

UNIVERZITET SINGIDUNUM



**DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
-MASTER STUDIJSKI PROGRAM-
SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE**

MASTER RAD

UVOĐENJE IPTV USLUGE

Mentor:
Prof. dr. Milan Milosavljević

Student: Dragana Radić
Broj indeksa: 410251/2009

Beograd, 2013

UNIVERZITET SINGIDUNUM



**DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
-MASTER STUDIJSKI PROGRAM-
SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE**

MASTER RAD

UVOĐENJE IPTV USLUGE

Mentor:
Prof. dr. Milan Milosavljević

Student: Dragana Radić
Broj indeksa: 410251/2009

Beograd, 2013

Apstrakt: IPTV je jedno od najnovijih dostignuća iz oblasti primene telekomunikacija u televizijske svrhe. Kao što i sama reč kaže, to je zapravo prenos TV signala preko IP strukture. Razvojem telekomunikacija, a posebno tehnika prenosa došlo je do mogućnosti da se preko standardnih telefonskih struktura prenosi veliki broj podataka. Tako je razvijen i ADSL , koji je iskorišćen kao IP struktura za prenos IPTV-a. Tako dobijamo mogućnost prenosa digitalnog TV signala u velikom broju domaćinstava preko telefonske parice, što ranije nije bilo moguće. Upravljanje svim opcijama OPEN IPTV se obavlja preko interaktivnog korisničkog interfejsa, uz pomoć daljinskog upravljača. Uvid u kompletne programske šeme svih TV kanala, više dana unapred, sa pojedinostima o programima koji se emituju. Opcijama pretraživanja, organizovanja i izbora kanala, stiče se mogućnost kreiranja sopstvenog TV programa.

Ključne reči: IPTV, Internet, protokol, televizija, program

Apstract: IPTV is one of the latest developments in the application of telecommunications in the television purposes. Just as the word says, it's actually a transmission of TV signals over the IP structure. Development of telecommunications, especially technology transfer there was a possibility that the structure over standard telephone transmission of large amounts of data. Thus was developed and ADSL, which is used as IP transmission structure for IPTV. Thus we get the ability to transfer digital TV signals to a large number of households over the telephone wires, which previously was not possible. Manage all your options OPEN IPTV is done through an interactive user interface, with remote control. Insight into the complete program schedule for all TV channels, more days in advance, with details about programs that are broadcast. Search options, organizing, and selecting a channel and is able to create their own TV program.

Key words: IPTV, Internet, protocol, TV, program

Sadržaj:

Sadržaj:.....	4
1. Metodologija istraživačkog rada	6
1.1. Uvod	6
1.2. Predmet istraživanja	7
1.3. Cilj istraživanja.....	7
1.4. Metode istraživanja	8
1.5. Struktura rada	8
2. Prognoziranje novih komunikacionih servisa	10
2.1. Potreba za prognozom tražnje	12
2.2. Važnost pouzdane prognoze.....	13
3. Pojam i značaj IPTV servisa	16
4. OPEN IPTV Telekomu Srbija.....	18
4.1. Početni obim usluga OPEN IPTV-a	18
4.2. Plan realizacije servisa i stepen ostvarenja plana	20
5. Aktuelna struktura OPEN IPTV-a - presek stanja	22
5.1. Live TV	22
5.2. Video on Demand - VoD.....	24
5.3. Snimanje sadržaja – nPVR	26
5.4. Pravci budućeg razvoja	26
6. Opšta arhitektura IPTV mreže.....	27
6.1. Headend	27
6.2. Middleware platforma	28
6.3. Transportna mreža	29
6.3.1. Mreža za prenos distributivnih servisa	29
6.3.2. Mreža za prenos interaktivnih servisa	30
6.3.3. Mreže za pristup.....	31
7. Arhitekture mreža za pristup.....	31
7.1. Point-to-point.....	31
7.2. Aktivna zvezda	32
7.3. Pasivna zvezda	32
7.4. DSLAM	33
8. Kućna mreža i korisnička oprema.....	35
8.1. Kućna mreža.....	35
8.2. Korisnička oprema	36
8.3. Set-top-box uređaj	36
8.4. ADSL modem.....	37
8.5. Arhitektura mreže video servera	38
9. Tržišta IPTV-a.....	39
9.1. Pregled IPTV tržišta u Evropi i zemljama u okruženju.....	40
9.2. Francuska.....	41
9.3. Španija	42
9.4. Slovenija.....	42
9.5. Hrvatska.....	43
9.6. Crna gora	44
10. Budućnost IPTV-a.....	45

12.1. Opšti model kvaliteta servisa	47
12.2. ITU-T/ETSI pristup	49
12.3. IETF pristup	49
13. Parametri kvaliteta servisa i mere performansi	50
13.1. Kašnjenje	50
13.2. Varijacija kašnjenja	51
13.3. Gubitak informacija	51
13.4. Analiza parametara kvaliteta	51
14. IETF arhitekture kvaliteta servisa u IP mrežama	53
14.1. Arhitektura integrisanih servisa	54
14.2. Arhitektura diferenciranih servisa	55
14.3. Hibridne QoS arhitekture	58
15. MPLS tehnologija i IP QoS arhitekture	60
16. Mehanizmi implementacije QoS	61
17. Kvalitet IPTV servisa	63
18. Realizacija Pilot projekta Telekom Srbija	67
18.1. Zaključci sprovedenog Pilot projekta	70
19. Merenje pristupne mreže	74
20. Testiranje platforme u realnim uslovima rada	77
21. Ocena kvaliteta IPTV servisa u komercijalnoj upotrebi	78
ZAKLJUČAK	83
LITERATURA	85

1. Metodologija istraživačkog rada

1.1. Uvod

Vodeće telekomunikacione kompanije u domenu fiksne telefonije susreću se sa sve većom konkurencijom na tržištu. Priličan deo tržišta u delu multimedijalnih usluga distribucije audio i video sadržaja su uveliko preuzeli kablovski operatori koji uz standardnu ponudu TV programa i Video on Demand (VoD) sadržaja sve češće nude i priključak na Internet i VoIP (Voice over IP).

Međutim, tržište korisnika tradicionalnog TV servisa u svetu je u priličnoj meri već zasićeno, pa u takvim uslovima nastupaju telekom operatori kao potpuno novi igrači u već razvijenom okruženju proverenih tehnologija i stečenog poverenja korisnika servisa.

Svesni činjenice da u svoju mrežu moraju uvesti nove tehnologije kako bi zadržali vodeću poziciju kao provajderi usluge pristupa Internetu i samim tim, putem širokopojasne (xDSL) infrastrukture stvoriti uslove da tržištu ponude nove konkurentne usluge, telekom operatori vide šansu u IPTV-u (Internet Protokol Television) kao novom servisu koji bi mogao učvrstiti njihove poljuljane pozicije.

U tržišnim uslovima u kojima je za prosečnog korisnika najbitnije da je servis jeftin i pouzdan, da je zadovoljavajućeg kvaliteta i da pruža korisne i jednostavne dodatne usluge, jedan od težih zadataka je ubediti korisnika da promeni način na koji prima TV signal.

Klasična distribucija TV kanala svakako jeste i u narednom periodu na većini tržišta biće 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 i razvijenu infrastrukturu koja je namenski projektovana da zadovolji najviše zahteve kada je u pitanju kvalitet TV servisa.

Telekom operatori su svesni da njihova ponuda ne sme biti prosta kopija onoga što već postoji i što je već široko prihvaćeno od strane velikog broja korisnika, te da je potrebno iznaći formulu koja će na tako zahtevnom tržištu garantovati uspeh i opravdati velika ulaganja.

Specifičnosti IPTV tehnologije prirodno nameću veliki broj servisa i dodatnih usluga, bez obzira na to što su dodatni servisi po pravilu sekundarni izvor prihoda i što pristup ovim servisima ima samo deo IPTV korisnika, oni mogu poslužiti kao stimulans za masovniji prelazak korisnika na mreže telekom operatora, kao provajdera TV servisa. Zbog toga je veoma važno da se telekom

operatori u samom konceptu razvoja IPTV servisa fokusiraju na razvoj velikog broja sofisticiranih servisa sa dodatnom vrednošću.

Pošto nemaju iskustvo sa ponudom kvalitetnog video materijala telekom operatori svoju prednost moraju tražiti u personalizaciji sadržaja i interaktivnosti kroz različite servise uz neophodnu implementaciju visokog kvaliteta servisa.

Na domaćem tržištu multimedijalnih usluga na sceni je oštra tržišna utakmica. U takvim uslovima u borbi sa konkurencijom Telekom Srbija je pustio IPTV servis pod potpuno novim brendom OPEN IPTV, sa ciljem da poveća svoje prihode, zadrži stare i privuče nove ADSL korisnike i izgradi Loyalty program.

1.2. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja je IPTV (*Internet Protocol Television*) što predstavlja sistem digitalne televizije koji se distribuira pomoću internet protokola.

1.3. Cilj istraživanja

Internet zauzima sve veću ulogu u svakodnevnom životu čoveka. Usled toga u procesu razvoja interneta jedan od pravaca razvoja je doveo do povezivanja sa drugim masovnim medijem, televizijom.

U radu je prikazano da sa razvojem IP (Internet Protocol) i telekomunikacionih servisa javila potreba za njihovom integracijom, odnosno, za realizacijom telekomunikacionih servisa kroz IP mrežu, takav servis je i IPTV (Internet protocol television).

Rad ukazuje i na to da je potpuno opravdana definicija (međunarodne unije za telekomunikacije) da se IPTV definiše kao grupa multimedijalnih servisa kao što su televizija, prenos video signala, audio signala, teksta slika i podataka koji se korisniku pružaju po mreži zasnovanoj na IP protokolu, sa ciljem da se ostvari zahtevani nivo kvaliteta servisa, iskustva, zaštite prenošenih sadržaja, interaktivnost i pouzdanost. Cilj istraživanja je da se prikaže na koji način funkcioniše emitovanje tv programa preko Internet protokola i koje su sve aktivnosti preduzete sa ciljem zadovoljenja određenog stepena kvaliteta pre puštanja OPEN IPTV servisa u

komercijalnu upotrebu, kao i aktivnosti koje se permanentno preduzimaju od puštanja servisa u rad, kako bi se zadržao i u određenim segmentima i poboljšao nivo kvaliteta.

1.4. Metode istraživanja

Kao baza za početak ovog istraživanja korišćena je literatura na temu IPTV. Pored literalnih izvora, istraživanje se zasniva i na pretraživanju Interneta koje, takođe, može pružiti značajne podatke. Za dobijanje željenih rezultata istraživanja koristite se predmetni udžbenici, kao i relevantna raspoloživa literatura, časopisi, magazini i slično.

Okvirni plan istraživanja bi trebalo da sadrži:

- Pojam, značaj i uloga IPTV-a.
- Rasprostranjenost IPTV-a
- IPTV u Srbiji

U toku istraživanja, korišćeno je šest principa naučnog saznanja: objektivnost, pouzdanost, opštost, sistematičnost, preciznost i istoričnost ili razvojnost.

Na osnovu postavljenog cilja ovog istraživanja odabrane su metode koje će svojom kombinacijom sačinjavati metodiku rada. U izradi ovog rada korišćeno je više metoda kao što su: metoda modelovanja, metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, metoda klasifikacije, metoda komparacije.

1.5. Struktura rada

Na domaćem tržištu multimedijalnih usluga na sceni je oštra tržišna utakmica. U takvim uslovima u borbi sa konkurencijom Telekom Srbija je pustio IPTV servis pod potpuno novim brendom OPEN IPTV, sa ciljem da poveća svoje prihode, zadrži stare i privuče nove ADSL korisnike i izgradi Loyalty program.

Pored prikaza opštih karakteristika IPTV servisa i arhitekture sistema za njegovu realizaciju, standarda i protokola na kojima počiva realizacija servisa i prikaza pozicije i razvoja servisa na globalnom IPTV tržištu iz ekonomske perspektive, značajan deo ovog rada posvećen je

OPEN IPTV servisu kao potpuno novom naprednom servisu na našem tržištu, kako sa tehničke tako i sa ekonomske strane.

Prvo poglavlje rada odnosi se na metodologiju istraživačkog rada i obuhvata uvodni deo, predmet i cilj istraživanja, metode rada tj. istraživanja kao i strukturu rada.

Drugi deo rada odnosi se na prognoziranje uvođenja novih komunikacionih servisa.

U trećem poglavlju predstavljen je pojam i uloga IPTV servisa.

Četvrto poglavlje je brend OPEN IPTV Telekom Srbija sa prikazom početnog obima usluga, planom realizacije i stepen ostvarenja plana.

Peto poglavlje se odnosi na aktuelnu strukturu OPEN IPTV-ja, a to je Live TV-u, VoD-u, NPVR-u.

Šesto sedmo i osmo poglavlje govori o Arhitekturi IPTV-a. U okviru ovih poglavlja obrađena je opšta arhitektura IPTV mreže, arhitektura mreže za pristup i kućna mreža sa korisničkom opremom.

Deveto poglavlje se odnosi na prenos IPTV-a preko satelita.

Deseto poglavlje govori o hibrid IPTV-u.

U okviru jedanaestog poglavlja koje nosi naziv Tržišta IPTV-a govori se o pregledu IPTV-a tržišta u Evropi i zemljama u okruženju. Zemlje koje su se našle u ovom poglavlju rada su: Francuska, Španija, Slovenija, Hrvatska, Crna Gora. Svaka zemlja u okviru ovog poglavlja predstavljena je kao novo pod poglavlje.

U dvanaestom poglavlju rada govori se o budućnosti IPTV-a.

Trinaesto, četrnaesto, petnaesto i šesnaesto poglavlje se odnosi na kvalitet servisa, modele kvaliteta servisa, parametre kvaliteta servisa, mere performansi i IETF arhitekture kvaliteta servisa u IP mrežama.

Sedamnaesto poglavlje je MPLS tehnologija, IP QoS arhitekture i mehanizmi implementacije QoS, sa osvrtom na kvalitet IPTV servisa.

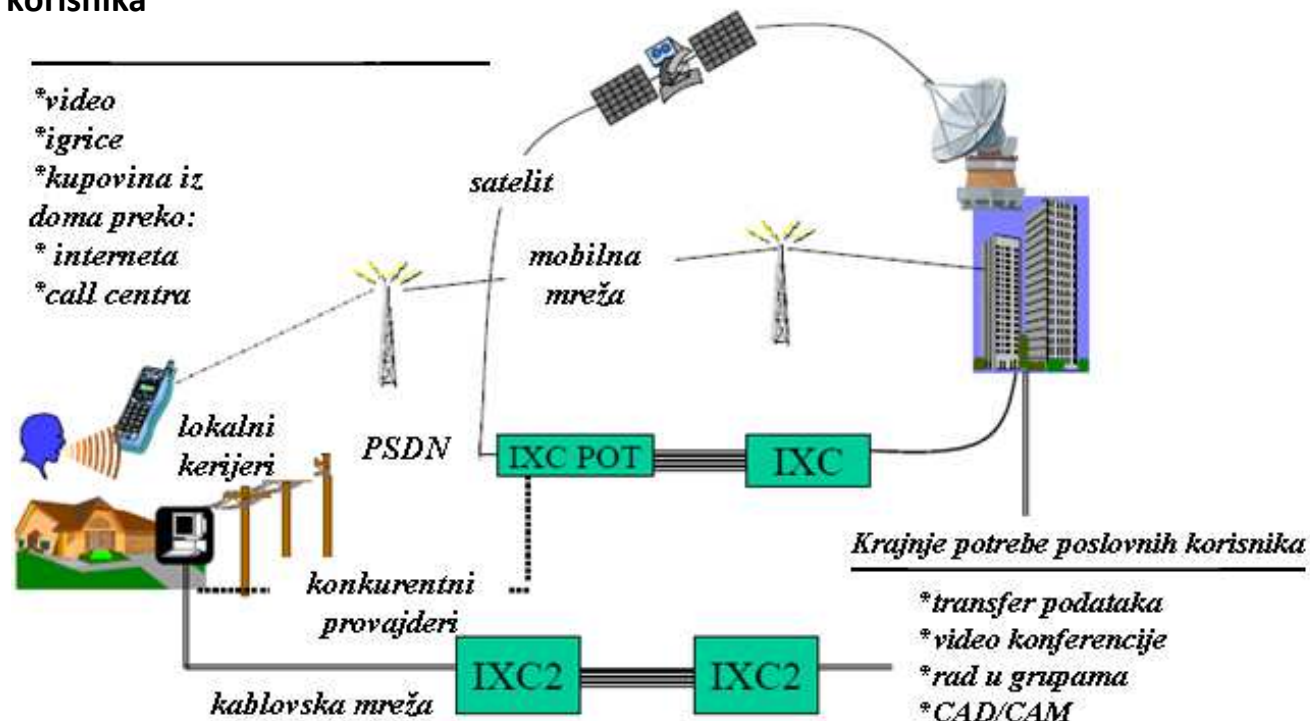
U nastavku rada je prikazana realizacija Pilot projekta Telekom Srbija sa zaključcima i ocenom kvaliteta IPTV servisa u komercijalnoj upotrebi.

2. Prognoziranje novih komunikacionih servisa

Sa razvojem tehnologije korisnicima se pruža širok spektar komunikacionih servisa. Kombinovani efekti povećane konkurencije i novih servisa su doveli do porasta problema u prognoziranju broja korisnika sa kojima se suočavaju operatori i proizvođači u industriji. Nemogućnost mnogih kompanija da dobiju razumno precizne prognoze na osnovu kojih bi napravili svoje planove je dovelo u skorije vreme do velikih posledica, kao što je bila preterana proizvodnja mobilnih telefona i preterano investiranje korporacija u WAP (Wireless Application Protocol) i kao posledica toga došlo je do stvaranja velikih dugova. Zato postaje veoma važno razvijanje novih metoda prognoziranja identifikovanjem velikih praznina koje su se stvorile na tržištu (koje se mnogo razlikuje od referenci za tržište od pre jedne decenije).

Na Slici 1 su prikazani izbori sa kojima se suočavaju rezidencijalni korisnici i poslovni korisnici: za rezidencijalnog korisnika ti izbori uključuju igranje igrice on-line i kockanje, pristup internetu i kupovinu od kuće, itd. dok za poslovne korisnike to znači prenos podataka, video konferencije, radne grupe kao što je CAD/CAM (*Computer-aided design and Computer-aided manufacturing*) itd. Sve važniji je rast širokopojasnih tehnologija koje nude veliki broj servisa. Slika 1. prikazuje i izbor tehnologije kojom će se prenositi podaci za poslovne korisnike i rezidencijalne korisnike, uključujući kablovski prenos, mobilni prenos, kao i PSTN. Različiti provajderi mogu da obezbede lokalne i međugradske servise. U principu, krajnji korisnici su ti koji određuju pristup i način korišćenja. Prognozeri se onda mogu skoncentrisati na, npr. zahteve za video-on-demand, prevodeći te zahteve u potrebnu širinu opsega uz korišćenje alternativnih tehnologija za opsluživanje krajnjeg korisnika. Ako je potrebno, tražnja za određenom tehnologijom se može prognozirati i direktno.

Krajnje potrebe rezidencijalnih korisnika



Slika 1: - Karakterizacija tražnje

Pri prognozi tražnje za novim komunikacionim servisima u obzir treba uzeti sve tržišne faktore koji mogu uticati na rezultat prognoze, a koji daju kompletnu sliku i u potpunosti odražavaju tržište u posmatranom trenutku. Zbog sve većeg stepena konvergencije servisa, pored operatora koji usluge pružaju putem fiksne telefonske mreže, potrebno je u obzir uzeti i kablovske i mobilne operatore, kao i Internet provajdere, koji su danas veoma konkurentni i koji imaju značajnu ulogu na tržištu komunikacionih servisa.

Postoji veliki broj problema, gledano kratkoročno, sa kojima se suočavaju provajderi. U njih spadaju tražnja za operaterima u *call* centrima u bilo koje doba dana, iskustvo sa korisnicima koji menjaju provajdere (posledice po prihode i troškove) i *point-to-point* tražnja u bilo kom dobu dana.

Problemi dugoročnijih prognoza za glavne operatore su isti kao za nova preduzeća na tržištu; prihvatanje i korišćenje novih servisa, supstitucionalni efekti, itd. Mnogi od ovih problema odnose se na kategoriju „stvarno“ novih servisa, kada nema dostupnih podataka o upotrebi i kada postoji samo ograničena veza sa već postojećim servisima, proizvodima ili uslugama na tržištu, kao što su faks, telekonferencija, itd.

Konačno, i proizvođači opreme se suočavaju sa još većim problemom; iako je tražnja za određenim servisom/proizvodom velika, velika je verovatnoća da će broj njihovih potencijalnih

korisnika biti mali. Na dužim stazama, sa mogućim razvojem novih servisa i tehnologije za njihovo opsluživanje, oslanjanje na kvalitativne metode, ekspertske i mišljenje potrošača je uobičajeno i verovatno neizbežno.

Ono što još utiče na prognoziranje na komunikacionom tržištu su nejasne granice između telefonije, interneta i tržišta emitovanja (*broadcast*). Internet tržište je uspelo da omogući svojim korisnicima servise kao što su *e-mail*, *web browsing* (pretraživanje mreže) i *video-on-demand*. Pristup Internetu je omogućen preko fiksnih linija (dial-up preko ISDN-a i ADSL-a), kao i preko bežičnih širokopolasnih mreža za pristup kao što su 3G, WLAN i WiMAX. Tako su telefonskom tržištu koje se sastojalo od korisnika govornih usluga preko fiksne komutacione telefonske mreže (PSTN/ISDN) i mobilnih mreža, priključeni korisnici Interneta, što opet utiče na prognoziranje.

Ovi trendovi konvergencije koji se dešavaju u celokupnoj komunikacionoj industriji su veoma povezani i međusobno prepleteni. Inovacija mreže omogućuje stvaranje i podršku novih servisa, a novi servisi definišu nove zahteve na mreži. Ovaj spiralni efekat pokreće inovacije i utiče na sve više tržišnih učesnika i poslovnih sektora, na to kako rade i njihovu poslovnu taktiku.

2.1. Potreba za prognozom tražnje

Planiranje poslovanja u sektoru telekomunikacija zahteva veliki broj tehničkih i komercijalnih odluka, koje moraju biti donešene pre plasiranja servisa/proizvoda. Mnoge od ovih odluka zavise isključivo od poznavanja broja klijenata i moguće tražnje. U odsustvu statističkih podataka, ove odluke se mogu doneti samo na osnovu prognoze broja korisnika. Pošto je spektar ovih odluka širok, potrebno je razmotriti na koje načine i gde se koristi prognoza tražnje. Postoje tri velike grupe kojima je prognoziranje neophodno: inženjerskom timu za dizajn i implementaciju, razvojnim i marketinškim timovima i spoljašnjim entitetima, kao što su potencijalni investitori, vladini regulatori, proizvođači opreme i aplikacija i distribicioni partneri.

U tehničkoj oblasti, prognoziranje je potrebno za usmeravanje velikih tehnoloških odluka i razvijanje tehničkog dizajna i dizajna servisa.

Kao dodatak pitanjima dizajna, prognoza je potrebna stručnom timu da konfiguriše i dimenzioniše resurse. U mobilnoj mreži, npr. pozivi obično treba da budu rutirani preko fiksnih linija između baznih stanica i mobilnih komutacionih centara i između komutacionih centara. Bez obzira na to da li će veze biti iznajmljene od operatora fiksne mreže ili napravljene, biće potrebno poznavati obim saobraćaja na njima kako bi se dogovorile finalne finansijske i ugovorne obaveze.

U oblasti marketinga i komercijale, prognoziranje je potrebno da bi se kvantifikovao segment potencijalnih potrošača i geografske teritorije koje bi bile prioritet.

Kao dodatak, prognoza je potrebna i za kalibrisanje modela prihoda, profita i protoka novca kompanije, da se odrede potrebe za pozajmljivanjem i da se odredi odgovarajuća struktura cene. Za kompanije koje tek počinju, finansiranje može biti nesigurno i mnogo može zavisiti od modela koji se može koristiti kao sredstvo ubeđivanja treće strane (investitore, pozajmljivače i druge poslovne partnere) da podrže projekat.

Važnost prognoziranja tražnje za novim servisom je od ključnog značaja za bilo koju kompaniju jer dosta verno može proceniti reakciju tržišta, a time zapravo predstavlja i ključni faktor koji određuje da li da se krene sa proizvodnjom novog servisa/proizvoda [MCB00].

Karakteristike prognoziranja novih servisa/proizvoda se pre svega ogledaju u strategijskom značaju koje ono nosi za poslovanje kompanije; projekcija tražnje u budućnosti je izuzetno nesigurna. Kao glavni razlozi za prognoziranje novih servisa/proizvoda najčešće se navode:

- Odluke prilikom plasiranja servisa/proizvoda – eliminisanje neprofitabilnog servisa/proizvoda je takođe dobar razlog za prognoziranje koliko i uvođenje uspešnog servisa/proizvoda;
- Planiranje kapaciteta;
- Logističke odluke o dizajnu mreža i planiranje distribucije;
- Marketinške odluke o marketinškom budžetu i rasporedu promocija;
- Odluke o prodaji i dodatnim materijalima kao i treningu ljudi iz oblasti prodaje;
- Finansijske odluke o korporativnom budžetu kao i finansijska očekivanja za novi servis/proizvod.

2.2. Važnost pouzdane prognoze

Izuzetno je važno pravilno spoznati početne zahteve za novim servisima/proizvodima kako bi se obezbedila visoka pristupačnost pri najnižoj mogućoj ceni.

U cilju unapređenja metoda prognoziranja novih servisa/proizvoda, odnosno njenih konačnih rezultata važno je:

- Prikupiti relevantne ulazne podatke (personalni intervjui, demonstracije servisa/proizvoda, fokusne grupe...);
- koristiti više različitih metoda;
- predvideti spremnost tržišta da prihvati novi servis/proizvod.

Smatra se da uspešni „*hi-tech*“ industrijski projekti najviše zavise od internih kvalitativnih tehnika prognoziranja, sopstvenih eksperata i internih tehnika *brainstorming*-a. S druge strane uspešni „*low-tech*“ industrijski projekti više zavise od tradicionalnih tehnika ispitivanja tržišta, od intervjua „jedan-na-jedan“ sa prodavcima, anketama o namerama kupaca kao i formalnog anketiranja kupaca. Ograničavajući sisteme prognoziranja na statističke tehnike pretpostavljamo da je buduća tražnja funkcija limitiranog skupa promenljivih koje se mogu kvantifikovati, što je retko slučaj. Novi servisi/proizvodi povećavaju atraktivnost tržišta - *Market Attractiveness* (MA), a takođe dovode do negativnog uticaja na operativne performanse sistema - *Operational Performance* (OE) zbog sveopšte nesigurnosti sistema.

Osnovni nedostatak kod prognoziranja tražnje za novim proizvodom odnosno servisom je nedostatak statističkih podataka, što čini metode vremenskih serija neupotrebljivim.

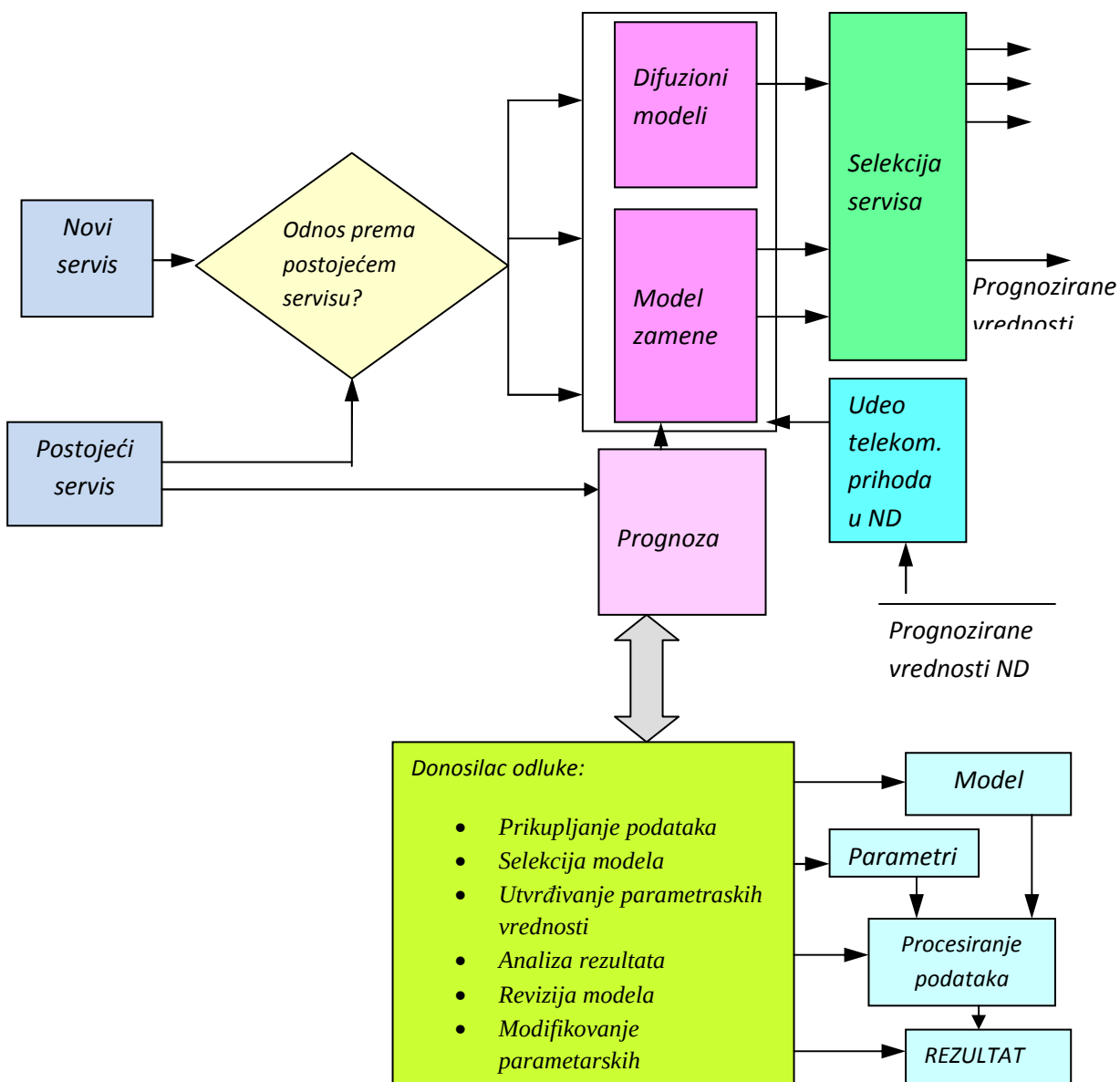
Prilikom planiranja nekog novog servisa, od presudnog značaja je sveobuhvatno istraživanje tržišta odnosno pronalaženje odgovora na pitanje koje su to potrebe i želje potencijalnih korisnika?

Da bismo stvorili sliku budućeg saobraćaja u telekomunikacionoj mreži jedne zemlje, neophodno je prognozirati tražnju za brojnim novim i postojećim servisima. Različite karakteristike ovih servisa zahtevaju primenu različitih metoda za prognoziranje tražnje, pogodne za svaki servis pojedinačno.

Nove servise je neophodno razvrstati u tri kategorije:

- dodatne ili potpuno nove,
- servise zamene i
- servise koji su poboljšanja prethodnog servisa.

U zavisnosti od pripadnosti određenoj kategoriji servisa/proizvoda primenjuje se i adekvatan model za prognoziranje. Na Slici 2 dat je uprošćen šematski prikaz prognoziranja tražnje za telekomunikacionim servisima/proizvodima. Vidi se da se za potpuno nove servise koji do tada nisu postojali na tržištu primenjuju modeli difuzije. Na servise/proizvode koji su zamena ili poboljšanje postojećih servisa/proizvoda primenjuju se modeli zamene (supstitucije).



Slika 2: - Koncept prognoziranja tražnje za telekomunikacionim servisima

Koncept prognoziranja tražnje za telekomunikacionim servisima koji je ovde predstavljen zasniva se na analizi novih servisa, u odnosu na postojeće servise, dinamičkom modeliranju tražnje za novim, proceni sveukupnog prihoda telekomunikacija u odnosu na nacionalni dohodak i formiranju internog i eksternog konzistentnog scenarija. Nacionalni dohodak po glavi stanovnika (ND) predstavlja promenjivu koja veoma dobro oslikava veličinu tržišta i može se smatrati pokretačkom snagom tržišta.

Ključne razlike između prognoziranja novih i postojećih telekomunikacionih servisa su :

- nedostatak statističkih podataka za nove servise i
- nepostojanje podataka o zainteresovanosti tržišta.

U takvim situacijama, može se pribeći socio-ekonomskim analizama tržišta, konsultovati ekspertska mišljenja primenom različitih metoda nestatističkog prognoziranja (okrugli sto, Delfi metoda i sl.) ili se osloniti na komparativne metode, koje koriste podatke drugih zemalja koje su dati servis/proizvod već uvele, ukoliko postoje druge ekonomske, društvene, kulturno-istorijske sličnosti dve zemlje.

Neke metode prognoziranja koje zavise od statističkih podataka mogu koristiti podatke drugih zemalja koje su taj servis već uvele, ukoliko postoje i druge ekonomske, društvene, kulturno-istorijske sličnosti dve zemlje. Neke druge metode se zasnivaju na mišljenju eksperata ili na socio-ekonomskim analizama tržišta. Da bi se upotpunila analiza prihvatanja novog servisa/proizvoda na posmatranom tržištu moraju se uključiti i metode istraživanja tržišta kao i dinamički simulacioni modeli. Metode istraživanja tržišta podrazumevaju metode ispitivanja, analize celokupnog tržišta, grupa korisnika, intervju i drugo. Dinamički modeli prognoziranja prihvatanja servisa na tržištu omogućavaju menadžerima da istraže različite strategije plasiranja nekog telekomunikacionog servisa na tržištu u zavisnosti od brojnih uticajnih faktora koji mogu uticati na mogući porast ili pad zahteva za pojedinim servisom.

3. Pojam i značaj IPTV servisa

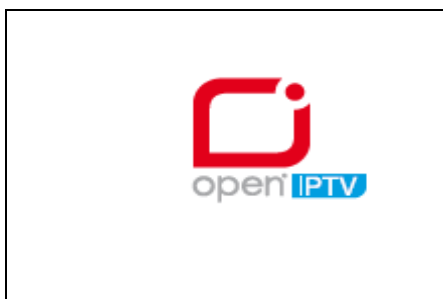
IPTV tj. Internet Protocol Television je sistem digitalne televizije koji se distribuira pomoću internet protokola. Ovaj vid emitovanja se prvi put pojavio 1994. godine, a 1995. je upotrebljen termin IPTV. IPTV predstavlja skup multimedijalnih servisa kao što su televizija /video/ audio/ tekst/ grafika/ podaci koji se isporučuju preko IP/MPLS mreže čime se obezbeđuje zahtevani nivo QoS (Quality of Service)/QoE (Quality of Experience), zaštita prenešenih informacija, interaktivnost i pouzdanost [GOR07]. IPTV je nova generacija televizije tj. nov način distribucije televizijskog programa. Koristeći postojeću telefonsku liniju, do stana dolazi digitalni tv signal visokog kvaliteta, imun na atmosferske smetnje i spreman na dvosmernu komunikaciju punu interaktivnih multimedijalnih sadržaja koje samo IPTV omogućava.

Tako je razvijen i ADSL, koji je iskorišćen kao IP struktura sa prenos IPTV-a. Tako dobijamo mogućnost prenosa digitalnog TV signala do velikog broja domaćinstava preko

telefonske parice, što ranije nije bilo moguće. Osim ADSL-a, IPTV se kasnije zbog svojih prednosti (dvosmerna komunikacija) počeo koristiti i na drugim mestima, svuda tamo gde je razvijena IP struktura, nezavisno da li je u pitanju ADSL, kablovski internet, bežični, 3G... Pre nego što se video signal propusti kroz sistem, potrebno je izvršiti njegovu kompresiju. Najčešće primenjivan postupak za kompresiju u ove svrhe je H.264. Zatim se vrši prikupljanje velikog broja TV kanala, i njihovo prosleđivanje do sistema servera, odakle preko DSLAM -a, dolazi do domaćinstava. Da bi primili ovakav signal u domaćinstvu se pored modema mora instalirati i tzv. set-top-box , odnosno digitalni prijemnik koji dekoduje video signal i reprodukuje u analognoj formi.

4. OPEN IPTV Telekom Srbija

Telekom Srbija je podigao IPTV platformu 15. oktobra 2008. godine. Nakom tromesečnog testnog režima rada servis je pušten u komercijalnu upotrebu od 01. januara 2009. godine. IPTV servis Telekoma Srbija lansiran je pod novim brendom OPEN IPTV čiji je logo prikazan na sledećoj slici.



Slika 3: - Logo IPTV servisa Telekoma Srbija [OPEN]

OPEN IPTV servis je uveden sa ciljem proširenja palete usluga fiksne telefonije, poboljšanja kvaliteta mreže i imidža kompanije i kao način za zadržavanje postojećih i privlačenje novih Internet korisnika preko ADSL-a. Takođe, IPTV usluga je uvedena kao odgovor telekoma na konkurenciju (SBB je prva uvela uslugu digitalne televizije u Srbiji sa preko 95 TV kanala).

Zadržavanje postojećih i privlačenje novih ADSL korisnika je svakako osnovni razlog zbog kojeg je Telekom krenuo u realizaciju IPTV servisa.

4.1. Početni obim usluga OPEN IPTV-a

Početnim obimom IPTV servisa bilo je obuhvaćeno sledeće:

- “Live” TV - Distribucija (broadcast) TV kanala kao u tradicionalnoj televiziji. Distribucija TV kanala vrši se preko IP/MPLS mreže do krajnjeg korisnika. Uobičajeni paket izabranih kanala uključio je javne TV kanale, domaće, regionalne, strane, filmske, muzičke, dečije,

dokumentarne, informativne i sl. Postoji puna fleksibilnost u izboru paketa kanala, a korisniku je ponudjen različit broj i kombinacije osnovnih i premium paketa. Korisnik pristupa "Live" TV-u putem korisničkog interfejsa preko koga ima mogućnost da: pretraži sadržaje po svim dostupnim servisima sa korisničkog interfejsa, sagleda aktuelnu programsku šemu sa detaljnim informacijama o programima i pojedinim emisijama, definiše skup svojih omiljenih kanala čiju programsku šemu želi da istakne, sakrije pojedine kanale iz šeme, ili pak da ograniči pristup programskoj šemi pojedinih kanala koristeći pristupni kod.

U prvoj fazi realizacije servisa u okviru usluge IPTV korisniku je ponuđeno 60 tematski različitih televizijskih kanala sa ciljem zadovoljenja potreba i ukusa velikog broja različitih korisnika. Strukturu programske šeme u prvoj fazi činilo je 15 domaćih zemaljskih kanala među kojima su bili javni servis, nacionalni emiteri, kao i regionalni i lokalni emiteri. Ostali kanali su atraktivni strani satelitski kanali. Veći broj stranih kanala je lokalizovan sa prevodom na srpski jezik.

Ponuda TV kanala je koncipirana tako da su svi kanali podeljeni u četiri paketa – Osnovni, Fun, HBO i paket za odrasle, a korisniku je pružena mogućnost da se po sopstvenom izboru opredeli za jednu od mogućih kombinacija paketa.

- VoD (Video on Demand) – Video na zahtev, usluga koja u suštini predstavlja elektronski video klub. Iz elektronskog kataloga, biblioteke video materijala-videoteke predviđeno je da korisnik bira film koji želi da pogleda. Takođe je predviđeno da video sadržaj može biti besplatan ili se može iznajmiti. Vreme iznajmljivanja je definisano na 24 časa. Sadržaj se može pogledati željeni broj puta u definisanom vremenskom periodu. Korisnik pristupa VoD servisu preko VoD početne strane definisane u okviru korisničkog interfejsa (EPG). Korisnik ima mogućnost da iznajmi željeni video sadržaj iz biblioteke ponudjenog video materijala, da vidi listu trenutno iznajmljenog sadržaja, da vidi i pretražuje listu svih dostupnih filmova i to po kategoriji (žanru) i po naslovima, da vidi i pretražuje listu filmova koje je iznajmljivao, da vidi informacije o promotivnim sadržajima.

VoD usluga daje iste forme kontrole nad zahtevanim sadržajem koje nudi i tradicionalni video rekorder (VCR)/DVD uređaj kao što su reprodukcija sadržaja, pauziranje, premotavanje unapred/unazad sa različitim brzinama i direktan skok na interesantan deo filma. Moguće je koristiti napredne pretraživače da se izvrši alfabetsko pretraživanje. Pre nego što se korisnik odluči za iznajmljivanje sadržaja ima opciju da vidi kratak opis sadržaja filma, da reprodukuje kratke preglede i isečke filmova, pročitati dodatne informacije o filmu.

- nPVR (Network Personal Video Recorder) – snimanje željenog kanala na zakupljenom prostoru odgovarajućeg servera u mreži. Korisnik može da pauzira (zaustavi) aktuelni živi program, nakon čega se aktivira usluga nPVR, a zatim, da kada to želi, nastavi sa gledanjem zaustavljenog programa, van realnog vremena. Takođe, moguće je snimanje sadržaja jednog kanala, dok se posmatra program na drugom i kasnije gledanje snimljenog sadržaja. Korisnik može da snima više programa istovremeno i da programira snimanje. U tom smislu, korisnik može da definiše vreme početka snimanja aktuelnog kanala i dužinu trajanja snimanja. Ima mogućnost da definiše i periodu ponavljanja snimanja u dužem vremenskom intervalu. Korisnik može da definiše emisiju koja se snima pri čemu se ostali parametri određuju na osnovu podataka o emisiji koji postoje u IPTV platformi. Nakon završetka programiranog snimanja korisnik se obavešava porukom na svom TV o završenom snimanju. Korisnik ima mogućnost da gleda snimljeni sadržaj kada mu odgovara. Ima mogućnost da upravlja snimljenim materijalom koristeći funkcije: pretraživanja snimljenog materijala, brisanja snimljenog materijala i kretanja kroz snimljeni materijal. nPVR je važan u opredeljenju korisnika za IPTV kao načina za prijem video sadržaja. U tehničkom smislu, nPVR radi slično servisu VoD (Video on Demand), samo što korisnik odlučuje šta će snimiti, a ne operator.
- EPG (Electronic Program Guide) – predstavlja grafički korisnički interfejs (GUI) prema svim raspoloživim servisima. IPTV servis, preko EPG-a nudi interaktivnost kako bi se podržala navigacija i pretraživanje sadržaja. Uz pomoć EPG, korisnici imaju mogućnost da sortiraju i pretražuju podatke prema željenom kriterijumu npr. sport, muzika, film... Korisnik može da se kreće, bira i pronalazi sadržaje po vremenu, naslovu, žanru itd., ima mogućnost naprednog pretraživanja slično web pretraživačima. Navigacija kroz EPG i izbor željenog sadržaja se realizuje uz pomoć daljinskog upravljača

4.2. Plan realizacije servisa i stepen ostvarenja plana

Poslovnim planom Telekoma Srbija utvrđena je dinamika realizacije usluga koji će činiti strukturu IPTV servisa, koja je do danas samo delimično sprovedena u praksi.

Postoji više razloga za delimičnu realizaciju prvobitno planirane dinamike realizacije OPEN IPTV servisa. Kao prvo, Telekom Srbija je krenuo u realizaciju servisa u veoma nezgodnom trenutku

zbog brojnih problema unutar same kompanije, ali i zbog spoljnih faktora koji su imali izuzetno negativan uticaj na ostvarenje poslovnog plana. Od unutrašnjih faktora najznačajnije je ukidanje monopola na fiksnu telefoniju, kao i najavljena privatizacija Telekomu, pre koje je trebalo sprovesti reorganizaciju i restrukturiranje celokupne kompanije. Reorganizacija se poklopila sa najintenzivnijim periodom razvoja i realizacije IPTV servisa i što je izazvalo brojne probleme.

Od spoljnih faktora koji su najviše uticali na IPTV projekat je svakako svetska ekonomska kriza koja je uticala na uvođenje oštrije kontrole troškova i na drastično smanjenje budžeta za nove usluge, pa samim tim i za IPTV.

Prilično ozbiljne negativne posledice po realizaciju OPEN IPTV servisa imao je i nedovoljno efikasan način ugovaranja na svim nivoima realizacije servisa, kao i nedovoljno efikasna realizacija na terenu. U skladu sa realnom situacijom na terenu, apsolutno je neprihvatljivo, na primer da su ispunjeni svi tehnički uslovi za uvođenje servisa ili nekih usluga unutar servisa, a da se po nekoliko meseci čeka nabavka terminalne opreme ili potrebnih licenci.

U praksi se pokazalo da najviše problema ima u pristupnoj mreži, tzv. *last mile*, mada su i problemi u kućnoj instalaciji veoma česti.

Nakon podizanja platforme uočeni su veoma veliki problemi na *Middleware* platformi. Korisnički meni je prilično oskudan, prilično je jednostavan u grafičkom smislu, rađen je u XML jeziku i veoma je ograničen po pitanju izmene boja i pozadina. Ne postoji mogućnost izbora teme za pozadinu što je standard kod svih operativnih sistema.

Intrakom je prilično zatvoren po pitanju pristupa platformi pa se aktivnosti Telekomu u manipulaciji platformom svode na administraciju, što donosi dodatne probleme.

Velika prepreka za razvoj naprednih usluga IPTV-a je i to što STB poseduje samo 128 MB RAM memorije.

Dodatne teškoće u realizaciji OPEN IPTV usluge prouzrokovane su veoma sporom procedurom ugovaranja sadržaja, počev od problema sa ekskluzivnim pravima, preko nedovoljne upućenosti TV kuća, straha od novog i nepoznatog, do problema sa autorskim pravima.

5. Aktuelna struktura OPEN IPTV-a - presek stanja

Trenutnu strukturu OPEN IPTV-a čine:

- Live TV
- VoD i
- nPVR

Korisnicima je na raspolaganju elektronski programski vodič – EPG.

5.1. Live TV

Uslugu Live TV čini 98 TV kanala podeljenih u 7 programskih paketa od kojih je samo Osnovni paket dostupan svim korisnicima, a ostali paketi su predviđeni kao *pay* paketi koji se dodatno plaćaju. Trenutno su u ponudi sledeći paketi:

- Osnovni – paket u kome su svim korisnicima na raspolaganju 62 TV kanala i to 17 domaćih (javni servis, nacionalne, regionalne i lokalne TV) i 45 stranih satelitskih kanala. U Osnovnom paketu je i 14 lokalnih i regionalnih TV kanala koji su na raspolaganju korisnicima na ograničenom području određenom zonom pokrivanja za koju pomenuti TV kanali imaju dozvolu za emitovanje izdatu od strane nadležne Republičke radiodifuzne Agencije (RRA).
- Pink cinema - sastoji se od tri filmska kanala.
- Arena Sport paket –sastoji se od tri sportska kanala i donosi obilje direktnih i multiprenosa vrhunskih sportskih događaja, poput Lige šampiona, Lige Evrope, italijanske, španske, grčke i brazilske fudbalske lige, oba južnoamerička fudbalska kupa, američkog fudbala (NFL), Svetske lige u odbojci, nemačke rukometne lige, boksa i mnogih drugih.
- Fun – ovaj paket je zabavnog karaktera, sastoji se od 9 TV kanala i osmišljen je kao paket specijalizovanih zabavnih, dokumentarnih i sportskih programa.
- HBO – sastoji se od dva TV kanala, a korisnicima koji se odluče za ovaj paket na raspolaganju je i HBO DIGITAL koji, zapravo predstavlja katalog besplatnih filmova za korisnike HBO paketa i koji se nudi po principu VoD-a.
- Cinemax – filmski paket koji se sastoji od dva TV kanala i prikazuje vrhunske i nagrađivane filmove iz celog sveta. Ovaj program je pre svega fokusiran na klasike, kultne

filmove, međunarodne i evropske senzacije filmskih festivala.

- Za odrasle – ovaj paket je namenjen 18+ korisnicima i za kanale koji čine ovaj paket roditeljska kontrola je automatski uključena.

Korisnik se može opredeliti za neku od mogućih kombinacija navedenih paketa. Izgled aplikacije na portalu preko koje korisnik može da odabere željenu kombinaciju prikazan je na Slici 4. Slika prikazuje slučaj kada se korisnik opredeli za korišćenje svih paketa.

Paketi	Izaberi sve ☒
Osnovni	☒
HBO	☒
Cinemax	☒
Arena	☒
Pink Cinema	☒
Fun	☒
Za odrasle	☒

Ukupna cena je: 2233,93 Din.

* Cena je prikazana sa uračunatim PDV-om.

Slika 4: - Izgled aplikacije za izbor Live TV paketa od strane korisnika [OPEN]

Cena IPTV paketa je na donjoj granici ekonomske isplativosti, čak se smatra da će Telekom, kada je u pitanju ovaj servis, poslovati sa gubitkom u narednom periodu, ali dugoročno gledano, očekuje se dobitak zbog priliva novih ADSL korisnika i izgradnje *Loyalty* programa.

Kompletna ponuda Live TV usluge u okviru OPEN IPTV-a sa spiskom kanala po paketima prikazana je na Slici 5.

SPISAK SVIH KANALA

OSNOVNI PAKET

101	RTS 1
102	RTS 2
103	RTS Digital
104	B92
105	Fox
106	PINK
107	Happy/Košava
108	Avala
151	Enter
152	SOS
153	Metropolis
154	Studio B
161	RTV1
162	RTV2
501	HRT1
502	BN
503	RTCG
504	OBN
505	Atlas
521	Pink Kids
522	Cartoon Network/TCM
523	Minimax
524	JimJam
525	Boomerang
526	Baby
527	Bebe TV
541	B92 Info
542	CNN
543	Euronews
544	BBC World
545	CNBC
546	Vesti
547	RT
548	Deutsche Welle TV
549	France 24
550	Bloomberg
561	Eurosport 1
562	Eurosport 2
563	ESPN America
564	ESPN Classic
565	Arena Sport 1
581	PINK Music
582	MTV
583	VH1
584	Mezzo
601	Discovery
602	National Geographic

603	Animal Planet
605	MGM
606	Travel
607	Fashion TV
608	Zone Reality
611	Da Vinci Learning
613	AXN
621	RTR Planeta
622	RAI 1
623	TV5 Monde
624	Pro7
625	TVE
999	Info Kanal

*REGIONALNI I LOKALNI KANALI
Grupa kanala vidljivih u Vašem kraju

FUN PAKET

701	National Geo Wild
702	Discovery Science
703	Discovery World
704	Discovery T&L
705	MTV Rocks
706	MTV Hits
707	MTV Dance
708	VH1 Classic
709	Extreme Sports

ARENA PAKET

566	Arena Sport 2
567	Arena Sport 3
568	Arena Sport 4

PAKET ZA ODRASLE

901	Dorcel
902	Private Spice
903	Hustler TV

HBO PAKET

801	HBO
802	HBO Comedy

CINEMAX PAKET

806	Cinemax 1
807	Cinemax 2

PINK CINEMA

815	Pink Movies
816	Pink Film
817	Pink Action

PaketKalkulator

Svaka kombinacija osnovnog programskog paketa sa drugim paketima donosi Vam popust. Ponuda je velika, a samim tim i broj mogućih kombinacija. Posetite www.telekom.rs i izaberite svoju.

TELEVIZIJA
SA VAŠE
TAČKE
GLEDIŠTA

Upoznajte televiziju budućnosti: interaktivni TV vodič, Video na zahtev, Snimanje sadržaja, opcije personalizacije, vrhunski kvalitet slike i zvuka, i još mnogo toga.

open IPTV

Slika 5: - Struktura Live TV usluge OPEN IPTVservisa [OPEN]

5.2. Video on Demand - VoD

Filmove je moguće naručiti daljinskim upravljačem. Iz elektronskog kataloga videoteke korisnik bira film ili sadržaj koji želi da pogleda. Po unosu kriterijuma za pretragu (naslov filma, ime

glumca i sl.) odmah je moguće videti koji su filmovi na raspolaganju. Gledanje zahtevanog sadržaja je moguće više puta u periodu od 24 sata. Cena pojedinačnih sadržaja varira, kreće se u rasponu od 89 do 259 dinara i uvek je naznačena pored naslova. Naplata sadržaja vrši se uz potvrdu kupovine upotrebom PIN-a, a kompletan mesečni trošak prikazan je na jedinstvenom Telekom računu.

Trenutno je u VoD ponudi oko 450 filmskih naslova koji su razvrstani po žanrovima: drama, komedija, triler, akcioni, horor, naučna fantastika, domaći, za decu, dokumentarni, muzički, za odrasle. Svaki naslov sadrži pripadajući poster, sinopsis i trejler ,kao i podatke o kategoriji, režiseru, glumcima, ceni, rejtingu, provajderu i trajanju. Primer jednog naslova dat je na Slici 6.

Vavilon (2006)



Kategorija: Drama

Režiser: Alejandro Gonzales Inarritu

Glumci: Brad Pitt, Cate Blanchett, Gael Garcia Bernal

Cena: 178,80

Rejting: 16 - nije preporučljivo za mlađe od 16 godina

Provajder: Tuck

Trajanje: 143

Potreban je tren da se sudare životi četiri grupe stranaca na tri kontinenta. Dva mlada Marokanca koja kreću u potragu za stadom koza, par američkih turista, gluvu japansku tinejdžerku i dadilju Meksikanku, koja bez odobrenja vodi dvoje dece preko granice, zahvata talas nesreće neslućenih dimenzija.

[Pogledajte trejler](#)

Slika 6: - Izgled jednog filmskog naslova u VoD ponudi [OPEN]

5.3. Snimanje sadržaja – nPVR

Usluga Snimanje sadržaja u okviru OPEN IPTV-a omogućava da se sa određenih kanala izvrši zakazivanje snimanja izabranih emisija, filmova ili sportskih dešavanja i njihovo naknadno gledanje. Udobno i jednostavno, uz pomoć daljinskog upravljača, snimanje je moguće naručiti za više programa istovremeno. Snimljeni materijal je moguće pogledati neograničen broj puta u periodu od 72 sata. Aktivacija usluge Snimanje sadržaja realizuje se kroz Open IPTV meni. Trenutno je moguće aktivirati ovu uslugu za 32 TV kanala određena od strane provajdera servisa.

Napomena 1: EPG – Za svaki TV kanal u okviru Live TV usluge dostupna je ažurna programska šema na dnevnom nivou.

Napomena 2: U toku je uvođenje radio kanala (domaćih zemaljskih i stranih satelitskih) u OPEN IPTV ponudu.

5.4. Pravci budućeg razvoja

U ovom trenutku OPEN IPTV je daleko od zaokruženog servisa, tako da postoji još mnogo mesta za napredak.

Postoji nekoliko pravila kojih se treba pridržavati u budućem razvoju, a to su:

- Nisu sve usluge neophodne, tako da treba izabrati ključne servise na kojima će biti akcenat, a istovremeno treba biti spreman za razvoj i kasnije uvođenje novih servisa
- Nisu sve usluge podjednako uspešne, o čemu svedoče i vodeći svetski provajderi u ovoj oblasti. Pre puštanja svake usluge neophodna je detaljna analiza tržišta.
- Nisu sve usluge dobre za svaku mrežu. Uvek treba razmotriti uticaj uvođenja nove usluge na stabilnost mreže i platforme, uređaje u mreži i na terminalnu opremu.

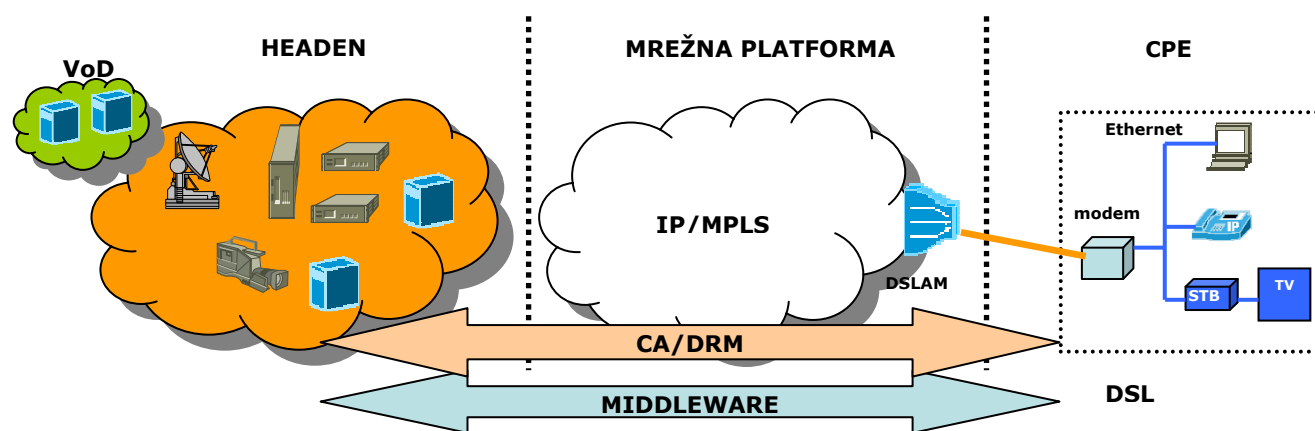
Neophodno je poraditi na tome da se celokupna OPEN IPTV platforma bolje i lepše upakuje u smislu korisničkog interfejsa (GUI – Graphical User Interface).

Svakako bi trebalo smanjiti vreme odziva platforme.

Veoma je važno zadržati pristupačnu cenu servisa. Prilikom povećanja prihoda ne treba tražiti u osnovnoj pretplati TV kanala, već u dodatnim uslugama, koje neće imati dodatne troškove, a donosiće značajne prihode kao što su PPV (Pay Per View), PPB (Pay Per Block) i drugi.

6. Opšta arhitektura IPTV mreže

Arhitektura koju će razviti telekom provajderi da bi obezbedili video servise zavisi od samog telekom provajdera. Međutim u nekom opštem slučaju arhitektura se može predstaviti kao na Slici 7. Video arhitektura se sastoji od: Headend-a, Middleware-a, transportne mreže, mreže za pristup i korisničke opreme.



Slika 7: - Opšta arhitektura IPTV mreže

Osnovni funkcionalni blokovi IPTV platforme su Headend, Middleware i VoD platforma. Headend platforma prihvata i priprema sadržaj TV kanala za prenos preko IP/MPLS mreže. IP/MPLS mreža prenosi sadržaj od Headend i VoD platformi do korisnika IPTV servisa. Middleware platforma upravlja i integriše različite delove IPTV platforme u celinu. VoD platforma priprema VoD sadržaj za prenos kroz IP mrežu. Korisničku opremu čine ADSL i Set-Top-Box.

6.1. Headend

Termin Headend je preuzet iz kablovskog sistema i predstavlja mesto u kome se prikupljaju televizijski signali. U Headendu se nalaze prijemnici svih TV kanala, VoD sistem, t-commerce portali, Internet pristup i dr. Lokacija Headend-a zavisi od arhitekture sistema. U Video-preko-DSL-a arhitekturi Headend može biti centralizovan i distribuiran. S obzirom da se video sadržaj do korisnika doprema preko ATM mreže, taj sadržaj može biti doveden do ATM mreže praktično u bilo kojoj tački

gde postoji ATM komutator. U slučaju servisa distributivne televizije, video signal stiže iz različitih izvora i sa različitih medijuma, uključujući satelitske DBS i zemaljske distributivne kanale. Sadržaj sa svih tih izvora se mora dopremiti sa platforme za kodovanje signala koja će sve signale konvertovati u MPEG format, ukoliko oni već nisu u tom formatu. Distributivni kanali su najčešće kodovani kao jedan transportni niz kome se dodeljuje određena identifikacija kanala. S obzirom da kraj mreže predstavlja ADSL veza, strogo se preporučuje da se signali koji se dopremaju do korisnika “uobliče” tako da optimizuju korišćenje ADSL linka i da se obezbedi da ne dođe do preopterećenja linka. Tipično se kanali prosleđuju u ATM mrežu koristeći ili MPEG-preko-IP-preko-ATM ili MPEG-preko-ATM enkapsulaciju. U slučaju IP scenarija, funkcija IP *multicast* se koristi za distribuciju TV kanala. Interaktivni servisi, kao što su VoD ili *time-shifted* TV se obezbeđuju pomoću servera koji skladište video sadržaj u MPEG formatu i prosleđuju kopije sadržaja korisniku na njegov zahtev. Serveri se moraju dimenzionisati tako da mogu da uskladište sve potrebne video sadržaje i da odgovore na zahteve velikog broja korisnika koji u isto vreme žele da pristupe uskladištenim sadržajima. Da bi se ispunili ovi zahtevi, a u zavisnosti od troškova potrebnih za transport i troškova replikacije servera, može se koristiti jedan veliki server ili više distribuiranih servera.

6.2. Middleware platforma

IPTV *Middleware* platforma je odgovorna za emitovanje enkriptovanog video signala *Live* televizije, kao i za snabdevanje sadržaja *Video on Demand* servisa do krajnjih korisnika. Obično ova platforma Obezbeđuje i *Fault Management*, *Provisioning* i *Billing* servise, koji se integrišu sa centralizovanim *Management* platformama provajdera servisa. Video signal *Live* televizije se preuzima od *Headend* platforme, dok se način preuzimanja *Video on Demand* sadržaja definiše od strane konkretnog provajdera. Praktično, *Middleware* predstavlja srce sistema koje objedinjuje sve komponente IPTV sadržaja. *Middleware* određuje izgled grafičkog prikaza, odnosno interfejsa (menija) na TV ekranu, zadužen je za autorizaciju korisnika, za realizaciju zahteva za promenu kanala, kao i zahteva za VoD sadržaj. Ova platforma daje podatke neophodne za sistem za naplatu i zadužena je za niz drugih aktivnosti neophodnih za kompletnu realizaciju IPTV servisa.

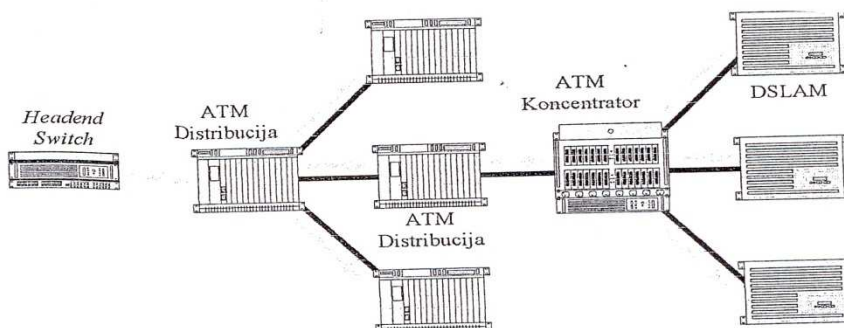
6.3. Transportna mreža

Uloga transportne mreže je da obezbedi prenos video sadržaja od Headend-a do odgovarajućih DSLAM-ova ili svičeva i rutera koji su na njih povezani i koji se nalaze u pristupnoj mreži. Mreža mora da prenosi dva specifična tipa saobraćaja: *multicast* i *unicast*, koji odgovaraju distributivnim i interaktivnim servisima.

6.3.1. Mreža za prenos distributivnih servisa

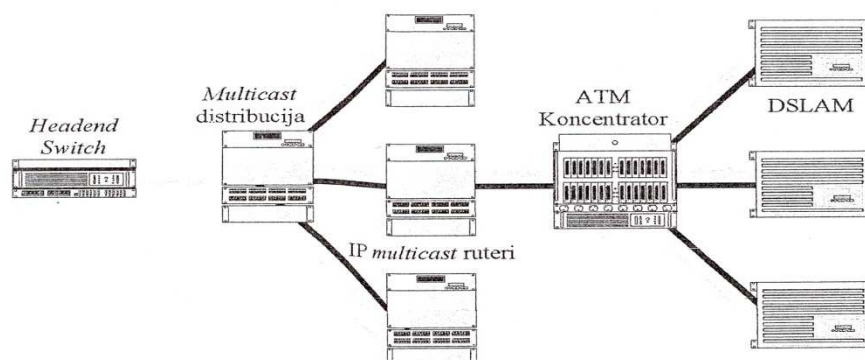
Distributivni saobraćaj se prenosi metodom *multicast* IP-a, ATM P2MP ili kombinacijom ova dva metoda što je prikazano na Slici 8. Saobraćaj se mora dopremiti do svih DSLAM-ova u mreži, slično kao što se u kablovskim sistemima svi TV kanali dovode do svakog korisnika. Kako se saobraćaj prenosi ili IP-om ili ATM-om tako i distributivna mreža može da radi na IP *multicast* ili ATM P2MP principu.

ATM predstavlja stabilnu tehnologiju sa dokazanim mogućnostima replikacije podataka. Ovaj pristup će raditi preko svih vidova transportne mreže, kao što je SONET/SDH ili DWDM, a podržava i MPEG-preko-ATM-a i MPEG-preko-IP-a enkapsulaciju podataka. Linkovi koji prenose distributivne kanale mogu se koristiti i za prenos drugih podataka, recimo sadržaj nekog interaktivnog servisa. Loša strana je povećanje troškova potrebnih za obezbeđivanje višestrukih transportnih optičkih linkova i to što se od svakog ATM komutatora, koji učestvuje u vezi, zahteva da kompletira drvo tačka-više tačaka.



Slika 8: - IP multicast korišćenjem ATM-a

Ruteri koji imaju mogućnost IP multicasta se takođe mogu koristiti za distribuciju TV kanala ukoliko se IP izabere kao mrežni nivo prenosa servisa što je prikazano na Slici 9. Ukoliko postojeća IP mreža može da obezbedi potreban kapacitet i potrebne performanse za *multicast* replikaciju, tada postoji mogućnost da se u nju ubaci sadržaj distributivne televizije. Na kraju se ipak IP paketi moraju enkapsulirati u ATM virtuelna kola, jer se prenos videa preko DSL-a bazira na ATM-u. U ovom slučaju IP mreža mora biti dobro projektovana kako bi obezbedila kvalitet servisa.



Slika 9: - Distribucija TV kanala korišćenjem IP multicast-a

6.3.2 Mreža za prenos interaktivnih servisa

Interaktivni servisi zahtevaju da mreža bude bidirekciona. Ovo se najbolje može rešiti ATM virtuelnim kolima koja podržavaju prenos ATM paketa i IP-preko-ATM. S obzirom da IP podržava većinu aplikacija iz servisa, kao što su *web browsing*, *t-commerce*, VoD i mrežne igra, verovatno će IP-preko-ATM-a imati dominantnu ulogu.

ADSL pristupna mreža je dobro projektovana za IP arhitekturu tačka-tačaka. Postoji mnogo različitih arhitektura koje se mogu koristiti za građenje *unicast* mreže, uključujući i postojeće širokopojasne udaljene pristupne servere, ATM komutator/rutere sa kombinovanim funkcijama i IP kartice koje se nalaze u DSLAM-u i povezuju se sa ruterima. Naravno, krajnji izbor će zavisi od performansi, kapaciteta, zahteva korisnika i troškova. *Unicast* i distributivni servisi se mogu obezbediti korisniku preko jedinstvene mrežne infrastrukture. Na primer, ATM koncentrator na koji se povezuju DSLAM-ovi podržava i tačka-tačka i tačka-više tačaka virtuelna kola. BRAS ili ruteri, u zavisnosti od zahteva mogu da prikupljaju bidirekcionu, interaktivnu saobraćaj preko ATM tačka-tačka virtuelnih kola. Ovi uređaji za rutiranje se nalaze u centralnom sedištu, a dalje mogu da se povežu sa

centrom podataka preko istog optičkog transportnog medijuma koji prosleđuje i distributivan saobraćaj.

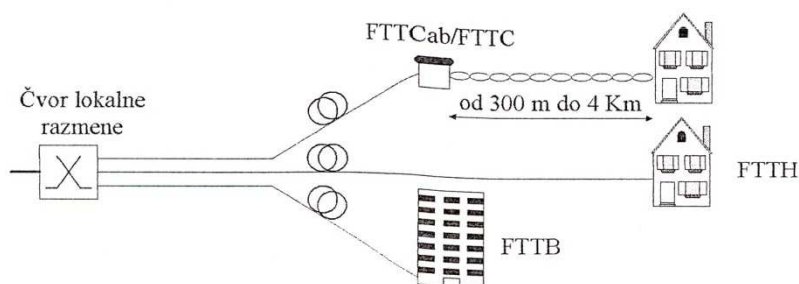
6.3.3. Mreže za pristup

U pristupnoj mreži ATM obezbeđuje vezu na drugom nivou preko ADSL-a. Stoga, svaki DSLAM je ili ATM multiplekser ili ATM komutator. Video programi se emituju u MPEG-preko-ATM ili MPEG-preko-IP-preko-ATM formatu. Obe ove tehnologije su trenutno dostupne, ali se na tržištu favorizuje Internet protokol (IP) na mrežnom nivou. Iako IP dodaje zaglavlje koje može da usporava saobraćaj, on u značajnoj meri pojednostavljuje distribuciju u kući preko Ethernet kompatibilnog medijuma. Takođe i mnoge druge aplikacije su dostupne za IP. U oba slučaja (ATM i IP) Headend i transportna mreža su veoma slični.

7. Arhitekture mreža za pristup

7.1. Point-to-point

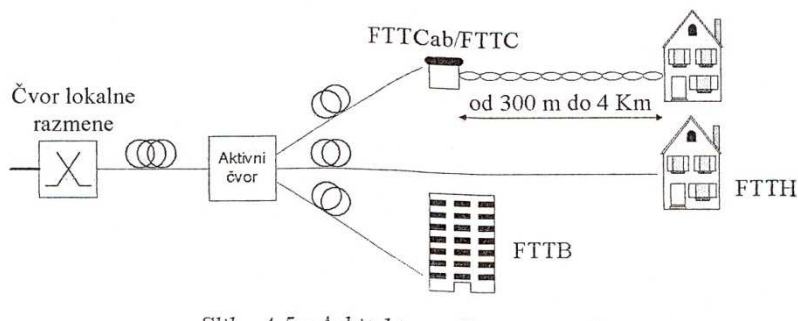
Point-to-point tj. tačka-tačka arhitektura je predstavljena na Slici 9, odakle se vidi da od čvora lokalne razmene ide po jedan kabl do svakog pretplatnika. Predstavljeno rešenje mreže zahteva mnogo kablova što sa sobom povlači visoke početne troškove ali obezbeđuje najveći protok i najveću fleksibilnost po korisniku, tj. ima najveću mogućnost personalizacije servisa prema potrebama pojedinih korisnika. Pored broja potrebnih kablova problem može predstavljati i lokacija, veličina i napajanje čvora lokalne razmene, jer je zbog konfiguracija mreže svakom kablju neophodan terminal.



Slika 9: - point-to -point arhitektura PON mreže

7.2. Aktivna zvezda

Arhitekturna rešenja aktivne i pasivne zvezde predstavljaju rešenja tipa tačka-više tačaka. Konfiguracija aktivne zvezde predstavljena je na Slici 10 sa koje se vidi da jedno vlakno prenosi korisnički sadržaj od čvora lokalne razmene do aktivnog čvora koji se nalazi bliže pretplatnicima. Od aktivnog čvora pojedinačna vlakna nose sadržaj do svakog korisnika, kancelarije ili zgrade. Sa aspekta troškova aktivna zvezda ima dobre i loše strane. Potreban je samo jedan napojni vod i manji broj kablova (u odnosu na point-to-point arhitekturu) za grananje od aktivnog čvora što smanjuje troškove instalacije. Sa druge strane aktivnom čvoru je neophodno napajanje i održavanje što povećava troškove. Takođe potrebno je obezbediti nesmetani prijem korisničkog signala za različite vremenske uslove što se ne razmatra prilikom instalacije *in-door* opreme. Za potrebe *upgrade*-a mreže arhitektura aktivne zvezde pruža nekoliko mogućnosti. U slučaju da od aktivnog čvora vode upareni bakarni vodovi moguće je implementirati ADSL tehniku do udaljenosti od 4km brzinama do 6Mbit/s ili VDSL na razdaljini od 500m brzinom od 50Mbit/s. Od aktivnog čvora mogu da vode koaksijalni kablovi kao što je slučaj u HFC mrežama, ali i bežični linkovi.

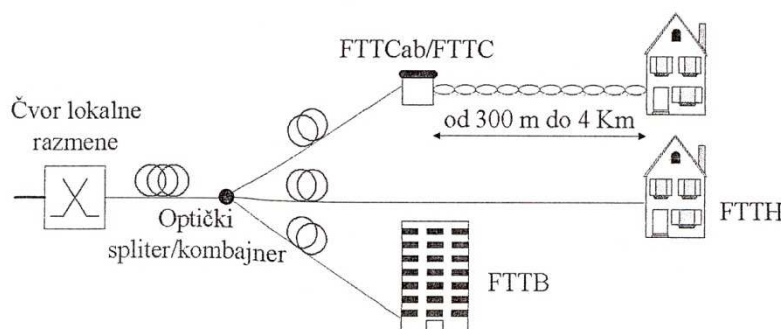


Slika 10: - Arhitektura aktivne zvezde

7.3. Pasivna zvezda

Arhitektura pasivne zvezde je prikazana na Slici 11. Osnovna razlika pasivne i aktivne zvezde je nepostojanje aktivnog čvora u strukturi pasivne zvezde. Umesto toga koristi se optički splitter/kombajner od koga polaze kablovi za distribuciju sadržaja krajnjim korisnicima. Rešenje pasivne zvezde je dosta jeftinije od aktivne. Tome doprinosi pre svega pasivna oprema koja ne zahteva napajanje i nadgledanje. To je doprinelo popularnosti ove topologije posebno ukoliko mreže za pristup

izvodimo sa optičkim vlaknima. Arhitektura pasivne zvezde sa optičkim vlaknom se naziva Pasivna optička mreža ili skraćeno PON.

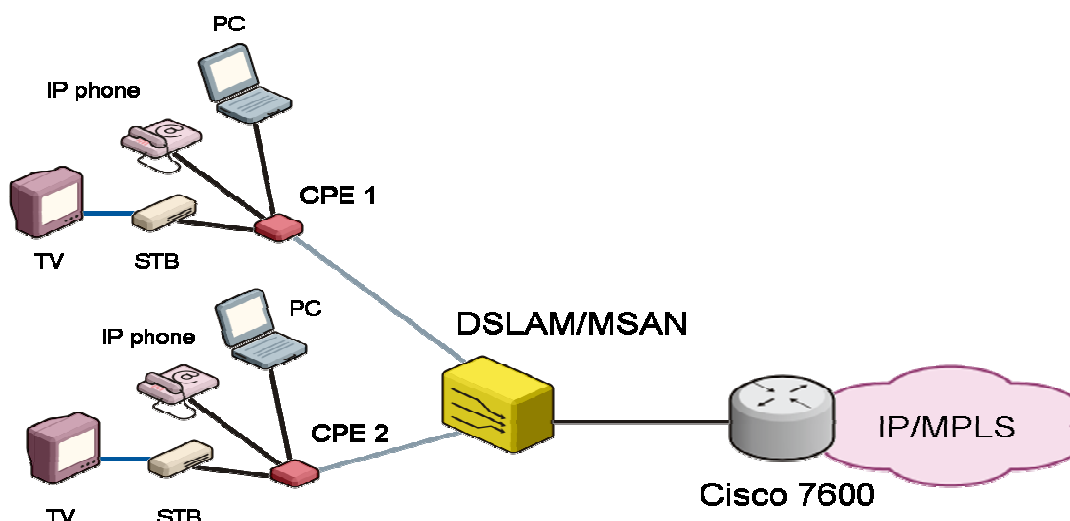


Slika 11: - Arhitektura pasivne zvezde

7.4. DSLAM

DSLAM pripada pristupnoj mreži i obezbeđuje direktnu vezu sa korisnikom. Pošto je najbliži korisniku, ima zadatak da komutira video kanale koji se prosleđuju. Što je uređaj za *multicast* bliži korisniku bolja je i ponuda servisa. Praktično, korisniku će preko pretplatničke petlje stizati sadržaj samo jednog TV kanala jer pretplatnička petlja nema dovoljni propusni opseg da podrži istovremeni prenos više TV kanala. Promena kanala i promena servisa će se vršiti u DSLAM-u. Zahtev za promenu kanala korisnik prosleđuje DSLAM-u koji mora brzo da reaguje i promeni kanal.

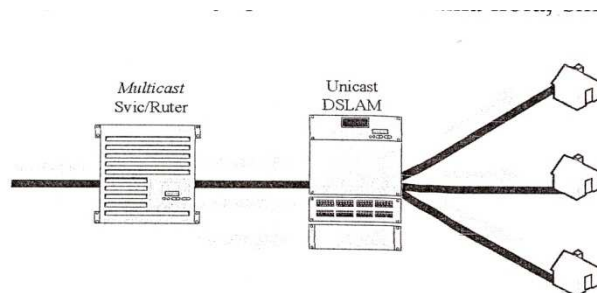
Najbolje performanse servisa i kalkulacija cene dostavljanja servisa se postižu ako DSLAM ima integrisanu podršku za komutaciju *multicast* signala. S obzirom da se u konceptu Video-preko-DSL promena TV programa vrši u DSLAM-u i da ta promena mora da bude brza, ne postoji potreba za dodatnim uređajem za selekciju kanala koji bi se nalazio kod korisnika. Time se i troškovi smanjuju. Kako bi podržao zahteve koje postavljaju određeni video servisi, DSLAM uvek mora imati hardversku podršku funkciju *multicast*-a, Slika 12.



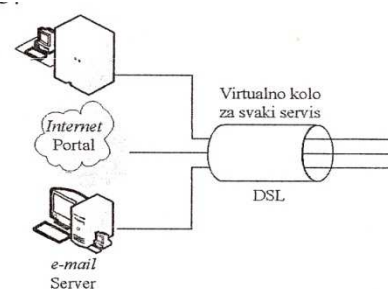
Slika 12: - DSLAM

Međutim, integrisani DSLAM ne predstavlja idealno rešenje u slučaju kada provajder servisa već poseduje instalirani DSLAM koji ne podržava gore pomenute funkcije. Stoga je neophodno obezbediti i dodatni uređaj koji može da vrši komutaciju *multicast* saobraćaja. Tu komutaciju bi mogao da vrši ili IP ruter koji ima funkciju *multicast*-a ili ATM komutator koji podržava logički *multicast* (obezbeđuje konekciju više tačaka-više tačaka) ili neka kombinacija ova dva uređaja kao što je prikazano na Slici 13.

Unicast interaktivni saobraćaj mora takođe da prolazi kroz DSLAM. Zbog toga DSLAM mora da podržava višestruka virtualna kola i kvalitet servisa, kako bi se omogućio prenos i distributivnih i interaktivnih servisa. Upravo u tome je snaga ATM pristupne mreže koja podržava virtualna kola, što je prikazano na Slici 13a.



Slika 13: - Multicast u slučaju da DSLAM već postoji



Slika 13a: - Prosleđivanje servisa korišćenjem virtualnih kola

Jedan korisnik može zahtevati i više servisa istovremeno, a da se ti servisi obezbeđuju sa različitih uređaja. Na primer, vrlo brzu vezu sa Internetom obezbeđuje BRAS, dok VoD obezbeđuje ATM komutator/ruter koji takođe osigurava i kvalitet servisa.

8. Kućna mreža i korisnička oprema

8.1. Kućna mreža

Kada se obezbedi veza preko DSL modema sa pristupnim DSLAM-om i provajderom Video-*preko*-DSL servisa, neophodno je izvršiti i povezivanje *set-top-box* uređaja, koji obezbeđuju vezu sa televizorom, na DSL modem. Ovo se najčešće radi *Ethernet* vezom, na koji se takođe može povezati i računar.

Kada je video signal enkapsuliran kao MPEG-*preko*-IP-*preko*-ATM, postoji nekoliko rešenja za distribuciju signala u kući. Nekoliko različitih medijuma su kompatibilni sa *Ethernet-om*, uključujući bežični *Ethernet*, žični *Ethernet*, *Home Phoneline Networking Alliance* tj. HomePNA i tehnologije prenosa signala preko strujne instalacije tj. Powerline. Očigledno je da je medijum koji ne zahteva dodatno postavljanje ožičenja po kući veoma atraktivan, s obzirom da značajno smanjuje troškove.

Bežični *Ethernet* predstavlja tehnologiju koja omogućava brzu instalaciju. DSL modem može biti integrisan u širokopojasni kućni *gateway*, koji se bežičnim putem povezuje sa uređajima u kući. Televizijski *set-top-box* može biti jedan od tih uređaja. Drugi uređaj može biti PC sa ugrađenom *wireless Ethernet* karticom. IP video signal se prosleđuje od *gateway*-a do tih uređaja. Ovo je moguće ako se koristi IEEE standard 802.11b, koji podržava brzine do 11 Mbit/s, što je dovoljno za istovremenu vezu sa dva *set-top-box*-a. Neke buduće tehnologije predviđaju povećanje brzine na 20 ili 30 Mbit/s.

I HomePNA i Powerline tehnologija koriste ožičenje koje već postoji u kući. HomePNA koristi kućnu telefonsku instalaciju i dostiže brzine do 10 Mbit/s ili, sa predloženim novim standardom, i 20 Mbit/s. Powerline prilagođava podatke kako bi se oni prenosili preko kućne strujne instalacije i dostiže brzine od 10 Mbit/s i više. Prednost Powerline tehnologije je što ona stiže u svaku prostoriju u kući. Međutim, to je još nedovoljno razvijena tehnologija za koju postoji mali broj uređaja koji se mogu naći na tržištu.

ADSL tehnologija predstavlja osnovu arhitekture tačka-tačka koja je ključna za obezbeđivanje kombinacije, interaktivnih i distributivnih servisa. Sa novim video servisom, koji se obezbeđuje preko telefonske linije, korisnik će moći da bira na koji način će gledati televizijski program i to će u značajnoj meri izmeniti način kućne zabave.

8.2. Korisnička oprema

Korisnička oprema potrebna za IPTV servis je:

- Set-top-box
- ADSL modem
- TV prijemnik

U daljem tekstu će biti više reči o prve dve stavke korisničke opreme.

8.3. Set-top-box uređaj

Osnovna korisnička oprema je STB, koji pruža korisnički i upravljački interfejs za video servis. Sa jedne strane *set-top-box* uređaj se priključuje na SCART priključak TV-a dok je sa druge strane povezan sa ADSL modemom. STB vrši ponovno spajanje paketa podataka formirajući koherentan video tok nakon čega dekodira sadržaj. Isti preces je moguće izvršiti i u računaru ali u većini domaćinstava računar nije uključen *non-stop* i ne stoji pored TV-a.

STB je uređaj koji dekodira IP video signal i konvertuje ga u standardan televizijski signal. Predstavlja *gateway* za IP video komutacioni sistem. Servis komutiranih video signala predstavlja sistem koji korisnicima omogućava pristup velikom broju televizijskih kanala, pretplatničkih servisa i servisima videa na zahtev.

Korisnik komunicira preko odgovarajućeg softvera u formi EPG-a, koji pruža informacije o raspoloživim kanalima na klijent aplikaciji, koja se izvršava na STB-u. EPG je obično implementiran kao HTTP server, a listinzi kanala kao web stranice. Obično se *load*-uje na STB u fazi inicijalizacije i periodično osvežava. *Broadcast* klijent prikazuje informacije o raspoloživim TV kanalima koristeći podatke iz EPG-a i implementira upravljački interfejs za promenu kanala pomoću IGMP. Pošto DSL linija, zavisno od tehnologije koja se primenjuje i formata za kompresiju videa, može biti sposobna da podrži protok za jedan ili svega nekoliko *broadcast* kanala, IGMP proces za promenu kanala mora osigurati da se samo jedan video tok šalje ka STB-u. STB sadrži klijent *software* koji šalje zahtev za

promenom kanala IGMP serveru. Kada korisnik zahteva promenu kanala STB šalje IGMP *leave* za stari kanal a zatim čeka na zaustavljanje toka. Nakon isteka ovog vremena šalje se IGMP *join* za novi kanal.

Važna stavka pri izboru STB-a je cena. Cene se kreću otprilike oko 300\$ za tipični STB, ali cena može znatno porasti sa dodatkom funkcija kao što je *distance learning* koja zahteva dodatnu tastaturu i video kameru zbog prenosa uživo. STB koji ima mogućnost pune MPEG dekompresije je inicijalno skup, ali postoje kompanije koje iznajmljuju takvu opremu, neke ih daju besplatno uz uslov da se pretplatite na njihov program.

8.4. ADSL modem

Osnovna podela ADSL modema se može izvršiti prema:

- standardu ADSL-a koji podržavaju
- vrsti portova prema korisniku
- načinu rada koji podržavaju.

ADSL modem mora podržavati ADSL standard koji koristi DSLAM čvor na koji se spaja, to može biti ADSL po standardu ITUT G.992.1 Annex B što označava ADSL preko ISDNa ili Annex A, tj. ADSL *over* POTS. Obični ADSL s maksimalnom *download* brzinom od 8 Mbps teško je upotrebljiv za IPTV uslugu, stoga su razvijeni standardi ADSL 2 (G.992.3) sa *download* brzinom od 12 Mbps i ADSL2+ (G.992.5) koji ostvaruje brzine do 25 Mbps na parici do 1 km dužine. Ukoliko DSLAM podržava ADSL2+ standard, modem ga takođe mora podržavati, ali ne nužno jer DSLAM koji podržava 2+ standard podržava i starije standarde jer se u postupku sinhronizacije sa modemom usaglašava najbolji standard koji modem podržava. Prema vrsti portova ka korisniku, modeme delimo na:

- USB
- Ethernet
- combo (USB + Ethernet)

Prema načinu rada, modeme delimo na one koji podržavaju samo *bridge* način i one koji podržavaju i *bridge* i *routing* način rada. U *bridge* načinu rada, PPPoE sesija kreće sa korisničkog kompjutera, i svi podaci od i ka računaru transparentno prolaze kroz modem. U *router* načinu rada, PPPoE sesija pokreće se u modemu, a DHCP server u modemu dodeljuje korisniku IP adresu. Na taj način više korisnika može deliti istu konekciju ukoliko se na modem spoji *switch*. Za male kancelarije

popularni su modemi koji imaju ugrađena četiri *Ethernet* porta koji zamenjuju dodatni *switch*. Podrazumeva se da za *router* način rada modem mora imati u sebi implementiran *router*, dok to za *bridge* način nije potrebno.

Svi ADSL modemi koriste ATM tehnologiju u sloju podataka prema korisniku. ATM se koristi zbog QoS-a koji ATM pruža preko DSL linka. Na taj se način za svaku uslugu preko DSL-a definiše zaseban PVC. Za svaki PVC definišu se sledeće vrednosti:

- VPI/VCI
- ATM klasa usluge (UBR, VBR-rt, VBR-nrt)
- AAL vrsta (AAL2, AAL5) Za prenos podataka koristi se UBR ili VBR-nrt, a za *voice* i video VBR-rt.

Na taj način može se definisati da npr. *voice* ili video tok imaju prioritet nad tokom podataka. Prve verzije ADSL modema podržavale su samo jedan PVC, ali danas je teško naći na tržištu takve modeme iako je jedan PVC sasvim dovoljan za pristup Internetu. Od savremenih ADSL modema očekuje se podrška za IPTV i *triple play* servise tj. da mogu mapirati određenu vrstu tokova podataka na određeni PVC. Da bi to mogli, modemi moraju da razlikuju *voice*, video i Internet tokove, tj. moraju da podržavaju IEEE 802.1Q standard.

8.5. Arhitektura mreže video servera

Zavisno od mreže provajdera postoje dve osnovne vrste arhitekture video servera koje se mogu koristiti za IPTV primenu, to su:

- centralizovana i
- distribuirana.

Centralizovana arhitektura je relativno jednostavan i lak model za upravljanje rešenjem. Na primer, svi sadržaji se čuvaju u centralizovanim serverima i ne zahtevaju sveobuhvatan sistem distribucije sadržaja. Centralizovana arhitektura je generalno dobra za mrežu koja obezbeđuju VOD servis relativno malog obima, ima adekvatno jezgro, EDGE propusni opseg i veoma efikasnu dostavljačku mrežu.

Distribuirana arhitektura ima propusni opseg i svojstvene karakteristike sistema koje su neophodni za upravljanje većim sistemom umreženih servera. Operatori koji planiraju da razviju relativno veliki sistem obično se opredeljuju za uspostavljanje distribuirane arhitekture od samog

početka. Distribuirana arhitektura zahteva kompleksnije i sofisticiranije distributivne tehnologije za efektivnu dostavu multimedijalnih sadržaja preko servisne mreže provajdera.

9. Tržišta IPTV-a

Iako su sve glavne zapadne zemlje i većina razvijenih ekonomija IPTV korisnici, vodeće svetsko tržište za IPTV za sada su Nemačka (Deutsche Telekom), Francuska (na čelu sa Free a zatim Neuf Cegetel, ukupno više od 4 miliona pretplatnika), Južna Koreja (1,8 miliona pretplatnika), SAD (AT & T), Hong Kong, Japan, Italija, Španija, Belgija, Luksemburg, Austrija, Kina, Singapur, Tajvan, Švajcarska i Portugalija.

Usluge su takođe pokrenute u Bosni i Hercegovini, Kanadi, Hrvatskoj, Litvaniji, Moldaviji, Makedoniji, Crnoj Gori, Poljskoj, Rumuniji, Srbiji, Sloveniji, Holandiji, Grčkoj, Danskoj, Finskoj, Estoniji, Češkoj, Slovačkoj, Mađarskoj, Norveškoj, Švedskoj, Islandu i Turskoj. Velika Britanija je pokrenula IPTV rano i nakon sporog početnog rasta, u februaru 2009 Velika Britanija je objavila da je dostigao 398.000 pretplatnika. Prvi IPTV operater koji prodaje usluge IPTV u Kini je "BesTV" koji je trenutno dostupan u Šangaju i Harbinu. U Indiji IPTV je pokrenut od strane vlade i usluga MTNL i BSNL i dostupna je u većini većih gradova u zemlji. U Pakistanu IPTV je pokrenula PTCL, marka Smart TV koji je dostupan u većini velikih gradova Pakistana.

U Maleziji su razne kompanije od 2005. godine pokušavale da pokrenu IPTV usluge. Neuspeh PayTV provajdera iskoristio je MiTV i pokušao da koristi IPTV preko UHF-servis, ali servis nije uspeo da bude pokrenut. U Turskoj 2010. godine, TTNET je pokrenuo IPTV uslugu pod imenom IPTivibu i trenutno je dostupan u pilot oblastima u Istanbulu, Izmiru i Ankari. Turk Telekom je krajem 2007. godine počeo izgradnju optičkog vlakna skeleta za IPTV ali još uvek nije završen.

9.1. Pregled IPTV tržišta u Evropi i zemljama u okruženju

Broj IPTV korisnika širom sveta krajem 2009. godine bio je oko 20 miliona od čega 11 miliona u Evropi – preko 10 miliona u Zapadnoj i više od 800.000 u Istočnoj. U Tabeli 1 data je raspodela broja IPTV korisnika po regionima na godišnjem nivou u periodu od 2006.do kraja 2008. godine.

Tabela 1: - Globalna raspodela broja IPTV korisnika po regionima[MARK]

Regional IPTV totals, 2006-2008

IPTV Subscribers, 000s	2006Q4	2007Q4	2008Q3	2008Q4	% growth YoY	% growth QonQ
Asia Pacific	761	2200	3002	3278	49	9
Eastern Europe	173	465	756	821	76	9
Latin America	2	9	19	21	139	12
North America	664	1775	3174	3779	30	19
South and East Asia	1226	1840	3248	3623	97	12
Western Europe, ME and Africa	2894	7056	9271	10317	45	10
Global total	5721	13345	19470	21738	63	12

(source: [point topic](#))

Evropske zemlje sa najviše pretplatnika u ovom trenutku su Francuska koja je globalni lider, Španija i Italija, ali se očekuje da će za 4 godine na drugo mesto izbiti Nemačka, a da će Španija ispasti iz vodeće trojke. U Tabeli 2 dat je prikaz 10 vodećih svetskih IPTV tržišta.

Tabela 2: - Prikaz 10 najvećih svetskih IPTV tržišta[MRG09]

Top 10 IPTV markets by households (000)					
2005		2008		2013	
Hong Kong	494	France	3,609	China	10,345
France	480	USA	3,156	USA	9,943
USA	311	China	2,608	France	4,941
Spain	207	Japan	1,233	Japan	4,522
Italy	195	South Korea	948	Germany	2,721
Japan	185	Hong Kong	860	South Korea	2,583
Canada	104	Spain	782	Italy	2,248
Taiwan	100	Taiwan	671	UK	1,672
China	50	Italy	603	Russia	1,629
Netherlands	43	Belgium	460	Taiwan	1,319

Source: Informa Telecoms & Media

9.2. Francuska

Francuska je imala 6,2 miliona korisnika IPTV-a krajem 2008. godine [BRI] što predstavlja 37% svih ADSL korisnika. Najveća platforma je Orange TV (France Telecom) sa 1,8 miliona IPTV i 300.000 DTH korisnika. Zbog jake konkurencije na tržištu, operatori se za korisnike bore ekskluzivnim sadržajima, direktno ulazeći na teren klasičnih emitera.

Tako je Orange TV 2008. godine uspeo da za 203 miliona € godišnje obezbedi ekskluzivna prava na ključne subotnje mečeve francuske 1. lige do 2013. Orange je tu ponudu povezao sa ADSL pretplatom, ali nakon žalbe sudu konkurentskih platformi SFR i Free početkom 2009. godine to je ocenjeno kao monopolsko ponašanje [FRE] i France Telecomu je naređeno da fudbalske mečeve pod komercijalnim uslovima učini dostupnim drugim operatorima. Međutim, nakon žalbe, sud je poništio prvobitnu presudu [CHA]. Inače, nosilac prava za emitovanje većine mečeva lige je Canal+.

Pored toga, Orange je pokrenuo i dodatni paket koji čine 5 sopstvenih ekskluzivnih filmskih kanala kako bi bio konkurentan u tom segmentu. Prosečan korisnik odgledao je 3,7 VOD filmova u toku prvog kvartala 2009. godine [ORA]. Od dodatnih usluga Orange nudi još jedan STB uz doplatu od 7 € mesečno, uređaj za snimanje sa hard-diskom na koji staje do 80 sati SDTV ili 25 sati HDTV sadržaja za 5 € mesečno, kao i paket sa 5 HD kanala besplatno ukoliko postoje tehničke mogućnosti.

Platforme imaju veoma razućenu ponudu, pa tako Free nudi preko 300 kanala od kojih preko 150 u osnovnom paketu, dok su ponude Orangea i Neufa nešto skromnije sa 80, odnosno 110 kanala u osnovnoj ponudi.

Free još od avgusta 2007. godine, u sklopu svog šestogodišnjeg plana da uloži 1 milijardu € u izgradnju FTTH mreže ka svojim korisnicima (i to pretežno iz sopstvenih prihoda), nudi triple play FTTH sa IPTV-om za dva televizora po ceni od 30 € mesečno. Free TV svojim korisnicima nudi i HD prijemnik sa mogućnošću prijema digitalne zemaljske TV (DVB-T).

Primetan je i trend ukрупnjavanja, pa je tako Iliad, vlasnik platforme Free u avgustu 2008. godine kupio Alice, jednu od manjih IPTV platformi čiji vlasnik je bio Telecom Italia za 1,1 milijardu € i tako učvrstio svoju poziciju.

9.3. Španija

Glavna IPTV platforma, Imagenio kompanije Telefonica krajem 2008. godine imala je 610.000 pretplatnika [DIG]. Korisnicima se nudi HDTV prijemnik s ugrađenim čvrstim diskom od 160 GB, pa je moguć *time shifting* i repriza poslednjeg minuta sadržaja koji je korisnik pratio. Međutim, nešto po čemu je Imagenio jedinstven jeste mogućnost pristupa celokupnom TV programu emitovanom u poslednjih nedelju dana na svim stanicama (NPVR funkcija), pri čemu korisnik ne može da preskače reklame [TELC]. Uz to, na pojedinim kanalima (TCM, Fox, Disney i Calle 13 tj. 13th Street) sinhronizovanim na španski jezik moguće je pomoću daljinskog upravljača izabrati engleski jezik [IMAG]. U ponudi je i VOD s velikim brojem filmova, serija i dokumentaraca. U ponudi se nalazi oko 100 TV kanala.

Inače, rast ove platforme se dosta usporio, u prvih godinu dana ona je privukla 207.000 korisnika (krajem 2005), u drugih godinu dana novih 176.000 korisnika [VIEW], u trećih godinu dana svega nekih 107.000 [BAND], a u četvrtih (tj. tokom 2008.) nešto više – oko 122.000. Treba naglasiti da špansko tržište payTV-a nije zasićeno, tj. još postoji ogroman broj domaćinstava koji se oslanja na antenski prijem- negde oko 60%.

9.4. Slovenija

Slovenija je dobar primer uspešnog IPTV tržišta koje je toliko dinamično da uspeva da potisne klasične kablovske operatore. Najveći operator je Telekom Slovenija čiji SiOL TV, pokrenut još 2003. godine, nudi 130 kanala (56 u osnovnom paketu) i 15 radio stanica, videoteku sa više od 700 sadržaja, kao i zabavu u vidu logičkih igara (4 u nizu, sokoban, sudoku itd), igara sa kartama i poteznih i arkadnih igara. SiOL nudi prijem IPTV-a na više prijemnika, s tim da

korisnici moraju sami da kupe Sagemov STB koji je HD-kompatibilan po ceni od 140 €, a u ponudi se eksperimentalno nalazi i HD kanal Melody Zen TV. SiOL je još 2006. eksperimentalno prenosio svetsko prvenstvo u visokoj rezoluciji. SiOL korisnicima nudi i besplatan dvomesečni časopis u A5 formatu na skromnih 16 strana. Drugi, veoma konkurentni, operator je T-2 koji se ne oslanja na klasičnu telefonsku infrastrukturu i ADSL tehnologiju, već na optičku mrežu koja je sprovedena do brojnih korisnika, što znači da bez problema može da ponudi korisnicima paralelno praćenje HDTV kanala na većem broju prijemnika.

U osnovnom paketu nalazi se preko 160 kanala od kojih su 6 visoke rezolucije (Arte HD, Fashion TV HD, domaći informativni kanal Info TV HD, Luxe TV HD, Mađarska TV 2 HD i domaći muzički kanal Play TV HD), a postoji i mogućnost pretplate na atraktivnije kanale poput HBO paketa i kanala Eurosport HD, National Geographic HD i Discovery HD. Takođe, korisnici koji to žele mogu iznajmiti dodatne SDTV ili HDTV prijemnike za 2 €, odnosno 4 € mesečno. Moguće je snimanje na servere operatora, a moguć je zakup prostora od 10 do 100 GB koji se plaća mesečno.

9.5. Hrvatska

Najrasprostranjenija platforma je T-Com-ov MaxTV sa preko 220.000 korisnika [THT], a tek nedavno se pojavila druga platforma kompanije Iskon (takođe u većinskom vlasništvu T-Coma), mada se očekuje i platforma nezavisnog operatera Iskona. Hrvatska je bila prva zemlja u kojoj je Deutsche Telekom grupa uvela IPTV i to krajem 2006. godine. Do kraja te godine T-Com je priključio 5800 korisnika [HT06], krajem 2007. bilo ih je oko 44.000, a krajem 2008. – 136.000 [HT08]. Do kraja 2009. godine MaxTV je dostigao preko 220.000 korisnika. MaxTV je dostupan i korisnicima koji ne koriste ADSL uz nešto veću pretplatu. U ponudi se nalazi 90 kanala, a postoji i zaseban paket sa čak 7 HDTV kanala među kojima su i Eurosport, History i National Geographic.

Prijemnik nema mogućnost snimanja, ali je zato dostupna NPVR usluga pod nazivom Snimalica koja se plaća mesečno i to po satima snimljenog materijala (10, 20 ili 30) i može se aktivirati i putem Weba (unošenjem identifikacionog broja na Internet portalu T-Coma u delu sa EPG-jem) ili SMS-om, što je vrlo zgodno. Treba napomenuti da MaxTV ne nudi mogućnost snimanja svih kanala, ali spisak kanala koji se (ne) mogu snimati nije dostupan. Korisnici sa dva

televizora mogu da uz jednokratnu naknadu od oko 200 € dobiju drugi prijemnik za koji ne plaćaju dodatnu pretplatu. Naravno, T-Com nudi i VOD (pojedini sadržaji su čak u HD rezoluciji), a i uslugu HBO digital koja se naplaćuje odvojeno od HBO paketa.

Iskonova IPTV platforma dostupna je samo na njihovoj sopstvenoj infrastrukturi u nekoliko gradova (Zagreb, Velika Gorica, Samobor, Split, Rijeka i Pula). Ponuda kanala je znatno skromnija – dostupno je ukupno svega četrdesetak TV kanala, od kojih su samo HBO i HBO Comedy izdvojeni u zaseban paket. Dostupne su dve varijante snimanja – 10 sati na jednom od 7 kanala ili kontinuirano snimanje 4 nacionalne stanice (2 HRT-ova programa i 2 komercijalna emitera) tokom 48 sati. Korisniku je omogućena promena redosleda kanala i njihovo preimenovanje. Postoji i videoteka koja će se tek proširivati, pa je još uvek besplatna za korišćenje.

9.6. Crna gora

Crnogorski T-Com pokrenuo je IPTV uslugu Extra TV krajem 2007. godine. Korisnicima se nude vrlo atraktivni prijemnici sa HDMI priključkom, podrškom za HDTV signale i hard diskom kapaciteta 160 GB, što znači da im na raspolaganju stoji mogućnost *time shiftinga* programa. Za sada je u ponudi oko 60 SDTV kanala od kojih se 51 nalazi u osnovnoj ponudi, s tim da postoji i mini paket u kojem se mahom nalaze zemaljske stanice iz Crne Gore i okolnih država. HDTV kanala još nema u ponudi.

10. Budućnost IPTV-a

Podaci koje se nalaze u najnovijem istraživanju koje je objavio MRG pokazuje da je poboljšanje standardnih usluga IPTV kompanija rezultiralo znatno bržim rastom nego što je to bio slučaj kod kablovskih i satelitskih operatera.

Analitičari iz kompanije *MRG* predviđaju da će broj IPTV pretplatnika na svetskom nivou rasti sa 53 miliona, koliko je taj broj iznosio 2011. godine, na 105,1 miliona u 2015. godini. Prihodi IPTV kompanija porašće sa 21,8 milijardi dolara u 2011. na 45,3 milijardi dolara u 2015. godini, što je povećanje od 20 odsto.

U poslednjih nekoliko kvartala, IPTV operateri su videli da će porast broja njihovih pretplatnika nadmašiti broj pretplatnika kablovske i satelitske televizije. IPTV operateri su proširili svoje ponude dodavanjem *HD* programa i hibridnih usluga poput OTT videa, koji su povezani sa digitalnim zemaljskim ili satelitskim video servisima.

Uprkos nedavnim izveštajima koji su ukazivali na to da će 2012. biti godina u kojoj će azijske kompanije preuzeti leadersku poziciju na IPTV tržištu, *MRG* navodi da će do 2015. godine i dalje, Evropa i Severna Amerika nastaviti da generišu veći deo globalnih prihoda u ovom segmentu tržišta.

U prošlosti, ova tehnologija je ograničena sa relativno visokim troškovima ugradnje instalacije sposobne za prenos IPTV sadržaja u kući kupca. U narednim godinama, instalacije u stambenim prostorima očekuje se da će rasti brzim tempom kao široko pojasne i biti dostupna u više od 200 miliona domaćinstava u svetu. Mnoge svetske kompanije telekomunikacionih usluga i dalje istražuju IPTV kao novu mogućnost zarade od svojih postojećih tržišta i kao zaštitne mere protiv nadiranja iz više konvencionalnih kablovskih televizijskih usluga. Takođe, postoji sve veći broj IPTV instalacija u školama, univerzitetima, korporacijama i lokalnim institucijama.

11. Kvalitet servisa- QoS

Izraz „kvalitet servisa“ (engl. Quality of Service, QoS) danas se široko koristi u telekomunikacijama [BJE05].

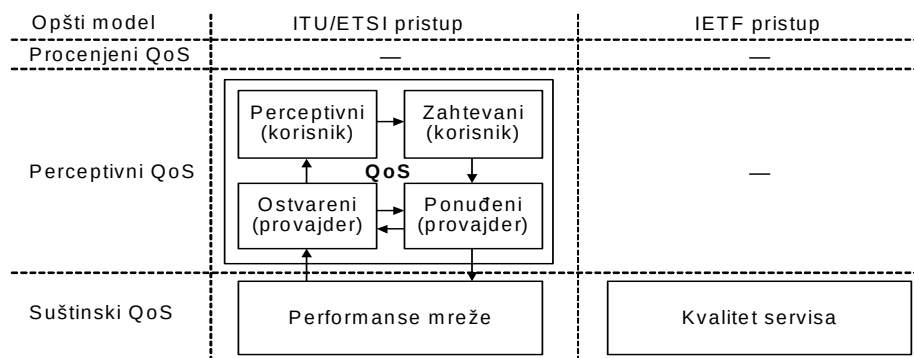
Prodor Interneta i mobilne telefonije, doveo je do krupnih promena u telekomunikacionim mrežama. Poslednje dve decenije obeležio je izuzetan porast intenziteta saobraćaja, kako u “starim” tako i u “novim” telekomunikacionim mrežama. Nove aplikacije poput videa na zahtev (VoD) ili Internet telefonije imaju sasvim drugačije zahteve za servisima, pa se menjaju i karakteristike saobraćaja u mrežama. Naročito kritični parametri su propusni opseg, za multimedijalne aplikacije (npr. VoD). Problem ograničenosti resursa danas je sve aktuelaniji. Jednostavno proširivanje mreže, tako da ona udovolji zahtevima za saobraćajem u periodu vršnih opterećenja, najčešće nije ni tehnički izvodljivo ni ekonomski opravdano. Istovremeno, sve je izraženiji zahtev za konvergencijom i interoperabilnošću različitih mreža. Navedeni problemi čine nužnim uvođenje menadžmenta resursa mreža i aplikacija korisnika kako bi se pronašao obostrano prihvatljiv kompromis. Upravo to je zadatak mehanizama za obezbeđivanje kvaliteta servisa (QoS) u telekomunikacionim mrežama [BJEL01].

Tokom poslednjih desetak godina ulažu se intenzivni naponi u istraživanje, razvoj i standardizaciju rešenja u oblasti kvaliteta servisa u IP mrežama, u koje je uključen veliki broj istraživača i proizvođača opreme iz raznorodnih organizacija i kompanija širom sveta. Razvijena su brojna rešenja, koja obuhvataju različite aspekte – arhitekture, tehnologije i mehanizme implementacije. Neka od predloženih rešenja se već primenjuju u operativnim (javnim i namenskim) mrežama, što ima za posledicu ponudu niza novih telekomunikacionih servisa preko javne ili privatne komunikacione infrastrukture. U takvim okolnostima, jedan od negativnih efekata je konfuzija u terminologiji koja opisuje kvalitet servisa u IP mrežama (IP QoS), a prisutna je i u brojnoj literaturi u ovoj oblasti. Termin "kvalitet servisa" se koristi da označi različite pojmove – od korisničke percepcije i ocene određenog servisa do skupa tehničkih parametara koji su potrebni za obezbeđivanje konkretnog telekomunikacionog servisa zahtevanog kvaliteta [STO06].

12. Modeli kvaliteta servisa

12.1. Opšti model kvaliteta servisa

Opšti model kvaliteta servisa definiše relevantne aspekte QoS za korisnika i provajdera servisa i može da posluži kao referentni model za objašnjenje terminologije i pristupa koje koriste međunarodne organizacije za standardizaciju: ITU-T, ETSI i IETF. Veza između opšteg modela QoS, ITU-T/ETSI pristupa i IETF pristupa je ilustrovana na Slici 14.



Slika 14: - Opšti model QoS, ITU-T/ETSI i IETF pristupi [STO06]

Različitost u oblasti teorije kvaliteta servisa započinje već od njegove definicije. Najčešće se navodi definicija koju je Međunarodna unija za telekomunikacije (ITU) dala u preporuci E.800 po kojoj kvalitet servisa predstavlja združeni efekat performansi servisa koje određuju stepen zadovoljstva korisnika toga servisa. Ova definicija ponovljena je u preporuci I.350, koja se odnosi na digitalne telekomunikacione mreže integrisanih servisa. Pošto je zadovoljstvo korisnika subjektivna veličina, u ovoj preporuci se naglašava potreba identifikovanja objektivnih parametara koji se na jednoznačan i neposredan način mogu meriti u tački u kojoj korisnik pristupa servisu. Ti parametri nazvani su parametrima kvaliteta servisa ili, kraće, QoS parametrima [BJE05].

Pored kvaliteta servisa, koji je korisnički orijentisan, u ovim preporukama se govori i o performansama mreže (engl. Network Performance, NP), koja predstavlja sposobnost mreže ili njenog dela da obezbedi funkcije povezane sa komuniciranjem među korisnicima.

U preporukama serije X, koje se odnose na mreže za prenos podataka i sisteme otvorene za međupovezivanje, kvalitet servisa se definiše kao skup zahteva u pogledu kvaliteta kolektivnog ponašanja jednog ili više objekata. Osim ITU, ostatak stručne javnosti nedvosmisleno je veoma često stavljao znak jednakosti između kvaliteta servisa i performanse mreže.

U okviru ITU-T formirana je Radna grupa 17, s ciljem da razradi teorijski koncept i definicije vezane za kvalitet servisa u telekomunikacijama. Kao rezultat rada ove grupe, 2001. godine je usvojena preporuka G.1000. Ova grupa usvaja tumačenje po kome kvalitet predstavlja skup karakteristika entiteta koje počivaju na njegovoj sposobnosti da zadovolji izrečene i implicirane potrebe. Ukazuje se i na mogućnost definisanja kvaliteta prema standardu ISO 9000. Kvalitet servisa u telekomunikacijama sada se definiše istovetno kao u preporuci E.800, kao združeni efekat performansi servisa koje određuju stepen zadovoljstva korisnika toga servisa. Ova preporuka se reafirmiše i kroz ponovno insistiranje na razlikovanju kvaliteta servisa i performanse mreže. Imajući u vidu evidentnu konfuziju i nedoslednost u oblasti teorijskog zasnivanja koncepta kvaliteta servisa u telekomunikacijama, očekivanja od preporuke G.1000 bila su ogromna. Nakon donošenja ove preporuke, može se reći da je očekivani efekat unifikacije definisanja kvaliteta servisa izostao [BJE01].

Opšti model kvaliteta servisa sačinjavaju tri komponente: suštinski, perceptivni i procenjeni QoS.

Suštinski ili unutrašnji QoS se odnosi na karakteristike servisa koje proističu iz tehničkih aspekata. Drugim rečima, suštinski QoS je određen projektom telekomunikacione mreže i načinom realizacije konekcija, mrežnih završetaka i pristupa mreži. Zahtevani kvalitet servisa ostvaruje se pravilnim izborom komunikacionih protokola, mehanizama za garantovanje QoS i pridruženih vrednosti parametara. Ocena suštinskog QoS se donosi na osnovu poređenja izmerenih i očekivanih performansi mreže. Korisnikova percepcija kvaliteta nema uticaja na ocenjivanje suštinskog QoS.

Perceptivni QoS odražava iskustvo korisnika u korišćenju određenog servisa. Očekivanja korisnika, na koja obično utiču iskustvo sa sličnim telekomunikacionim servisima i mišljenja drugih korisnika, predstavljaju značajan faktor u evaluaciji perceptivnog QoS. To znači da različiti korisnici različito opažaju i ocenjuju servis, koji ima ista suštinska svojstva.

Procenjeni QoS dolazi do izražaja kada korisnik odlučuje da li će nastaviti da koristi određeni servis. Pored percepcije kvaliteta i cene servisa, značajan faktor procenjenog QoS je nivo odziva provajdera i kvalitet opsluživanja korisnika u slučaju otkaza ili u smislu obogaćivanja postojećeg servisa novom ponudom [STO06].

12.2. ITU-T/ETSI pristup

ITU-T i ETSI pristupi definisanju kvaliteta servisa i QoS terminologiji su u osnovi isti. Obe organizacije usvojile su definiciju prema kojoj se QoS odnosi na "zajednički skup performansi servisa koji određuje nivo zadovoljstva korisnika servisom". Iz toga proističe da ITU-T/ETSI pristup odgovara perceptivnom QoS iz opšteg modela, kao što je prikazano na Slici 44. Tehnički aspekti QoS, odnosno pojam suštinskog QoS iz opšteg modela odgovara ITU-T definiciji "performanse mreže", koja obuhvata sve funkcije mreže koje su bitne za obezbeđivanje određenog servisa. Performanse mreže se definišu i mere pomoću parametara pojedinih komponenata mreže koje učestvuju u procesu obezbeđivanja servisa [STO06].

ITU-T i ETSI razlikuju četiri komponente koje zajednički sačinjavaju QoS: QoS koji zahteva korisnik, QoS koji nudi provajder, QoS koji pruža provajder i QoS koji percipira korisnik. Zahtevi korisnika odražavaju preferencijale korisnika za kvalitet određenog servisa, a mogu biti izraženi formalnim (tehničkim) ili neformalnim opisom. Na kvalitet servisa koji nudi provajder utiču strategija provajdera, postojeće tehnologije i standardi, cena razvoja i implementacije servisa i drugi faktori. QoS koji nudi provajder je izražen posredstvom skupa parametara i pridruženih vrednosti koje su razumljive širokom skupu različitih korisnika (npr. "godišnja raspoloživost servisa je 99,95%"). Skup parametara QoS je specificiran ITU-T preporukom E.800. Nivo kvaliteta servisa koji realno ostvaruje provajder izražava se pomoću istog skupa parametara. Poređenje vrednosti parametara ponuđenog i ostvarenog QoS je jedna od komponenata za ocenjivanje perceptivnog QoS. Perceptivni QoS predstavlja konačnu ocenu korisnika o kvalitetu dobijenog servisa, izvedenu na osnovu poređenja sa zahtevanim nivoom QoS [STO06].

Obezbeđivanje QoS je povezano sa performansama mreže, jer je visok nivo performansi mreže od suštinskog značaja za garantovanje kvaliteta servisa. Parametri ponuđenog QoS mogu se klasifikovati na parametre koji se odnose na mrežu i parametre koji se ne odnose na mrežu. Kategorija parametara koji se odnose na mrežu preslikava se u parametre mrežnih performansi, čije su ciljne vrednosti unapred definisane. Ostvarene performanse mreže dobijaju se na osnovu rezultata merenja [STO06].

12.3. IETF pristup

IETF pristup se ne bavi perceptivnim kvalitetom servisa, već je usmeren ka suštinskom QoS, kao što je prikazano. Takav pristup proističe iz glavnih ciljeva IETF-a, koji se odnose na razvoj arhitekture, pouzdanosti i efikasnosti Interneta. IETF definiše kvalitet servisa u kontekstu IP tehnologije kao "skup servisnih zahteva koje mreža treba da zadovolji pri prenosu tokova saobraćaja".

Prema tome, IETF definicija QoS je praktično ekvivalentna sa ITU-T/ETSI pojmom performanse mreže, a QoS se kvantitativno izražava pomoću skupa parametara i pridruženih vrednosti. Elementi zahtevanog i ponuđenog QoS izražavaju se u procesu ugovaranja kvaliteta servisa i formalizuju sporazumom o nivou servisa [STO06].

13. Parametri kvaliteta servisa i mere performansi

Kvalitet usluga IP mreža, koje uključuju audio prenos, video prenos i prenos podataka utvrđuje se primenom parametara pomoću kojih se specificiraju i procenjuju brzina, tačnost, pouzdanost i raspoloživost u procesu transfera IP paketa.

Prosečan korisnik telekomunikacionih servisa nije tehnički obrazovan, nije i ne želi da bude upućen u detalje vezane za isporučivanje servisa. Stoga se postavlja pitanje na koji se način njegovi apstraktni zahtevi u pogledu percipiranog kvaliteta mogu preslikati u konkretne tehničke parametre kvaliteta. Ključni faktori koji utiču na kvalitet servisa koji korisnik percipira su:

Protok korisničkih podataka ili ciljna propusna moć;

Kašnjenje paketa usled prolaza kroz mrežu, koje se može posmatrati od jednog do drugog krajnjeg korisnika (aplikacije), između graničnih elemenata mreže (ulazni i izlazni ruter) ili u pojedinim elementima mreže;

Džiter – varijacija kašnjenja paketa, koji se takođe može posmatrati od jednog do drugog krajnjeg korisnika, između graničnih elemenata mreže ili na nivou elementa mreže;

Procenat izgubljenih paketa, koji se definiše kao količnik broja neisporučenih paketa i broja poslatih paketa [STO06].

13.1. Kašnjenje

Pod kašnjenjem se podrazumeva vreme transfera IP datagrama između dve referentne tačke u mreži. Tipično kašnjenje je od kraja do kraja mreže, kašnjenje unutar mreže i kružno kašnjenje (round trip delay).

Kašnjenje se sastoji se od kašnjenja u terminalu, u mreži i u svim serverima. Na njega utiču i drugi parametri kao što je propusnost (throughput) mreže. Kašnjenje se manifestuje na više načina, uključujući i vreme potrebno za uspostavljanje neke usluge.

13.2. Varijacija kašnjenja

Varijacija kašnjenja (džiter) je važan parametar kod sistema za paketski prenos podataka. Ona nastaje kao posledica promenljivog vremena dolazaka paketa, koje prouzrokuje mreža.

Kod aplikacija sa kontinualnim prenosom (streaming application), poznavanje ukupne varijacije kašnjenja koristi se da bi se izbeglo podopterećenje ili preopterećenje bafera. Kod interaktivnih usluga, netolerantnih na varijaciju kašnjenja, obično se vrši posredno memorisanje podataka u baferu sa ciljem da se smanji varijacija kašnjenja na nivou korisnika. Kod ostalih aplikacija, mala varijacija kašnjenja nije značajna, ali veća može izazvati nepotrebnu retransmisiju paketa.

13.3. Gubitak informacija

Gubitak informacija se predstavlja odnosom izgubljenih paketa i ukupno otpremljenih paketa.

Gubitak informacija ima direktan uticaj na kvalitet informacija prezentovanih korisniku, pa se primenjuju posebni postupci za njegovo otklanjanje. Gubitak informacija se ne odnosi samo na efekte pogrešno prenetih bita ili gubitak paketa, već uključuje i efekte degradacije kvaliteta unete kodovanjem (na primer, kod korišćenja kodeka manjih brzina za kompresiju govora).

Aplikacije veoma različito reaguju na gubitak informacija i mogu se razvrstati u više kategorija - osetljive, tolerantne i performantne.

13.4. Analiza parametara kvaliteta

- Kašnjenje u jednom smeru

Kod *audio aplikacija* u realnom vremenu (govorna konverzacija), kašnjenje prouzrokuje dva problema: eho i »preklapanje sagovornika« (talker overlap). Echo nastaje usled refleksije govornog signala od telefonskog uređaja na udaljenom kraju, za vreme konverzije sa dvožičnog na četvorožični prenos. Efekat eha je prihvatljiv za manje vrednosti kašnjenja kada je »maskiran« normalnim tonom.

Međutim, kada kašnjenje dostigne više desetina milisekundi, dolazi do degradacije kvaliteta govora, tako da je neophodno koristiti postupke za poništavanje eha. Preklapanje sagovornika postaje značajno kod većih vrednosti kašnjenja zbog znatnog smanjenja dinamike konverzacije. Kod ostalih audio aplikacija (razmena govornih poruka, kontinualni audio visokog kvaliteta), koje nisu direktne, granične vrednosti kašnjenja su blaže, izuzev za naredbe/kontrole za koje su iste kao kod drugih aplikacija. Kašnjenje reda veličine nekoliko sekundi između inicijalizacije neke aplikacije i pristiglog odgovora smatra se prihvatljivim [IVK04].

Kod *video aplikacija* u realnom vremenu (videofonija), koje predstavljaju dupleksni audio i video prenos u realnom vremenu, primenjuju se isti zahtevi za kašnjenje kao kod govorne konverzacije. Dodatnim zahtevom za »sinhronizaciju usana« (lip-synch) obezbeđuje se sinhronizacija pokreta usana između audio i video prenosa. Kod jednosmernog videa zahtevi za kašnjenjem nisu strogi [IVK04].

Za različite aplikacije *prenosa podataka* kašnjenje ne predstavlja najvažniji parametar. Dozvoljene vrednosti kod većine ovih aplikacija variraju, u zavisnosti od kašnjenja koje korisnik može da toleriše od trenutka kada zatraži određeni sadržaj do trenutka kada se taj sadržaj prezentuje. Veoma stroga ograničenja primenjuju se samo za naredbe/kontrole, interaktivne igre i »pozadinske« (background) aplikacije [IVK04].

- Varijacija kašnjenja

Čovečije uho je veoma netolerantno na kratkotrajne varijacije kašnjenja (džiter). Stoga je za sve vrste *audio aplikacija* zahtev za varijacijom kašnjenja veoma strog, pa se primenjuju posebni postupci za njeno otklanjanje.

Kod aplikacija *prenosa podataka*, varijaciju kašnjenja korisnik uglavnom ne primećuje, mada treba da postoji sinhronizacija između medijskih povorki za vreme multimedijske sesije [IVK04].

- Gubitak informacija

Kod svih vrsta multimedijskih aplikacija, gubitak informacija može biti ozbiljan problem.

Kod *audio aplikacija*, stepen izgubljenih paketa utiče na izobličenje govornog signala. Međutim, pošto čovečije uho toleriše izobličenje govornog signala do izvesne granice, utvrđene su najveće vrednosti koje odgovaraju tim granicama. U prenosnim sistemima na bazi IP, glavni uzrok

degradacije kvaliteta govora je primena kodeka manjih brzina i njihove performanse u uslovima gubitka paketa [IVK04].

Kod *aplikacija prenosa podataka*, najvažniji zahtev sa tačke gledišta korisnika je garancija da je gubitak informacija praktično ravan nuli. Kod nekih aplikacija to je čak i jedini zahtev. Step en izgubljenih paketa, stoga, predstavlja glavni diferencijator ovih aplikacija u odnosu na audio i video aplikacije. Treba napomenuti, da je faksimil prenos jedina aplikacija koja ne zahteva da gubitak informacija bude nula [IVK04].

Navedeni parametri opisuju način obrade paketa u elementima mreže. Oni se preslikavaju u odgovarajuće parametre komponenta mrežne arhitekture koji se koriste za obezbeđivanje različitih nivoa QoS, odnosno u parametre koji se koriste za konfigurisanje pojedinih elemenata mreže. Parametri QoS su takođe povezani sa skupom protokola koji se primenjuje u konkretnoj mreži i tehničkim karakteristikama instalirane mrežne opreme [IVK04].

QoS može imati dodatne atribute, u zavisnosti od svojstava QoS arhitekture i zahteva pojedinih aplikacija:

- QoS od jednog do drugog kraja mreže (između aplikacija) ili QoS ograničen na pojedinačni domen ili skup domena;
- QoS primenljiv na celokupan telekomunikacioni saobraćaj ili samo na pojedine sesije ili skup sesija uspostavljenih između korisničkih aplikacija;
- QoS koji se odnosi na tokove telekomunikacionog saobraćaja u jednom smeru ili u oba smera;
- Apsolutni (garantovani) ili relativan (statistički) QoS.

Parametri QoS izražavaju se kvalitativno i/ili kvantitativno. U kontekstu kvaliteta servisa, mera ili indikator performanse predstavlja jednoznačnu definisanu i kvantitativno izraženu vrednost određenog parametra QoS. Mere performansi se koriste u specifikaciji zahteva za QoS i u ocenjivanju ostvarenog QoS, merenjem odgovarajuće veličine tokom operativnog rada mreže [IVK04].

14. IETF arhitekture kvaliteta servisa u IP mrežama

U okviru IETF su razvijene dve IP QoS arhitekture – arhitektura integrisanih servisa i arhitektura diferenciranih servisa. Mehanizmi QoS predviđeni u okviru svake arhitekture odnose se

prvenstveno na funkcionisanje pojedinačnih elemenata (čvorova) mreže sa ciljem da se obezbedi diferencijacija performansi i izbegne zagušenje u mreži [STO06].

Sa druge strane, multiprotokolska komutacija labela (MPLS) je tehnologija koja je takođe razvijena i standardizovana u okviru IETF i može značajno doprineti obezbeđivanju IP QoS. MPLS je pozicioniran između OSI slojeva 2 i 3 i odgovoran za prosleđivanje paketa, sa ciljem da otkloni nedostatke tradicionalnih IP protokola rutiranja, zasnovanih na izboru najkraćih putanja [STO06].

14.1. Arhitektura integrisanih servisa

Glavni podsticaj za razvoj prvih rešenja za implementaciju IP QoS, polovinom devedesetih godina, bio je razvoj multimedijalnih aplikacija i servisa, kao i pridruženih standarda (ITU-T preporuka H.323). Prvobitna rešenja zasnivala su se na tzv. pristupu po toku IP saobraćaja¹ i rezultovala su koncepcijom QoS arhitekture integrisanih servisa (*Integrated Services – IntServ*). Arhitektura IntServ predviđa rezervisanje resursa od jednog do drugog kraja mreže za svaki tok saobraćaja, posredstvom posebnog protokola – RSVP (*Resource reSerVation Protocol*), koji se implementira u svim ruterima u mreži. Predajni host specificira karakteristike toka saobraćaja posredstvom RSVP poruke tipa PATH [STO06].

Prijemni host odgovara porukom tipa RESV, kojom zahteva određenu količinu resursa za dati tok IP saobraćaja. Svaki tranzitni RSVP ruter ima pravo da prihvati ili odbije zahtev iz poruke RESV. QoS mehanizmi kao što su kontrola pristupa, regulacija (*policing*) i uobličavanje saobraćaja implementiraju se u svim RSVP ruterima u mreži i primenjuju na svaki tok IP saobraćaja [STO06].

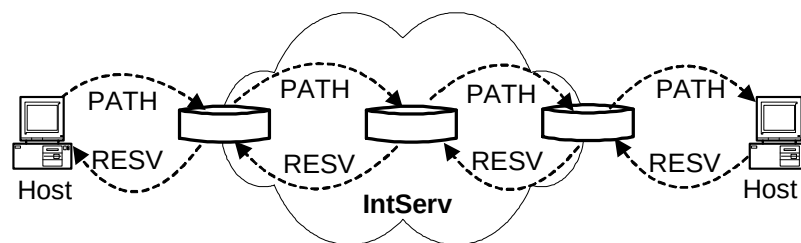
Arhitektura IntServ implicitno podrazumeva promene u aplikacijama koje koriste IP QoS servise. Aplikacije treba da poseduju sposobnost da definišu zahteve za QoS, da odrede profil IP saobraćaja koji će biti generisan i iskažu ga opisom toka saobraćaja, kao i da proslede mreži informaciju o zahtevima za QoS i profilu saobraćaja (posredstvom RSVP protokola). Takvi zahtevi za aplikacije uslovljavaju proširenje QoS arhitekture određenim oblikom aplikacionog programskog interfejsa (API – *Application Programming Interface*), koji omogućava dinamičko ugovaranje QoS sa mrežom i prilagođavanje ponašanja aplikacije odzivu mreže [STO06].

Arhitektura IntServ predviđa tri klase servisa: garantovani servis – GS (*Guaranteed Service*), servis sa kontrolisanim opterećenjem – CLS (*Controlled Load Service*) i servis najboljeg pokušaja. GS je namenjen za vremenski kritične aplikacije, a specificira najveće dozvoljeno kašnjenje i najmanji

¹ Tok IP saobraćaja se definiše kao jednosmerni niz paketa koji se odnose na jednu instancu aplikacije. IP paket koji pripadaju jednom toku imaju iste identifikatore: adrese izvora i odredišta, brojeve portova, tip transportnog protokola i dr. U literaturi se koristi i termin "mikro-tok" (*microflow*).

garantovani protok od jednog do drugog kraja mreže. CLS je namenjen za aplikacije sa kontinuiranim protokom informacija, a omogućava deljenje zajedničkih resursa između više tokova IP saobraćaja, u uslovima velikog opterećenja mreže. Servis najboljeg pokušaja odgovara servisu koji postoji u današnjem Internetu, bez garancija kvaliteta [STO06].

Iako IntServ omogućava precizno definisanje zahteva i garantovanje traženog nivoa QoS za svaki tok IP saobraćaja, čuvanje i ažuriranje stanja svakog toka u svim ruterima unosi veliko dodatno opterećenje procesora i memorijskih resursa, kao i fundamentalnu promenu u postojeću Internet arhitekturu. To i jeste presudan nedostatak IntServ, zbog koga je ovaj koncept praktično napušten i ne preporučuje se za primenu u okosnici skalabilnih IP mreža [STO06].

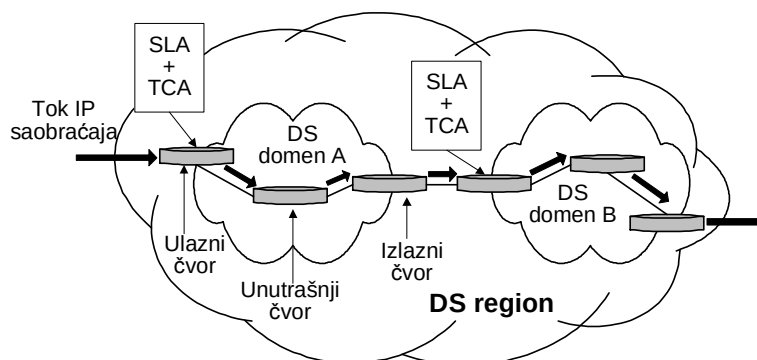


Slika 15: - IntServ mreža i rezervacija resursa pomoću RSVP protokola [STO06]

14.2. Arhitektura diferenciranih servisa

Razvoj VoIP (*Voice over IP*) tehnologije u drugoj polovini devedesetih godina bio je glavni podsticaj za razvoj QoS arhitekture koja bi eliminisala nedostatke IntServ u smislu poboljšanja skalabilnosti i istovremeno omogućila prenos informacija u realnom vremenu sa garantovanim kašnjenjem. Arhitektura diferenciranih servisa (DiffServ) se zasniva na pristupu po klasi IP saobraćaja, što znači da paketi koji imaju slične zahteve za QoS mogu da budu grupisani u jedan agregatni tok (klasu) saobraćaja i procesirani na isti način u čvorovima mreže, iako pripadaju različitim pojedinačnim tokovima saobraćaja [STO06].

Prvi okvirni rad za DiffServ arhitekturu standardizovan je krajem devedesetih godina, RFC dokumentom 2475. Koncept DiffServ podrazumeva podelu mreže na domene diferenciranih servisa (DS domeni), od kojih svaki odgovara intranet mreži ili domenu Internet provajdera, odnosno mreži kojom se centralizovano upravlja iz jedne tačke. Čvorovi DS domena koriste zajednička unapred definisana pravila za upotrebu resursa mreže i način obrade paketa u zavisnosti od klase IP saobraćaja. Čvorovi DS domena mogu biti granični (ulazni i izlazni, u zavisnosti od toka saobraćaja) i unutrašnji (čvorovi jezgra), kao što je prikazano na Slici 16 [STO06].



Slika 16: - Osnovni elementi DiffServ mreže [STO06]

RFC 2475 definiše sporazum o nivou servisa – SLA (*Service Level Agreement*) kao ugovor između provajdera i korisnika servisa (krajnjeg korisnika ili drugog DS domena) koji specificira karakteristike QoS. SLA može obuhvatati pravila obrade ulaznog saobraćaja (merenje, markiranje, odbacivanje paketa i dr.) koja sačinjavaju sporazum o načinu procesiranja ulaznog saobraćaja – TCA (*Traffic Conditioning Agreement*) [STO06].

Granični čvorovi su zaduženi sa sprovođenjem TCA između lokalnog i susednih DS domena. Oni obavljaju klasifikaciju ulaznog saobraćaja na osnovu vrednosti nekoliko polja iz zaglavlja IP paketa, tako da se pojedinačni tokovi uklape u konačan i ograničen skup agregatnih tokova – klasa saobraćaja. Svaki IP paket markira se uz pomoć određenih bita u zaglavlju, čime se definiše način obrade paketa u svakom čvoru DS domena (PHB – *Per-Hop Behavior*) [STO06].

PHB određuje prioritet obrade, najveće kašnjenje zbog obrade u čvoru, dodeljeni propusni opseg i verovatnoću odbacivanja paketa. Arhitektura DiffServ definiše tri tipa PHB: PHB sa ubrzanim prosleđivanjem, PHB sa sigurnim prosleđivanjem i *default* PHB [STO06].

PHB sa ubrzanim prosleđivanjem (*Expedited Forwarding PHB*) je servis koji garantuje vršni protok i koristi se da obezbedi apsolutne garancije QoS u smislu propusnog opsega, kašnjenja i džitera. Garancije QoS se postižu restriktivnom kontrolom ulaznog saobraćaja i prioritetnom obradom paketa u čvorovima. PHB sa ubrzanim prosleđivanjem je namenjen prvenstveno za vremenski kritične aplikacije i servise, koji zahtevaju čvrste garancije za kašnjenje i džiter. Ovakav servis se u krajnjim sistemima "vidi" kao veza tačka-tačka, odnosno kao virtuelna iznajmljena linija [STO06].

PHB sa sigurnim prosleđivanjem (*Assured Forwarding PHB*) pruža relativne garancije QoS, zasnovane na statističkim preduslovima. Moguće je definisati više klasa i pridruženih prioriteta odbacivanja paketa u uslovima zagušenja mreže. Svakoј klasi dodeljuje se odgovarajući propusni

opseg i baferski prostor rutera. IP paketi markirani za određenu klasu prosleđuju se ka odredištu sa velikom verovatnoćom sve dok protok agregatnog saobraćaja ne prekorači ugovorenu vrednost. U tom slučaju se koriste tri prioriteta odbacivanja da odrede koji će paketi biti odbačeni. Prioriteti odbacivanja su specifični samo za određenu klasu – poređenje prioriteta odbacivanja za dve različite klase nema značaja, jer se odbacivanje paketa dešava samo unutar klase čiji je saobraćaj prekoračio ugovorene vrednosti, odnosno istrošio predviđene resurse.

Postoje i druge mogućnosti klasifikacije saobraćaja, kao što je, na primer, projektovanje tzv. "Olimpijskog servisa" sa zlatnom, srebrnom i bronzanom klasom. Slično kao CLS u arhitekturi IntServ, PHB sa ubrzanim prosleđivanjem se može primenjivati za širok skup aplikacija sa kontinuiranim protokom informacija, koje dele zajedničke resurse mreže, pri čemu u uslovima zagušenja u mreži postoji izvesna verovatnoća gubitka informacija [STO06].

Default PHB odnosno servis najboljeg pokušaja odgovara servisu raspoloživom u današnjem Internetu, bez ikakvih garancija QoS.

Lociranje kompleksnosti na periferiji, tj. u graničnim elementima mreže, presudno doprinosi skalabilnosti arhitekture diferenciranih servisa. U graničnim ruterima je broj tokova IP saobraćaja relativno mali, zbog čega se nad pojedinačnim tokovima efikasno mogu izvršavati kompleksni algoritmi i proračuni, kakve zahtevaju klasifikacija paketa na osnovu više polja, markiranje paketa, proveru saglasnosti toka saobraćaja sa SLA, uobličavanje i dr. Sa druge strane, ruteri jezgra, koji operišu velikim brojem pojedinačnih tokova saobraćaja, efikasno opslužuju i prosleđuju pakete na osnovu kriterijuma koji su definisani za mali broj agregatnih tokova saobraćaja [STO06].

Jedan od nedostataka arhitekture DiffServ odnosi se na nedovoljno preciznu specifikaciju zahteva i ciljnih vrednosti za parametre QoS i konsekventno, garancije QoS za pojedinačne tokove IP saobraćaja, što proističe iz same koncepcije obezbeđivanja QoS za agregatne tokove saobraćaja.

Drugi nedostatak se odnosi na opseg obezbeđivanja QoS, koji je ograničen na DS domen ili region, bez pružanja garancija QoS od jednog do drugog kraja mreže (između aplikacija). Arhitektura DiffServ ne predviđa eksplicitne mehanizme komunikacije aplikacije sa mrežom u smislu dinamičkog ugovaranja QoS. Ne postoji mogućnost da aplikacije dinamički prilagođavaju profile IP saobraćaja u skladu sa raspoloživošću resursa mreže. Ako se u DiffServ mreži dogodi takva promena stanja da ona više nije u mogućnosti da opsluži akumulirano saobraćajno opterećenje, ni ulazni ruteri ni aplikacija neće biti informisani o tome. Osim toga, ne postoji mogućnost interakcija predajne i prijemne strane u smislu dogovaranja o QoS [STO06].

14.3. Hibridne QoS arhitekture

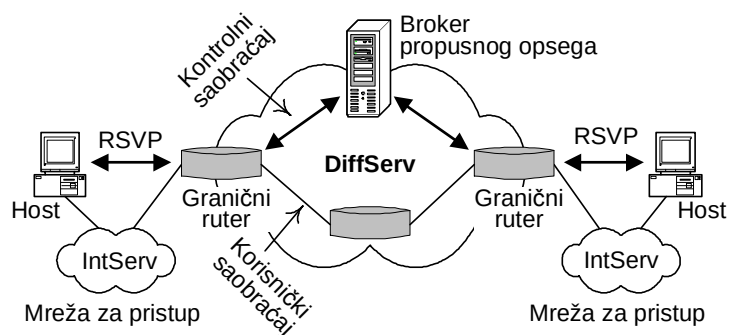
Glavni nedostatak arhitekture IntServ se odnosi na kompleksnu implementaciju i, konsekvntno, lošu skalabilnost, dok je nedostatak arhitekture DiffServ u odsustvu mehanizama za garantovanje QoS od jednog do drugog kraja mreže. Uporedni pregled karakteristika arhitektura IntServ i DiffServ je prikazan u Tabeli 3 [STO06].

Tabela 3:- Uporedni pregled karakteristika arhitektura IntServ i DiffServ [STO06]

Karakteristika	IntServ	DiffServ
Garancije QoS	Za pojedinačni tok saobraćaja	Za klasu saobraćaja
Opseg garantovanog QoS	Od kraja do kraja mreže (od aplikacije do aplikacije)	DS domen ili DS region
Rezervacija resursa	Kontrolisana aplikacijom	Konfigurisana u graničnim ruterima na bazi SLA
Upravljanje resursima	Distribuirano	Centralizovano unutar DS domena
Signalizacija	Zaseban protokol (RSVP)	Zasnovana na DSCP polju u zaglavlju IP paketa
Skalabilnost	Ne preporučuje se za jezgro mreže	Skalabilna u svim delovima mreže
Klase servisa	- Garantovani servis - Servis sa kontrolisanim opterećenjem - Servis najboljeg pokušaja	- PHB sa ubrzanim prosleđivanjem - PHB sa sigurnim prosleđivanjem (različite klase servisa) - Servis najboljeg pokušaja

Jedan od pristupa prevazilaženju nedostataka arhitektura IntServ i DiffServ je pokušaj integracije elemenata ovih arhitektura, tako da se realizuje model koji obezbeđuje QoS od jednog do drugog kraja mreže i istovremeno se može implementirati na širokom skupu raznovrsnih Internet platformi. Iako rešenja integracije nisu jednoznačna, iz koncepcije opisanih QoS arhitektura proističe pogodnost primene IntServ u mreži za pristup da bi se omogućile interakcije aplikacija sa mrežom, dok se DiffServ primenjuje u okosnici mreže, kao i za kontrolu pristupa resursima mreže [STO06].

Prvi ključni element za realizaciju hibridne QoS arhitekture predstavlja specifikacija QoS signalizacionog protokola, koji treba da omogući razmenu informacija o zahtevanom i ponuđenom QoS između krajnjeg sistema i mreže, kao i dogovaranje o nivou QoS između aplikacija u krajnjim sistemima. Za tu svrhu je pogodan protokol za rezervaciju resursa (RSVP), koji omogućava aplikacijama da posredstvom jedne transakcije dogovaraju QoS i sa udaljenom aplikacijom i sa upravljačkim elementom mreže. Drugi ključni element realizacije predstavlja dizajn ulaznih i izlaznih rutera, koji moraju istovremeno da implementiraju funkcionalnost DiffServ graničnog rutera i RSVP rutera. Primer hibridne QoS arhitekture je prikazan na Slici 17 [STO06].



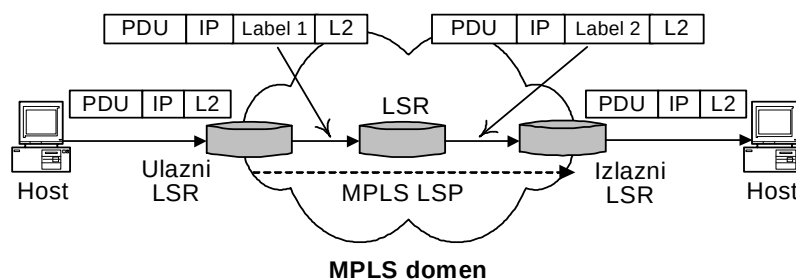
Slika 17: - Hibridna IntServ i DiffServ arhitektura [STO06]

Krajnji korisnik šalje zahtev za rezervaciju resursa graničnom ruteru koristeći IntServ model i RSVP protokol. Ulazni ruter obavlja lokalnu kontrolu pristupa kojom utvrđuje administrativna prava korisnika i raspoloživost lokalnih resursa za obradu novog toka saobraćaja. Ako je ishod ulazne kontrole pozitivan, granični ruter pridružuje RSVP zahtev odgovarajućoj DiffServ klasi servisa i prosleđuje ga brokeru propusnog opsega, koji je odgovoran za upravljanje raspoloživim resursima DiffServ domena. U slučaju da se posredstvom RSVP prenose signalizacione poruke između aplikacija, one se transparentno prosleđuju kroz DiffServ domen. RSVP signalizacione poruke procesiraju se u DiffServ domenu sa najvišim prioritetom, zbog čega definiše posebna klasa servisa za kontrolni saobraćaj [STO06].

15. MPLS tehnologija i IP QoS arhitekture

Poslednjih godina, tehnologija multiprotokolske komutacije labela – MPLS igra značajnu ulogu u obezbeđivanju kvaliteta servisa u IP mrežama. MPLS je tehnologija predviđena za okosnicu skalabilnih mreža, zasnovanih na različitim tehnologijama i protokolima (*Frame Relay*, ATM, IP), koja integriše komutaciju paketa sa rutiranjem saobraćaja [STO06].

MPLS podrazumeva formiranje posebnog zaglavlja paketa – labele, nezavisne od adrese na bilo kom sloju, koja se enkapsulira između zaglavlja OSI slojeva 2 i 3, kao što je prikazano na Slici 18.



Slika 18: - Osnovni princip multiprotokolske komutacije labela [STO06]

MPLS ruter (LSR – Label Switching Router) prosleđuje pakete kroz mrežu na osnovu vrednosti labele, što u suštini odgovara konceptu prosleđivanja agregatnih tokova saobraćaja – tzv. ekvivalentnih klasa (FEC – Forward Equivalence Class). Na taj način je omogućeno formiranje virtuelnih putanja (LSP – Label Switched Path) između ulaznog i izlaznog rutera MPLS domena. LSP se može eksplicitno specificirati u ulaznom ruteru domena ili se formira po principu hop-by-hop kao kod tradicionalnih protokola rutiranja. Pomoću LSP se, između bilo koje dve tačke u mreži, mogu efikasno implementirati tzv. "tuneli", koji funkcionišu po principu komutacije labela, bez potrebe za enkapsulacijom paketa u tunele na mrežnom sloju [STO06].

Distribuiranje labela MPLS ruterima može se obavljati posebnim protokolom – LDP (Label Distribution Protocol) ili protokolom koji se zasniva na ekstenziji RSVP. Posredstvom jednog od ovih protokola MPLS ruteri dogovaraju semantiku svake labele, odnosno način obrade paketa u zavisnosti od vrednosti labele. MPLS se može primenjivati za formiranje skalabilnih virtuelnih privatnih mreža (VPN – Virtual Private Network) sa različitim nivoima kvaliteta servisa [STO06].

Uzimajući u obzir namenu MPLS tehnologije za okosnicu skalabilnih mreža, kao i činjenicu da QoS arhitekture nisu eksplicitno definisale principe QoS rutiranja saobraćaja, MPLS predstavlja jednu od tehnika komplementarnih sa arhitekturom DiffServ. Pridruživanje paketa određenoj DiffServ

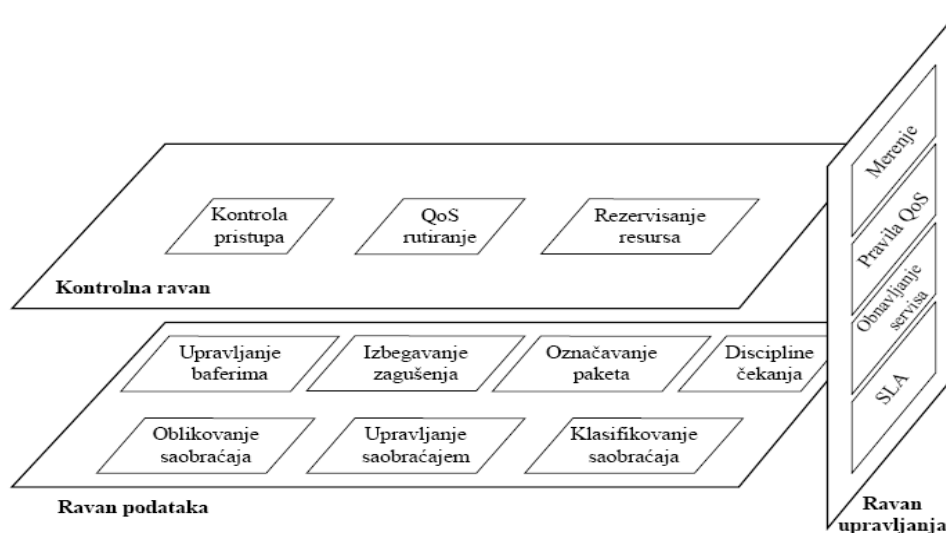
klasi/prioritetu servisa vrši se markiranjem odgovarajućih bita u MPLS labeli. Moguća su različite varijante klasifikacije servisa koje se zasnivaju na definisanju ponašanja agregata i pridruženih PHB-ova u MPLS ruterima, slično kao u standardizovanim arhitekturama sa diferenciranjem servisa [STO06].

16. Mehanizmi implementacije QoS

Prvobitna klasifikacija mehanizama implementacije QoS, povezana sa IETF arhitekturama IntServ i DiffServ, obuhvatala je korisničku putanju (data path) i kontrolnu putanju (control path). Mehanizmi pridruženi korisničkoj putanji definisani su kao sredstva realizacije različitih servisa, koja su odgovorna za klasifikaciju i preslikavanje korisničkih paketa u odgovarajuće klase servisa i kontrolu količine resursa u elementu mreže koju može da upotrebi svaka klasa. Mehanizmi pridruženi kontrolnoj putanji definisani su kao sredstva koja omogućavaju ugovaranje kvaliteta servisa između korisnika i mreže i kontrolu dodeljivanja resursa mreže svakoj klasi servisa [STO06].

Intenzivnim razvojem novih rešenja QoS, uključujući QoS rutiranje i signalizaciju, a posebno sagledavanjem potrebe za upravljačkim aspektima, razvijen je novi pristup klasifikaciji mehanizama implementacije kvaliteta servisa, koji je standardizovan ITU-T preporukom Y.1291 (raniji Y.qosar) [STO06].

Grativni elementi kvaliteta servisa organizovani su u tri logičke ravni i prikazani su na Slici 19. Kontrolna ravan i ravan podataka su horizontalne, a ravan upravljanja je vertikalna [BJE01].



Slika 19: - Arhitektura kvaliteta servisa predložena u preporuci Y.1291[BJE01]

Kontrolna ravan sadrži mehanizme koji se odnose na putanje saobraćaja korisničkih podataka. Ovi mehanizmi obuhvataju kontrolu pristupa, rutiranje sa funkcionalnostima kvaliteta servisa i rezervisanje resursa [BJE01].

Ravan podataka sadrži mehanizme koji se neposredno primenjuju na saobraćaj korisničkih podataka. To su upravljanje baferima, izbegavanje zagušenja, označavanje paketa, primena disciplina čekanja, uobličavanje saobraćaja, upravljanje saobraćajem i klasifikovanje saobraćaja [BJE01].

Ravan upravljanja sadrži mehanizme koji se odnose na postupanje, administriranje i upravljanje aspektima saobraćaja korisničkih podataka, kao što su merenje, primena pravila održavanja kvaliteta servisa, obnavljanje servisa u slučaju ispada i postizanje dogovora o nivou servisa (engl. Service Level Agreement, SLA) [BJE01].

Ovakav predlog arhitekture bi trebalo da doprinese stvaranju sveobuhvatnog rešenja za podršku kvalitetu servisa, naročito u okruženjima koja obuhvataju heterogene administrativne i tehnološke domene, kao što je to Internet.

17. Kvalitet IPTV servisa

Jedan od osnovnih zahteva u multiservisnim mrežama je izbor odgovarajuće mrežne arhitekture i pravilno dimenzionisanje mreže, tako da se postigne zahtevani QoS za sve tipove usluga. Jedan od nosećih servisa u ovakvim mrežama je IPTV.

Robustni i skalabilni IPTV servisi zahtevaju pažljivo projektovanje: distribucija sadržaja, srednji sloj (*middleware*), transportna infrastruktura i uređaj sa strane korisnika. Podsystem za distribuciju sadrži kodere u realnom vremenu, arhiviranje sadržaja i IPTV video server za striming servisa do korisnika. Distribucija, obrada i adaptacija su funkcije IPTV centra (*headend*). Međutim, serveri mogu biti smešteni na najvišem nivou mreže ako se primenjuje *multicast* distribucija, tako da se efikasnije koriste kapaciteti jezgra mreže. Ako se primenjuje *unicast* distribucija, serveri se smeštaju bliže korisnicima kako bi se minimiziralo opterećenje jezgra mreže [MIL08].

Reprodukcija IPTV programa zahteva PC personalne računare ili STB (*set-top-box*) uređaje povezane na TV prijemnik. Video sadržaj je komprimovan MPEG-2 ili MPEG-4 koderima i prenosi se kao MPEG transportni strim. Osnovni IPTV protokoli su IGMP za promenu TV programa uživo, RTSP (*Real Time Streaming Protocol*) protokol se koristi za VoD servis i NPVR (*Network-based Personal Video Recorder*) [MIL08].

Nedostaci IPTV sistema su osetljivost na gubitke IP paketa i kašnjenje transporta u realnom vremenu. Ako IPTV konekcije nisu dovoljno brze dolazi do prekida programa i gubitka slike.

Veoma važan momenat pri realizaciji IPTV servisa je postizanje očekivanog kvaliteta od strane potencijalnih korisnika servisa.

Kvalitet video signala koji korisnik opaža QoE (*Quality of Experience*) zavisi od velikog broja parametara. IPTV provajderi u prvoj fazi koduju i komprimuju video program koderima MPEG-2/MPEG-4/WM9/VC-1 nastojeći da postignu optimalni kompromis između stepena redukcije zahtevanog protoka i kvaliteta video materijala. Nakon kodovanja, video je spreman za transport IP mrežom primenom UDP (*User Datagram Protocol*) protokola malog kašnjenja [MIL08].

Na odredištu rezidencijalnog korisnika, video strim se dekoduje u STB i prikazuje na TV ekranu. Parametri koji utiču na QoE korisnika su pojava blokova piksela u slici, slika malog kontrasta, distorzija ivica, prekid audio signala i kašnjenje prilikom promene kanala (*zap time*) [MIL08].

Ograničeni propusni opseg je osnovni faktor u fazi projektovanja IPTV sistema. IPTV sistem koji koristi DSL (*Digital Subscriber Lines*) u pristupnoj mreži do korisnika je aktuelna tehnologija sa

velikim tržišnim potencijalom. Modemi ADSL+/VDSL2 omogućavaju dovoljno protoka za *TriplePay* integraciju telefona, pristupa Internetu i video servise koristeći samo jednu pretplatničku telefonsku liniju, tako da postaje ekonomično distribuirati skup SDTV/HDTV program do rezidencijalnih korisnika. Ukupna količina podataka koja može biti isporučena korisniku je ograničena ADSL/ADSL2+ protokom. Jezgro IP infrastrukture je optička mreža sa malom verovatnoćom zagušenja saobraćaja, prema tome protok je ograničen pristupnom mrežom sa strane rezidencijalnog korisnika. Kada saobraćaj dostigne maksimalno dostupni protok, paketi se uništavaju prouzrokujući smanjenje kvaliteta IPTV slike. ADSL protok može biti privremeno ugrožen spoljašnjim faktorima prouzrokujući blokove piksela u slici. Sledeća situacija je kada je IPTV servis ugrožen velikom količinom podataka koji se preuzimaju sa Interneta a prioritet saobraćaja nije korektno podešen. Situacija od značaja je striming video podataka koji su kodovani promenljivim protokom VBR (*variable bit rate*), kada promena sadržaja slike može prouzrokovati trenutno povećanje zahteva za protokom. Kvalitet IPTV signala na prijemu nije određen samo dostupnim protokom. Karakteristični problemi su gubitak paketa, kašnjenje u prenosu i varijacija kašnjenja [MIL08].

Gubitak paketa je prouzrokovao brojnim faktorima: ograničeni propusni opseg, zagušenje mreže, neispravne konekcije i greške pri prenosu. Gubici paketa se događaju u grupama, uglavnom u periodima zagušenja mreže. U zavisnosti od primenjenog transportnog protokola, gubitak paketa različito utiče na kvalitet dekodovane slike. Kada se primenjuje UDP protokol, gubitak paketa direktno utiče na sliku, ne postoji mehanizam oporavka podataka. Kada se koristi TCP protokol, gubitak paketa prouzrokuje ponovni prenos podataka, što može dovesti do pražnjenja bafera dekodera i ponavljanja dekodovane slike. Uticaj gubitka paketa na kvalitet slike na prijemu, odnosno na strain krajnjeg korisnika prikazan je na Slici 20 [MIL08].



Slika 20: - Izobličenje slike usled gubitka paketa

Merenje kašnjenja transportnih paketa se obavlja u realnom vremenu. IP mreža rutira pakete različitim putanjama tako da je vreme prenosa paketa različito. Primenuje se RTP (*Realtime Transport Protocol*) protokol koji sinhronizuje pakete i obeležava vremenskim oznakama (*time-stamp*) u trenutku početka transporta. Protokol omogućava isporuku paketa u redosledu koji ne odgovara početku transporta. Svaki RTP paket sadrži broj sekvence, tako da se paketi mogu obrađivati i postaviti na pravu vremensku poziciju ako je prijemni bafer dovoljnog kapaciteta. Ako kašnjenje prekoračuje bafer, paket se odbacuje i smatra izgubljenim [MIL08].

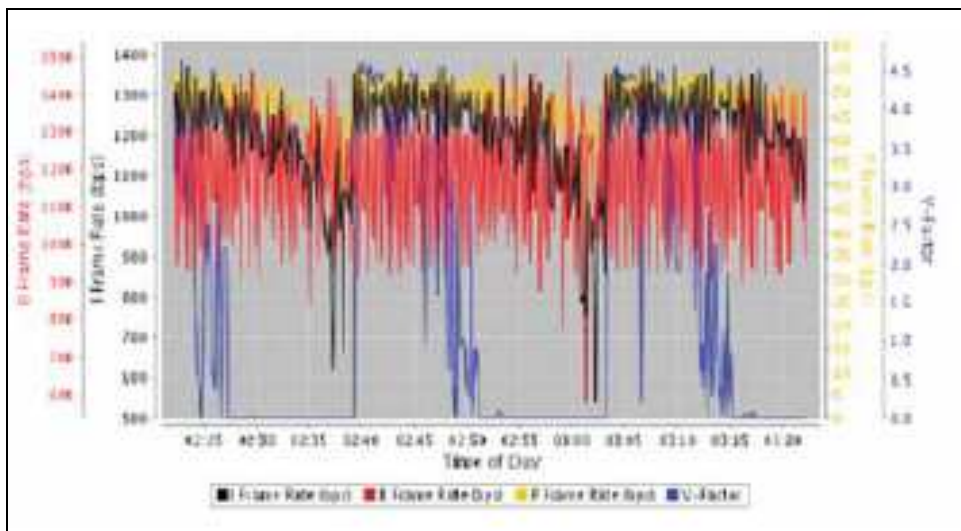
Varijacije dolaska paketa u kratkom vremenskom periodu (*jitter*) prouzrokuju zagušenje mreže ili servera. Ako *Ethernet* okviri pristižu u STB sporije ili brže, u zavisnosti od uslova na mreži, neophodno je baferovanje za ublažavanje varijacija. U zavisnosti od veličine bafera, nastupa prekoračenje ili praznjenje bafera, što prouzrokuje degradaciju dekodovanog video signala. U fazi projektovanja, provajder na osnovu STB karakteristika, specificira maksimalno dozvoljene varijacije sa strane IPTV mreže, tako da se održi zahtevani nivo QoE sa strane korisnika. Uticaj *jitter*-a na kvalitet slike ogleda se u pojavi pikselizacije i prikazan je na Slici 21.



Slika 21: - Degradacija slike usled uticaja jitter-a

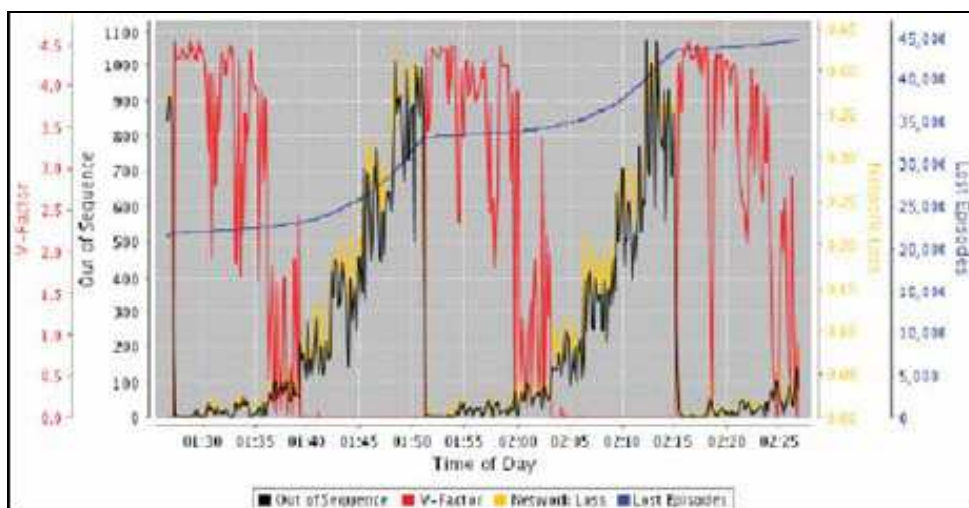
Međutim, kvalitet video signala QoE koji korisnik opaža zavisi i od vremensko/prostorne rezolucije (brzina promena i količina pokreta u slici određenog formata) kao i primenjenog hibridnog MPEG koda TV signala. Prema tome, od interesa je modelovanje prenetog video signala i procena

subjektivnog kvaliteta slike. Subjektivni kvalitet slike se ocenjuje na skali 1-5 (*neprihvatljiv kvalitet – neprimetno oštećenje*) pri čemu nije poznat referentni video signal na predaji. Razvijen je V-factor model koji apstrahuje osobine sadržaja, kao što su stepen komprimovanja i vrsta kodera, vizuelna nedoslednost, kompleksnost i nepovezanost video frejmova (Slika 22) [MIL08].



Slika 22: - Primer smanjenja vrednosti V-factora u zavisnosti od protoka IPB frejmova MPEG kodera [MIL08]

Vfactor formula uzima u obzir i kašnjenje paketa, varijacije kašnjenja, kao i gubitak paketa ili njihovo naknadno stizanje u dekodir u redosledu koji je različit od redosleda slanja (Slika 23) [MIL08].



Slika 23: - Primer uticaja mrežnih parametara (out of sequence, network loss, lost episodes) na V-factor [MIL08]

Na kvalitet video signala QoE koji korisnik opaža utiče i vreme potrebno za promenu kanala (*channel zapping*): odjavljivanje iz grupe gledalaca trenutno selektovanog kanala i prijavljivanje u grupu željenog kanala. U fazama odjavljivanja/prijavljivanja moguće je preklapanje prenosa dva kanala ili potpuni nestanak slike sa ekrana.

Zbog prethodno iznetih problema koji se mogu javiti, neophodno je pre puštanja IPTV servisa u komercijalnu upotrebu izvršiti sva neophodna testiranja u laboratorijskim uslovima.

18. Realizacija Pilot projekta Telekoma Srbija

Sa strane provajdera usluga, IPTV servis predstavlja nov i kvalitetan izvor prihoda. Međutim, uspešna implementaciju različitih IPTV infrastruktura zahteva adekvatno testiranje opreme u laboratorijskim uslovima i predviđanje ponašanja sistema u praksi.

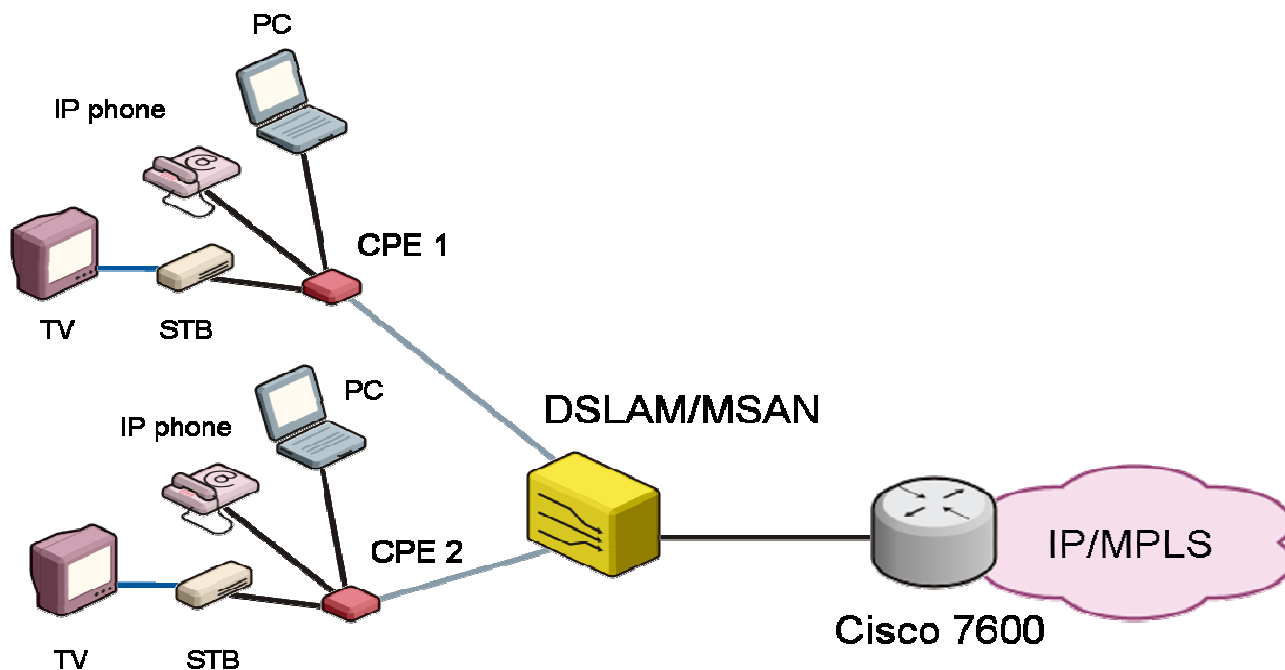
Prema Strateškom planu Telekoma Sbiya doneta je odluka da se pri realizaciji Pilot projekta izvrše sva neophodna testiranja svih servisa koji će činiti buduću Triple Play uslugu Telekoma Srbija.

U okviru Pilot projekta za potrebe testiranja servisnog dizajna za Triple Play bilo je potrebno ispitati funkcionalnosti MSAN uređaja Lite Span sa GEBC pločom i ADSL2+ pretplatničkom pločom.

Takođe je bilo potrebno potvrditi funkcionalnost svih servisa u okviru Triple Play scenarija, sa posebnim osvrtnom na funkcionalnost i kvalitet Video servisa (IPTV, VoD).

Pretpostavka je bila da je CPE oprema konfigurisana i testirana za Triple Play servis, kao i da postoji potrebna mrežna konektivnost preko IP/MPLS mreže ka svim potrebnim sistemima i platformama.

Testiranje je obavljeno prema principskoj šemi sa Slike 24.



Slika 24: - Testna konfiguracija

MSAN uređaj je povezan na *Cisco 7600 edge* ruter u Krnjači. Korišćena CPE oprema je POTS modem. Modem je konfigurisan sa 3 PVC-a za servise i dodatnim PVC-om za menadžment modema, sa sledećim vrednostima VPI/VCI:

- PVC 8/35 za Internet;
- PVC 8/36 za VoIP;
- PVC 8/37 za IPTV;
- PVC 8/38 za menadžment modema.

Na modemu je primenjen ATM QoS na PVC-ovima na sledeći način:

- PVC 8/35 – UBR;
- PVC 8/36 – CBR 128 kb/s²;
- PVC 8/37 – CBR 256 kb/s;
- PVC 8/38 – UBR.

² Na drugim, kasnije nabavljenim, vrstama modema ova vrednost je 256 kb/s.

Internet servis (HSI) se ostvaruje kroz PPPoE sesiju između modema i BRAS-a. PVC za HSI je u *routed* modu. PVC-ovi za VoIP i IPTV su u *bridged* modu, pri čemu se DHCP zahtevi generišu sa krajnjih uređaja (SIP telefona i STB-ova). Za menadžment se generišu DHCP zahtevi sa modema.

Na *edge* ruteru servisi se povezuju na mrežu putem L3 VPN-ova. Definisani su *DHCP relay* agenti za VoIP, IPTV i menadžment modema, koji prosleđuju zahteve centralnom DHCP serveru, i dobijene adrese prosleđuju SIP telefonima, STB-ovima i modemu za menadžment.

Korišćena je sledeća testna oprema:

- MSAN Lite Span ...
- 2x Huawei Echolife HG510 modem za POTS
- 2x Linksys IP telefon
- 2x AmiNet STB
- 2x PC

Testiranje je izvršeno po sledećim pretpostavkama:

- Da Telekom planira puštanje servisa u MAN mrežama u 4 najveća grada u Srbiji, a to su Beograd, Novi Sad, Niš i Kragujevac
- Da je za tipičnog triple play korisnika raspoloživo je 16 Mbps
 - 2 x IP telefon (128 Kbps/telefon)
 - 2 x IPTV kanala (6Mbps/TV kanal)
 - HSI (od 256 Kbps do 2Mbps)
- Da je beogradski MAN kapaciteta do 250 000 Triple play korisnika
- Da je novosadski MAN kapaciteta do 60 000 Triple play korisnika
- Da je niški MAN kapaciteta do 60 000 Triple play korisnika
- Da je kragujevački MAN kapaciteta do 40 000 Triple play korisnika

Triple Play pilot projekat je izveden u saradnji sa kompanijama učesnicama:

- Alcatel
- ECI Telecom
- Ericsson
- Huawei

- Iskratel
- Paradyne(Zone)
- Siemens

NAPOMENA: Izgled testova po kojima je izvršeno testiranje dato je u Prilogu 1.

18.1. Zaključci sprovedenog Pilot projekta

Triple Play pilot projekat je završen za 9 meseci. Osnovni ciljevi Triple Play pilot projekat bili su:

- Poređenje različitih Triple Play platformi.
- Testiranje različitih modela servisne arhitekture za Triple Play servise zasnovane na ADSL2+
- Testiranje sledećih servisa: prenos glasa, prenos video signala i internet velike brzine.
- Testiranje pristupne mreže Telekoma Srbija
- Definisanje buduće servisne arhitekture Telekoma Srbija za Triple Play servise.

Testirani su sledeći elementi:

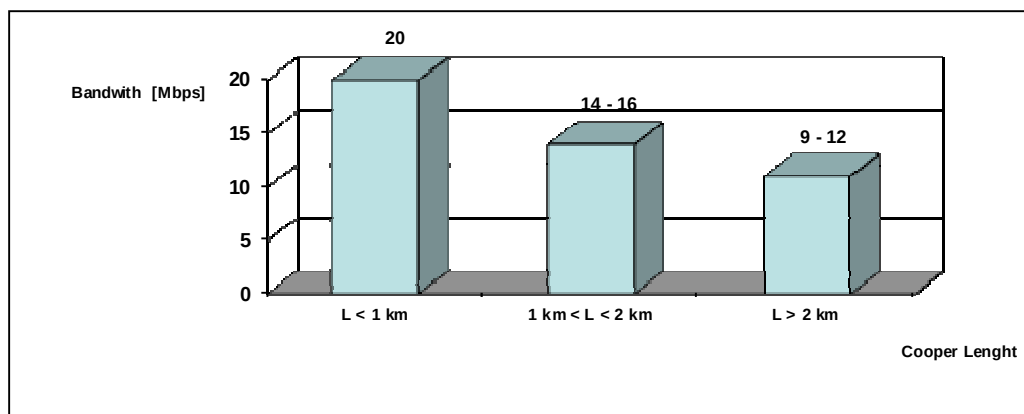
- CPE oprema (ADSL2+ ruteri, IP telefoni, SetupBox-ovi)
- DSLAM-ovi
- NMS za DSLAM-ove
- Middleware platforme
- VoD, IPTV platforme

Urađeni su sledeći tipovi testova:

- Testovi interoperabilnosti CPE uređaja i DSLAM-ova
- Tehničke karakteristike DSLAM-ova
- Testovi NMS sistema
- Testovi servisa
- Testovi koje su izvršili testni korisnici
- Testovi performansi pristupne mreže
 - $L < 1 \text{ km}$, $1\text{km} < L < 2\text{Km}$, $L > 2\text{Km}$

Rezultati testiranja Triple Play pilot projekata su:

- DSLAM-ovi
 - Merenje fizičkih karakteristika bakarne parice
 - Podrška varira
 - Podrška za IP protokole (RIP, BGP, OSPF, IGMPv3, PIM-SIM, PIM-SSM)
 - Mora se poboljšati, najviše je podržan RIP v2 i OSPF
 - Podrška za IPv6
 - Mora se poboljšati
 - Broj PVC-ova po DSLAM portu
 - Varira i kreće se od 1 do 8 PVC/DSLAM port
 - DSLAM Switching Throughput
 - Varira od 8 Gbps do 48Gbps
 - Podrška za DHCP opt 60 i opt 82 u isto vreme mora se unaprediti
- DSLAM-ovi
 - Merenje fizičkih karakteristika bakarne parice – brzina prenosa u zavisnosti od dužine parice prikazana je na sledećoj slici



Slika 25: - Uticaj dužine parice na vrednost propusnog opsega

- CPE oprema - ADSL2+ router-i
 - Podrška za različite radne modele
 - Routing – “bilo koji servis na bilo koji port”
 - Bridging – “fizičko mapiranje portova za različite PVC-ove”
 - Mora se popraviti podrška za:
 - Bridging – automatsko mapiranje portova u različite PVC-ove
 - Bridging – fizičko mapiranje portova u jedan PVC
 - Bridging – automatsko mapiranje portova u jedan PVC
 - Podrška za različite protokole:
 - 802.1p - mora se unaprediti
 - 802.1q - dobro podržan
 - 802.3ad - mora se unaprediti
 - DHCP opt 60 - mora se popraviti
- CPE oprema - ADSL2+ router-i
 - Dinamički update DNS dobro je podržan
 - Hot Issue: PPPoE konekciju inicira PC i ADSL2+ router kroz isti PVC
 - Fleksibilnost VCI i VPI indeksiranja

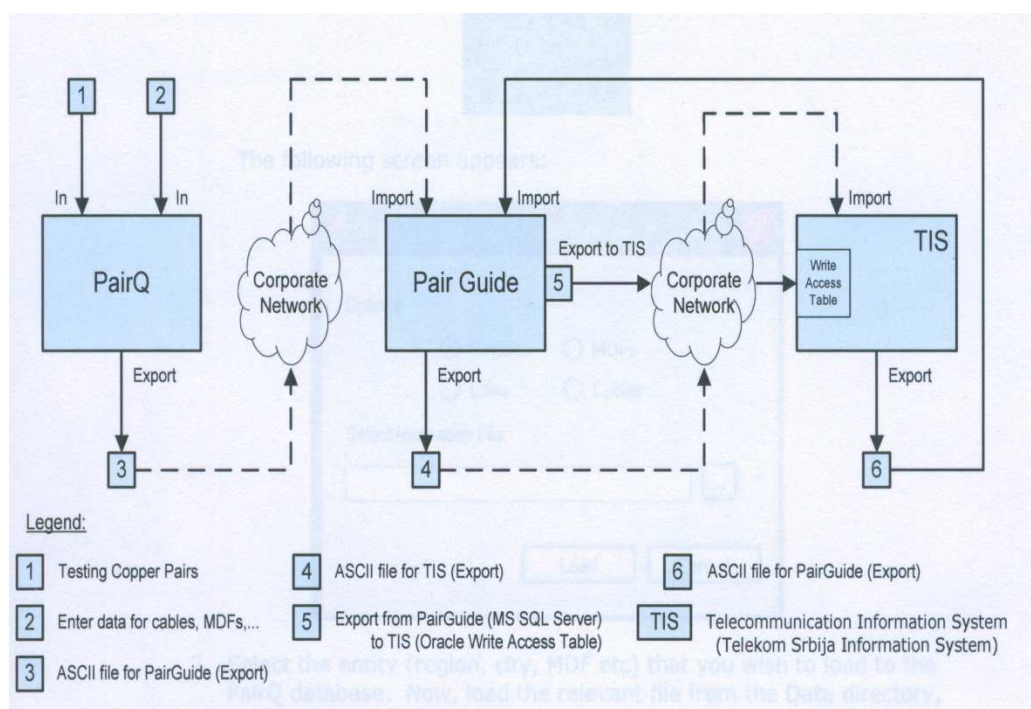
-
- Web Management interfejs treba unaprediti
 - Modeme sa USB portom treba izbegavati
 - Masovni upload CPE konfiguracije mora se unaprediti
 - CPE oprema - IP telefoni
 - Podrška za kodeke
 - G.711 - svi
 - G.729 - većina
 - G.723 - mora se unaprediti
 - Samo nekoliko IP telefona ima mogućnost definisanja redosleda kodeka.
 - IP telefoni sa velikim brojem mogućnosti imaju jako komplikovan korisnički interfejs. Pri svakoj promeni konfiguracije potreban je restart.
 - “unplug/plug” – uočen problem
 - Napajanje IP telefona – u redu
 - NMS
 - Različita kompleksnost GUI
 - Različiti nivo podrške upravljanju različitim mrežnim elementima(DSLAM,MSAN, routers...) u istom NMS sistemu.
 - Različita skalabilnost – različiti broj elemenata kojim se može upravljati iz NMS-a
 - Udaljeni upgrade DSLAM-ova
 - Time out tokom upgrade-a = restart time
 - Restart time je različit za različite NMS sisteme (3 do 5 minuta)

19. Merenje pristupne mreže

Pre puštanja IPTV usluge u komercijalnu upotrebu napravljen je plan merenja svih parica na celoj mreži radi određivanja parica koje se mogu kvalifikovati kao *IPTV ready*, odnosno kao parice koje su spremne da podrže IPTV servis.

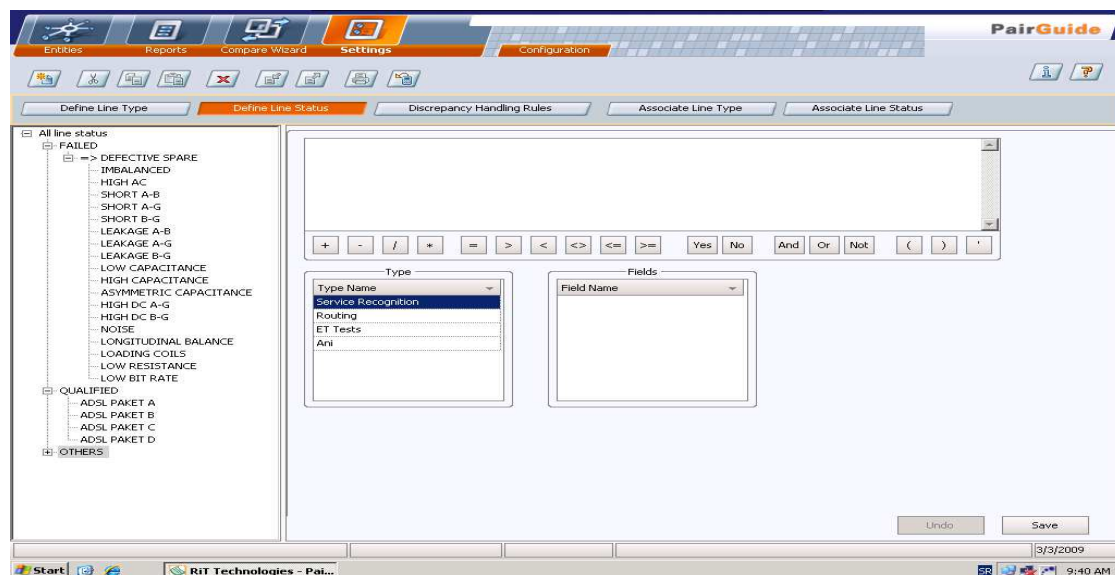
Procedura kvalifikacije parica podrazumeva merenje konkretnih parametara na parici, unos izmerenih vrednosti u PairQ platformu koja vrši obradu podataka sa unapred zadatim referentnim vrednostima za svaki od izmereni parameter i transport informacija za svaku paricu do Telekomovog Informacionog Sistema (TIS).

Na sledećoj slici prikazan je princip rada PairQ platforme.



Slika 26: - PairQ platforma

Na Slici 27 prikazan je izgled prozora u aplikaciji PearQ platforme koji prikazuje parametere koji se obrađuju pri merenju parica.



Slika 27: - Prikaz dela aplikacije na PearQ platformi za obradu parametara parice

Na Slici 28 je prikazan deo aplikacije u TIS-u koji odražava primer jedne dobre parice sa aspekta protoka u Downstream-u i Upstream-u.

Karakteristike parice

KARAKTERISTIKE PARICA

Razdelnik	Vrsta rebra	Broj rebra	Parica
10010 Senjak	N	1	599

Rb	Tehničar	Vreme testiranja	Broj priključka	Tip linije	Status linije	Dužina parice (km)
1		2008/12/03 21:15:00	0112653679	PSTN	ADSL PAKET D	554348

Tip modema	Tip servisa	Adsl Downstream (KB/s)	ADSL Upstream (KB/s)
		25000	1790

Merenje napona Merenje kapacitivnosti Merenje otpornosti Uticaj i simulacije Izlaz

Slika 28: - Primer dobre parice

Na Slici 29 je prikazan deo aplikacije u TIS-u koji odražava primer jedne loše parice sa aspekta protoka u Downstream-u i Upstream-u.

Karakteristike parice

KARAKTERISTIKE PARICA

Razdelnik 10005	Voždovac	Vrsta rebra A	Broj rebra 5	Parica 411
---------------------------	----------	-------------------------	------------------------	----------------------

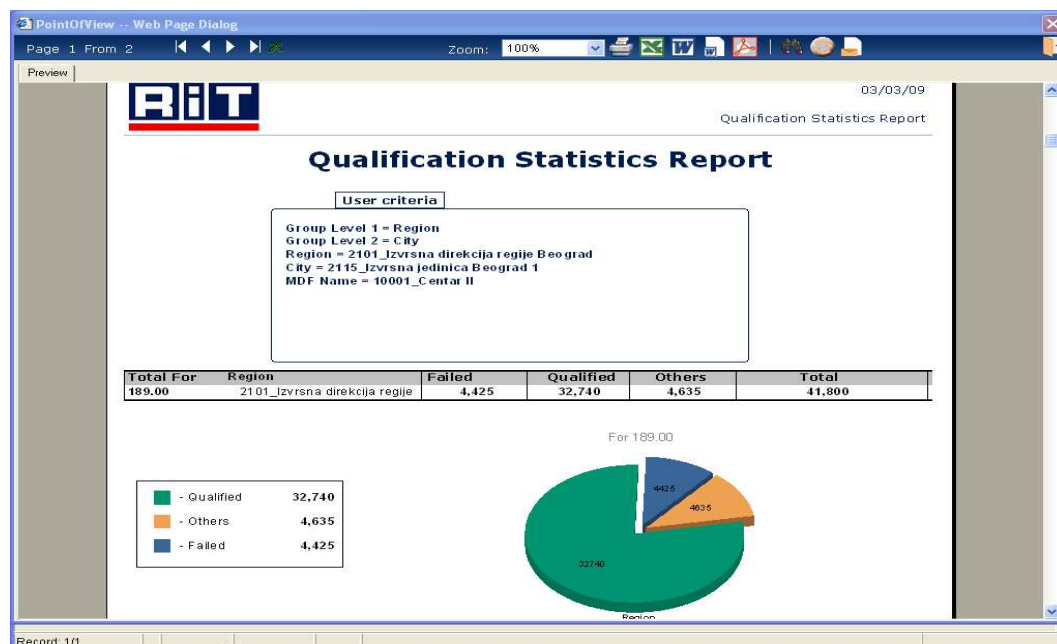
Rb	Tehničar	Vreme testiranja	Broj priključka	Tip linije	Status linije	Dužina parice (km)
1		2008/07/25 20:13:00		SPARE	LEAKAGE A-B	

Tip modema	Tip servisa	Adsl Downstream [KB/s]	ADSL Upstream [KB/s]
		0	0

Merenje napona
Merenje kapacitivnosti
Merenje otpornosti
Uticaj i simulacije
Izlaz

Slika 29: - Primer loše parice

Na sledećoj slici prikazan je deo aplikacije na PearQ platformi koji predstavlja statistiku izmerenih parica na datoj lokaciji Izvršne jedinice Beograd 1, na MDF-u Centar II. Od 41.800 izmerenih parica za IPTV servis kvalifikovalo se 32.740 parica, 4.250 parica je odbijeno, a 4.635 parica zahteva dodatne aktivnosti. Dakle, statistika pokazuje da od ukupnog broja izmerenih parica preko 20 % parica ne zadovoljava kriterijume na osnovu kojih se vrši kvalifikacija parice za podržavanje IPTV servisa.



Slika 30: - Statistika izvršenog merenja

20. Testiranje platforme u realnim uslovima rada

Nakon izbora strateškog partnera – grčke firme Intracom za realizaciju IPTV servisa izvršena je instalacija opreme i puštanje sistema u rad u tromesečnom testnom režimu. Cilj tromesečnog testnog perioda je bio uočavanje i otklanjanje nedostataka na mreži i instaliranoj opremi kako bi se postigao optimalan nivo kvaliteta servisa. U testnom periodu na sistem je priključen određeni broj korisnika odabranih po unapred određenim kriterijumima. Za potrebe testiranja izrađen je dnevnik testiranja čiji izgled je dat u Prilogu 2.

Svakovnevno popunjavanje predmetnog dnevnika testiranja u tromesečnom testnom režimu rada IPTV platforme imalo je za cilj detektovanje eventualnih i unapred pretpostavljenih smetnji na mreži i opremi koje se mogu manifestovati na strani krajnjeg korisnika. Uočavanje i otklanjanje svih nedostataka imalo je za cilj dovođenje kvaliteta IPTV servisa na odgovarajući nivo pre puštanja servisa u komercijalnu upotrebu.

21. Ocena kvaliteta IPTV servisa u komercijalnoj upotrebi

IPTV servis Telekoma Srbija pušten je u komercijalnu upotrebu 1. januara 2009. godine. Svakom komercijalnom korisniku je dat promo period u trajanju od mesec dana nakon čega je korisnik mogao da odluči da li će nastaviti da koristi servis ili će isti otkazati.

Dva meseca nakon lansiranja servisa u realnim tržišnim uslovima primećen je prilično veliki broj otkaza servisa nakon promo perioda. Zbog toga je sa korisnicima koji su se opredeljivali za otkaz servisa urađena anketa radi provere stepena zadovoljstva korisnika kvalitetom novog servisa kako u tehničkom pogledu tako i sa aspekta sadržaja i drugih parametara bitnih za krajnjeg korisnika, kao i radi pribavljanja podataka o razlozima zbog kojih se korisnici opredeljuju za otkaz servisa. Anketa je sprovedena u poslovnicama pri samom otkazivanju usluge, a korisnici koji su već otkazali uslugu obuhvaćeni su putem WEB-a i slanjem anketnog lista na kućne adrese.

Izgled anketnog lista dat je na sledećoj slici.

Poštovani,

Kako je naša želja da vam donesemo širok spektar usluga najvišeg kvaliteta, molimo vas da odvojite vreme i odgovorite na pitanja navedena u ovoj anketi.

Pitanja se odnose na našu uslugu OPEN IPTV, za čije ste se korišćenje odjavili vraćanjem korisničke opreme našem Korisničkom servisu.

Popunjavanjem ove ankete pomoći ćete nam da razumemo vaše potrebe, kako bismo im u potpunosti izašli u susret, na način koji vama najviše odgovara.

Da li ste zadovoljni brzinom instalacije usluge?

U potpunosti ☐ Delimično ☐ Nimalo ☐

Da li ste zadovoljni kvalitetom usluge (slika, ton)?

U potpunosti ☐ Delimično ☐ Nimalo ☐

Da li ste zadovoljni vremenom promene kanala?

U potpunosti ☐ Delimično ☐ Nimalo ☐

Da li je razlog otkaza taj što se usluga trenutno može koristiti samo na jednom TV uređaju?

Da ☐ Ne ☐ Delimično ☐

Da li Vam je komplikovano korišćenje elektronskog programskog vodiča (EPG)?

Da ☐ Ne ☐ Delimično ☐

Da li ste zadovoljni izborom kanala?

Da ☐ Ne ☐ Delimično ☐

Koje kanale biste želeli da gledate a trenutno ih nema u našoj programskoj šemi?

1. 2. 3.

Da li ste zadovoljni izborom sadržaja i kvaliteta filmova u okviru usluge Video na zahtev?

U potpunosti ☐ Delimično ☐ Nimalo ☐

Da li smatrate da je cena usluge OPEN IPTV (paketa, filmova) visoka ?

Da ☐ Ne ☐ Delimično ☐

Da li ste pretplatnik nekog kablovskog operatera i kog?

Vaš opšti utisak o usluzi OPEN IPTV?

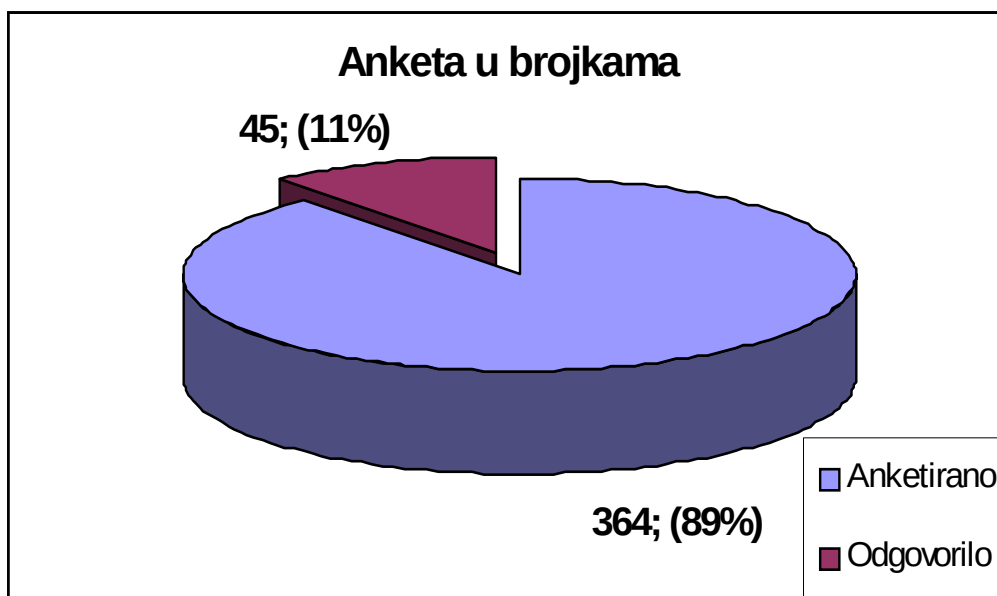
Da li ste u toku korišćenja OPEN IPTV koristili tehničku podršku i da li ste njome bili zadovoljni?

Dodatni komentari:

Zahvaljujemo se na vašem vremenu i pomoći da sagledamo stepen kvaliteta naše usluge i poslovanja, u cilju obostranog zadovoljstva.

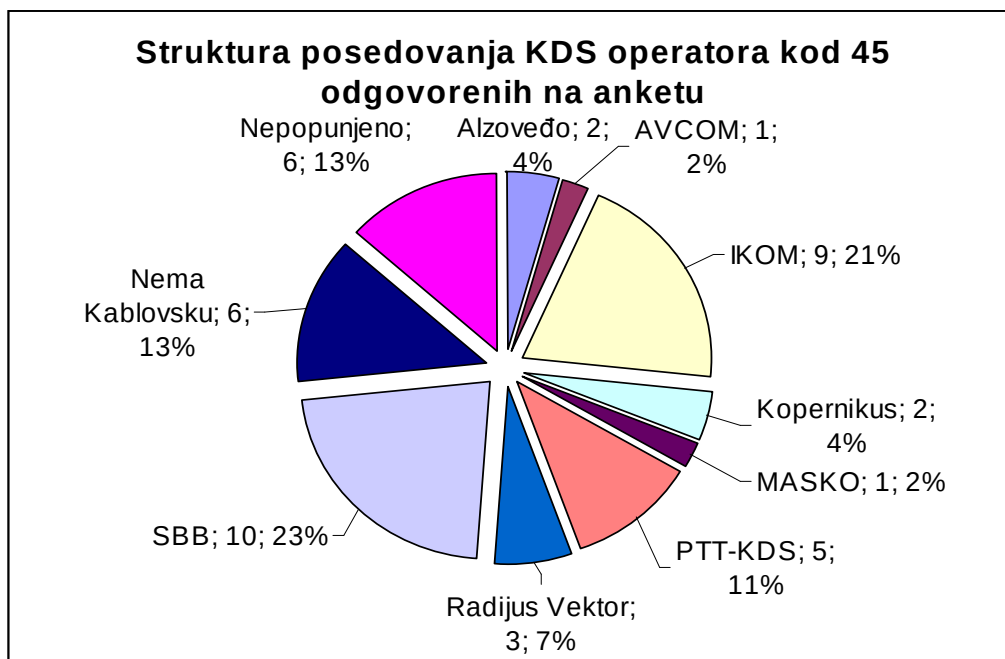
Slika 31: - Anketni list

Anketirano je 364 korisnika, odnosno 89% od ukupnog broja korisnika koji su uslugu otkazali. Na anketu je odgovorilo svega 45 korisnika, odnosno 11%, što je prikazano na sledećoj slici:



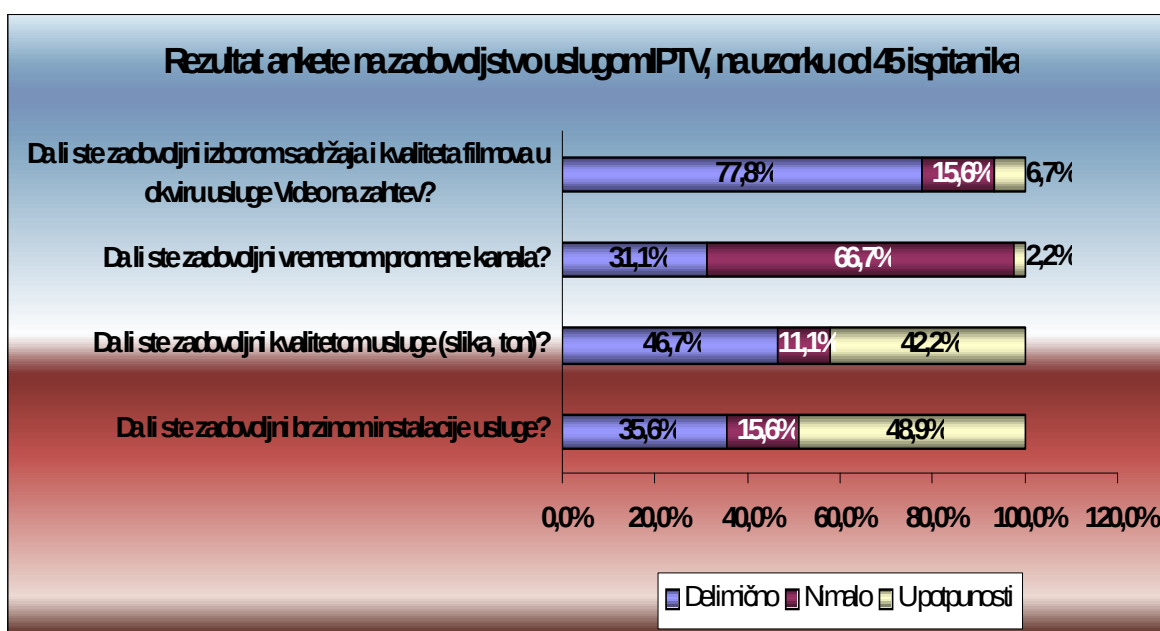
Slika 32: - Prikaz anketiranog uzorka

Imajući u vidu da je IPTV servis pušten u komercijalnu upotrebu u gradskim područjima gde je veoma razvijena KDS infrastruktura, a stepen penetracije kablovskih korisnika veoma visok, od izuzetne važnosti bilo je pribavljanje podataka o posedovanju kablovskog priključka od strane korisnika koji otkazuje uslugu kao i poataka o tome na koji kablovski sistem je korisnik priključen. Rezultati ovog dela ankete dati su na Slici 33.



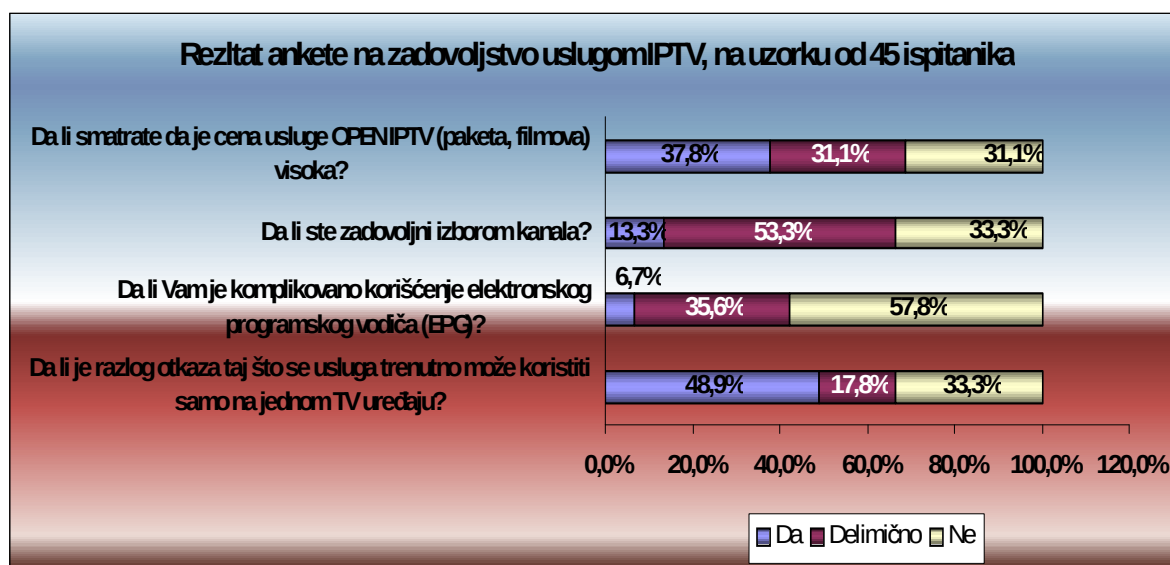
Slika 33: - Struktura anketiranih korisnika po pitanju posedovanja KDS priključka i raspodela po KDS operatorima

Na Slici 34 prikazani su rezultati ankete za prvu grupu pitanja koja se odnose na stepen zadovoljenja korisnika kvalitetom IPTV usluge sa tehničkog aspekta.



Slika 34: - Nivo zadovoljstva korisnika servisom sa tehničkog aspekta

Na Slici 35 prikazani su rezultati ankete za prvu grupu pitanja koja se odnose na stepen zadovoljenja korisnika kvalitetom IPTV usluge sa programskog i operativnog aspekta.



Slika 35: - Nivo zadovoljstva korisnika servisom sa programskog i operativnog Aspekta

Opšti zaključak Telekoma kao provajdera servisa u pogledu sprovedene ankete može se predstaviti u nekoliko tačaka:

- korisnici generalno smatraju da je nova usluga pozitivna promena na našem tržištu i da ima perspektivu
- poželjno je formirati paket usluga koji će uvažiti zahteve i primedbe korisnika u pogledu sadržaja i kvaliteta
- veličina uzorka od 45 ispitanika koji su odgovorili na anketu nije reprezentativna
- anketu u buduću treba dostavljati uz telefonski račun postojećim korisnicima kako bi se povećao procenat dobijenih odgovora
- radi dobijanja potpunijih rezultata umesto ponuđenih opcija (U potpunosti, Delimično i Nimalo) opseg u merenju zadovoljstva korisnika treba postaviti u rasponu od 1-10.

Sprovedena anketa dala je odovore na neka pitanja i ukazala na potrebu sprovođenja konkretnih dodatnih aktivnosti sa ciljem otklanjanja uočenih nedostataka i poboljšanja kvaliteta servisa u meri u kojoj je to moguće.

ZAKLJUČAK

Prema procenama "Business Monitor International" broj širokopojasnih priključaka pristupa Internetu će se u odnosu na trenutni broj duplirati do 2015. godine i iznosiće oko 5 miliona. Istovremeno, u svetu se beleži stalni rast broja IPTV korisnika, kao i prihoda od IPTV servisa. Predviđa se da će do 2015. godine IPTV tržište u svetu vredeti 43 milijardi američkih dolara. Nema sumnje da je tržište širokopojasnog pristupa Internetu i distribucije TV signala u ekspanziji i da će u narednim godinama operatorima doneti značajne prihode.

IPTV, kao skup usluga, podržava emitovanje TV-sadržaja, video na zahtev (VoD – Video on Demand), plaćanje po gledanom sadržaju (PPV - *Pay Per View*), usluge prenosa televizijske slike visoke rezolucije (HDTV) i uslugu ličnog videorekordera (PVR - *Personal Video Recorder*). Isporuka takvih usluga krajnjem korisniku zahteva da i transportna i pristupna mreža imaju na raspolaganju dovoljne prenosne kapacitete, da transfer IP-paketa ima visok kvalitet i da je u mrežu ugrađen zadovoljavajući nivo sigurnosti, kako na nivou transfera, tako i na nivou sadržaja.

Razvoj IPTV-a i prpratnih tehnologija nije ni približno završen. Nužno je potrebno doraditi sve segmente mreže kako bi sam servis i njegovo korišćenje bili što sličniji tradicionalnoj TV-usluzi na kakvu su krajnji korisnici navikli

Zbog toga je za pružanje usluga IPTV-a neophodno permanentno praćenje rada mreže i samog servisa za šta postoje i automatizovana rešenja.

Takođe i operatori kablovske TV idu sve više u digitalizaciju svojih mreža pa postaju sve jača konkurencija IPTV ponudama telekom operatora koji trenutno imaju određenu prednost s obzirom na veliku bazu korisnika koji već poseduju telefon, tj. imaju pristup većem broju domaćinstava.

IPTV je usluga koja svima uključenim u lanac isporuke donosi znatan porast prihoda i koja osigurava potencijal za snažan poslovni rast.

Tehnološke barijere nisu nesavladive. Ekonomski aspekti uvođenja IPTV rešenja od ključnog su, međutim, značaja za (potencijalne) provajdere. Situacija na tržištu je takva da su kablovski operateri

sve više okrenuti ka uvođenju telefonije u svoj postojeći portfolio usluga, s obzirom da već nude video servise i internet. Obrnuto, za “telco” operatore glavni cilj uvođenje je video servisa, kao stavke koja nedostaje postojećim uslugama govora i interneta.

Danas, kada su cene korišćenja širokopojasnog pristupa internetu u opadanju i kada su prihodi od telefonskih usluga sve manji, IPTV postaje glavni servis oko koga se vodi borba između telefonskih i kablovskih operatora u cilju očuvanja pozicije na tržištu, uvećanja prosečnog mesečnog prihoda po pretplatniku i očuvanja postojeće baze korisnika.

Uzevši u obzir navedene podatke sasvim je izvesno da IPTV servisu predstoji veoma dinamična budućnost, kako na globalnom, tako i na domaćem tržištu.

LITERATURA

1. [BAND] David Del Valle: "TV rivals band together for on-demand service".
[Online]. Available: http://www.advanced-television.com/2007/nov26_nov30.htm#w2
2. [BJE01] Milan Bjelica i Zoran Petrović: „Kvalitet servisa u savremenim telekomunikacionim mrežama”, Zbornik radova devetnaestog simpozijuma o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2000, str. 277-286.
3. [BJE05] Milan Bjelica i Zoran Petrović: „Aktivnosti na standardizaciji kvaliteta servisa u telekomunikacijama”, Informacione tehnologije – sadašnjost i budućnost, Žabljak, 2004, str 131-134.
4. [BJEL01] Milan Bjelica i Zoran Petrović: "Parametri kvaliteta servisa u digitalnim telekomunikacionim mrežama", Zbornik radova IX telekomunikacionog foruma TELFOR 2001, str. 549-552.
5. [BRI] Brijel Robert, "France reaches 6.2 million IPTV subs"[Online]. Available:
<http://www.broadbandtvnews.com/?p=17717>
6. [CHA][Online]. Available:
http://www.challenges.fr/actualites/medias/20090514.CHA3730/orange_sport_relanceela_concurrence_irritee.html (na francuskom)
7. [HT08] Hrvatski Telekom: "Godišnje izvješće 2008". [Online]. Available:
<http://www.t.ht.hr/investitori/2008AR/izvjesce2008.asp>
8. [HT06] Hrvatski Telekom: "Godišnje izvješće 2006". [Online]. Available:
<http://www.t.ht.hr/pdf/godisnje-izvjesce-2006.pdf>
9. [GOR07] Goran T. Popović: "IPTV servisi i usluge sa dodatnom vrednošću" Telekomunikacioni forum TELFOR 2007, str. 25-28.
10. [ORA] [Online]. Available: http://www.orange.com/en_EN/finance/invest-analysts/cons-results
11. [DIG] [Online]. Available: http://www.digitaltveurope.net/news_articles/feb_09/26_feb_09
12. [FRE][Online]. Available:
http://www.iptvnews.com/iptv_news/feb_09_2/orange_tv_loses_exclusive_football_coverage_i
Dorofee

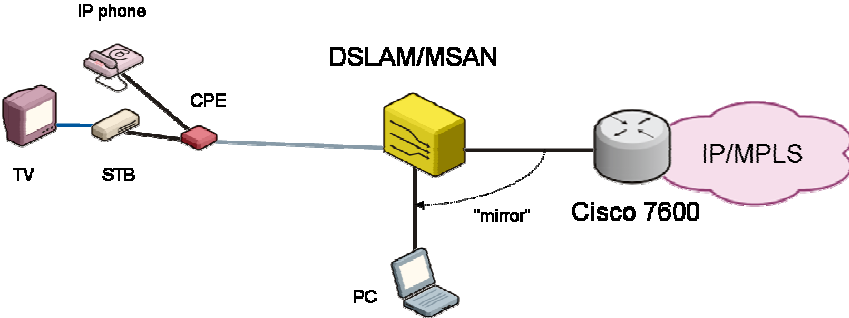
-
13. [IVK04] Ranko Ivković: "Kalitet multimedijalnih usluga", Telekomunikacije, vol. 49, br. 2, Zajednica JPTT, Beograd, 2004, str. 22-26.
 14. [MARK][Online].Available:
http://www.internationaltelevision.org/tv_market_data/global_ip_tv_subscribers_2006-2008.html
 15. [MIL08] D.Milovanović, Z. Bojković: "Internet televizija", Zbornik radova XVI telekomunikacionog foruma TELFOR 2008, Beograd, 2008, str. 601-604.
 16. [MCB00] P. McBurney, S. Parsons:"Forecasting Market Demand for New Telecommunications Services: An Introduction" Department of Computer Science University of Liverpool, 2000, pp. 1-19.
 17. [MRG09] Multimedia Research Group, Inc. „IPTV Market Leaders Report”, March 2009.[Online]. Available: http://www.mrgco.com/TOC_IPTV_MLR0309.html
 18. [STO06] Mirjana Stojanović, Vladanka Aćimović-Raspopović: "Inženjering telekomunikacionog saobraćaja u multiservisnim IP mrežama", monografija, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2006, str. 26-61.
 19. [TELC] [Online].Available: <http://telcotv-view.blogspot.com/2007/10/telefonica-tuning-up-imagenio-iptv.html>
 20. [THT] [Online]. Available: http://www.t.ht.hr/press/novosti_disp.asp?id=1415
 21. [VIEW] "Telco IPTV View".[Online].Available: <http://telcotv-view.blogspot.com/2007/03/telefonicas-imagenio-ends-2006-with.html>

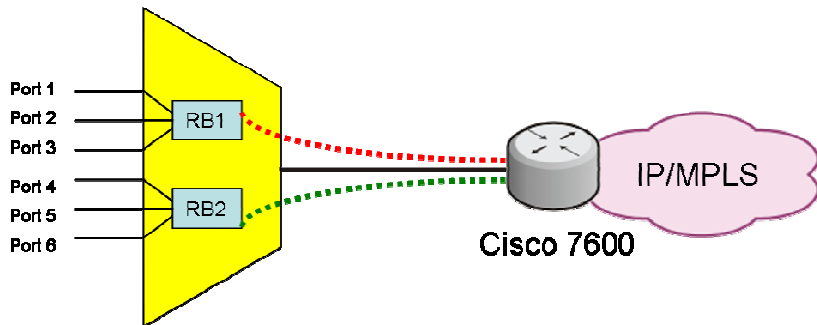
PRILOG 1

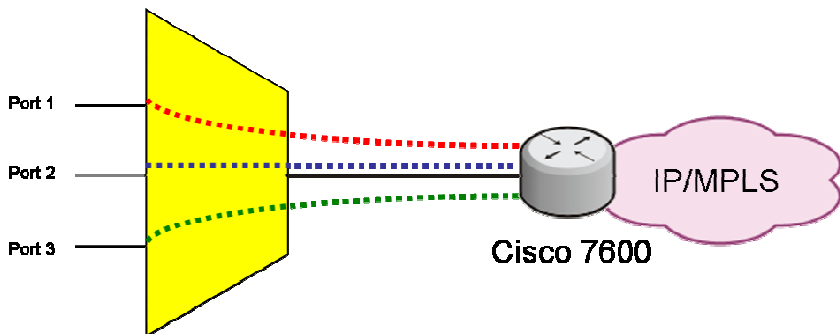
1. OSNOVNI TESTOVI

Naziv testa		1.1. Istovremeni rad svih servisa
Opis testa		Testira se ispravnost rada celokupnog 3play scenarija, na 2 korisnika istovremeno povezanih na isti DSLAM/MSAN, pri velikoj brzini ADSL linije. Potrebno je kreirati i mapirati PVC-ove u servisne VLAN-ove prema uvodnom opisu. Ispitati minimalan broj mogućih mapiranja (potrebno min 8).
Očekivani rezultati		Neometano funkcionisanje svakog od servisa, obe grupe uređaja.
Slika testne konfiguracije		Slika 13 iz rada
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati 2 korisnika (računara, STB povezanih na TV i SIP telefona) na istu pretplatničku ploču na DSLAM-u/MSAN-u. Na velikoj brzini ADSL linije (24 Mb/s), bez ograničenja pojedinih vrsta saobraćaja po servisnom VLAN-u, testirati istovremeni rad sva tri servisa: <i>download</i> velikog fajla, gledanje i promena TV kanala, telefonski poziv.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Ispravno mapiranje PVC-ova u servisne VLAN-ove.
☐	☐	Mogućnost mapiranja najmanje 8 PVC-ova.
☐	☐	<i>Download</i> fajla bez prekida.
☐	☐	Neometano gledanje i promena TV kanala.
☐	☐	Uspešan telefonski razgovor.

Naziv testa		1.2. Rad servisa na različitim brzinama
Opis testa		Ispituje se pri kojoj minimalnoj brzini ADSL linije, i brzine po svakom servisnom PVC-u, neometano funkcionišu svi servisi.
Očekivani rezultati		Očekuje se da IPTV zauzima između 4 i 5 Mb/s u <i>downstream</i> -u (za MPEG-2 kompresiju), a <i>Voice</i> servis po 64 kb/s u oba smera.
Slika testne konfiguracije		Slika 13 iz rada
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati 2 korisnika (računara, STB povezanih sa TV-om i SIP telefona) na istu pretplatničku ploču na DSLAM-u/MSAN-u. Brzinu linije postaviti na 8 Mb/s u DS i 1 Mb/s u US. Ograničiti HSI saobraćaj na 1 Mb/s DS i 64 kb/s US. Ograničiti PVC za <i>Voice</i> na 128 kb/s (u oba smera), a zatim na 64 kb/s (u oba smera). U oba slučaja pokušati uspostavljanje telefonskog razgovora. Ograničavati PVC za <i>Video</i> u DS na vrednosti: 6 Mb/s, 5,5 Mb/s, 5 Mb/s, 4,5 Mb/s. Posmatrati video signal i mogućnost promene kanala. Ograničavati PVC za <i>Video</i> u US na vrednosti: 256 kb/s, 128 kb/s, 64 kb/s. Utvrditi pri kojim brzinama se neometano vrši promena kanala.
Rezultati testova		
Uspešnost		<i>Naziv testova</i>
Da	Ne	
☐	☐	

Naziv testa		1.3. DHCP zahtevi
Opis testa		Testira se dodeljivanje IP adrese putem DHCP-a SIP telefonu, STB-u i modemu za potrebe menadžmenta. Posmatra se dodavanje DHCP zahtevima opcije 82 od strane DSLAM-a/MSAN-a.
Očekivani rezultati		SIP telefon, STB i modem dobijaju IP adrese od centralnih DHCP servera posredstvom odgovarajućih DHCP <i>Relay</i> agenata na <i>edge</i> ruteru. Paketi na izlazu iz DSLAM-a/MSAN-a imaju umetnutu opciju 82 (ID porta sa koga je stigao zahtev).
Slika testne konfiguracije		 Slika 36
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati jedan modem na liniju. Pratiti DHCP pakete na izlazu iz DSLAM-a/MSAN-a, snimanjem saobraćaja pomoći <i>Wireshark</i> softvera. Povezati SIP telefon na odgovarajući port i pratiti DHCP pakete na izlazu iz DSLAM-a/MSAN-a. Ponoviti istu proceduru za STB.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Dodela IP adrese uređajima
☐	☐	Umetanje opcije 82

Naziv testa		1.4. Residential bridge mod rada
Slika testne konfiguracije		 Slika 37
Uputstvo za testnu proceduru		
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Ispravno naučene MAC adrese unutar servisnog VLAN-a.
☐	☐	Zabrana <i>broadcast</i> -a sa drugih portova u okviru istog RB-a.
☐	☐	Zabrana <i>broadcast</i> -a sa drugog RB-a.
☐	☐	Mogućnost komunikacije između portova sa istog RB-a.
☐	☐	Zabrana komunikacije između portova sa različitih RB-ova.
☐	☐	Ograničavanje <i>broadcast</i> -a od mreže.

Naziv testa		1.5. Cross connect mod rada
Slika testne konfiguracije		 <i>Slika 38</i>
Uputstvo za testnu proceduru		
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Ispravno naučene MAC adrese unutar servisnog VLAN-a.
☐	☐	Zabrana komunikacije između različitih portova.
☐	☐	Ograničavanje <i>broadcast</i> -a od mreže.

Naziv testa		1.6. Upravljanje uređajem
Rezultati testova		
Uspešnost		<i>Naziv testova</i>
Da	Ne	
☐	☐	Konfigurisanje GEBC kartice sa AWS-a preko TL1 interfejsa.

2. TESTOVI MULTICAST SAOBRAĆAJA

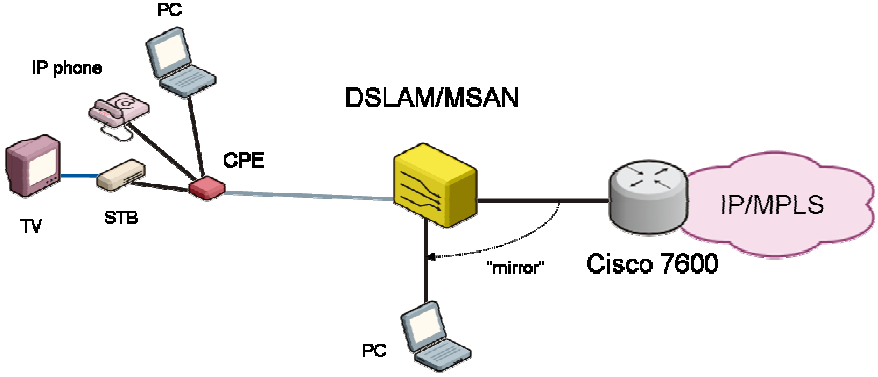
Naziv testa		2.1. IGMP proxy funkcionalnost
Opis testa		IGMP <i>proxy</i> funkcionalnost se testira istovremenim javljanjem na isti kanal sa više (2) STB uređaja, povezanim na isti DSLAM/MSAN, i snimanjem saobraćaja na izlazu iz DSLAM/MSAN uređaja ili na ulazu u <i>edge</i> ruter.
Očekivani rezultati		Kontrolna ploča DSLAM-a/MSAN-a šalje jednu IGMP <i>report</i> poruku pri javljanju 2 korisnika na isti kanal. Pri periodičnom upitu (IGMP <i>query</i>) od strane <i>edge</i> rutera, odgovara sa tačno jednom porukom za svaku grupu.
Slika testne konfiguracije		Slika 24 iz rada
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati 2 STB-a na istu pretplatničku ploču na DSLAM-u/MSAN-u. U približno istom trenutku prijaviti se na isti kanal na svim STB-ovima. Pratiti broj poslatih IGMP <i>report</i> poruka na izlazu iz DSLAM-a/MSAN-a ili kroz <i>debugger</i> na <i>edge</i> ruteru. Sačekati da se generiše IGMP <i>query</i> poruka sa <i>edge</i> rutera, i pratiti broj poslatih IGMP <i>report</i> poruka na isti način. Uraditi test za slučaj statički konfigurisanog <i>multicast stream</i>-a na <i>edge</i> ruteru, i za dinamički slučaj.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	IGMP <i>proxy</i> za statički konfigurisan <i>multicast stream</i> .
☐	☐	IGMP <i>proxy</i> za dinamički uspostavljen <i>multicast stream</i> .

Naziv testa		2.2. IGMP snooping funkcionalnost
Opis testa		IGMP <i>snooping</i> funkcionalnost se testira istovremenim javljanjem na isti kanal sa više (2) STB uređaja povezanim na istu pretplatničku ploču, i snimanjem saobraćaja na izlazu iz DSLAM/MSAN uređaja ili na ulazu u <i>edge</i> ruter.
Očekivani rezultati		Pretplatnička ploča DSLAM-a/MSAN-a šalje jednu IGMP <i>report</i> poruku pri javljanju 2 korisnika na isti kanal. Pri periodičnom upitu (IGMP <i>query</i>) od strane <i>edge</i> rutera, odgovara sa tačno jednom porukom za svaku grupu.
Slika testne konfiguracije		Slika 24 iz rada
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati 2 STB-a na istu pretplatničku ploču na DSLAM-u/MSAN-u. U približno istom trenutku prijaviti se na isti kanal na svim STB-ovima. Pratiti broj poslatih IGMP <i>report</i> poruka na izlazu iz DSLAM-a/MSAN-a ili kroz <i>debugger</i> na <i>edge</i> ruteru. Sačekati da se generiše IGMP <i>query</i> poruka sa <i>edge</i> rutera, i pratiti broj poslatih IGMP <i>report</i> poruka na isti način. Uraditi test za slučaj statički konfigurisanog <i>multicast stream</i>-a na <i>edge</i> ruteru, i za dinamički slučaj.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	IGMP <i>snooping</i> za statički konfigurisan <i>multicast stream</i> .
☐	☐	IGMP <i>snooping</i> za dinamički uspostavljen <i>multicast stream</i> .

Naziv testa		2.3. Statičko i dinamičko uspostavljanje multicast stream-a
Opis testa		Testirati gledanje TV kanala za statički konfigurisan <i>multicast</i> na <i>edge</i> ruteru, i za dinamički slučaj. Za oba slučaja, ispitati potrebu za definisanjem <i>multicast</i> grupa na DSLAM-u/MSAN-u.
Očekivani rezultati		<i>Multucast stream</i> se pojavljuje kod korisnika u bilo kom slučaju.
Slika testne konfiguracije		Slika 24 iz rada
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati 2 STB-a na DSLAM/MSAN. Statički definisati <i>multicast</i> grupe na <i>edge</i> ruteru i promeniti nekoliko kanala na STB-u. Ukloniti linije iz konfiguracije rutera i ponoviti test. Za oba slučaja testirati uspostavljanje saobraćaja za slučaj unapred definisanih <i>multicast</i> grupa na DSLAM-u/MSAN-u, i za slučaj kada nisu definisane.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	<i>Multicast stream</i> postoji, statički na <i>edge</i> -u i na DSLAM-u/MSAN-u.
☐	☐	<i>Multicast stream</i> postoji, statički na <i>edge</i> -u, dinamički na DSLAM-u/MSAN-u.
☐	☐	<i>Multicast stream</i> postoji, dinamički na <i>edge</i> -u, statički na DSLAM-u/MSAN-u.
☐	☐	<i>Multicast stream</i> postoji, dinamički na <i>edge</i> -u i na DSLAM-u/MSAN-u.

Naziv testa		2.4. Upgrade firmvera za STB
Opis testa		U skladu sa servisnim modelom za IPTV, potrebno je da se STB bez inicijalne konfiguracije prijavi na <i>multicast</i> grupu za <i>upgrade</i> firmvera, i da se <i>upgrade</i> neometano izvrši.
Očekivani rezultati		<i>Upgrade</i> -ovan STB.
Uputstvo za testnu proceduru		Na mrežu se povezuje STB koji nema inicijalnu konfiguraciju firmvera. Nakon nekoliko minuta STB treba da prikaže na TV-u regularan odziv (zahtev za unošenjem PUK koda).
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	<i>Upgrade</i> -ovan firmver za STB.

3. TESTOVI KVALITETA SERVISA

Naziv testa	3.1. Klasifikacija i markiranje saobraćaja
Opis testa	Primeniti markiranje saobraćaja na servisnim VLAN-ovima na DSLAM-u i MSAN-u. Usvojeno je da se <i>Voice</i> (SIP i RTP) saobraćaj markira sa CoS 5 i svrstava u <i>queue</i> sa najvišim <i>strict</i> prioritetom, <i>Video</i> sa CoS 4 u za jedan niži, Internet sa CoS 0 u najniži. IGMP zahtevi se automatski markiraju sa CoS 7 i svrstavaju u najviši <i>queue</i>. Menadžment saobraćaj (sa mgmt VLAN-a) se takođe markira sa CoS 7. Potrebno je posmatrati pakete na izlazu iz DSLAM-a/MSAN-a, i pratiti da li su paketi, zavisno od vrste saobraćaja, ispravno markirani (CoS tj. 802.1p biti).
Očekivani rezultati	Ispravno se markira saobraćaj prema servisima.
Slika testne konfiguracije	 Slika 39
Uputstvo za testnu proceduru	Povezati jednog korisnika (modem, PC, SIP telefon, STB), i pokrenuti sva tri servisa (otvaranje sajtova, telefonski razgovor, promena kanala). Snimati saobraćaj na izlazu DSLAM-a/MSAN-a pomoću <i>Wireshark</i> softvera i pratiti markiranje. Pratiti markiranje SNMP zahteva i odgovora tokom udaljene menadžment sesije sa DSLAM-om/MSAN-om.
Rezultati testova	

Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Internet saobraćaj se markira sa CoS 0.
☐	☐	SIP i RTP saobraćaj se markiraju sa CoS 5.
☐	☐	<i>Multicast</i> saobraćaj se markira sa CoS 4.
☐	☐	IGMP poruke se automatski markiraju sa CoS 7.
☐	☐	SNMP poruke se markiraju sa CoS 7.

Naziv testa		3.2. Prioritizacija saobraćaja
Opis testa		Potrebno je istovremeno koristiti sva tri servisa, pri različitim brzinama ADSL linije, i utvrditi (empirijski) da je saobraćaj prioritizovan tako da se neometano odvijaju <i>Voice</i> i <i>Video</i> , a preostali opseg koristi HSI.
Očekivani rezultati		Servisi se neometano odvijaju pri dovoljno velikim brzinama. Pri graničnim vrednostima protoka za ispravan servis, protok HSI (kao <i>best effort</i> saobraćaj) se menja u zavisnosti od preostalog protoka od <i>Voice</i> i <i>Video</i> saobraćaja
Slika testne konfiguracije		Slika 39
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati jednog korisnika (modem, PC, SIP telefon, STB), i pokrenuti sva tri servisa (<i>download</i> velikog fajla sa PC-a, telefonski razgovor, gledanje i promena kanala). Posmatrati protok za HSI pomoću „DU meter“ softvera. Uraditi test na brzini linije od 24 Mb/s u DS, i na manjoj brzini (između 6 i 8 Mb/s), uz ograničenje HSI na 1 Mb/s u DS.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Neometan rad servisa na velikoj brzini.
☐	☐	Neometan rad servisa na graničnoj brzini za ispravan rad.

Naziv testa		3.3. Ograničavanje saobraćaja
Opis testa		Definisati različite vrednosti ograničenja (<i>policing</i>) HSI saobraćaja na DSLAM-u/MSAN-u, i pratiti rezultate na PC-u pomoću <i>DU meter</i> softvera i veb sajta www.speedtest.net .
Očekivani rezultati		Ispravno se vrši <i>policing</i> .
Slika testne konfiguracije		Slika 39
Uputstvo za testnu proceduru		Povezati jednog korisnika (modem, PC). Definisati različite kombinacije DS/US ograničenja na DSLAM-u/MSAN-u, pokrenuti <i>download</i> velikog fajla i pratiti protok na računaru pomoću <i>DU meter</i> softvera i veb sajta www.speedtest.net .
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Ispravno se vrši <i>policing</i> .

4. TESTOVI BEZBEDNOSTI

Naziv testa		4.1. Anti MAC address spoofing i anti IP address spoofing
Opis testa		Potrebno je da DSLAM/MSAN ne dozvoli izlazak na mrežu bilo kog uređaja koji se nije regularno javio DHCP zahtevom i dobio adresu od DHCP servera.
Očekivani rezultati		Neregularno povezan uređaj na sme da ima konektivnost ka ostatku mreže.
Uputstvo za testnu proceduru		Vezati IP telefon na port na kome je prethodno bio telefon koji je već dobio IP adresu od DHCP servera. Probati uspostavljanje poziva. Vezati laptop sa adresom iz opsega koji dodeljuje DHCP na portove za <i>Voice</i> i <i>Video</i>. Probati <i>ping</i> ka gateway-ju odgovarajućeg servisnog VLAN-a. Test treba sprovesti kada je uključen samo <i>anti MAC address spoofing</i>, a zatim samo <i>anti IP address spoofing</i>.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	<i>Anti MAC address spoofing.</i>
☐	☐	<i>Anti IP address spoofing.</i>

Naziv testa		4.2. Ograničavanje broja MAC adresa po servisnom VLAN-u
Opis testa		Potrebno je da DSLAM/MSAN ne dozvoli izlazak na mrežu većem broju uređaja od definisanog. Ispitati broj MAC adresa koje može da zapamti DSLAM/MSAN, po svakom PVC-u.
Rezultati testova		
Uspešnost		<i>Naziv testova</i>
Da	Ne	
☐	☐	

5. TESTOVI VIDEO SERVISA

Naziv testa		5.1. Kvalitet slike za Live TV				
Rezultati testova						
	Aktivan samo live TV servis	Rad u kombinaciji sa sledećim servisima				
		VoIP+ Internet		VoIP	Internet	
Zamrzavanje	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	
Pikselizacija	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	
Razmazivanje slike	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	

Naziv testa		5.2. Kvalitet slike za VoD				
Rezultati testova						
	Aktivan samo live VoD servis	Rad u kombinaciji sa sledećim servisima				
		VoIP+ Internet		VoIP	Internet	
Zamrzavanje	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	
Pikselizacija	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	
Razmazivanje slike	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	Da Ne	

Naziv testa		5.3. Live TV funkcionalnosti
Očekivani rezultati		Promena kanala za manje od 1s.
Rezultati testova		
Uspešnost		Naziv testova
Da	Ne	
☐	☐	Promena kanala za manje od 1s.

Naziv testa		5.4. VoD funkcionalnosti
Uputstvo za testnu proceduru		VoD puštanje, pauza, premotavanje napred/nazad, zaustavljanje. Pored ispitivanja funkcionalnosti izmeriti i vreme potrebno za aktivaciju.
Rezultati testova		
Uspešnost		<i>Naziv testova</i>
Da	Ne	
☐	☐	VoD puštanje
☐	☐	pauza
☐	☐	premotavanje napred/nazad
☐	☐	zaustavljanje
☐	☐	VoD puštanje od mesta prekida

Naziv testa		5.5. Upotreba EPG-a
Uputstvo za testnu proceduru		1. Navigacija kroz EPG 2. Izbor jezika 3. Postavljanje podsetnika 4. Postavljanje snimanja programa
Rezultati testova		
Uspešnost		<i>Naziv testova</i>
Da	Ne	
☐	☐	Navigacija kroz EPG
☐	☐	Izbor jezika
☐	☐	Postavljanje podsetnika
☐	☐	Postavljanje snimanja programa

P R I L O G 2

(DNEVNIK TESTIRANJA)

		Datum			
		Vreme testiranja		od	do
Korisnički upitnik u fazi ispitivanja rada IPTV servisa					
EPG	Opšta podešavanja				
	Da li se pojavljuje ekran greške	DA	NE	Komentar	
	Da li se pojavljuje crni ekran	DA	NE	Komentar	
	Vreme uključivanja STB	Sporo	Brzo	Komentar	
	Da li postoji mogućnost izbora jezika u meniju?	DA	NE	Komentar	
	Da li se može promeniti izgled menija, odnosno izvršiti promena boje?	DA	NE	Komentar	
	Brzina kretanja kroz EPG				
	IPTV				
	Da li postoji mogućnost određivanja skupa omiljenih kanala?	DA	NE	Komentar	
Da li postoji mogućnost direktnog biranja kanala jednostavnim ukucavanjem broja kanala na daljinskom upravljaču za STB?	DA	NE	Komentar		
Da li postoji mogućnost pregleda informacija za određeni program, na primer: naziv programa, vreme prikazivanja, opis?	DA	NE	Komentar		
Da li postoji mogućnost pretraživanja određenog	DA	NE	Komentar		

	programa po žanru, po danu u nedelji, nazivu programa?			
	VoD			
	Da li se može izvršiti pretraživanje sadržaja po zadatom kriterijumu, na primer: naslov filma, glumac, režiser, žanr, cena?	DA	NE	Komentar
	Da li imate kratak pregled informacija o izabranom sadržaju, takozvani reklamni spot "trejler"?	DA	NE	Komentar
	Postoji li mogućnost promene šifre kod logovanja?	DA	NE	Komentar
	Brzina kretanja kroz VoD interfejs	Sporo	Brzo	
	Da li imate mogućnost pregleda trenutnog stanja svog računa? (za tekući mesec)	DA	NE	Komentar
	Da li imate mogućnost pregleda stanja svog računa za prethodne mesece?	DA	NE	Komentar
IPTV	Da li je prisutna pojava zamrznute slike?	DA	NE	Komentar
	Da li je prisutna pojava isprekidane (seckane) slike, odnosno pokreta na slici koji nemaju blagi prelaz?	DA	NE	Komentar
	Da li se pojavljuju blokovi u slici?	DA	NE	Komentar
	Da li je slika mutna?	DA	NE	Komentar

	Ima li zvuka?	DA	NE	Komentar	
	Da li je glasnost dovoljna?	DA	NE	Komentar	
	Da li je glasnost jednaka na svim kanalima?	DA	NE	Komentar	
	Da li je prisutna nesinhronizacija slike sa zvukom?	DA	NE	Komentar	
	Koliko je potrebno vreme za prebacivanje sa kanala na kanal u odnosu na KTV?	Slično	Sporije.	Utisak	
				zadovoljan	nisam zadovoljan
Vaš opšti utisak o slici i zvuku 5 - Odlično 4 - Dobro 3 - Podnošljivo 2 - Slabo 1 - Veoma loše	Slika	Zvuk	Komentar		
	5	5			
	4	4			
	3	3			
	2	2			
	1	1			
	VoD	Da li je prisutna pojava zamrznute slike?	DA	NE	Komentar
Da li je prisutna pojava isprekidane (seckane) slike, odnosno pokreta na slici koji nemaju blagi prelaz?		DA	NE	Komentar	
Da li se pojavljuju blokovi u slici?		DA	NE	Komentar	
	Da li je slika mutna?	DA	NE	Komentar	

	Ima li zvuka?	DA	NE	Komentar
	Da li je glasnost dovoljna?	DA	NE	Komentar
	Da li je prisutna nesinhronizacija slike sa zvukom?	DA	NE	Komentar
	Da li postoji prekid u emitovanju izabranog sadržaja?	DA	NE	Komentar
		Komentar		
	Slika			
5	Zvuk	Komentar		
4	5			
3	4			
2	3			
1	2			
	1			

