

TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE DIGITALNOG STANDARDA DVB-H ZA DIFUZNI VIDEO-PRENOS KOD PRENOSIVIH UREĐAJA

Samčović B. *Andreja*,
Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu

UDC: 621.397.3

OBLAST: Telekomunikacije

Sažetak:

U radu je dat pregled standarda za digitalni difuzni video-prenos kod prenosivih uređaja DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld), kao dela DVB projekta. Ovaj standard je zasnovan na prethodnom standardu DVB-T, koji je bio razvijen za potrebe zemaljske digitalne televizije. Opisani su načini DVB-H prenosa signala. Razvoj tehnologije omogućio je digitalni difuzni video prenos kod prenosivih i mobilnih terminala. Ovaj rad razmatra ključne tehnološke karakteristike DVB-H standarda, kao što su: time slicing, korekcija greške unapred, 4K režim i in-depth interliveri.

Ključne reči: DVB-H, DVB projekat, digitalni video, prenosivi uređaji, standard, time slicing.

Uvod

Uпотреба multimedijalnih servisa beleži izuzetan rast u proteklih desetak godina zahvaljujući napretku digitalnih tehnologija. Personalni video-rekorderi, video na zahtev, interaktivnost, mobilna telefonija i video-streaming omogućili su svojim korisnicima da personalizuju sadržaj po svom ukusu i potrebama, i da te potrebe iskažu svojim provajderima. Potrošači su upotrebom 3G servisa pokazali interes za TV servise preko prenosivih uređaja. Korisnici sada mogu da gledaju televiziju kod kuće ili u prevozu, upotrebljavajući različite vrste prenosivih terminala, uključujući mobilne telefone, *notebook* računare ...

DVB *Project* bavi se razvojem specifikacija za sisteme digitalne televizije koje su uvrštene u standarde internacionalnih tela kao što su ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) i CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*) [1]. DVB je konzorcijum koji se sastoji od preko 300 kompanija koje se bave difuznim (*broa-*

dcast) komunikacijama. Kooperativni rad ovih kompanija ima za cilj uspostavljanje međunarodnih standarda za digitalnu difuziju. Standardi iz grupe DVB su postali vodeći međunarodni standardi, i predstavljaju prihvatljiv izbor za tehnologije koje omogućavaju efikasnu, kvalitetnu, po ceni prihvatljivu, interoperabilnu digitalnu difuziju. DVB standardi za digitalnu televiziju su prihvaćeni u celoj Evropi, na Bliskom Istoku, u Severnoj Americi i Australiji.

DVB-H (*Digital Video Broadcasting – Handheld*) je tehnički projekat koji je razvila organizacija DVB Project (DVB200701) i koji je standardizovan od strane DVB i ETSI pod brojem EN 302 304 u novembru 2004. godine [2]. Projekat se odnosi na prenosive (*handheld*) uređaje koji se napajaju baterijom, kao što su mobilni telefoni, PDA (*Personal Digital Assistant*) uređaji i slično. DVB-H je razvijen da zadovolji potrebe za pouzdanim, brzim prijemom, i da omogući sistem koji može da obezbedi velike brzine prenosa podataka, a sve s ciljem da se obezbede neophodni uslovi za mnoge mobilne aplikacije, uključujući video u realnom vremenu. DVB-H budi značajno interesovanje u difuznim telekomunikacijama i telekomunikacijama uopšte.

DVB-H se bazira na DVB-T, standardu za digitalnu televiziju koji se odnosi na zemaljske (*terrestrial*) TV signale [3]. Kada je prvi put predstavljen 1997. godine, DVB-T nije bio projektovan za mobilne prijemnike, iako su DVB-T mobilni servisi bili pušteni u rad u mnogim zemljama. Dolaskom prijemnika sa diversiti antenama, servisi koji su bili predviđeni za fiksni prijem sada se mogu isto tako dobro primati na mobilnim stanicama.

Širom sveta, digitalna televizija se rapidno uvodi i u hodu zamenjuje analogni zemaljski prenos. U toku tog procesa, spektar se oslobađa, jer jedan DVB-T multipleks može poneti šest do osam kanala, od kojih je ranije svaki zauzimao jedan frekvencijski slot. Iz tog razloga je proširenje ovih servisa na mobilne uređaje smatrano najizvodljivijom opcijom i zbog toga DVB-H u osnovi predstavlja samo modifikaciju DVB-T preporuke [4].

DVB-T servisi nisu odmah bili prilagođeni mobilnim uređajima, pošto se standardi za DVB-T odnose na fiksne prijemnike sa relativno velikim krovnim antenama i bez limitiranog napajanja što dozvoljava jak prijem DVB-T signala, dok mobilno okruženje karakteriše mnogo slabiji signali, mobilnost, feding i otežani uslovi prijema. DVB-H standard, koji uzima u obzir te faktore, postaje idealan medijum za mobilnu televiziju.

Ostali faktori koji idu u korist DVB-H su to što su UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) ili TV mobilni servisi, koji se baziraju na trećoj generaciji 3G, u prirodi unikastni, i nisu skalabilni za masovan prenos. Njihova ograničenja u pružanju servisa velikom broju pojedinačnih korisnika leže u ograničenjima u frekvencijskom spektru i mrežnim resursima za prenos višekanalnog difuzionog signala.

Zašto DVB-H?

Osnovni problem bilo kog ručnog uređaja je trajanje baterije. Trenutna i projektovana potrošnja je suviše visoka za ručne prijemnike, s obzirom na to da se očekuje da autonomija rada takvog uređaja bude nekoliko dana sa jednim punjenjem. Drugi bitan zahtev kada je DVB-H u pitanju je sposobnost realizacije brzine prijema od 15 Mb/s u kanalu širine propusnog opsega od 5 MHz i mogućnost rada u brzim jednofrekvencijskim SNF mrežama (*Single Frequency Network*). Ovi zahtevi su usaglašeni posle mnogo debata i sa posebnim akcentom ka rastućoj konvergenciji uređaja koji dopremaju video servise i ostale difuzne servise prenosa podataka ka uređajima 2G, 2,5G i 3G generacije [5]. Dalje, sve to mora biti omogućeno tako da se održi maksimalna kompatibilnost sa postojećim DVB-T sistemom i mrežom.

U nameri da se postignu ovi uslovi, najnovija DVB-H specifikacija obuhvata sledeće tehnološke mogućnosti: *time slicing*, 4K režim (*4K mode*) i MPE-FEC (*Multiprotocol Encapsulation – Forward Error Correction*). Tehnologija DVB-H je projektovana tako da za prenos multimedijalnih servisa do mobilnih korisnika koristi infrastrukturu digitalne zemaljske TV difuzije. DVB-H koristi isti deo spektra koji koristi digitalna TV. Prema tome, DVB tehnologija za ručne prenosive uređaje mora da ispuni sve zahteve prenošenja TV servisa do prenosivih uređaja, a to su:

- difuzni servisi potencijalno stižu do neograničenog broja korisnika;
- emitovanje dovoljno velike prenosne snage tako da mobilni uređaji mogu primiti signal čak i u zgradama;
- štednja baterije kojom se napaja mobilni uređaj;
- korišćenje dela spektra koji koristi zemaljski difuzioni sistem;
- robusno kodiranje i korekcija greške što može poslužiti u uslovima visoko promenljive jačine signala, sa kakvim se često suočavaju mobilni korisnici;
- minimalna infrastruktura da bi se emitovali TV mobilni servisi. DVB-H može koristiti istu infrastrukturu koju koristi DVB-T.

Principi DVB-H sistema

Kako je DVB-H razvijen na principima DVB-T standarda i standarda digitalnog prenosa zvuka, potrebno je u novi standard uneti funkcionalne elemente neophodne za prijem signala na prenosivim uređajima. I DVB-H i DVB-T koriste isti fizički nivo, tako da je DVB-H unazad kompatibilan sa DVB-T. Kao i DVB-T, DVB-H za prenos koristi MPEG-2 (*Motion Picture Expert Group*) transportni strim i OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) modulatore za svoj signal. Predviđeno je da se do ruč-

nog uređaja prenosi između dvadeset i četrdeset televizijskih i radio programa u jednom multipleksu. U praksi, bitski protok za DVB-H multipleks je u opsegu od 5 do 21 Mb/s.

DVB-H pruža dodatnu podršku za prijem signala kod prenosivih uređaja. Ovo uključuje štednju baterije pomoću *time slicinga*, povećanje opšte robusnosti sistema, poboljšanja elastičnosti u odnosu na DVB-T korišćenjem multiprotokolarnе enkapsulacije sa korekcijom greške unapred (MPE-FEC). Dodatno, DVB-H difuzno emituje zvuk, sliku i podatke korišćenjem IPv4/IPv6 protokola, a takođe može koristiti i nedifuzne frekvencije. Osnovni atributi DVB-H sistema su [6]:

- dekodiranje audio i video sadržaja, podataka ili fajlova;
- korišćenje IP *datacastinga* za isporuku podataka do više prijemnika;
- organizacija podataka u grupe paketa za svaki kanal (*time slicing*);
- ubacivanje odgovarajuće signalizacije za prenos DVB-H strima;
- aplikacije za korekciju greške unapred i multiprotokolarna enkapsulacija;
- upotreba GPS (*Global Position System*) za vremensko poravnavanje u mrežama sa jednom frekvencijom;
- modulacije QPSK, 16QAM ili 64QAM i 4K (ili 8K) COFDM nosioci sa frekvencijskim interleavingom;

Time slicing, multiprotokolarna enkapsulacija sa korekcijom greške unapred (MPE-FEC), 4K mod, *in-depth* interliveri, DVB-H signalizacija (uključujući i obavezne identifikatore ćelija) i korišćenje širine propusnog opsega od 5 MHz predstavljaju osnovne elemente koji su uvedeni u DVB-H [7]. Svi ovi alati su locirani u fizičkom sloju i sloju veze DVB-H protokola. *Time slicing* je implementiran u sloju veze, dok je DVB-H signalizacija implementirana i u fizičkom sloju i sloju veze, tako da se ova dva alata direktno odnose na handover kod DVB-H.

Stek DVB-H protokola

Stek DVB-H protokola prikazan je na slici 1. Nova tehnička poboljšanja implementirana su u fizičkom sloju i sloju veze. Aplikacioni servisi mogu da se šalju preko RTP protokola (*Real Time Protocol*) za sadržaj koji zahteva prenos u realnom vremenu, kao što je TV program. Podaci koji ne zahtevaju prenos u realnom vremenu, kao što su *file downloading* servisi, mogu da se šalju preko FLUTE/ALC protokola (*File Over Unidirectional Transport / Asynchronous Layered Coding*). Elektronski servisni vodič ESG (*Electronic Service Guide*) takođe se emituje uz pomoć FLUTE/ALC protokola.

Aplikacioni sloj	Sadržaj u realnom vremenu	Sadržaj u obliku fajlova	ESG
Prezentacioni sloj	Kodovanje izvora H.264 (MPEG-4)	Kodovanje izvora H.264 (MPEG-4)	Enkapsulacija izvora (XML)
Sloj sesije	RTP	FLUTE/ALC	
Transportni sloj	UDP		
Sloj mreže	IP (IPv4/IPv6)		
Sloj veze	MPE (<i>Time slicing</i>)		PSI/SI
	MPEG-2 Transportni strim		
Fizicki sloj	TPS	DVB-T	

Slika 1 – DVB-H protokol stek

Time slicing

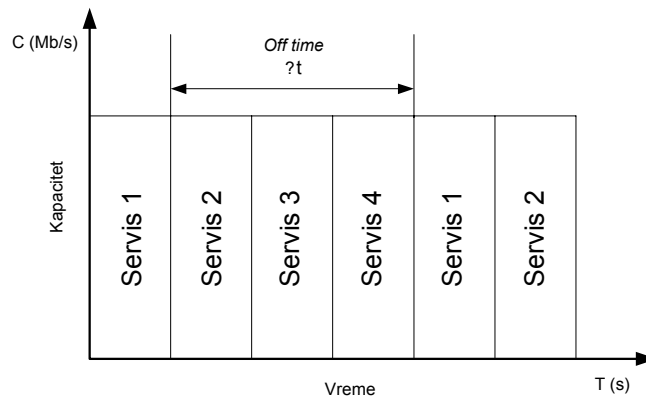
Jedna od karakteristika koja izdvaja DVB-H od DVB-T je *time slicing* kanala u kome se prenose podaci, u završnom multipleksu. Takođe, i kod DVB-T se više kanala zajedno multipleksira (npr. šest do osam servisa u multipleksu koji se prenosi kanalom širine propusnog opsega od 8 MHz) tako da se na multipleksnom nivou paketi različitih kanala prenose jedan za drugim, prateći red. Kao rezultat veoma velike brzine prenosa podataka i s obzirom na to da paketi kontinualno dolaze, potrebno je da prijemnik bude sve vreme aktivan za svaki kanal.

U DVB-H sistemu, *time slicing* koristi se za prenos podataka u periodičnim brstovima sa znatno višim iznenadnim bitskim protocima u odnosu na protoke koje se koriste kada se podaci kontinualno prenose, kao što je to slučaj u DVB-T sistemu. *Time slicing* je ilustrovan na slici 2.

Time slicing je sa jedne strane sličan TDMA (*Time Division Multiple Access*) tehnologiji koja se koristi u GSM (*Global System for Mobile Communications*) standardima. Razlika je u tome što kod TDMA u GSM svi vremenski slotovi imaju fiksno vreme trajanja, dok trajanje vremenskog slota kod *time slicinga* može da varira. Dalje, TDMA u GSM dodeljuje vremenske slotove različitim korisnicima dok su vremenski slotovi kod *time slicinga* dodeljeni različitim mobilnim servisima. Takođe, TDMA u GSM dodeljuje vremenske slotove i *downlink* i *uplink* kanalima, dok su vremenski slotovi kod *time slicinga* dodeljeni samo *downlink* kanalima.

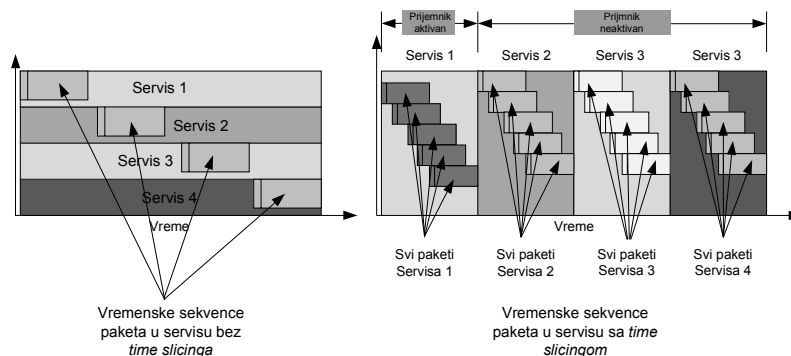
U *time slicingu* svi paketi dolaze u gomili, jedan za drugim u toku limitiranog vremenskog perioda. U isto vreme ne dolaze paketi iz drugih kanala. To dopušta prijemniku, ukoliko on zahteva samo jedan kanal, da bude aktivan samo tokom tog vremena kada su paketi u kanalu zajedno grupisani i stižu u velikom broju, što je prikazano na slici 3. U ostalom vremenu koje se

još naziva *off time*, prijemnik može biti ugašen, i on tada štedi energiju. Potrebno je da se aktivira samo malo ranije pre nego što otpočne prijem u njemu namenjenom kanalnom slotu (obično 200 ms je potrebno za sinhronizaciju). Dakle, *time slicing* omogućava da tjuner u DVB-H prijemniku ostane aktivan samo u deliću vremena kada prima brstove koji prenose traženi servis, što omogućava uštedu baterije. Tvrdi se da se može postići ušteda na bateriji do 95% (što zavisi od broja servisa u multipleksu) u odnosu na konvencionalni i kontinualni režim rada koji koriste DVB-T tjuneri.



Slika 2 – Time slicing

Signali sa velikim bitskim protokom baferuju se u prijemnu memoriju. Kada se posmatra vremenski domen, podacima koji dolaze u brstu je potrebno od 1 do 5 sekundi da „napune“ memoriju prijemnika. Ako je prenos podataka u jednom kanalu na primer 1 Mb/s, prijemnik treba da baferuje 5 Mb podataka za 5 sekundi neaktivnog vremena. Sa druge strane, za TV servis koji radi pri 25 f/s (kadrova po sekundi), prijemnik bi trebalo da baferuje 125 frejmova (kadrova) podataka. Ovi baferovani frejmovi (kadrovi) prikazuju se kontinualno, tako da korisnik nema osećaj da je prijemnik u neaktivnom stanju.



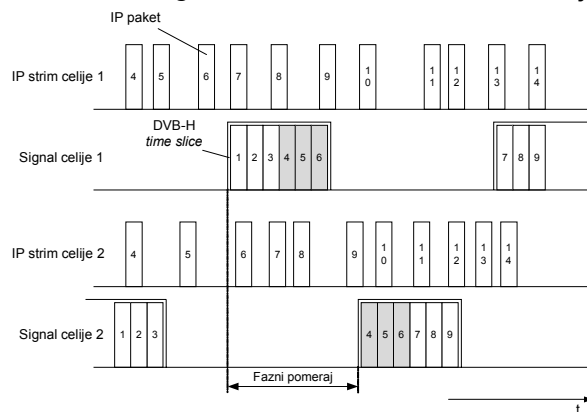
Slika 3 – Time slicing u DVB-H sistemu

Količina podataka koja je poslata u brstu jednaka je jednom FEC ramu. To može biti od 1 do 5 Mb. Kada prijemnik ne prima tražene podatke u brstu, tjuner koji se nalazi u ručnom uređaju je neaktivan i tada ne troši snagu.

Postoje, međutim, druge stvari koje prijemnik radi u neaktivnom periodu. Na primer, on može da meri jačinu prijemnog signala od susednih ripitera, odnosno da vrši hendover ka drugim predajnicima od kojih ima bolje prijemne uslove. *Time slicing* nudi jedan izrazit benefit, mogućnost da se koristi monitoring susednih ćelija, kako bi se omogućio hendover [8].

Tehnologija nazvana fazni pomeraj pokazuje kako se *off time* između prenosnih brstova koristi za realizaciju hendovera, kako oni moraju biti sinhronizovani i koji granični uslovi moraju postojati. Fazni pomeraj nudi statično fazno pomeranje koje postoji između dve susedne ćelije, kako je prikazano na slici 4. Ova slika nam pokazuje kako preklapanje IP paketa (jedan primer je označen sivom bojom na slici) osigurava hendover bez gubitaka. Glavna ideja faznog pomeranja je da fazni pomeraj između dve susedne ćelije bude makar maksimalno vreme *time slicea* plus vreme koje je potrebno terminalu za sinhronizaciju ka novom signalu u ćeliji ka kojoj se vrši hendover [9].

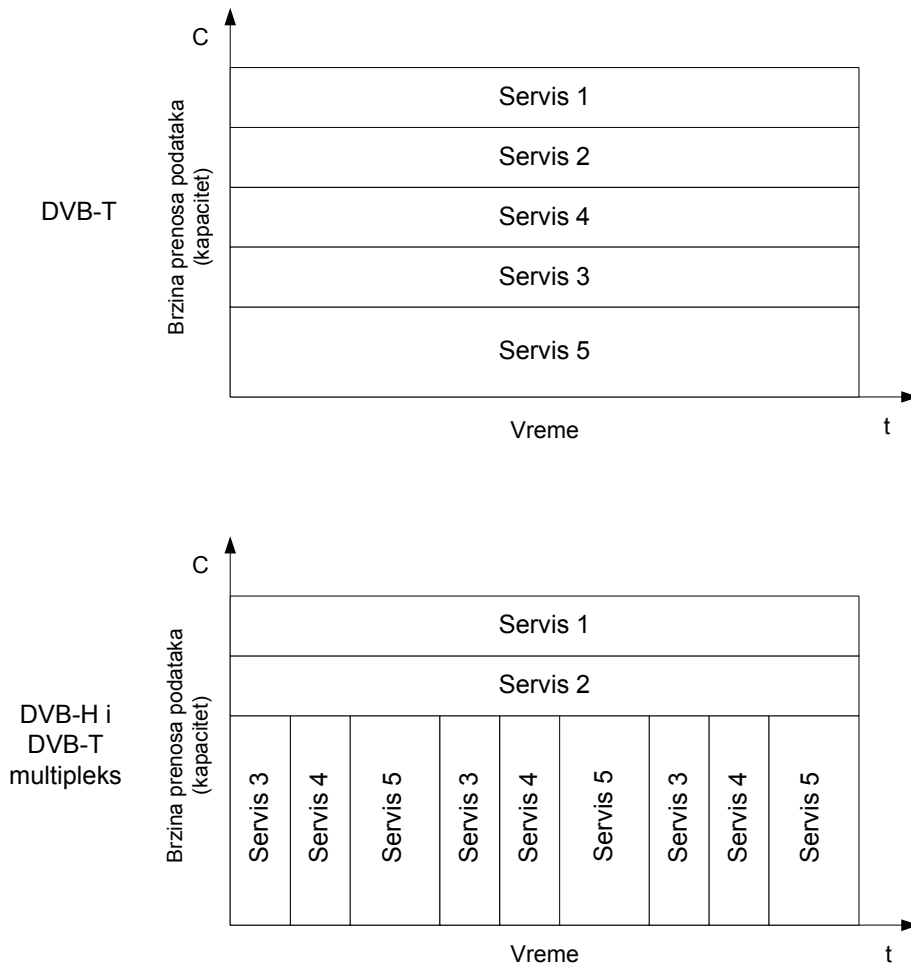
Na Slici 5 prikazano je poređenje DVB-T prenosa i DVB-T/H kombinovanog prenosa. Moguće je koristiti kombinaciju DVB-H (sa *time slicingom*) i DVB-T (bez *time slicinga*) servisa u jednom multipleksu, kako je i prikazano na slici 5. Ova vrsta kombinacije je neophodna da bi se DVB-H servisi pripojili u postojeću DVB-T infrastrukturu. Nivo uštede baterije u ovom slučaju je smanjen zbog manjeg bitskog protoka koji je dostupan za servise koji koriste *time slicing*. U DVB-T prenosu, kako je prikazano na slici 5, pet servisa se prenosi zajedno u transportnom strimu. U ovom slučaju, terminal je primio svih pet servisa pre nego ih je dekodirao željeni servis. U kombinovanom DVB-T/H prenosu, iako se DVB-T ponaša kao i pri čistom DVB-T prenosu, DVB-H terminalu je potrebno samo da dekodira ekvivalent od tri servisa kada koristi režim *time slicinga*. Na ovaj način, uz pomoć *time slicinga*, DVB-H terminal štedi bateriju.



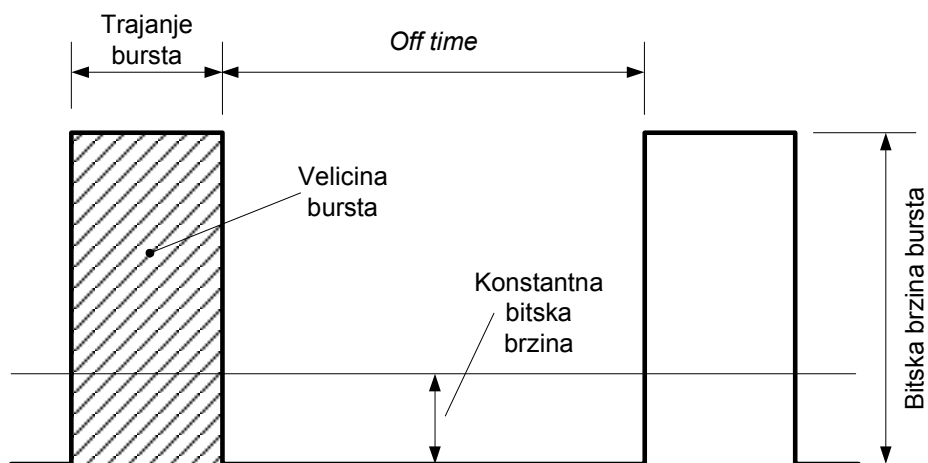
Slika 4 – Fazni pomeraj
Picture 4 – Phase shift

Drugi benefit *time slicinga* je taj da je to jedinstveno u domenu uštede baterije. To znači da količina uštede energije koja se dostiže u DVB-H neće biti dostignuta sa *time slicingom* ako se on koristi u DAB i DMB.

U zavisnosti od prenosne bitske brzine, veličine brsta i njegovog trajanja, *off time* Δt u prenosnom strimu može da varira. Brst parametri i formule koje računaju dužinu trajanja brsta, *off time* i postignuta ušteta energije su prikazani na slici 6. DVB-H prijemnik može koristiti ovaj *off time* da bi izvršio sinhronizaciju i otpočeo meki hendover ka drugoj ćeliji, što bi sve bilo nemoguće bez *time slicinga*.



Slika 5 – DVB-T signal i multipleks DVB-T i DVB-H signala



Slika 6 – Time slicing, parametri brsta

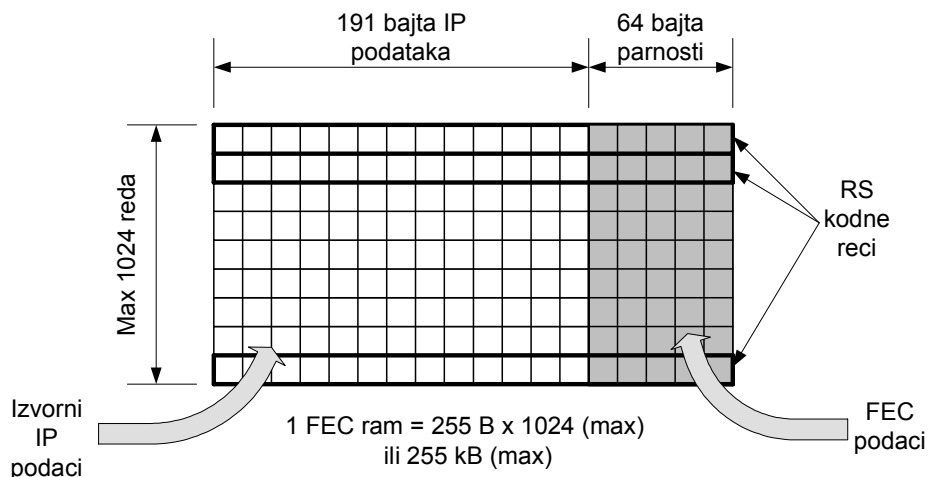
MPE-FEC

Prijem kod prenosivih uređaja je prilično drugačiji od prijema kod fiksnih zemaljskih antena. Prvo, antene su same po sebi prilično male i imaju mali dobitak. Drugo, prenosivi uređaji se najčešće nalaze u potpuno mobilnom okruženju. U takvim uslovima, prijem DVB-H signala na mobilnom uređaju karakterišu brze fluktuacije signala, višestruke putanje, Doplerov efekat, veliki propagacioni gubici (naročito kod *indoor* prijema), prijem bez linije optičke vidljivosti, kanalna smetnja od susjednih TV i GSM kanala i razni faktori iz okruženja, kao što su atmosferske prilike i saobraćaj. DVB-H za difuzno emitovanje signala koristi frekvencijske bendove u opsegu veoma visokih frekvencija (VHF) i u opsegu ultravisokih frekvencija (UHF). Zbog toga je prijem *downstream* servisa visokih brzina na ručnom uređaju veoma zahtevan.

Multiprotokolarna enkapsulacija MPE (*Multiprotocol Encapsulation*) je metoda prenosa IP paketa preko DVB-H mreže. Ova metoda specificira prenos IP paketa unutar MPEG *Private Data* sekcija. To znači da se video i audio podaci u DVB-H sistemu prenose preko IP *datacastinga* (IPDC). Ovaj proces obuhvata pakovanje digitalnog sadržaja u IP pakete i pouzdanu isporuku tih paketa. IP platforma nije restriktivna po pitanju tipa prenosnog sadržaja, te je IPDC pogodan za prenos video programa uživo, zatim preuzetog videa (*downloaded video*), muzičkih datoteka, audio i video strima (u strim formatu), Web stranica, igrice i ostalog sadržaja. U odnosu na IP *unicast* mreže, IPDC omogućava značajna poboljšanja tako da difuzna mreža može da opsluži milione korisnika sa inherentno visokom brzinom, koja je dostupna svim korisnicima.

Prednost korišćenja IP kao osnovne tehnologije je da se istim protokolom može zajedno sa podacima upravljati i korisnim sadržajem. Postoje dva tipa podataka koji se emituju: emitovani sadržaj i opisi servisa, kao što su PSI/SI podaci i elektronski servisni vodič. Takođe, podaci mogu da sadrže upravljačke informacije o autorskim pravima koje se koriste za pristup ili pretplatu sadržaja. IP sloj pruža posebne kanale kroz koje se prenose informacije o svakom tipu podataka.

Iako se podaci u DVB-H okruženju prenose preko IPDC, odnosno enkapsuliraju u IP zaglavlja i prenose na isti način kao što se IP podaci prenose internetom, radio medijum nije toliko pogodan kao internet, pa se javljaju greške zbog varijacije nivoa signala, interferencije i ostalih transmisionih efekata. Sve to zahteva da podaci koji se prenose budu na neki način zaštićeni. Zaštita podataka kod DVB-H sistema rešena je upotrebom korekcije greške unapred FEC (*Forward Error Correction*). Nakon kodiranja izvornog sadržaja, podaci se smeštaju u FEC ram (slika 7). Korišćenjem FEC smanjuje se potreban uslov za odnos signal/šum do 7 dB. To daje znatnu elastičnost prenosivim uređajima prilikom prijema DVB-H signala.



Slika 7 – Struktura MPE-FEC rama

Cilj MPE-FEC je da poboljša odnos nosilac/šum (C/N) i toleranciju na uticaj Doplera u mobilnim kanalima, kao i da poboljša toleranciju na impulsnu interferenciju. Međutim, MPE-FEC radi samo unutar jednog *time slicea* zato što veličina *time slicing* brsta upravo odgovara sadržaju jednog MPE-FEC rama. Ukoliko se pojavi i jedna jedina greška u prenosu, servis „ispada“ ne samo za trajanje brsta, već i tokom *off time*, odnosno dok ne dođe sledeći brst. Handover se obično dešava na krajevima ćelijske pokrivenosti gde je signal sa različitih predajnika veoma slab, pa je prijem osetljiv na impulsnu interferenciju.

4K režim i *in-depth* interliveri

Na fizički sloj DVB-H deluju 4K režim i *in-depth* interliveri. Njihovi ciljevi su da se poboljša planirana fleksibilnost SFN mreže i njena zaštita od kratkih impulsnih šumova nastalih interferencijom od različitih električnih uređaja. Na taj način oni deluju na prijem DVB-H signala. 4K zajedno sa 2K i 8K odnose se na broj podnosilaca koji se koriste u DVB-H OFDM prenosu. 2K mod koristi 1.705 individualnih nosilaca, 4K mod 3.409, dok 8K mod koristi 6.817 nosilaca. Parametri za različite DVB-H OFDM prenosa prikazani su u tabeli 1.

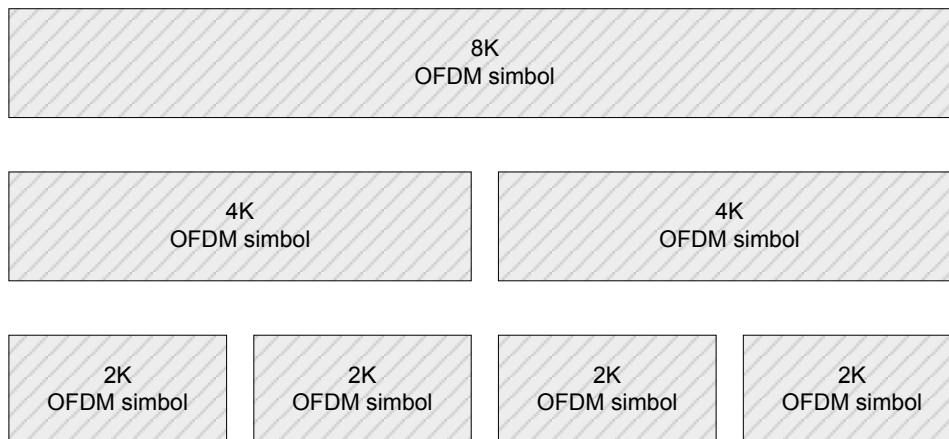
Parametri DVB-H OFDM prenosa

Tabela 1

OFDM parametar	Mod		
	2K	4K	8K
Ukupan broj nosilaca	2048	4096	8192
Modulisani nosioci	1705	3409	6817
Korisni nosioci	1512	3024	6048
Trajanje OFDM simbola (μ s)	224	448	896
Trajanje zaštitnog intervala (μ s)	7, 14, 28, 56	14, 28, 56, 112	28, 56, 112, 224
Razmak između nosilaca (kHz)	4464	2232	1116
Maksimalna razdaljina predajnika	17	33	67

Kada se planira mreža, 4K mod daje kompromisno rešenje između mobilnosti i veličine SFN mreže. Uvođenjem 4K moda, handover postaje frekventniji nego kada se koristi 8K, zbog smanjenja veličine ćelije. Veličina ćelije ovde se odnosi na veličinu SFN. Veličina SFN zavisi od zaštitnog intervala trajanja OFDM prenosa, što je takođe dato u tabeli 1. Lako se može videti da je zaštitni interval trajanja 4K moda između onog u 2K i onog u 8K modu. Zbog toga, 4K pruža jednu vrstu kompromisa između 2K i 8K. DVB-T ne uključuje 4K mod, on je opcija samo u DVB-H mrežama.

In-depth interleaving je alternativni način korišćenja velike memorije, predviđene za 8K mod, čime se poboljšava robusnost mobilnog terminala. To znači da se 8K interliver bafer može koristiti i u 2K i u 4K modu, i to kao alternativni interliver. Korišćenje 8K interlivera pruža fleksibilnost biranja između 2K, 4K i 8K moda bez menjanja interlivera. Sklop *in-depth* interlivera prikazan je na Slici 8. *In-depth* interliver koristi dostupnu memoriju za 8K mod, i poboljšava performanse 2K i 4K moda.



Slika 8 – In-depth interleaving OFDM simbola

Inače, pod pojmom *interleaving* se podrazumeva način aranžiranja podataka u nekontinualnom načinu kako bi se povećale performanse. To se koristi u kod TDM (*Time Division Multiplexing*) postupka, računarskoj memoriji i disk memoriji. *Interleaving* se prevashodno koristi u telekomunikacijama, kada se prenose multimedijalni formati podataka kod radio prenosa.

Zaključak

DVB-H pruža dobre tehničke karakteristike i to je jedan od važnijih razloga zašto DVB-H sistem treba da bude izabran kao platforma, kada je mobilna difuzija u pitanju. Dodatno, DVB-H je prirodna nadogradnja DVB-T sistema, koji je u većini zemalja Evrope prisutan kao osnovni TV digitalni difuzioni sistem. Sa druge strane, veoma je bitno da prilikom usvajanja DVB-H standarda postoji i njegova opšta prihvaćenost u zemljama u regionu. To je važno kako zbog rominga, tako i zbog sveprisutnosti servisa, podrške industriji itd.

Jedan od razloga koji može usporiti rast DVB-H tržišta jeste cena. Kao i kod svih novih tehnologija, cene servisa i infrastrukture su u početnim fazama više. Dobra politika koja će podržati standard i omogućiti konkurentno liberalno tržište može znatno da utiče na penetraciju mobilnih TV servisa, a samim tim i široku upotrebu DVB-H standarda. Na osnovu svega opisanog u radu, može da se pretpostavi da bi DVB-H servis mogao da se koristi u muzejima, značajnim turističkim lokacijama i tržnim centrima kao sredstvo informisanja i saopštavanja raznih promocija. Sa druge strane, operatori bi trebalo da omoguće dostupnost svojih ser-

visa prvo na glavnim saobraćajnicama i frekventnim trgovima, a kasnije i na širem području grada.

Zaključak je da je DVB-H jedan savremeni standard, koji osim mobilnih TV servisa može da podrži širok spektar servisa i aplikacija korisnicima. Dodatno u prilog tome ide i to što je DVB-H standard otvoren u tehnološkom smislu. To je posebno bitno kada se uzmu u razmatranje DVB-SH (*Digital Video Broadcasting - Satellite services to Handhelds*) i DVB-H sistemi nove generacije (DVB-H2).

Literatura

- [1] <http://www.dvb-h.org/>, /14.09.2010./
- [2] Just, D., Pascal, G., *DVB-H – Digital Video Broadcast*, <http://www.dvb-h.org/>, May 2008.
- [3] Benoit, H., *Digital Television: Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the Framework*, Focal Press, 2006.
- [4] Coquil, D., Holbling, G., Koch, H., *Handbook of Mobile Broadcasting: DVB-H, DMB, ISDB-T and Mediaflo, Part I: STANDARDS, An Overview of the Emerging Digital Video Broadcasting-Handheld (DVB-H) Technology*, CRC Press, 2008.
- [5] Kumar, A., *Mobile TV: DVB-H, DMB, 3G Systems and Rich Media Applications*, Focal Press, 2007.
- [6] Minoli, D., *IP multicast with applications to IPTV and mobile DVB-H*, Wiley Interscience, 2008.
- [7] Faria G., Henriksson, J., Stare, E., Talmola, P., *DVB-H: Digital Broadcast Services to Handheld Devices*, Proceedings of the IEEE, Vol. 94, No. 1, pp 194–209, January 2006.
- [8] Yang X., *Handover in DVB-H: Investigations and Analysis*, Springer, 2008.
- [9] Vare, J., Hamara, A., Kallio, J., *Approach for Improving Receiver Performance in Loss-free Handovers in DVB-H Networks*, Globecom, 2004.

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIGITAL VIDEO BROADCASTING – HANDHELD STANDARD DVB-H

FIELD: Telecommunications

Summary:

This paper gives an overview of the Digital Video Broadcasting - Handheld standard DVB-H, as a part of the DVB Project. This standard is based on the previous standard DVB-T, which was developed for the terrestrial digital television. The ways of DVB-H signal transmission are also described. Development of advanced technology enabled the digital video broadcasting over wireless portable terminals. This paper discusses the key technological features of the DVB-H standard, such as: time slicing, forward error correction, 4K mode and in-depth interleavers.

Introduction

DVB is a consortium consisting of over 300 companies involved in broadcasting communications. DVB Standards have become the leading international standards and represent an acceptable alternative to technologies that enable efficient, high-quality, affordable pricing, as well as interoperable digital broadcasting. DVB standards for digital television have been accepted throughout Europe, the Middle East, North America and Australia. Digital television is rapidly introduced and is replacing analogue terrestrial transmission. During this process, the spectrum is released as a DVB-T multiplex which could take six to eight channels, one of which previously occupied one frequency slot.

Principles of the DVB-H system

As the DVB-H was built on the principles of the DVB-T standard and digital transmission of sound, it is the new standard set of functional elements required to receive signals on portable devices. The DVB-H and DVB-T use the same physical level, so that the DVB-H backward is compatible with the DVB-T. As DVB-T, the DVB-H transmission uses the MPEG-2 transport stream and OFDM modulators for their signal.

Time slicing

One feature that stands out from the DVB-H is the time slicing. Similarly to the DVB-T, a channel multiplexes together six to eight services in the multiplex which is transmitted through the channel bandwidth of 8 MHz, so that the multiplexed level of different packages of channels is transmitted one after the other. As a result of a very high-speed data transfer, and the fact that packets arrive continuously, it is necessary that the receiver is active all the time for each channel.

MPE-FEC

Reception with portable devices is quite different from the reception with fixed terrestrial antennas. Firstly, the antennas themselves are quite small and have little gain. Secondly, portable devices are usually located in a completely mobile environment. In such conditions the reception of DVB-H signals of the mobile device is characterized by rapid fluctuations of signals, multiple paths, Doppler effect, large propagation losses (especially for indoor reception), not receiving line of sight, channel interference from adjacent TV channels and GSM and various factors in environment, such as atmospheric conditions and traffic.

4K mode and in-depth interleavers

4K mode and in-depth interleavers act on the physical layer of DVB-H. Their goals are to improve the flexibility of the planned SFN network and its protection from short impulse noise caused by interference of various electrical devices. In this way they act on the reception of DVB-H signals. 2K 4K and 8K modes are related to the number of applicants that are used in the OFDM DVB-H transmission.

Conclusion

DVB-H provides good technical features and it is one of the most important reasons why the DVB-H system should be chosen as a platform when it comes to mobile broadcasting. It is essential that the DVB-H standard be adopted in the countries in the region. This is important because of roaming, the ubiquity of services, support industries, etc.. One of the reasons that can slow the growth of the DVB-H market is its price. As with any new technology, the price of service and infrastructure in the early stages is high. A good policy that will support the standard and provide a competitive liberal market can significantly affect the penetration of mobile TV services, and consequently the widespread use of the DVB-H standard.

Key words: DVB-H, DVB Project, digital video, handheld devices, standard, time slicing.

Datum prijema članka: 14. 09. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 16. 10. 2010.