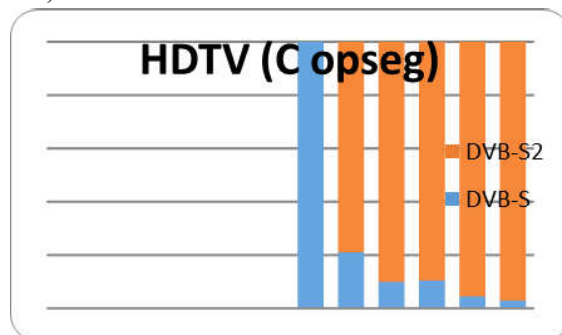
Na slici 5 i slici 6 prikazan je udeo digitalnih standarda emitovanja za SDTV i HDTV u C opsegu i Ku opsegu, respektivno. Za emitovanje SDTV kanala u C i Ku opsegu je bio najzastupljeniji DVB-S standard, da

bi vremenom primat preuzeo DVB-S2 standard. Tokom 2018. godine se blizu 80% SDTV kanala u C opsegu emituje u DVB-S2 standardu, dok u Ku opsegu više od 50%. Za emitovanje HDTV kanala koristi se DVB-S2 standard (više od 95%).

a)

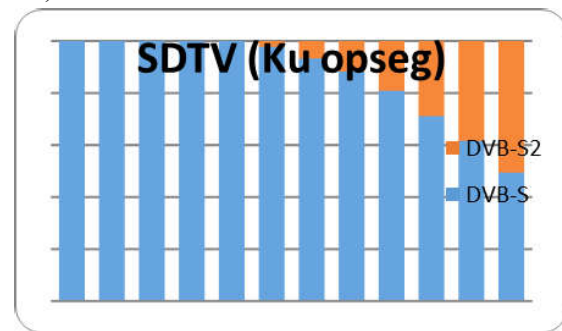


b)

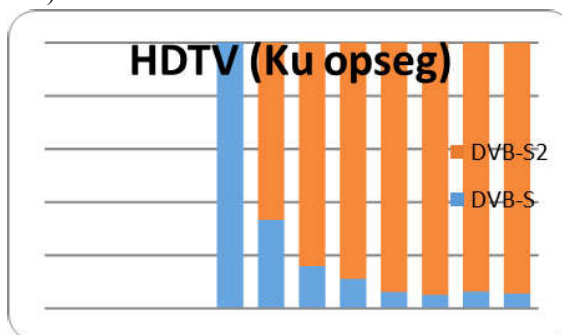


Slika 5 - Udeo digitalnih standarda emitovanja u C opsegu za: a) SDTV i b) HDTV

a)



b)

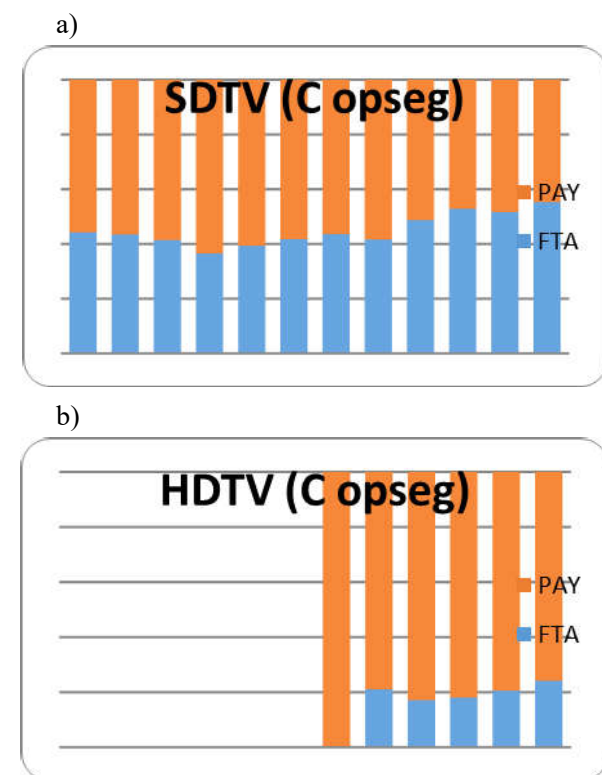


Slika 6 - Udeo digitalnih standarda emitovanja u Ku opsegu za: a) SDTV i b) HDTV

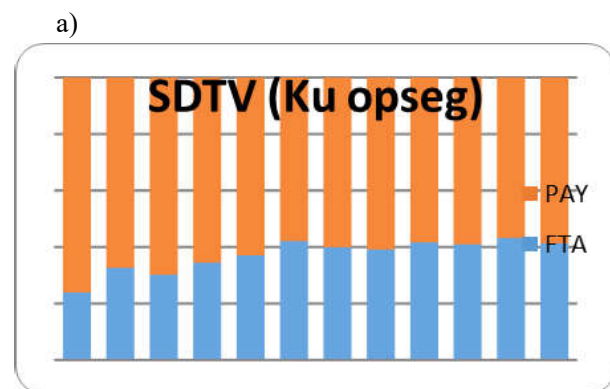
5. SLOBODNA I PLAĆENA TV

TV programi se mogu svrstati u grupu onih koji se mogu slobodno gledati bez plaćanja pretplate - FTA (Free-to-Air) i na grupu kodiranih koji se mogu pratiti samo preko sistema sa dekoderom, što podrazumeva plaćanje - PAY TV. Plaćanje pretplate se realizuje posredstvom kupovine dekoder kartice koja se ubacuje u dekoder.

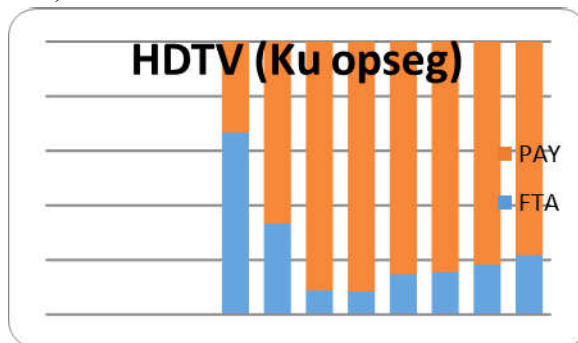
Na slici 7 i slici 8 prikazan je udeo FTA TV i PAY TV za SDTV i HDTV u C opsegu i Ku opsegu, respektivno. Sa datih slika se može videti da je u C opsegu veća zastupljenost FTA SDTV (60%) dok u Ku opsegu FTA SDTV kanala je oko 40%. Većina HDTV kanala i u C opsegu i u Ku opsegu se emituje u formi PAY TV. Procenat FTA HDTV kanala je oko 20%.



Slika 7 - Udeo FTA TV i PAY TV u C opsegu za: a) SDTV i b) HDTV



b)



Slika 8 - Udeo FTA TV i PAY TV u Ku opsegu za: a) SDTV i b) HDTV

6. SATELITSKA TV TRANSMISIJA PREMA SATELITSKIM POZICIJAMA

U tabeli 3 dat je pregled broja HDTV kanala, a u tabeli 4 broj SDTV kanala u Ku opsegu prema satelitskim pozicijama, respektivno.

Tabela 3. Broj HDTV kanala u Ku opsegu

Pozicija	2006.	2008.	2010.	2012.	2014.	2016.	2018.
70.5° E	0	0	0	0	0	0	1
62° E	0	0	0	0	2	3	5
56° E	0	0	0	0	30	28	30
53° E	0	0	0	0	0	3	7
52.5° E	0	0	0	3	3	3	6
52° E	0	0	0	0	0	8	14
46° E	0	0	0	0	7	1	3
45° E	1	1	0	8	14	19	16
42° E	0	4	13	35	75	129	141
40° E	0	0	0	0	0	2	0
39° E	0	3	11	20	27	26	31
36° E	1	8	9	42	66	81	93
33° E	0	0	1	0	0	0	11
31.5° E	0	0	1	10	44	46	52
30.5° E	0	0	2	3	0	3	6
28.2° E	13	32	53	80	106	126	134
26° E	0	3	18	41	88	125	191
23.5° E	6	8	46	61	62	83	100
21.5° E	0	0	0	0	0	1	7
19.2° E	10	23	68	159	240	342	421
16° E	0	7	7	27	52	98	154
13° E	10	26	76	149	172	242	350
10° E	0	0	1	3	3	6	9
9° E	0	16	40	51	84	96	156
7° E	4	7	14	33	45	52	100
5° E	3	6	17	57	52	64	98
3° E	0	0	2	0	3	2	5
0.8° W	7	14	36	48	93	147	208

Pozicija	2006.	2008.	2010.	2012.	2014.	2016.	2018.
4° W	0	7	17	22	40	58	51
5° W	3	3	6	14	30	96	123
7° W	0	0	24	47	87	111	149
8° W	0	0	0	0	4	39	60
12.5° W	0	1	1	5	1	1	3
15° W	0	0	2	3	5	5	4
20° W	0	0	0	0	0	1	2

Pozicija	2006.	2008.	2010.	2012.	2014.	2016.	2018.
22° W	0	0	0	0	1	1	1
24.5° W	0	0	0	0	1	4	0
27.5° W	0	0	3	4	5	6	6
30° W	1	13	19	32	26	28	46
Ukupno	59	182	487	957	1468	2086	2794

Tabela 4. Broj SDTV kanala u Ku opsegu

Pozicija	1996.	1998.	2000.	2002.	2004.	2006.	2008.	2010.	2012.	2014.	2016.	2018.
72° E	0	0	0	0	3	5	3	0	0	0	0	0
70.5° E	0	0	0	0	3	16	2	2	2	0	28	4
68.5° E	21	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66° E	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	1	3
62° E	4	0	2	9	18	25	28	26	41	92	80	87
60° E	0	0	5	0	0	0	0	0	0	7	14	13
57° E	18	31	0	4	4	4	3	5	4	8	3	1
56° E	0	0	0	0	0	0	0	0	8	32	57	64
53° E	0	0	0	7	14	26	36	40	52	43	45	51
52.5° E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	83	111
52° E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
48° E	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46° E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	20	23
45° E	0	0	0	1	4	3	6	81	97	100	120	143
42° E	0	11	23	62	89	178	251	273	351	448	391	295
40° E	0	0	0	4	1	25	29	23	0	0	39	2
39° E	0	0	0	0	42	147	170	214	188	206	214	228
36° E	0	0	49	61	65	141	238	273	348	385	452	497
33° E	0	0	0	0	1	20	50	10	24	10	13	14
31.5° E	0	8	15	0	0	3	36	47	158	193	201	225
30.5° E	0	0	4	11	21	34	26	27	31	0	20	19
28.2° E	18	40	270	400	476	587	660	604	594	634	590	577
26° E	14	15	112	122	149	283	355	388	326	325	426	341
23.5° E	10	65	22	39	78	179	218	225	156	148	129	159
21.5° E	0	1	11	1	2	7	15	20	15	30	22	30
19.2° E	138	257	336	383	463	613	753	662	693	634	513	495
16° E	8	8	22	34	84	188	281	333	337	507	541	566
13° E	115	225	470	554	727	925	1026	963	847	905	784	646
10° E	5	13	13	13	11	20	23	37	44	56	38	34
9° E	0	0	0	0	0	0	144	221	296	268	196	239
7° E	1	1	72	104	98	129	132	142	163	170	173	112
5° E	4	28	71	111	139	227	368	352	302	364	355	355
3° E	0	0	0	0	0	0	0	1	43	51	52	39
1.9° E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
0.8° W	7	65	115	122	257	327	425	606	462	578	523	526
3° W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

Pozicija	1996.	1998.	2000.	2002.	2004.	2006.	2008.	2010.	2012.	2014.	2016.	2018.
4° W	1	16	96	135	177	256	329	343	393	425	343	180
5° W	1	6	9	9	14	23	75	111	138	164	144	112
7° W	0	0	93	181	240	364	466	639	880	774	791	646
8° W	0	0	17	26	39	90	107	44	38	71	320	303
11° W	0	0	3	8	6	3	0	8	25	23	19	16
12.5° W	0	0	1	0	22	36	67	64	45	44	55	55
14° W	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	1
15° W	0	0	18	31	49	42	51	49	40	38	19	13
18° W	19	15	4	6	1	3	7	5	0	0	0	0
20° W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	6
22° W	0	2	2	2	18	15	11	8	8	6	6	5
24.5° W	0	0	0	0	0	3	27	32	27	25	28	8
27.5° W	29	32	6	0	21	7	4	13	11	10	11	11
30° W	26	98	109	185	219	261	331	269	385	279	269	243
31.5° W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
37° W	4	21	9	10	2	0	0	0	0	0	0	0
43.1° W	0	7	9	10	11	21	24	0	0	0	0	0
45° W	0	5	5	1	1	3	3	0	0	0	0	0
Ukupno	443	970	2021	2646	3569	5239	6785	7161	7575	8167	8137	7597

Najveći broj SDTV kanala u Evropi se emituje sa pozicija 13° E, 7° W, 28.2° E, 16° E, 0.8° W, 36° E i 19.2° E, a HDTV kanali sa 19.2° E, 13° E, 0.8° W, 26° E i 9° E. Sa najpopularnijih pozicija 13° E (Eutelsat) i 19.2° E (SES Astra) evidentno je smanjene SDTV kanala, ali uz povećanje HDTV servisa.

7. SATELITSKI TV OPERATERI

U tabeli 5 dat je pregled satelitskih kompanija čiji signali pokrivaju područje Evrope, kao i broj SDTV i HDTV kanala koji se distribuiraju u 2018. godini. Najveći broj satelita je u vlasništvu konzorcijuma Eutelsat koji su raspoređeni na 14 pozicija, a zatim SES Astra koja koristi 8 satelitskih pozicija. Najveći broj SDTV kanala distribuira Eutelsat - 38%, a zatim SES Astra - 24%. Ostali značajni operateri su Telenor, RSCC Kosmicheskiy Svyaz, Arabsat i Intelsat. Takođe, najveći broj HDTV kanala distribuira Eutelsat - 41%, a zatim SES Astra - 29%.

Tabela 5. Pregled satelitskih operatera

Operater	Satelitska pozicija	SD	HD
Eutelsat	70.5° E, 36° E, 33° E, 21.5° E, 16° E, 13° E, 10° E, 9° E, 7° E, 3° E, 5° W, 7° W, 8° W, 12.5° W	2856	1134
SES Astra	57° E, 31.5° E, 28.2° E, 23.5° E, 19.2° E, 5° E, 20° W, 22° W	1823	808
Telenor	0.8° W	494	206

Operater	Satelitska pozicija	SD	HD
RSCC	56° E, 53° E, 40° E, 36° E, 11° W, 14° W	374	73
Arabsat	30.5° E, 26° E	360	197
Intelsat	66° E, 62° E, 60° E, 45° E, 0.8° W, 24.5° W, 27.5° W, 31.5° W	303	29
Turksat	42° E	295	141
Hispasat	30° W	243	46
Helas Sat	39° E	228	31
Nilesat	7° W	201	51
Spacecom	4° W	180	51
YahSat	52.5° E	111	6
Bulgaria Sat	1.9° E	73	0
AzerSpace	46° E	23	3
Türkmen Älem	52° E	15	14
Telstar	15° W	13	4
ABS	3° W	5	0

Satelitske kompanije iznajmljuju satelitske transpondere (frekvencije) TV kućama, DTH kompanijama ili drugim telekomunikacionim kompanijama. Prve, analogne frekvencije su bile izrazito skupe, tako da su samo najprofitabilnije TV kuće mogle iznajmljivati satelitske frekvencije. Uvođenje digitalnih tehnologija za emitovanje i naprednih kompresija video

protoka omogućena je znatna ušteda u kapacitetu satelitskog transpondera, čime su cene zakupa satelitskih frekvencija znatno smanjene što i potvrđuje neprekidan rast satelitskih TV usluga.

8. ZAKLJUČAK

Satelitska TV transmisija je jedan od najzastupljenijih oblika transmisije TV signala do krajnjih korisnika. Tokom 1990-ih godina analogna satelitska TV transmisija je zamenjena naprednim digitalnim sistemima emitovanja. U ovom radu prikazane su karakteristike satelitske digitalne TV sa aspekta broja TV servisa za različite opsege, standarde, formate emitovanja i satelitske pozicije za područje Evrope. Na osnovu izloženih rezultata može se zaključiti da satelitski TV operateri uvećavaju broj TV servisa. Može se primetiti da je u poslednje vreme primetan pad SDTV servisa i da se operateri okreću ka distribuciji servisa u HD formatu. DTH operateri uglavnom koriste Ku opseg za emitovanje TV servisa do krajnjih korisnika pa se broj SDTV i HDTV kanala najviše emituje baš u Ku opsegu. C opseg se uglavnom koristi za pokrivanje većih geografskih područja.

Najpopularnije satelitske pozicije za emitovanje TV kanala u Evropi su 13° E i 19.2° E, na kojima se nalaze sateliti konzorcijuma Eutelsat i SES Astra. Zbog svoje prednosti u iskorišćenju bitskog protoka, sve veći broj TV kanala se emituje korišćenjem DVB-S2 standarda. Tokom 2018. godine započeli su testovi i naprednijeg DVB-S2X standarda tako da se u narednom periodu može očekivati tendencija prelaska na najnoviji standard emitovanja pre svega HDTV kanala kao i još veće povećanje satelitskih TV operatera i broja usluga.

Od 2014. godine započelo je emitovanje TV kanala u UHD TV formatu. Zbog svoje specifičnosti, satelitska transmisija ima veliki potencijal u emitovanju TV kanala u UHD formatu, pre svega zbog većeg frekvencijskog opsega, a samim tim i bitskog protoka u odnosu na druge oblike transmisije. Zato se narednih godina očekuje ekspanzija TV kanala u UHD formatu.

LITERATURA

- [1] Maral G. and Bousquet M, *Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology*, 5th Edition, John Wiley & Sons Ltd., New York, 2009.
- [2] Valenti, MC. *Modern Digital Satellite Television: How It Works*, 2011. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: <http://www.csee.wvu.edu/~mvalenti/documents/USNA2011.pdf>
- [3] Martin D. H, Anderson P. R. and Bartamian L, *Communication Satellites*, 5th Edition, The Aerospace Press, El Segundo, California, 2006.

- [4] Petrovic M, *Televizija*, Faculty of Technical Sciences, Kosovska Mitrovica, 2007.
- [5] Wittig M, Satellite switchboard in the sky: past, present and future, *Elektrotechnik & Informationst.*, Vol. 131, No. 6, pp. 130-149, 2014.
- [6] Wu Y, Hirakawa S, Reimers U. H. and Whitaker J, Overview of Digital Television Development Worldwide, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 94, pp. 8-21, 2006.
- [7] Dulac S. P, Satellite Direct-to-Home, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 94, No. 1, pp. 158-172, 2006.
- [8] TV Satellites. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: <http://www.satstar.net/satellites.html>
- [9] TV Satellites. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: <http://www.lyngsat.com/>
- [10] Alencar M. S, *Digital TV Systems*, Cambridge University Press, UK, 2009.
- [11] Haykin S. *Telecommunication Systems and Technology Vol.1: Analog and digital transmission of data*. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: <http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C05/E6-108-06.pdf>
- [12] Jaksic B, Petrovic M, Spalevic P, Milosavljevic B, Smilic M, Direct-to-Home Television Services in Europe, *Proceedings of International Scientific Conference of IT and Business - Synthesis 2016*, Belgrade, Serbia, pp. 237-245, 2016.
- [13] Jaksic B, Petrovic M, Jaksic K, Milosevic I. and Marinkovic I, Development of satellite high-definition television in Europe, *Current Science*, Vol. 111, No. 6, 1037-1044, 2016.
- [14] Jaksic B, Petrovic M, Milosevic I, Ivkovic R. and Bjelovic S, UHD TV into Terrestrial and Satellite Systems, *Proceedings of International Scientific Conference UNITECH* Gabrovo, Bulgaria, 2015, pp. II112-II118, 2015.
- [15] Pechard S, Carnec M, Callet ML, and Barba D, From SD to HD television: effects of H.264 distortions versus display size on quality of experience, *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing*, Atlanta, USA, pp. 409-412, 2006.
- [16] Cox G, *An Introduction to Ultra HDTV and HEVC*, Report by ATEME, Paris, France, July 2013. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: (http://ateme.com/IMG/pdf/2013_an_introduction_to_uhd_tv_hevc.pdf)
- [17] TV Satellites. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: <http://www.n2yo.com/satellites/?c=34>
- [18] TV Satellites. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: <https://www.satbeams.com/satellites>

- [19] Geostationary telecommunication satellites. [Citirano, 01.09.2018.] Dostupno na: https://www.tbs-satellite.com/tse/online/mis_telecom_geo.html
- [20] European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Digital Video Broadcasting (DVB): Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Terrestrial Television, Sophia Antipolis, France, 2009.
- [21] Mignone V, Vazquez-Castro A, and Stockhammer T. The Future of Satellite TV: The Wide Range of Applications of the DVB-S2 Standard and Perspectives, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 99, No. 11, pp. 1905-1921, 2011.
- [22] Vazquez-Castro A, Vieira F. DVB-S2 full cross-layer design for QoSprovision, *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 50, pp. 128-135, 2012.

SUMMARY

BROADCASTING SYSTEMS AND STANDARDS OF SATELLITE TELEVISION TRANSMISSION IN EUROPE

In this paper the characteristics of satellite television transmission in the region of Europe are considered. An overview of the development of satellite television is given through the characteristics: broadcasting systems - analog and digital (SDTV, HDTV, UHD TV), frequency band (C, Ku, Ka), broadcasting standards (DVB-S, DVB-S2), the availability of TV services in the form of Free-to-air (FTA) and PAY TV, as well as the availability of TV services to satellite positions. Also, data are provided relating to satellite TV transmission providers. The collected data are presented by table and graphics for the period from 1996 to 2018. From the obtained results an analysis of the development of satellite television transmission was performed based on the characteristics of broadcasting.

Key words: *satellite, C band, Ku band, DVB-S, SDTV, HDTV, UHD TV, FTA, PAY*