

SERVISI IPTV PREKO BEŽIČNIH MREŽA IPTV SERVICES OVER WIRELESS NETWORKS

Aleksandra Kostić-Ljubisavljević, Andreja Samčović

REZIME: Televizijsko tržište je postalo posebno značajno za telekomunikacione operatore uvođenjem internet protokol televizije (IPTV). Ovaj rad predstavlja pregled IPTV servisa, i osnovnih koncepata bežične infrastrukture. Razmotren je prenos IPTV servisa preko bežičnih mreža, korišćenjem WiMAX sistema koji zadovoljava IEEE 802.16 set standarda, kako fiksni, tako i mobilni. Opisana je struktura WiMAX sistema, bežične lokalne mešovite mreže, kao i mrežne pristupne tačke. Kod telekomunikacionih operatera, standardizacija IPTV rešenja i razvoj IPTV servisa u jedinstvenu servisnu platformu je od ključnog značaja. Pokazano je da IPTV uspešno objedinjava nove servise, kao što su na primer video na zahtev, vremenski pomerena televizija, i personalni video rikorder.

KLJUČNE REČI: Televizija, internet protokol, video, servisi, širokopoljasne mreže, WiMAX

ABSTRACT: The television market is becoming increasingly important for telecom operators with the introduction of Internet Protocol TeleVision (IPTV). This paper presents an overview of services and basic concepts of its infrastructure. The transmission of IPTV services over wireless networks is taken into account, by using WiMAX system satisfying IEEE 802.16 set of standards for fixed, as well as mobile one. The structure of the WiMAX system, wireless local mesh networks, and access points are described. For telecom operators, the standardization of IPTV services in a unified service platform is of crucial importance. It was shown that IPTV is well suited for new services such as video-on-demand, time-shifted television, and personal video recorder.

KEY WORDS: Television, Internet protocol, video, services, broadband networks, WiMAX

1. UVOD

Internet protokol televizija (*Internet Protocol Television* – IPTV) obuhvata digitalne televizijske servise koji se isporučuju rezidencijalnim i poslovnim korisnicima preko internet protokola (IP), uz relativno prihvatljivu cenu. IPTV je termin koji obuhvata mnogo različitih oblika video programa i servisa koji se mogu prenositi preko širokopoljanskih mreža. Tehnički gledano, IPTV predstavlja isporuku video sadržaja, kao i većeg broja kanala i programa na zahtev, korišćenjem u tu svrhu internet protokola preko širokopoljanskih mreža do televizijskog (TV) okruženja. IPTV je tehnika prenosa koja distribuira audio i video servise direktno do TV korisnika internet vezom velike brzine. Ono što je zasigurno omogućilo IPTV je tranzicija analognog u digitalni video signal. S tim u vezi, razvoj tehnologija za kompresiju je olakšao isporuku audio i video signala standardne i visoke rezolucije. Video signal može pri tome da se isporučuje korisnicima u vidu *Motion Picture Expert Group* - MPEG-2 ili MPEG-4 formata [1].

Osim preko različitih žičnih sistema za distribuciju signala, IPTV servisi se mogu ponuditi krajnjim korisnicima i putem bežičnih sistema. U ovom radu će biti dat pregled strukture *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (WiMAX) sistema, kao najpogodnije bežične tehnologije koja se može iskoristiti za IPTV, kao i prikaz bežičnih mešovitim mreža. Osim toga biće navedeni i objašnjeni servisi koji se mogu ponuditi krajnjem korisniku, kao i neke od usluga sa dodatnom vrednošću.

U drugom poglavlju predstavljeni su zahtevi koje IPTV postavlja pred mrežu. U trećem delu rada analiziran je WiMAX kao način širokopoljanskog bežičnog prenosa IPTV servisa, i to kako fiksni, tako i mobilni. Naredno poglavlje se bavi bežičnim lokalnim mešovitim mrežama kao još jednim

od načina prenosa IPTV servisa do krajnjeg korisnika. Peto poglavlje definiše IEEE 802.16 mrežu. U sledećem delu rada opisani su i analizirani brojni savremeni IPTV servisi.

2. ZAHTEVI KOJE IPTV POSTAVLJA PRED MREŽU

Distribucija standardnog TV signala zahteva daleko veći propusni opseg u mreži za smer ka korisniku, nego u suprotnom smeru. Za prenos TV signala preko IP-a se zahtevaju različiti protoci zavisno od kvaliteta, od nekoliko Mb/s do više od 10 Mb/s, kao što je to slučaj televizije visoke rezolucije (*High Definition Television* – HDTV). TV signal se može efikasno prenositi tako što će se video signal distribuirati kroz mrežu, zauzimajući samo jednom kapacitet od centralne lokacije, bez obzira na broj korisnika koji zahtevaju taj signal. Ovakav prenos kroz mrežu se naziva *multicast* prenos. *Multicast*-om se postiže da svaki TV signal stigne do svih zainteresovanih korisnika, bez potrebe za individualnim korisničkim resursima u centralnom delu mreže [2].

U slučaju da korisnik u nekom trenutku odabere određeni video signal, odnosno koristi servis video na zahtev (*Video-on-Demand* - VoD), tada se svaki signal prenosi kroz mrežu posebno (*unicast*), što znači da zahteva dodatne resurse u mreži. Posledica toga je da će VoD servis imati velike zahteve prema mreži kada postane popularniji, odnosno, privuče veći broj korisnika, koji će ga često koristiti.

U zavisnosti od načina kodovanja video (ili audio) signala, saobraćaj koji se generiše može da ima konstantan (*Constant Bit Rate* - CBR) ili promenljivi (*Variable Bit Rate* - VBR) bit-ski protok. Upotreba kodera koji mogu da podrže VBR bitske protoke dovodi do efikasnijeg korišćenja mrežnih resursa.

Očekuje se da će video servisi (VoD i *broadcast TV*) u budućnosti povećati nivo kvaliteta i iz domena širokopojsnih servisa (standardni TV kvalitet, <10 Mb/s) preći u domen HDTV servisa (>10 Mb/s). Audio servisi će takođe nastaviti da podižu nivo kvaliteta, ali oni neće napustiti domen širokopojsnih servisa. Zanimljivo je da za audio i video servise, posle dostizanja nivoa kvaliteta za super-audio *Compact Disc* (CD) i HDTV, neće biti dodatnih zahteva za povećanjem nivoa kvaliteta koji će poticati od krajnjeg korisnika [3].

Prvobitni video servisi su bili besplatni i namenjeni prikazivanju na ekranu računara. Danas se od komercijalnih VoD sistema očekuje da zamene iznajmljivanje *Digital Versatile Disc* (DVD) diskova iz video-kluba, odnosno da korisnik ne primeti razliku između iznajmljenog DVD-a i VoD signala. Da bi se to ostvarilo, moraju biti zadovoljeni kriterijumi kvaliteta servisa (*Quality of Service* – QoS). Bezbednost ovakvih servisa se svodi na zabranu gledanja video signala korisnicima koji nisu platili servis. Posebni bezbednosni mehanizmi na nivou mreže nisu potrebni, već se bezbednost realizuje na nivou aplikacije korisnika.

3. WiMAX

Zahtevi od potrošača i sektora telekomunikacija za korišćenje WiMAX-a kao sistema za prenos IPTV sadržaja su u porastu. WiMAX je širokopojsna bežična tehnologija visokog kapaciteta, što podrazumeva niz servisa koji su u skladu sa IEEE 802.16 standardom. WiMAX Forum, neprofitna organizacija, je odgovoran za razvoj WiMAX specifikacija, promovisanje tehnologije i upravljanje ukupnom sertifikacijom WiMAX proizvoda.

WiMAX sistem se sastoji od dva segmenta: mrežnog i korisničkog, čiji su glavni reprezentivi: WiMAX bazna stanica i WiMAX prijemnik. WiMAX bazna stanica je povezana na javnu mrežu preko koaksijalnog kabla, optičkog kabla, mikrotalasnog linka ili preko neke druge veze velike brzine, koje su poznate kao *backhaul*. Idealno bi bilo kada bi WiMAX koristio tačka-tačka antene tipa kao *backhaul* da poveže sva korisnička mesta (svaki sa svakim) međusobno kao i sa baznim stanicama koje su na većim udaljenostima. Bazna stanica daje usluge pretplatnicima (tj. korisničkoj opremi u prostorijama) koristeći vezu bez optičke vidljivosti (*No Line Of Site* - NLOS) ili sa optičkom vidljivošću (*Line Of Site* - LOS) i obezbeđuje vezu tipa *point-to-multipoint* (jedan primopredajnik komunicira sa više primopredajnika rasutih okolo), pri čemu se to odnosi na vezu poslednjeg kilometra. Pretplatnička mesta su često privatne ili poslovne zgrade koje imaju sopstvenu standardnu ili bežičnu lokalnu mrežu (*Local Area Network* – LAN). Mreže su povezane sa WiMAX-ovim baznim stanicama preko malih antena koje su postavljene na zgradama i primaju i šalju signal, i na taj način povezuju LAN sa internetom i drugim servisima. Budući korisnici koji budu direktno povezani na WiMAX sistem zavisno od frekvencijskog opsega imaju integrisane kartice u svojim uređajima. WiMAX bazna stanica se sastoji od unutrašnje elektronike i WiMAX tornja. U praksi se

pokazalo da bazna stanica može pokriti radijus od 10 km, iako se u teoriji tvrdi da je pokrivenost do 50 km. Bilo koji bežični čvor u ovoj oblasti može imati pristup internetu.

Svaka bazna stanica obezbeđuje bežični pristup u oblasti koja se zove *ćelija*. Kao i kod konvencionalnih celularnih mobilnih mreža, antene baznih stanica mogu biti omnidirekcionone čime ćeliji daju kružni oblik, ili direkcione koje daju linearan oblik i koriste se u vezi *point-to-point* ili za povećavanje kapaciteta mreže, efektivno deleći velike ćelije na nekoliko manjih sektora.

Korisnički deo WiMAX sistema predstavlja prijemnik, WiMAX modem sa antenom (koja je odvojena ili ugrađena u sam uređaj) ili je to *Personal Computer Memory Card International* (PCMCIA) kartica koja se postavlja u desktop ili laptop računar, a može biti i ugradni čip.

Pristup WiMAX baznoj stanici je sličan pristupu bežičnoj pristupnoj tački (*Access Point* – AP) u *Wireless-Fidelity* (Wi-Fi) mrežama, ali je pokrivenost mnogo veća. Trošak za opremu je do sada bio jedan od najvećih nedostataka i smanjio je interesovanje za širokopojsni bežični pristup. To nije samo trošak za opremu, već i za instalaciju koja dodatno povećava cenu. Personalni sistemi su jako zastupljeni tamo gde se može ostvariti optička vidljivost, ali oni zahtevaju mnogo rada prilikom instalacije i povremenog okretanja antene kod korisničkog uređaja. Kod WiMAX-a je ovaj problem rešen sa konceptom samoinstalacije, što donosi revoluciju u svet širokopojsnog bežičnog pristupa.

3.1. Fiksni WiMAX

WiMAX može funkcionisati unutar licenciranog i nelicenciranog frekvencijskog opsega. Ovi opsezi su prihvaćeni od strane različitih komunikacionih regulacionih tela u celom svetu. Licencirani opsezi se preferiraju zbog manje šanse za pojavu raznih smetnji. Fiksni WiMAX radi u opsegu 3400 - 3600 MHz.

Geografske topologije u kombinaciji sa drugim faktorima kao što su oprema i vremenski uslovi mogu da imaju uticaj na rastojanje između IPTV potrošačkih uređaja i WiMAX bazne stanice. Teoretski, WiMAX ima maksimalnu brzinu od oko 60 Mb/s unutar područja od 6 do 10 km. Važno je napomenuti da WiMAX može da podrži i područje optičke vidljivosti i područje gde se ne ostvaruje linija optičke vidljivosti.

3.2. Mobilni WiMAX

Nesumnjivo, fiksni WiMAX, baziran na IEEE 802.16-2004 standardu, se dokazao kao isplativa fiksna bežična alternativa kablovskom prisupu i *Digital Subscriber Line* (DSL) tehnologiji. U decembru 2005. godine IEEE je dodao amandman 802.16e standardu 802.16. Ovaj amandman dodaje stavke koje su nepohodne da podrže mobilnost. WiMAX forum sada definiše systemske performanse i profile sertifikovanja bazirane na IEEE 802.16e mobilnom amandmanu. Osim toga, WiMAX forum definiše i mrežnu arhitekturu neophod-

nu za implementaciju *end-to-end* mreže mobilnog WiMAX-a. Mobilni WiMAX je širokopojasno bežično rešenje koje omogućava konvergenciju mobilne i fiksne širokopojasne mreže kroz zajedničku tehnologiju širokopojasnog radio-pristupa i fleksibilnu mrežnu arhitekturu. Vazdušni interfejs mobilnog WiMAX-a je usvojio postupak *Orthogonal Frequency-Division Multiple Access* (OFDMA) za poboljšane performanse višestrukog prostiranja u okruženjima gde se ne ostvaruje linija vidljivosti. Skalabilni OFDMA (SOFDMA) je uveden u IEEE 802.16e amandman da podrži promenljive širine radio-kanala od 1,25 do 20 MHz. U ovom dokumentu je predstavljen prikaz tehnologije koja se nalazi iza sistema mobilnog WiMAX-a, arhitektura i struktura mreža baziranih na WiMAX sistemima, i konačno, dat je prikaz performansi za osnovnu minimalnu konfiguraciju zasnovanu na Izdanju-1 sistemskog profila izdatog od strane WiMAX foruma. Sistemski profil mobilnog WiMAX-a omogućava mobilnim sistemima da budu konfigurisani na uobičajen način, što osigurava baznu funkcionalnost terminala i baznih stanica. Neki elementi profila bazne stanice su definisani kao opcioni, tako da pružaju dodatnu fleksibilnost za razvoj baziran na specifičnim razvojnim strategijama, koje mogu zahtevati različite konfiguracije koje su optimizovane prema kapacitetu ili prema pokrivenosti. Sistemski profil Izdanje-1 mobilnog WiMAX-a pokriva 5; 7; 8,75 i 10 MHz širine radio-kanala za licencirani spektar na svetskom nivou u frekvencijskim područjima od 2,3 GHz; 2,5 GHz i 3,5 GHz. Pokazano je da mobilni WiMAX može pružiti kapacitet od nekoliko desetina megabita po sekundi sa svake bazne stanice sa uobičajenom konfiguracijom i radi u opsegu 3,4 GHz - 3,8 GHz. Neke od naprednih tehnologija kako što su adaptivni antenski sistemi koji mogu značajno unaprediti performanse su takođe razmotrene u ovom radu. Brz prenos podataka omogućava efikasno multipleksiranje i malo kašnjenje podataka [4].

Mobilni WiMAX obuhvata više ključnih funkcija koje su potrebne za transport IPTV servisa i programa:

- Tehnologija podržava brzine prenosa podataka 32 - 46 Mb/s, što omogućava korektan prenos komprimovanog sadržaja na mobilne uređaje.
- Korišćenje tehnologije, kao što je OFDMA, omogućava IPTV pristup većem broju gledalaca TV kanala u geografskim područjima koja su u mogućnosti da prime taj signal.
- Integracija sa multimedijalnim podsistemom olakšava vezu između IPTV aplikacija i drugih IP servisa kao što su internet velike brzine i *Voice over IP* (VoIP). To je tehnologija koja je omogućila mrežnim operatorima da pojednostave i ubrzaju implementaciju IP servisa.
- Mobilni WiMAX pruža podršku u skladu sa QoS, koji je značajan za aplikacije u realnom vremenu kao što je IPTV.

Za širokopojasni bežični pristup potreban je veliki opseg, a on se jedino može naći u području između 2 i 66 GHz. Milimetarski talasi iz tog područja imaju zanimljivo svojstvo koje nemaju duži talasi. Naime, oni se ne prostiru u svim pravcima kao zvuk, već pravolinijski kao svetlost. Zbog toga bazna stanica mora da ima više antena usmerenih u različite pravce. Svaki sektor okolnog terena koji pokriva jedna antena ima svoje korisnike koji su srazmerno nezavisni od korisnika

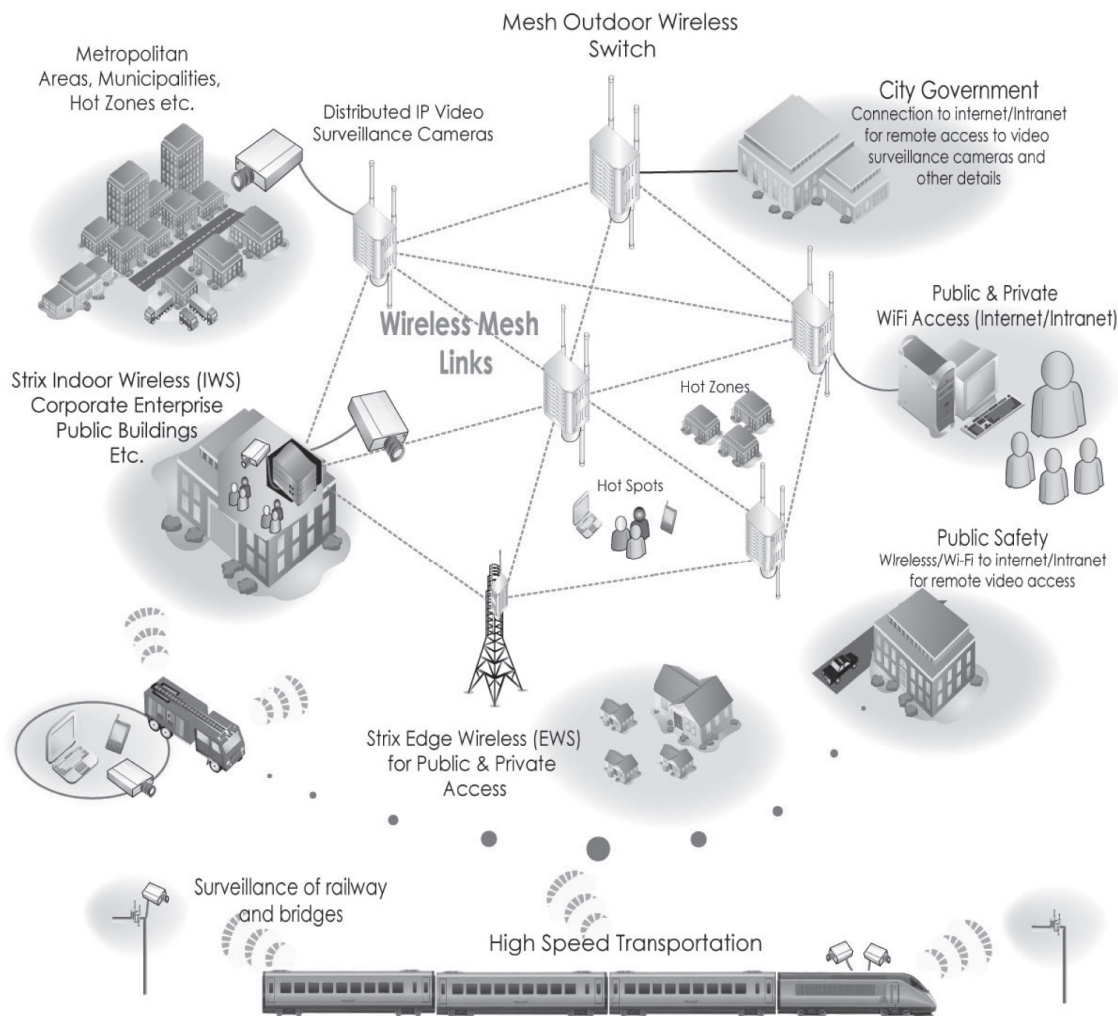
u susednim sektorima. Pošto jačina signala u milimetarskom području naglo opada sa rastojanjem od bazne stanice, zajedno sa njom opada i odnos signal/šum. Zbog toga se u mreži 802.16 koriste tri tehnike modulacije, zavisno od udaljenosti korisnika od bazne stanice. U neposrednom okruženju koristi se sistem *Quadrature Amplitude Modulation* QAM-64, na srednjim udaljenostima sistem QAM-16, a modulacija za najudaljenije korisnike je po sistemu *Quadrature Phase-Shift Keying* QPSK. Na primer, ako se iskoristi deo spektra od tipično 25 MHz, uz QAM-64 dobiće se 150 Mb/s, uz QAM-16 100 Mb/s, a uz QPSK 50 Mb/s. Drugim rečima, što je pretplatnik dalje od bazne stanice, sporiji je prenos podataka.

Kada su dobili zadatak da razviju širokopojasni sistem prenosa, projektanti mreže 802.16 morali su da se dobro potrudu da uz navedena fizička ograničenja što bolje iskoriste raspoloživi spektar. Pri prenosu govora, saobraćaj je približno jednak u oba smera, ali kada je u pitanju internet, saobraćaj ka korisniku najčešće je mnogo veći od saobraćaja ka baznoj stanici. Zbog toga se u mreži 802.16 predviđa mnogo elastičniji način dodeljivanja propusnog opsega pomoću dve tehnike: dvosmernog prenosa podelom frekvencija *Frequency-Division Duplex* (FDD) i dvosmernog prenosa podelom vremena *Time-Division Duplex* (TDD). Saobraćaj ka korisniku bazna stanica preslikava u vremenske intervale, zato što je ona isključivo odgovorna za taj smer. Složeniji saobraćaj od korisnika (ka baznoj stanici) zavisi od zahtevanog kvaliteta usluge. Fizički sloj ima i zanimljivu sposobnost da u jedinstvenom fizičkom prenosu podataka više *Media Access Control* (MAC) okvira pakuje jedan uz drugi. Na taj način se bolje iskorišćava spektar jer se smanjuje broj zaglavljiva okvira fizičkog sloja. Treba naglasiti da se u fizičkom sloju koristi Hemingov kod za ispravljanje grešaka u hodu. U skoro svim drugim mrežama, otkrivanje grešaka se prepušta kontrolnom zbiru i tada se zahteva ponovno slanje neispravnog okvira. Međutim, u širokopojasnom prenosu podataka na većem području očekuje se toliko grešaka da se one ispravljaju ne samo u višim slojevima pomoću kontrolnog zbira, već i u fizičkom sloju. Zbog višestrukog ispravljanja grešaka, kanal izgleda bolje nego u stvarnosti, ali samo zato što je više od polovine bita namenjeno ispravljanju grešaka u fizičkom sloju.

4. BEŽIČNE LOKALNE MEŠOVITE MREŽE (WIRELESS MUNICIPAL MESH NETWORKS)

Ove mreže su još jedan od načina prenosa IPTV servisa do krajnjih korisnika. Nekoliko tipova tih mreža su implementirane u različitim gradovima širom sveta.

Lokalne mreže najčešće rade u spoljašnjem okruženju, ili na nelicenciranoj frekvenciji 2,4 GHz ili na 5 GHz. Wi-Fi, takođe poznat kao familija standarda 802.1x, je pogodan izbor za izgradnju mešovitenih mreža, jer većina današnjih uređaja podržava Wi-Fi interfejs. Stvaranje Wi-Fi mreža u spoljašnjoj sredini zahteva upotrebu pristupnih tačaka koje su



Slika 1. – Primer arhitekture lokalne mešovite mreže (preuzeto sa www.strixsystems.com)

među sobom povezane i koje su povezane žično sa provajderom. Primer arhitekture jedne lokalne mešovite mreže dat je na slici 1.

Pristupne tačke korišćene od strane lokalnih mreža pokrivaju značajno veći prostor u odnosu na primenu u zatvorenom prostoru (*indoor AP*). One su uglavom prikačene na fizičke strukture koje pružaju dobru vezu u oblasti optičke vidljivosti i jednostavan pristup napajanju. Pogodne lokacije za spoljnu montažu pristupnih tačaka su visoke zgrade, komunikacioni tornjevi itd. Povezivanje spoljašnjih AP na centralnu tačku koišćenjem kablova je iz ekonomskih razloga neopravdano. Zato su sve AP u lokalnim bežičnim mežnim arhitekturama povezane bežično, međusobno i sa AP *gateway*-om. Broj AP varira u zavisnosti od implementacije. Svaka pristupna tačka koristi odgovarajući protokol rutiranja za povezivanje sa ostalim pristupnim tačkama. Glavna odgovornost ovog protokola je da obezbedi najefikasniji put za IP pakete kroz mrežu iz svake AP do *backhaul* linka i obrnuto.

Postoje dve varijante mrežnih pristupnih tačaka:

- **Single Wi-Fi radio-mesh AP** koristi jedan kanal za podršku pristupa iz različitih korisničkih uređaja. One

omogućavaju smanjenje ograničenja i poboljšanje performansi. Pristupne tačke su konfigurisane u grupe koje rade na različitim frekvencijama.

- **Dual Wi-Fi radio-mesh AP** koristi zasebne kanale za prenos mrežnog saobraćaja i pruža pristup korisničkim Wi-Fi uređajima na frekvenciji 2,4 GHz. Upotreba dva odvojena kanala koji deluju u različitim frekvencijskim opsezima nudi bolje performanse i omogućava postojaniji prenos vremenski osetljivih aplikacija kao što je IPTV.

Žična *backhaul* konekcija mora da obezbedi vezu između IP centra podataka i interneta. Tehnologija zvana virtuelni LAN (VLAN) često se upotrebljava u različitim vrstama transporta kroz bežične lokalne mreže.

IPTV ima mnogo veće zahteve nego što nude mreže ovog tipa. Da bi se taj problem prevazišao obično se ograničavaju specijalne funkcije kao što je *streaming* IPTV sadržaja sa Wi-Fi kamera.

5. PRIMENA IEEE 802.16 MREŽA

IEEE 802.16 podržava *Asynchronous Transfer Mode* ATM, IPv4, IPv6, *Ethernet* i VLAN servise, obezbeđujući pri

tome bogat izbor servisnih mogućnosti za provajdere koji pružaju usluge prenosa glasa i podataka. Može biti korišćen za široku selekciju bežičnih širokopoljnih konekcija:

- Čelijski *backhaul*: IEEE 802.16 bežična tehnologija može biti izvrstan izbor za potrebe kao što su *hotspot*, kao i *point-to-point backhaul* aplikacije zahvaljujući svojoj robusnosti i velikim dometima.
- Stambeni širokopoljni servis: praktična ograničenja kao što su velike udaljenosti i nedostatak povratnog kanala ograničavaju mnoge potencijalne korisnike u doseganju DSL i kablovske tehnologije. IEEE 802.16 može popuniti praznine u kablovskoj i DSL pokrivenosti.
- Nepokrivena područja: u mnogim ruralnim područjima ne postoji žična infrastruktura. IEEE 802.16 može biti bolje rešenje za omogućavanje komunikacionih servisa u tim područjima koristeći antene sa velikim dobitkom.
- Uvek najbolja konekcija: pošto IEEE 802.16 podržava mobilnost, tako mobilni korisnici u poslovnim područjima mogu dobiti servise velikih brzina putem IEEE 802.16/WiMAX ručnih uređaja kao što su *Personal Digital Assistant* PDA, džepni *Personal Computer* PC i smart telefon.

6. IPTV SERVISI

Klasična distribucija TV kanala (*broadcast*) svakako će biti osnovni izvor prihoda IPTV operatora. Međutim, veoma je teško biti konkurentan na tržištu samo sa osnovnim servisom, u odnosu na kablovske i satelitske operatore koji u tom poslu poseduju dugogodišnje iskustvo, kao i razvijenu infrastrukturu koja je namenski projektovana da zadovolji najviše zahteve kada je u pitanju kvalitet TV servisa. Stoga, ponuda IPTV operatora ne sme biti prosta kopija onoga što već postoji i široko je prihvaćeno od velikog broja korisnika, već je potrebno pronaći formulu koja će na tako zahtevnom tržištu garantovati uspeh i opravdati velika ulaganja [5].

Specifičnosti IPTV tehnologija nameću veliki broj servisa i dodatnih usluga kao recept za uspeh u takvim uslovima. Istina je da su dodatni servisi tek sekundarni izvor prihoda, kao i to da će im samo deo pretplatnika IPTV imati pristup. Međutim, oni mogu poslužiti kao stimulans za masovniji prelazak korisnika ka telekom operatorima kao provajderima TV servisa. Stoga je neophodno da se telekom operatori IPTV pre svega fokusiraju na razvoj velikog broja sofisticiranih servisa sa dodatnom vrednošću. Pošto nemaju iskustvo sa ponudom kvalitetnog video materijala, oni svoju prednost moraju da traže upravo u personalizaciji sadržaja i interaktivnosti kroz različite servise uz neophodnu implementaciju visokog kvaliteta servisa. U daljem tekstu će biti bliže objašnjeni neki od mogućih IPTV servisa i usluga sa dodatnom vrednošću.

6.1. TV servisi

Distribucija TV kanala (*broadcast*) - za razliku od klasičnih TV distributera koji prenose do korisnika sve raspoložive

televizijske kanale simultano, ovde se prenosi samo kanal koji je poslednji zahtevan od strane pretplatnika, što omogućava ponudu gotovo neograničenog broja kanala. To je činjenica koja daje prednost IPTV tehnologiji nad konkurentima već u ponudi osnovnog servisa. Kako se koristi *multicast* tehnologija kao način za isporuku kanala, moguće je na efikasan način izvršiti distribuciju kanala na bazi regionalnog interesa. Istraživanja su pokazala da su korisnici izuzetno zainteresovani za sadržaj od lokalnog značaja. IPTV omogućava usku lokalizaciju programa više nego bilo koji drugi sistem za isporuku televizijskih kanala. Tako je moguće npr. na regionalnom principu distribuirati specijalizovane kanale namenjene lokalnim zajednicama i nacionalnim manjinama. Podrazumeva se da sistem omogućava efikasnu *parental control* funkcionalnost koja onemogućava deci da imaju pristup programima za odrasle i scenama nasilja, pri čemu je nadzor moguće vršiti i preko mobilnog telefona. Ovde je veoma značajno kašnjenje pri promeni kanala, uzrokovano specifičnostima tehnologije, smanjiti na podnošljivu meru.

Izbor sopstvenog programskog paketa - korisnici se mogu pretplatiti na željeni paket programa iz baze dostupnih TV programa na serveru.

EPG (Electronic Program Guide) - slično kao što korisnici interneta koriste različite pretraživače na globalnoj mreži, korisnici IPTV servisa mogu da pretražuju programe putem EPG. Vrlo važni za zadovoljstvo korisnika su brzina i jednostavnost interfejsa, pa čak i dizajn daljinskog upravljača. Korisnici imaju mogućnost da sortiraju i pretražuju podatke po željenom kriterijumu npr. sport, muzika, film... Moguće je ponegde čak izmeniti redosled programskog sadržaja po željenom principu, kao i urediti vizuelni izgled EPG-a po vlastitom ukusu. Obično su u svakom trenutku raspoloživi podaci o programima za nekoliko dana unapred i unazad.

PPV (Pay-Per-View) - korisnik plaća za program koji će moći da pogleda u zakazanom terminu, pri čemu se željeni programski sadržaj prikazuje u isto vreme za sve zainteresovane korisnike ili alternativno u bilo koje vreme do isteka zadatog roka. Ovde se mogu birati pojedinačni sadržaji na kanalima koji inače nisu sastavni deo paketa na koji je korisnik pretplaćen. Neki operatori nude mogućnost da korisnici participiraju u IPTV sistemu samo na PPV osnovi bez mesečne pretplate, zadržavajući prijem TV kanala na tradicionalan način, a koristeći iz IPTV sistema samo usluge sa dodatnom vrednošću kao što je npr. video na zahtev u realnom vremenu.

PVR (Personal Video Recorder) memoriše primljeni sadržaj u digitalnom formatu na hard disk STB (*Set Top Box*) uređaja zadržavajući iste *trick modes* funkcionalnosti kakve ima klasični video rikorder (*recording, play, FF, RW, pause*) uz mogućnost direktnog pristupa željenom delu sadržaja bez upotrebe FF i RW funkcije. Pored toga, video visoke rezolucije zauzima mnogo više prostora na disku. Moguće je i podeliti preko mreže ovako snimljen sadržaj među korisnicima. Istraživanja pokazuju da je kvalitet videa u ovom slučaju obično nešto lošiji od originalnog.

nPVR (network Personal Video Recorder) je takav servis gde se na VoD serveru u *headend*-u snima svaki kanal

koji se reprodukuje tako da omogućava svakom pojedinačnom korisniku da pauzira živi program kada god to poželi, a zatim u željeno vreme nastavi sa gledanjem emisije, naravno ovaj put van realnog vremena. U međuvremenu je moguće npr. prihvatiti telefonski poziv identifikovan na TV prijemu. Ovde se *broadcast* saobraćaj transformiše u *on - demand* saobraćaj. Ovo je zgodno i u slučajevima prekida veze iz bilo kog razloga jer je po otklanjanju smetnji moguće nastaviti sa gledanjem programa. Pored toga moguće je snimati sadržaj sa jednog kanala dok se posmatra program na drugom. Servis obično omogućava gledanje TV programa koji su emitovani i do nekoliko dana unazad. Ovo je jedan od najvažnijih servisa koje je potrebno implementirati u inicijalnoj fazi IPTV sistema zbog njegove specifičnosti i uloge važnog diferencijatora u odnosu na konkurentne tehnologije. Sa sigurnošću se može reći da će efikasna kombinacija PVR i nPVR imati veoma važnu ulogu u opredeljenju korisnika za IPTV kao načina za prijem video sadržaja.

Interaktivna distribucija (multi-angle servis) - ovaj servis pruža mogućnost simultane distribucije različitih vizuelnih perspektiva istog događaja. Pretplatnik može menjati ugao iz kog posmatra događaj. Na primer, pri gledanju fudbalske utakmice može izabrati sa koje kamere želi da gleda prenos nezavisno od odluke reditelja.

Dodatne informacije o posmatranom sadržaju - TV gledaoci često imaju potrebu da prošire svoja saznanja o gledanom programu. IPTV tu može da pruži najviše dodatnih informacija u odnosu na konkurenciju. To mogu biti podaci o sportskim timovima i sportistima, statistike, rezultati, podaci o sadržaju filma, glumcima, reditelju, podaci o muzičkim izvođačima itd.

PIP (Picture-in-Picture) - na TV ekranu je pored glavne slike moguće istovremeno vršiti prikaz slike manje rezolucije u kojoj može biti EPG, drugi kanal, video nadzor i slično. Omogućava korisniku da pretražuje kanale ne prekidajući gledanje trenutnog kanala.

Video mozaik - je napredniji oblik PIP servisa integrisan u EPG, gde se kroz formu mozaika prikazuju svi raspoloživi kanali živom slikom niske rezolucije, čime korisnik dobija mogućnost jednostavnije navigacije kroz brz pregled sadržaja kanala za koje je zainteresovan.

6.2. Servisi na zahtev

VoD (Video on Demand) - ako je IPTV nužno zlo za telekom operatore, video na zahtev je nužno zlo u spletu IPTV servisa. Međutim, VoD je ono po čemu se IPTV operatori razlikuju od svojih konkurenata. VoD je u suštini elektronski video klub. Iz elektronskog kataloga gledalac može da izabere film koji želi da pogleda. Za sada VoD vraća najmanje uloženi sredstva, kako zbog velikog protoka koji zahteva, jer svakom korisniku se dodeljuje po jedan video *stream* koji zauzima opseg od servera do STB uređaja, tako i zbog visoke cene kvalitetnog sadržaja koji se preko njega može ponuditi. Međutim, očekuje se da će upravo ovaj servis, kada jednom baza korisnika pređe potreban prag, postati zamajac koji će IPTV dati potrebnu snagu za uspeh. Sadržaj se može *download*-ovati sa centralnog servera (tzv. *Push* VoD) na lokalni disk

ili se može vršiti *streaming*. Kako bi servis uspeo, potrebna je velika baza aktuelnih i kvalitetnih filmova. Film se obično može pogledati proizvoljan broj puta u nekom vremenskom periodu- tipično 24 sata.

Time-Shift TV - ovaj servis najradije koriste kablovski i satelitski operatori jer im je to jednostavnije nego da vrše nadgradnju svoje mreže za klasični VoD. Određeni video sadržaj se reemituje u tačno određenim kratkim intervalima, obično trajanja 10-20 minuta i to po *multicast* sesiji. Korisnik se pridružuje onoj *multicast* grupi sa najbližim vremenom starta od trenutka njegovog zahteva i obično ne postoji mogućnost pauziranja prijema programa i nastavljanja sa gledanjem kasnije. Servis je naročito zgodan za vesti i sportske događaje, ali i popularne filmove. IPTV distributeri ga rado koriste jer se na taj način smanjuje potreban protok.

MoD (Music on Demand) - omogućava korisniku pristup muzičkim sadržajima veoma visokog kvaliteta, kao što su muzički fajlovi i video spotovi, iz velike biblioteke od nekoliko miliona pesama, na sličan način kao što funkcioniše VoD. Napredni internet pretraživači multimedijalnih sadržaja kao što je npr. *youtube* svojom jednostavnošću i efikasnošću su navikli korisnike da mogu pristupiti svakom željenom sadržaju odmah. Praktično, u dogledno vreme korisnik će biti krajnje frustriran ukoliko ne bude u mogućnosti da pristupi bilo kom postojećem sadržaju u momentu kada to želi i to na bilo kom korisničkom uređaju. Za razliku od sličnih pretraživača, kvalitet koji se ovde nudi je znatno viši.

Igre i kladionice - IPTV sistem omogućava kooperativne i kompetitivne aktivnosti u visoko personalizovanom okruženju. *On-line* igre su u dobroj meri već razvijene na internetu, međutim ovde se radi o raspoloživim protocima reda Mb/s što pruža neuporedivo veće mogućnosti i "realniji" doživljaj virtuelnog okruženja. Neophodno je, međutim, u budućnosti usavršiti STB uređaje kako bi se osposobili za video igre ili pak konzole za igru dovesti u IPTV funkcionalnost. Ovaj servis može da otvori potpuno novo tržište i očekuje se da bude među najpopularnijim servisima nove televizije. Moguće je nekoliko realizacija:

- učešće u TV emisijama sa igrama i kvizovima
- *online* kladenje
- *multi-player* igre
- *downloading* video igrice

HDTV - kako bi se vršila distribucija videa visoke rezolucije neophodno je primeniti standarde za kompresiju nove generacije kao što su H.264 [6]. Međutim, većina raspoloživih video sadržaja još uvek je u MPEG-2 formatu, što zahteva konverziju sadržaja u *headend*-u a to je još uvek skup proces ukoliko je pretplatnička baza mala. Uprkos svemu, HDTV servis je nešto čemu se mora težiti jer će se u budućnosti potreba gledalaca za videom izuzetno visokog kvaliteta svakako povećati.

6.3. IPTV interaktivni servisi

IPTV interaktivni servisi najčešće imaju u svom prefiksu oznaku T.

T-learning - edukativni programi - podrazumevaju servis učenja na daljinu kroz zahteve za prenos i *download* specifičnih edukativnih sadržaja. Tipovi edukativnih servisa su:

- Tradicionalni edukativni TV kanali koji bi proširili svoju ponudu i podelili je po specifičnim oblastima od interesa.
- Uvođenje nekog oblika interaktivnosti preko interneta.
- *On - demand* ponuda velikog broja edukativnih sadržaja kakva se već primenjuje u školama, gde se predavanja o određenim oblastima mogu naručiti od strane nastavnika i prezentovati učenicima.
- Interaktivnost koja omogućava pristup informacijama nezavisno od TV kanala
- Aktivno praćenje edukativnog programa kroz neku formu interaktivne provere znanja (korisna primena bilo bi učenje stranih jezika)

T-informacije (tzv. 24/7 servisi) - predstavljaju uvek raspoložive servise (24 sata dnevno, 7 dana u nedelji) i obično sadrže vesti, sportske rezultate, izveštaje sa berze, vremensku prognozu, stanje na putevima itd. Informacije su dostupne pojedinačno i na zahtev i to samo oni delovi za koje je korisnik zainteresovan.

T-servisi za zabavu - u ovu kategoriju mogu se svrstati svi servisi namenjeni za zabavu i razonodu korisnika kao što su igre, horoskop, foto album, karaoke, lutrija i sl.

T-zdravstvena nega - pacijenti u svom domu mogu imati *on-line* komunikaciju sa nadležnom zdravstvenom ustanovom. Na taj način moguće je zakazati pregled kod izabranog lekara. U domu se mogu instalirati medicinski senzori koji se preko STB povezuju sa lekarom koji na taj način može pratiti zdravstveno stanje pacijenta sa velike udaljenosti na osnovu izmerenih parametara. Takođe je tom prilikom moguće sa lekarom uspostaviti i video komunikaciju.

Place-shifting - pretplatnik može pristupiti sadržaju krećući se na različitim lokacijama. Tako na primer može da nastavi sa gledanjem započetog programa na drugom aparatu, PC-u ili čak i mobilnom telefonu bilo gde u svetu.

Pregledanje i štampanje digitalnih fotografija – STB uređaji daju mogućnost akvizicije digitalnih fotografija sa foto aparata i njihovo pregledanje na TV prijemniku.

Upload multimedijalnog sadržaja – korisnici mogu vršiti *upload* sopstvenog multimedijalnog sadržaja preko PC, mobilnog telefona ili PDA na server koga zatim mogu deliti sa izabranom grupom prijatelja ili neograničeno, koji istom sadržaju pristupaju preko EPG i svog TV aparata. Moguće je vršiti i direktan izlaz sa digitalne TV kamere. Ova usluga mogla bi da se koristi kako komercijalno od strane preduzeća, tako i privatno za zabavu. Na ovaj način praktično se nudi korisnicima mogućnost kreiranja sopstvenih TV kanala.

6.4. IPTV komunikacioni servisi

e-mail- to je klasični servis elektronske pošte koja se međutim u ovom slučaju razmenjuje unutar mreže operatora. Teško je verovati da bi ovaj servis mogao imati većeg uspeha. To je previše teksta za TV kao medij i tastaturu daljinskog

upravljača. Takođe, korist od ovakvog servisa za operatora je zanemarljiva. Ono što međutim može biti korisno, to je *voice-mail* i *video-mail*.

Caller ID – pošto je IPTV jedan od segmenata *triple play* rešenja, on je povezan sa drugim delovima, pa su među servisima moguće različite interakcije. Jedan od popularnih servisa je prikaz broja i identifikacija dolaznog telefonskog poziva na TV ekranu. Korisniku se pruža mogućnost da preuzme poziv i eventualno automatski pauzira prikaz željenog TV kanala, preusmeri poziv na drugi broj ili ga pošalje na *voice-mail*. Ovo se, još u ranoj fazi uvođenja servisa, pokazalo kao jedna od najpopularnijih dodatnih usluga. Takođe, moguće je sa TV ekrana pretražiti telefonski imenik i inicirati poziv prema željenom broju, kao i pogledati istoriju poziva.

Videokonferencija - IPTV pruža sigurno okruženje za održavanje poverljivih poslovnih sastanaka na daljinu. Tok konferencije se može i snimati kako bi se posle završetka konferencije njen sadržaj mogao naknadno pogledati na IPTV terminalu.

Sigurnosne primene, video nadzor - pored toga što se nadzor može *on-line* vršiti iz sopstvenog doma, IPTV sistem omogućava i nadzor sa udaljene lokacije.

Chat rooms – razvijeni na internetu, mogao bi biti naročito popularan među mlađim korisnicima.

Razmena mišljenja o sadržaju programa – vrši se kroz interaktivnu razmenu teksta ili govora, čime se praktično dobija efekat virtuelnog zajedničkog gledanja programa.

Instant messaging - omogućava korisnicima razmenu fotografija i jednostavnih tekstualnih poruka u realnom vremenu. Pokazalo se da neki korisnici ne žele da unose tekst sa tastature, već im je draži isti način kucanja kakav se primenjuje za SMS, na mobilnim telefonima. Ovaj vid komunikacije ima perspektivu među mlađom populacijom.

Individual messaging system - omogućava direktnu komunikaciju operatora sa korisnikom u vidu obaveštenja o novim servisima, cenama, kao i promenama u postojećim servisima.

Web browsing - web stranice se mogu dizajnirati posebno za televiziju i *download*-ovati od strane IPTV korisnika. Servis bi mogao biti interesantan kao izvor dodatnih informacija o nekom posmatranom video sadržaju.

IPTV video telefon - mada je video telefon prezentovan još 1964. godine, on nikada nije našao širu primenu. IPTV i TV kao vizuelni medij mogli bi konačno dodati telefonskoj komunikaciji vizuelnu komponentu.

P2P (Peer-to-Peer) razmena sadržaja - korisnici mogu međusobno razmenjivati snimljeni video sadržaj bez posredovanja centralnog servera.

Billing informacije - pretplatnik može u svakom trenutku proveriti stanje na svom račun, kao i dobiti listu aktivnosti na IPTV sistemu. Moguće je i izvršiti elektronsku uplatu za dodatne usluge.

Glasanje - sva TV glasanja koja se u tradicionalnoj televiziji vrše preko javnog telefonskog sistema, ovde je moguće izvršiti unutar samog sistema IPTV.

Prijem MMS sa mobilnih telefona - osobine IPTV terminala omogućavaju kvalitetnu prezentaciju multimedijalnih podataka visoke rezolucije.

6.5. IPTV komercijalni servisi

T-commerce - elektronska trgovina preko televizije. To je interaktivan komercijalni servis namenjen poslovanju. Integriše postojeće sisteme, kao što su CSS (*Cascading Style Sheets*) i *web* sistemi u jedinstvenu platformu. Omogućava korisnicima da imaju uvid u svoj bankovni račun i ostvarene transakcije, naručuju različite proizvode, plaćaju račune, trguju na berzi, učestvuju na aukcijama i prebacuju novčana sredstva preko svog TV terminala. Korišćenjem daljinskog upravljača korisnik može da naruči određeni proizvod koji je upravo video na televiziji. Bitno je da se ovde prenos podataka vrši preko mreže TV distributera, kao znatno sigurnijem okruženju od interneta.

Ciljano reklamiranje - zavisno od sklonosti krajnjeg korisnika, a koja se utvrđuje praćenjem njegovih aktivnosti na sistemu, kupovnim navikama ili kreiranjem ličnog profila, šalju mu se reklame koje bi ga mogle zainteresovati. Za razliku od zemaljske, kablovske i satelitske televizije, koje su u najboljem slučaju ograničene regionalnom segmentacijom, IPTV sistem poznaje izvor i destinaciju svakog prenošenog paketa, tako da je ciljano reklamiranje moguće usmeriti na svakog pretplatnika posebno. Čak i unutar jednog doma moguće je izvršiti selekciju tako da mlađi korisnici u svojoj sobi primaju jednu vrstu reklama, a u susednoj stariji drugu. Interaktivnost korisnika sa TV-orijentisanim *web* sajtovima omogućava selekciju video klipova i prikaz po želji dužih verzija pojedinih reklamiranih proizvoda.

T-government – sigurnost mreže omogućava vršenje državnih administrativnih servisa kao što su pristup podacima, plaćanje poreza, glasanje, molbe nadležnim institucijama itd.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je pokazan značaj uvođenja novih servisa kod internet protokol televizije, kao i prednosti koje pružaju ti servisi. IP televizija je savremena tehnika kvalitetnog TV prenosa koja distribuira audio i video signale direktno do korisnika putem internet protokola. Ta činjenica IPTV čini veoma interesantnom, kako sa stanovišta prihoda telekomunikacionih operatora, tako i za primenu u svakodnevnom životu.

Jedan od značajnih IPTV servisa je video na zahtev, koji zahteva IP *unicast* tok. Pri prenosu video signala, zahteva se visoki kvalitet servisa, kako bi se minimizirao efekat izgubljenih frejmova. IPTV je pogodna i za servise kao što su vremenski pomena televizija i mrežni video rikorder. Kod ovih servisa, baferi u mreži moraju da budu većeg kapaciteta nego ako se zahteva samo brza promena kanala.

Bežične mreže su pogodne za prenos IPTV servisa, pre svega zbog široke pokrivenosti i podrške mobilnosti. Osim toga, u stanju su da obezbede isporuku IPTV servisa bilo kada i bilo gde, pogotovo u ruralnim i udaljenim područjima. U ovom radu su prepoznati izazovi isporuke bežičnih IPTV servisa i predložena su neka rešenja za njihovo prevazilaženje, kao što su WiMAX sistem (fiksni i mobilni), bežične lokalne mešovite mreže, kao i IEEE 802.16 mreže. Uzimajući u obzir prednosti koje pružaju bežične mreže, naročito u pogledu protoka, IPTV servisi mogu da budu isporučeni pri relativno pristupačnoj ceni, fiksnim i mobilnim korisnicima, uz prihvatljivi kvalitet audio i video signala. Zahvaljujući svojim svojstvima, bežične mreže mogu da budu platforma za dalji razvoj i nadogradnju IPTV servisa.

Budući rad u ovoj oblasti obuhvatao bi razvoj specifičnih sistema za kodovanje signala i adaptivnu modulaciju, mehanizme za upravljanje potrošnjom energije, kao i algoritme za alokaciju resursa pri isporuci IPTV servisa preko bežičnih mreža.

LITERATURA

- [1] R.Jain: „I want my IPTV“, IEEE Multimedia, Vol.12, No.3, pp 95-96, July-September 2005.
- [2] B.Alfonsi: „I want my IPTV: Internet Protocol Television predicted a ‘Winner’“, IEEE Distrib. Sys. Online, IEEE Computer Society, Vol.6, No.2, p. 4, February 2005.
- [3] N.Degrade et al: „Increasing the user perceived quality for IPTV services“, IEEE Communications Magazine, pp 94-100, February 2008.
- [4] Y.Xiao et al: „Internet Protocol Television (IPTV): the killer application for the next generation Internet“, IEEE Communications Magazine, pp 126-134, November 2007.
- [5] A.Samčović: „Infrastruktura i ekonomski aspekti uvođenja servisa IP televizije“, XXVI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2008, Beograd, str. 127-136, 16-17. decembar 2008.
- [6] Z.Bojković, Z.Milićević: „H.264/AVC standard i IPTV“, XXV Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2007, Beograd, str. 129-138, 11-12. decembar 2007.



Mr Aleksandra Kostić-Ljubisavljević, asistent, Saobraćajni fakultet u Beogradu
e-mail: a.kostic@sf.bg.ac.rs
Oblasti interesovanja: Telekomunikacione mreže, Interkonekcija, Optičke komunikacije, Geografski informacioni sistemi



Dr Andreja Samčović, docent, Saobraćajni fakultet u Beogradu
e-mail: andrej@sf.bg.ac.rs
Oblasti interesovanja: Multimedijalne komunikacije, Kompresija slike, Digitalna obrada slike i signala, Geografski informacioni sistemi