

# **PROJEKTOVANJE 3Play MREŽE**

**Projekat : Nacionalne banke**

Beograd,  
Novembar 2007.

Petar Bojović

# Sadržaj

<i>Uvod</i>	3
<i>Multicast</i>	4
<i>Multicast - Mrežni sloj</i>	5
<i>Multicast – Data link sloj</i>	7
<i>Video signal</i>	7
<i>PAL</i>	8
<i>MPEG-2</i>	11
<i>MPEG-4</i>	11
<i>Standardi za skladištenje video materijala</i>	13
<i>VHS</i>	14
<i>CD</i>	16
<i>DVD</i>	17
<i>Video on Deman (VoD)</i>	18
<i>IPTV</i>	19
<i>QoS</i>	19
<i>Oprema</i>	21

## ➤ Uvod

Očekujemo uskoro nagli razvoj VoIP telekomunikacija i u našoj zemlji. Tom prilikom će znatno biti ubrzana izgradnja infrastruktura računarskih mreža. Pored težnje da se računari umreže zbog dobro poznatog „interneta“ otvoriće se i niz drugih mogućnosti koje će osigurati budućnost upotrebe računara. Sa IP telefonijom, ljudi će znatno redukovati troškove razgovora.

Već sa uvođenjem VoIP komunikacija preko računarske mrežne ifrastrukture, iskoristljivost mrežnog linka je znatno povećana. Istim linkom prolaze paketi sa podacima i za glasom.

Najveće širenje računarske mreže se ne očekuje preko malih, srednjih ili velikih firmi, već umrežavanjem kuća i zgrada. Postavlja se pitanje da li je svakom čoveku potreban internet i jeftina telefonija u stanu ? Telefonska linija je već obavezan sastav kuće ili stana, svakog modernog čoveka. Međutim, da li je dovoljan razlog jeftinije telefoniranje za uvođenje dobre internet konekcije ? Kako bi se našao interes što većoj grupi ljudi, da povežu svoje računare u svetsku mrežu, treba ponuditi još servisa i usluga te mreže.

Širenje kablovske televizije je počelo pre desetak godina, i taj proces je veoma spor. Mnogo domaćinstava i dalje čeka vreme kada će moći da biraju TV program koji žele da gledaju.

Još jedan servis koji se može ponuditi kroz paket pretplate na internet saobraćaj i IP telefoniju je usluga TV kanala preko računarske mreže.

Glavni razlog zbog kojeg će servis IPTV (televizija preko računarske mreže) doživeti popularnost, ali tek u narednom periodu, je to što je onima koji žele da emituju TV program na ovaj način neophodno samo minimalno ulaganje u opremu i dobar internet link. TV stanice, kakve danas poznajemo, koriste veoma skupu, i pomalo zastarelu, opremu za emitovanje svog programa preko vazduha, antenom, ili kablovske televizije. IPTV program može svako da emituje čak i prosečnim računarom.

Uzimajući u obzir da će biti lako ostvoriti svoju TV stanicu, možemo očekivati da će izbor stanica biti nebrojano puta veći u odnosu na današnje stanje.

Još jedan od servisa koji se može ponuditi pored IPTV je servis VoD tj. Video-On-Demand. Ovaj servis se može uporediti sa današnjim sistemom Video klubova. Ukoliko nam se baš u ovom trenutku gleda određen film, serija, konferencija, ili bilo drugi video zapis, možemo jednostavnom posetom web strane vlasnika tog video snimka, zatražiti, uz palacanje te usluge ili ne, da nam emituje traženi snimak.

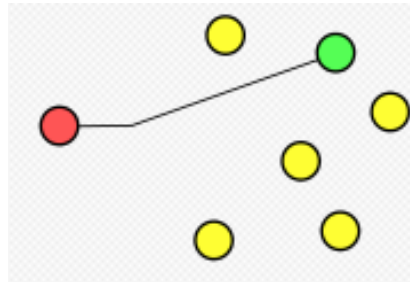
Uz sve ovo treba pomenuti i mogućnost slušanja Radio programa preko računarske mreže tj. interneta. Ovaj servis je već dugo prisutan na internet sceni.

Podaci koje razmeljuju urđaji na internetu u 99 % slučajeva koriste unicast konekciju. To znači da se skoro uvek uspostavlja relacija jedan klijent se obraća jednom serveru (u istom momemnu).

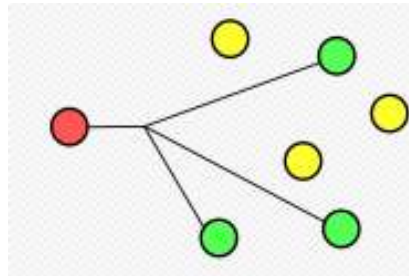
Kod IPTV i IPRadio servisa ovakv način prenosa bi zahtevao ogromne kapacitete linkova jer bi server, koji šalje program, morao da šalje svakom klijentu posebno istu stvar.

Kako bi se smanjilo opterećenje servera emitera programa, koristi se tehnologija multicast slanja podataka. Server šalje pakete sa video ili radio sadržajem na

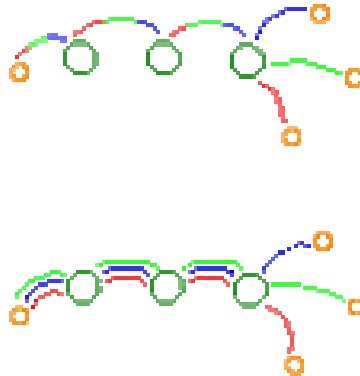
jednu multicast adresu, a klijenti koje interesuje taj sadržaj se prijavljuju i prihvataju pakete od te multicast adrese.



*Unicast slanje paketa*



*Multicast slanje paketa*



*Prednost multicast slanja kod IPTV i IPRadio*

Ono što se na predhodnoj slici vidi kao prednost multicast slanja, je to što umesto da server kroz sve usputne routere šalje po jedan primerak svakog paketa za svakog klijenta posebno, šalje samo jedan primerak paketa koji poslednji zajedniči router uručuje svakom klijentu posebno. Ovim putem se štedi propusni opseg kako na strani servera emitera, tako i duž cele putanje između klijenta i servera.

#### ➤ Multicast

Kako je multicast sistem prenosa podataka znatno drugačiji nego unicast, način formiranja paketa i njegovog rukovanja na višim slojevima mora biti promenjen. Za razliku od unicast prenosa multicast ne može koristiti pouzdan protokol prenosa tj. TCP protokol, jer čekanjem na odgovor o prijemu paketa bi se izgubio smisao IPTV-a kao servisa u realnom vremenu. U multicast sistemu prenosa uglavnom se koristi UDP protokol. RTP se koristi prilikom prenosa multimedialnog saobraća preko multicasta.

Za potrebe multicast prenosa, pri čemu nam je neophodna garancija da su svi paketi preneti, što UDP protokolom nemamo, postoje nekoliko eksperimentalnih protokola.

Cisco je razvio PGM (Pragmatic General Multicast), kasnije verifikovano dokumentom RFC 3208, protokol koji uz svaki multicast paket šalje i broj sekvence.

Kada se desi da klijent ne primi određenu sekvencu, on zahteva retransmisiju ispuštene sekvence od multicast grupe. Što znači da i drugi klijent može dopuniti izostalu sekvencu drugom klijentu kako bi se dobio kompletan pouzdan prenos.

Drugi način je nadogradnja PGM-CC koja ima cilj da obori brzinu slanja multicast paketa na brzinu najsporijeg člana multicast grupe.

### ➤ Multicast - Mrežni sloj

U jednom broadcast domenu komunikacija multicastom je jednostavna. Server šalje UDP pakete na multicast adrese. Klijenti, pošto su u istoj podmreži, dovoljno je samo da prihvataju pakete koji su upućeni na određenu multicast adresu, a koji im automatski stižu na inteface.

Kod većeg LAN okruženja, gde postoji veći broj podmreža, stvar se već komplikuje. Router ne dozvoljava prosleđivanje multicasta na sve portove bezuslovno, čime paketi ne stižu automatski na interface drugih računara u mreži.

Rešenje ovog problema je u implementaciji protokola za članstvo u multicast grupi tj. IGMP (Internet Group Management Protocol) protokola.

IGMP protokol ima funkciju da na routeru vodi računa o tome koji klijent je član neke multicast grupe. IGMP protokol ima 3 verzije.

Prva verzija je predviđala dve vrste poruka za razmenu routera sa klijentom.

- membership query – poruka za ulanjivanje određenog klijenta u multicast grupu
- membership report – poruka kojom router nakon izvesnog perioda šalje kako bi proverio da li klijent želi i dalje da bude u multicast grupi. Nakon te poruke klijent vraća report ukoliko želi da nastavi članstvo, u suprotnom router ga izbacuje sa liste multicast grupe.

Druga verzija je donela samo mogućnost slanja eksplicitne poruke o napuštanju multicast grupe od strane klijenta. Router vodi računa o tome da li u opšte postoji neko u određenoj multicast grupi.

Treća verzija je izbacila poruku od napuštanju multicast grupe, ali je uvela evidenciju stanja klijenta u multicast grupi.

Unutar jednog routing domena koristi se PIM (Protocol-Independent Multicast) protokol koji porža mogućnost prenošenja informacija o multicast grupama preko standardnih routing protokola kao npr. BGP. PIM ser koristi za jedan-na-više i više-na-više distribuciju podataka. Postoje 4 varijante PIM protokola:

- PIM Sparse Mode (PIM-SM) – je postavljen isključivo za jedno-direkzione multicast grupe routirane preko Rendezvous Point (RP) po multicast grupi. RP kreira listu najkraćih rastojanja do različitih izvora multicasta. PIM-SM je vrlo lako proširiv.
- PIM Dense Mode (PIM-DM) – koji pravi implicitnu listu raspoloživih multicast grupa, slanjem delova multicast saobraćaja, zatim brisanjem onih routa na kojima ne postoji pretplatnik. PIM-DM je veoma malo proširiv.

- Bidirectional PIM – je namenjen za dvosmerne multicast konekcije. Nikad ne pravi listu najkraćih putanja, zbog čega unosi veće kašnjenje nego PIM-SM ali je zato vrlo proširiv jer ne vodi računa o stanjima izvora.
- PIM Source Specific Multicast (PIM-SSM) – gradi liste grupa u odnosu na samo jedan izvor nudeći sigurniji i proširiviji model multicasta za mali broj aplikacija (uglavnom emitujućih podataka).

Od ova 4 modela najčešće se koristi PIM-SM.

Između različitih routing domena koristi se Multicast BGP (MBGP), koji predstavlja prilagođavanje BGP routing protokola multicast routiranju.

Kod standardnog routiranja, unicast, posmatra se odredišna IP adresa i na osnovu nje se određuje dalja putanja paketa. U tom postupku izvorišna IP adresa je nebitna.

Kod multicasta izvorišna IP adresa (unicast adresa) se koristi za određivanje pravca toka podataka. Izvor multicasta se smatra kao upstream tj. ulazni tok, dok router određuje na koji interface i koju adresu treba uručiti ulazne podatke na osnovu multicast grupe, što se naziva downstream ili izlatni tok.

Termin *reverse path forwarding* tj. povratni tok prosleđivanja je termin koji se koristi da se opiše rutiranje udaljavanjem od izvora, servera.

Za potrebe IP adresiranja multicast paketa odvojena je D klasa u klasama IP adresa.

Kao i kod unicast adresa postoji link local IP adrese kod multicasta koje router nikad ne bi smeo da rutira. To je adresni blok 224.0.0.0/24 tj. adrese (224.0.0.0-224.0.0.225).

Ostale adrese iz 224.0.0.0/8 bloka adresa (sve koje počinju sa 224) su raspoložive za multicast ili su već rezervisane od strane IANA organizacije za raspodelu IP adresa.

Multicast adrese iz bloka 232.0.0.0/8 su rezervisane za Source-specific multicast (SSM).

Multicast adrese iz bloka 233.0.0.0/8 su rezervisane za GLOP adrese.

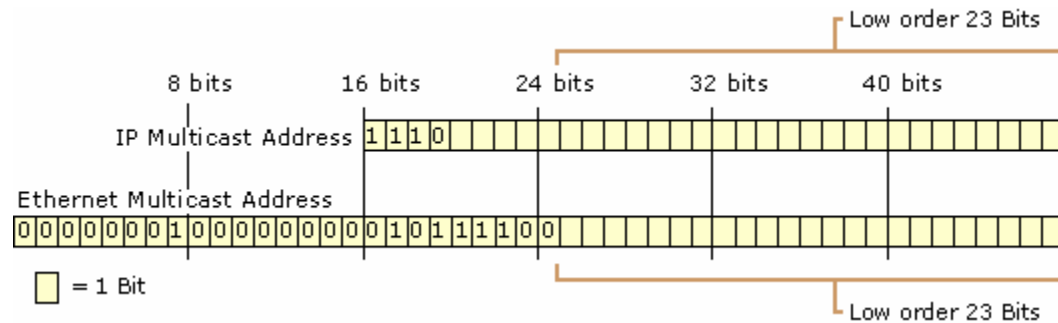
Adrese 239.0.0.0/8 su administrativno raspoređen adresni prostor, i postavljene su po RFC 1918 i RFC 2365. Pomenute adrese su slične privatnom adresnom prostoru.

Ostale adresne grupe unutar D klase IP adresa su markirane kao rezervisane od strane IANA.

#### Multicast – Data link sloj

Na drugom nivou TCP/IP modela mreža, unicast paket sadrži kao MAC odredište adresu sledećeg routera. Kod broadcast tipa saobraćaja odredišna MAC adresa je FF:FF:FF:FF:FF:FF. Organizacija IANA je rezervisala OUI (Organization Unit Identifier, prva 3 bajta) MAC adrese 01:00:5E. Pa se tako kod multicast paketa, odredišna MAC adresa setuje na vrednost od 01:00:5E:00:00:00 do 01:00:5E:7F:FF:FF.

Prvi bit, od druga 3 bajta, identifikuje da li se radi o broadcastu(1) ili multicastu(0). Poslednja 23 bita, od 28 bitova muticast IP adrese se mapira u 23 bita MAC adrese.



*Mapiranje IP multicasta u MAC adresu multicasta*

➤ Multicast – Data link sloj

Obični switch uglavnom nisu sposobni da razaznaju ko pripada kojoj multicast grupi. Kada prime multicast paket proslede je na sve portove osim na onaj na sa kog su primili.

Postoje i „pametni“ switch uređaji koji oslušuju i prate IGMP zahteve i ažuriraju tabele pripadnosti različitih fizičkih portova u različite multicast grupe.

Naravno postoje i Level3 switch uređaji koji imaju punu funkciju IGMP protokola kao i router. Takav switch je sposoban da generiše potrebne IGMP poruke i komunicira sa klijentom.

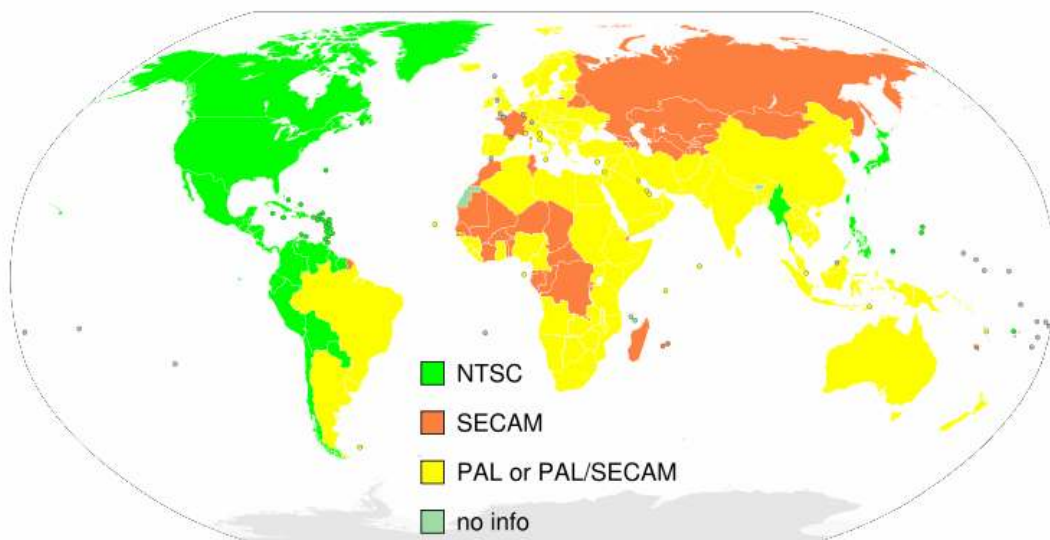
U našoj mreži koristićemo PIM-SM na MAN i WAN granicama mreže. A unutar LAN okruženja ICMP protokol. PIM RP treba konfigurisati na routeru sa WAN linkovima unutar MAN preže.

Multimedioni serveri treba da budu postavljeni na centralnim lokacijama, primarni u Beogradu, sekundarni u Novom Sadu. Multimedialni server se nalazi u serverskoj farmi.

➤ Video signal

Video predstavlja pojavu pomerajuće slike. Svaki video signal, da bi bio sačuvan i omogućio prenos na različite lokacije, mora biti kodiran jednim od tri sistema : PAL, NTSC, SECAM.

Ovi sistemi kodiranja pokretne slike su nastali u različitim delovima sveta, pa se tako i primenjuju.



*Standardi za kodiranje slike u različitim delovima sveta*

U Evropi, osim Francuske, koristi se PAL kodiranje pokretne slike. Tako je i u Srbiji.

➤ PAL

Phase Alternating Line (PAL) – je naj rasprostranjeniji kolor sistem za kodovanje televizijskih kanala. Nastao 1950-ih godina u zapadnoj Evropi kao pandan NTSC Američke varijante koja nije mogla da se upotrebi na Evropskih 50 Hz naizmjenične struje javne energetske mreže. Precizno je definisan 1963 od strane Walter Bruch-a iz Nemačke.

PAL koristi kvadratnu amplitudnu modulaciju (QAM) razdvajajući segmente slike i zvuka. Radzvajanje i odmeravanje se vrši frekvencijom oko 4,43 MHz za PAL, dok za NTSC je oko 3,58 MHz.

Karakteristike PAL sistema za analogni prenos :

- 576 linija
- 25 frejmova u sekundi
- interlaced video (isprepletane linije, svaka druga linija se iscertava)
- PAL boje (4,43 MHz)
- FM audio (mono)
- stereo audio ukoliko se koristi širok propusni opseg

Karakteristike PAL sistema za digitalni prenos :

- Krositi se poseban sistem prenosa boja, ne PAL sistem.
- 576 linija
- 25 frejmova tj. 50 poluslika u sekundi
- interlaced video
- PCM kodiranje zvuka

Posmatrajući digitalan prenos slike, više ne postoje razlike između PAL i SECAM kodnog sistema. Digitalni prenos koristi svoj, odvojeni, sistem prenosa boja.

Kako je PAL sistem veoma rasprostranjen, tako postoji i više varijanti ovog sistema, kako bi na različitim lokalizacijama pružio maksimalan kvalitet i kompatibilnost sa drugim sistemom. U Evropi se najčešće koristi PAL-B/G sistem.

Intelacing (prepletanje linija) – je smišljeno sa namerom da doprinese što boljem kvalitetu slike uz uštetu propusnog opsega. Smisao cele stvari je u tome da se horizontalne linije slike podele u parne i neparne. Zatim se prvo prikazuju neparne linije slike, pa tek onda parne linije. Kako je PAL definisan kao 576i50 to znači da sadrži ukupno 576 linija, koristi interlacing od 50 Hz tj. prikazuje 50 poluslika u sekundi (samo parni ili samo neparni), tj. 25 celih slika u sekundi.

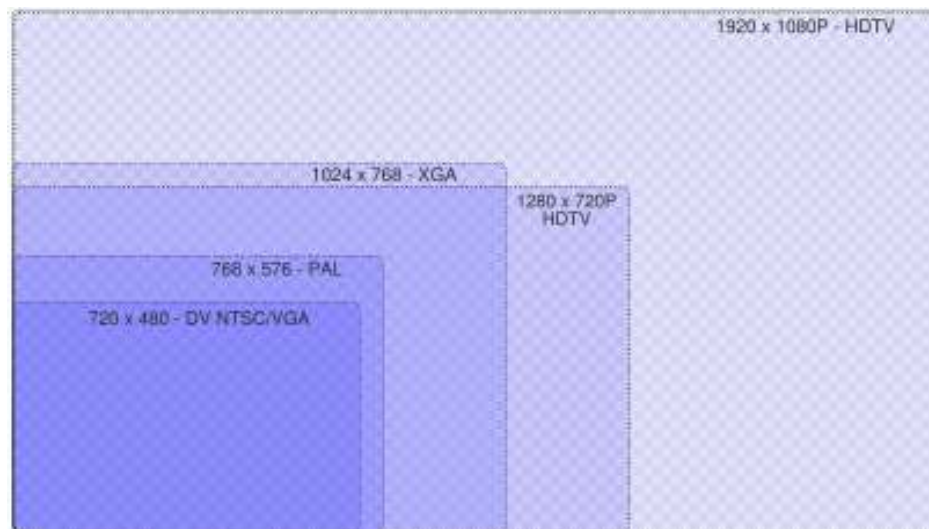
Ljudsko oko ne može da vidi nedostatak u osvežavanju, tj. prikaz svake druge linije, zato što je broj promena slika veća od 24 slika u sekundi.

Naspram isprepletanog sistema prikaza slika postoji i progresivni sistem koji osvežava liniju za linijom. Čime se dobija bolji kvalitet slike.

Postoji i tehnika deintelacing koja služi da prevede interlaced u progresivni način prikaza, ali tim postupkom se ne dobija kvalitet kakav je karakterističan za progresivni prikaz.

Rezolucija je veličina video slike koja se prenosi izražena u pikselima. U digitalnom domenu, standardnom je definisano za PAL 768/720x576i50 piksela. Za analogni prenos broj vertikalnih linija ostaje konstantan, PAL 576, dok broj horizontalnih zavisi od kvaliteta, 320 piksela za VCR (video rekorder), 400 za TV stanice, 720 za DVD analogni prikaz.

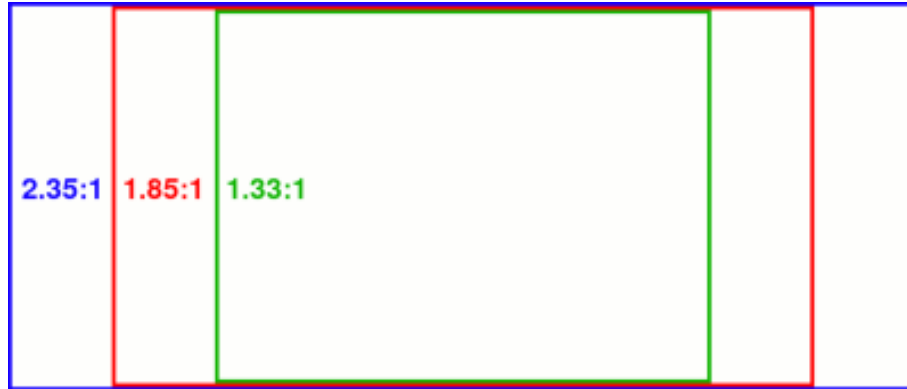
High definition TV (HDTV) predviđa rezoluciju od 1920x1080p60 sa rezolucijom od 1920x1080 piksela sa progresivnim prepletanjem od 60 poluslika u sekundi.



*Poređenje različitih rezolucija*

Aspect ratio – predstavlja odnos dimenzija video ekrana i video slike koju treba prikazati. Kod klasičnih televizora odnos je 4:3 tj. 1,33:1 . Kod HDTV televizora

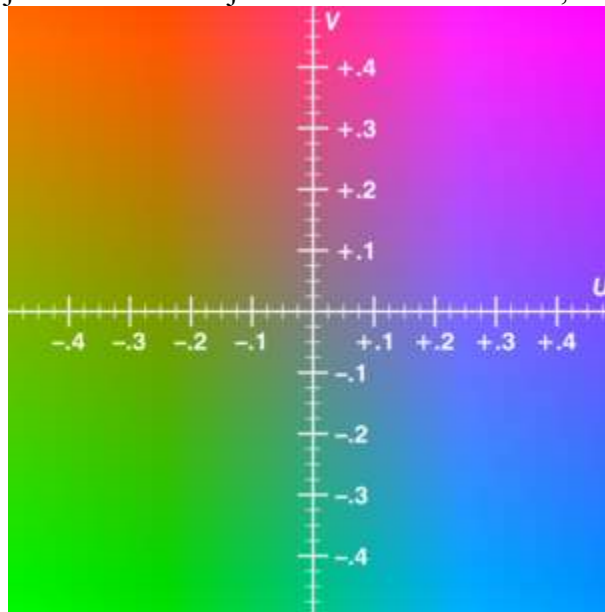
odnos je 16:9 tj. 1,78:1. Za 35 mm filmske trake sa zvukom odnos je 2,37:1, popularno nazvano „Akademiški standard“.



*Poređenje različitih Aspect ratio veličina*

Za kodiranje jednog piksela koriste se različite metode kod različitih sistema. NTSC koristi YIQ, PAL koristi YUV, a SECAM YDbDr algoritam.

YUV standard sa kodiranje boje piksela znači da: Y predstavlja osvetljenost, a U i V predstavljaju kod boje. U i V skala boja za fiksnu vrednost  $Y=0,5$  izgleda ovako :



*U i V skala određivanja boja za fiksnu vrednost osvetljenja  $Y=0,5$*

Kod digitalnog video snimka, moguće je izvršiti kompresiju samog snimka kako bi se smanjila zahtevnost za skladištenje i prenos video zapisa. Postoji veliki broj različitih metoda da kompresiju i pakovanje digitalnog video materijala. Algoritmi za što bolju kompresiju iz što manje gubitaka u kvalitetu se neprestano razvijaju.

Najpopularniji algoritmi za kompresiju video materijala su iz grupe MPEG-2 za DVD i satelitsku televiziju i MPEG-4 za kućni video.

## ➤ MPEG-2

MPEG-2 definiše potpuno novi koncept odvajanja i distribuiranja video materijala. On deli video materijal na 3 vrste slika :

- intra-coded frames (I-frames)
- predictive-coded frames (P-frames)
- bidirectionally-predictive-coded frames (B-frames)

I-frame slike se kompresuju na originalnu (raw) verziju slike i to na isti način kao što se kompresuju obične slike, ali uz gubitak kvaliteta onoliko koliko oko ne može da primeti. Za razliku od P i B frejmova I-frame ne zavisi od sledeće slike.

P-frame slike imaju dosta veću kompresiju nego I-frame. P-frame generiše diferencijalnu sliku u odnosu na prethodni I-frame ili P-frame.

B-frame slika je slična P-frame slici, stim što za raliku od P-frame uzima referencu kako prethodne tako i sledeće P-frame i I-frame slike. B-frame slika ne može biti referenca za druge slike. B-frame slika je prilično manja i od P-frame slike.

Ukoliko dođe do promene scene, potrebno je ponovo preneti celu sliku tj. I-frame, pa su tako filmovi sa statičnim scenama uvek bolje kompresovani nego sa velikim brojem promena scena.

## ➤ MPEG-4

Je standard za kompresiju audio i video materijala. Predstavljen je tek 1998. godine, a danas već predstavlja deo svakodnevnice.

Ovaj algoritam kodiranja nasleđuje metode MPEG-1 i MPEG-2 standarda dograđujući podršku za 3D rendering, objekto-orijentisanu podršku kompozitnih fajlova, podrška za Digital Rights Managment, AAC, i ono što ga odvaja o drugih, definisan je u okviru MPEG-4 part 2, podrška za kreiranje SP/ASP kodeke.

Zahvaljujući ovome, nastali su algoritmi različitih sistema kodiranja, kodeci, kao na primer, DivX, Xvid, Nero Digital, 3ivx i sl.

Bit rate – predstavlja jedinicu koja se dobija merenjem bitova u sekundi (bit/s, bps). Veći bit rate pruža bolji kvalitet slike. Npr. za Video CD koristi se bit rate od 1Mbit/s dok se za DVD koristi 5 Mbit/s. HDTV koristi negde oko 20Mbit/s.

Postoji i VBR (variable bit rate) koji ima zadatak da maksimizuje kvalitet i minimizuje bit rate. Kada je brza scena, scena sa velikom razlikom između slika, povećava se bit rate, dok kod statičnih scena smanjuje bit rate do granice zadovoljavajućeg kvaliteta.

Kod Real-time prenosa slike, npr. mrežnih video konferencija ne sme da se krosti VBR, već isključivo constant bit rate (CBR).

### H.264/MPEG-4 AVC

Predstavlja video kodek nasao u okviru MPEG-4 part 10 ili AVC (Advanced Vide Coding) standarda. Prvibitni standard je postavljen u Maju 2003. godine.

H.264 je postavljen sa ciljem da obvezbedi bolji kvalitet uz što manji bit rate nego prethodni standardi. Ima upola manji bit rate nego MPEG-2, MPEG-4 part 2, i

H.263 standard. Cilj je bio ne povećavajući kompleksnost algoritma, postići fleksibilnost tako da se standard može primeniti kako na sisteme sa malim potrebama bit rate i rezolucija tako i velikih potreba. Da može da se iskoristi i za pakovanje video materijala za emitovanje, DVD skladištenje, RTP, kao i telefoniju (video-telefoniju).

H.264 koristi algoritam za kodiranje piksela YUV 4:2:2 i YUV 4:4:4.

H.264 definiše sedam setova profila za kodiranje :

- Baseline Profile (BP) – za kodiranje video snimka iskorišćenjem male količine resursa, koriste se za video konferencije
- Main Profile (MP) – prvobitno namenjen za kodiranje video signala za TV stanice i emitere
- Extended Profile (XP) – namenjen za streaming servise kao što je IPTV, sadrži visok stepen kompresije i otpornost na gubitak paketa
- High Profile (HiP) – namenjen za televizijske stanice i DVD skladištenje, uglavnom se koristi za HDTV
- High 10 Profile (Hi10P) – prevazilazi porebe sadašnjice, dodavajućo na HiP 10 bita po odmerku na preciznost dekodirane slike
- High 4:2:2 Profile (Hi422P) – ciljano na profesionalne aplikacije koje koriste intelace, predstavlja nadogradnju na Hi10P sa YUV 4:2:2
- High 4:4:4 Predictive Profile (Hi444PP) – predstavlja nadogradnju na Hi422P sa YUV 4:4:4 i 14 bita po odmerku za preciznost dekodiranja, koristi za svaku boju poseban color plan.

	Baseline	Extended	Main	High	High 10	High 4:2:2	High 4:4:4 Predictive
I and P Slices	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
B Slices	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
SI and SP Slices	No	Yes	No	No	No	No	No
Multiple Reference Frames	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
In-Loop Deblocking Filter	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
CAVLC Entropy Coding	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
CABAC Entropy Coding	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Flexible Macroblock Ordering (FMO)	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Arbitrary Slice Ordering (ASO)	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Redundant Slices (RS)	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Data Partitioning	No	Yes	No	No	No	No	No
Interlaced Coding (PicAFF, MBAFF)	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
4:2:0 Chroma Format	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Monochrome Video Format (4:0:0)	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
4:2:2 Chroma Format	No	No	No	No	No	Yes	Yes
4:4:4 Chroma Format	No	No	No	No	No	No	Yes
8 Bit Sample Depth	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
9 and 10 Bit Sample Depth	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
11 to 14 Bit Sample Depth	No	No	No	No	No	No	Yes
8x8 vs. 4x4 Transform Adaptivity	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Quantization Scaling Matrices	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Separate Cb and Cr QP control	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Separate Color Plane Coding	No	No	No	No	No	No	Yes
Predictive Lossless Coding	No	No	No	No	No	No	Yes
	Baseline	Extended	Main	High	High 10	High 4:2:2	High 4:4:4



Skladištenje video materijala je bilo moguće još pre upotrebe magnetne tehnologije zapisa podataka.

Film – pokretna slika – se prvobitno formirala tako što bi se na traku snimale cele slike, jedna za drugom, i to nekom malom brzinom oko 10 slika u sekundi. Reprodukciju tog filma, vršio bi projektor koji bi čitao tu traku, tj menjao položaj trake, time i prikazane slike tom brzinom da prodju 10 slika u sekundi, čime se dobija relativno pokretna slika.

Postoji više standarda koji su na ovaj način skladištili video materijal, a jedan od njih je 8 mm traka. Zahvaljujući ovim standardima dogodio se postepeni razvoj bioskopa korz zabavu ili filmsku edukaciju.

Kako su se magnetne tehnologije razvijale, tako su nastajali standardi za skladištenje video materijala i na magnetnim mediumima.

Najpoznatiji standardi za skladištenje video materijala na magnetnim medijumima su VHS, Betamax i Betacam. Najrasprostranjeniji je naravno VHS.

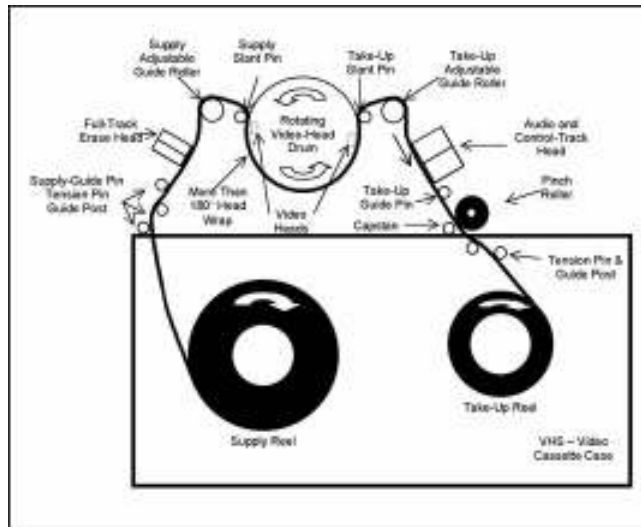
### ➤ VHS

Video Home System ili VHS je standard postavljen od strane firme Video Company of Japan (JVC) koji je objavljen u Septembru 1976. godine. Prvi film koji je objavljen u ovom formatu bio je „The young teacher“. Tek 1990. godine veliki proizvođači tehničke robe prihvataju VHS standard i počinju proizvodnju uređaja koji koriste VHS za snimanje i reprodukciju.

VHS kasete je dimenzije 187 mm × 103 mm × 25 mm, u kojoj se nalazi magnetna traka širine 12,7 mm. Dužina trake zavisi od vremena (minuta) koliko je kasete sposobna da pribeleži. Brzina pomeranja trake je 2,339 cm/s za PAL kodiranje video signala. Maksimalna dužina trake je 430 m tj. 5 sati skladištenog video materijala.

VHS je uveo i pod standarde koji definišu manju brzinu snimanja i smanjuju broj kvalitet slike (sa 250 linija na 230 linije). SP ili Standard Play je osnovni standard i sadrži gore navedene karakteristike. Kako bi se povećala količina skladištenog materijala uvedeni su podstandardi LP (long play) i SLP (super long play). Zbog gubitka kvaliteta koji nastaju kod sporijeg snimanja (radi čuvanja veće količine materijala) komercijalno se uvek koristi običan SP.

VHS traka sadrži 3 MHz zabeleživog frekventnog opsega za video signal koji se spiralno beleži kroz razdvajanje karakteristika osvetljenosti i intenziteta boje i kontrasta kodiranim frekventnom modulacijom.



*Prikaz VHS video kasete*

VHS je nativno analogni sistem za skladištenje video materijala. Međutim digitalizacijom slika dobilo se dosta na kvalitetu čuvanja i reprodukcije. Pa se i VHS standard proširio na mogućnost beleženja digitalnih video snimkova.

Dok je Super VHS podstandard koji donosi mogućnost beleženja dosta kvalitetnijeg analognog video snimka korišćenjem većeg frekventnog opsega, Digital VHS podstandard je projektovan za skladištenje digitalnog video materijala. Ovaj standard je napravio podršku takvu da može snimiti od 8 do 40 sati digitalnog video signala DVD kvaliteta.

Zbog pomenute osobine da skladišti veliku količinu digitalnih podataka, D-VHS je našao primenu i u backup računarskim sistemima.

Kao i svaki standard, VHS je „tukao“ žestoku bitku protiv konkurentskih satadnarda kao što je Betamax. I ako je VHS na kraju dobio „rat“ Betamax je pružio bolji format u tom momentu, veći rezoluciju, manje video šumove, i manje video smetnje nego VHS.

I ako tržište još nije bilo spremno za magnetne medijume, Betamax je 1981. godine držao 25 % tržišta. Brzo nakon toga VHS je objavio podstandarde kojima je prožio maksimalno vreme beleženja video materijala na jednu traku do 9 sati, čime je znatno ugrozio položaj Betamax-a čije je maksimalno vreme beleženja 4 sata.

Kasniji standardi kao što su 8mm magnetne trake i MiniDV su došli kad je VHS bio već široko popularan i nikad nisu predstavljali pretnju najrasprostranjenijem standardu.

Pored tolike slave VHS kasete koje su donele revoluciju u mnogim društvenim granama i podstakle razvoj filmske industrije, VHS standard i sistem zapisa na magnetnim medijumima polako postaje istorija. Zbog ograničenog frekventnog opsega koji se koristi kod analognih signala, nepohodno je preći na digitalni sistem čuvanja podataka.

Magnetni način čuvanja je sam po sebi vrlo osetljiv na magnetne pojave. Postavlja se pitanje da li je dopustivo, da greškom, ostavimo kasetu pored jakog zvučnika,

i da se posle nekog vremena sadžaj kasete izubi zbog jakog elektromagnetnog zračenja. Od elektromagnetnog zračenja se gotovo nikako ne možemo 100 % zaštititi, što znači da ne možemo nikad biti sigurni da nam se sadržaj snimljen na kaseti neće biti uništen ili oštećen.

## ➤ CD

Pronalaženjem lasera, i pokušajem korišćenja u komercijalnim uslovima, '80-ih godina, postavljene su tehnologije za skladištenje podataka na medijume preciznim brženjem (bušenjem) određenih materijala. Kako se čitanje svodi na to gde je rupa tu je 1, a gde nije je 0, ova tehnologija zapisa se naziva tehnologija optičkih medijuma.

CD ili compact disk je medijum, tj. 1.2 mm debljine disk sačinjen od polikarbonata u dimezijama od 120 ili 80 mm. Na 120 mm disk može da stane 650 MB ili 74 minuta muzike. U novije vreme koriste se i diskovi sa kapacitetom od 702 MB ili 79 minuta za audio signal.

Video CD ili VCD je standard za skladištenje digitalnog video signala na CD medijume. Dugo je VCD bio najzastupljeniji standard za beleženje video materijala na CD. VCD standard je postavljen od strane firme JVC, Sony, Philips, Matsushita.

VCD ima sledeće karakteristike :

- Kodek: MPEG-1
- Rezolucija: PAL 352x288
- Odnos slike: 4:3
- Framerate: 25 slika u sekundi
- Bitrate: 1,150 kilobita u sekundi
- CBR (constant bitrate)

VCD u poređenju sa VHS standardnom ima vrlo slične osobine. VHS ima nešto kvalitetniju sliku, u smislu 580 vertikalnih linija, što je duplo veće nego vertikalna rezolucija VCD-a, međutim kod VCD-a ne postoje smetnje koje donosi analogna tehnologija, a koje vremenom postaju sve veće i veće.

Audio karakteristike VCD-a su :

- Codec: MPEG-1 Layer II
- Frekvencija odmeravanja: 44,100 (44,1 KHz)
- Izlaz: dvo-kanalni ili Stereo
- Bitrate: 224 kilobita u sekundi
- CBR

Video CD se „reže“ u Modu 2/XA koji dozvoljava da se CD nareže do 800 MB tj. 80 minuta, za razliku od Moda 1 koji CD snima do 700 MB tj. 74 minuta.

Korišćenjem ovog moda rezanja možemo smestiti 80 minuta video sadržaja na CD veličine 80 minuta tj. 800 MB.

Prodorom MPEG-4 part 2 standarda, VCD je gotovo potpuno zamenjen različitim kodecima MPEG-4 standarda. Povećanom kompresijom, čime se gubi deo kvaliteta snimka, stvorila se mogućnost balasniranja između kvaliteta i potrebne dužine video materijala koju želimo smestiti na CD.

## ➤ DVD

DVD ili Digital Versatile Disc je standard za optičko skladištenje digitalnih podataka i video snimaka. Fizički je gotovo identičan kao CD medijum ali može da skladišti i preko 6 puta više podataka nego CD.

DVD medijum predstavlja tehnološku nadgradnju na CD gde se korišćenjem preciznijih lasera i kvalitetnijim materijalima na medijumima postiže dosta veća gustina zapisa. Kapacitet običnog DVD diska od 120 mm je 4,7 GB dok je manjeg od 80 mm 1,4 GB. Kod DVD-a je uveden način da se podaci režu sa obe strane diska dok se kod CD-a rezalo samo sa jedne strane. U tom slučaju jedan DVD može imati kapacitet duplo veći tj. 9,4 GB za disk od 12 cm.

Ni ovaj kapacitet ponekad nije dovoljan, pa je zato kombinacijom različitih materijala postalo moguće snimiti sa jedne strane, dva nivoa podataka. Ovo se postiže na taj način što laser ima mogućnost da emituje svetlos koja može proći kroz prvi nivo podataka i činiti promene, ili čitati podatke na drugom nivou. Dual-layer DVD disk rezan sa jedne strane ima kapacitet od 8,54 GB, a rezan sa obe strane ima kapacitet od 17,08 GB.

DVD Video je standard koji se koristi za skladištenje video materijala na DVD medijum. Trenutno predstavlja najzastupljeniji standard za prenos digitalnog video signala. Korišćenjem MPEG-2 dekodera, DVD medijume je moguće čitati i video prikazivati na televizijskim i sl. video reproduktivnim sistemima. Ovi uređaji su poznati pod nazivom DVD player-i.

Karakteristike DVD Video standarda su :

- Rezolucija: 720x576 piksela u MPEG-2 kompresiji
  - postoje i niže rezolucije koje se mogu koristiti za DVD Video
- Framerate: 25 slika u sekundi (PAL)
- Interlacing
- Ondos slike: 4:3 ili 16:9
- Bitrate: 11,08 Mbita/s, gde se slika prenosi max 10,08 Mbita/s a od te slike do 3,36 Mbita/s odlazi na prenos titlova što znači da za zvuk i sliku potrebno je 9,8 Mbit/s

Pošto se koristi MPEG-2 kompresija realno bitrate je oko 4 – 5 Mbita/s ili 7 – 8 u slučaju brzih kadrova i akcije.

Zvuk na Video DVD-u podržava sledeće standarde: PCM, DTS, MPEG1-Layer2, Dolby Digital (AC3). Zvanične podrške za ove standarde izgledaju ovako :

- PCM: 48 kHz ili 96 kHz rate, 16 bit ili 24 bit L-PCM, 2 do 6 kanala, do 6144 kbit/s
- AC-3: 48 kHz rate, 1 do 5.1 (6) kanala, do 448 kbit/s
- DTS: 48 kHz ili 96 kHz rate, 2 do 6.1 kanala, Polu Rate (768 kbit/s) ili Full Rate (1536 kbit/s)
- MP2: 48 kHz rate, 1 do 7.1 kanala, do 912 kbit/s

DVD je odvojen i zaštićen po zonama, u zavisnosti za koji je region namenjen. Šema podele zona po regionima izgleda :



Određeni DVD uređaji, nakon određenog broja promena zona (obično 8) postaju zaključana na tu određenu zonu. Postoje i neki vidovi anti blokade zone, koji omogućavaju da se film iz bilo koje zone bez problema reprodukuje.

Kao nadogradnja DVD medijuma trenutno postoji „tehnološki rat“ između dva standarda. HD DVD (High Definition DVD) je standard u razvoju koji optičkim putem beleži na fizički sličan medijum kao CD i DVD materijal veličine 15 GB na jednom nivou. Na Dual Layer disku može se narezati 30 GB materijala, a na Triple-layer disku čak 51 GB materijala. Koristiće H.264 video kodek i koristiće brzine čitanja od 36-72 Mbita u sekundi.

Blue-ray je drugi konkurent za optičke medijume sledeće generacije. Fizički opet veoma sličan kao CD i DVD, kladišti 25 GB na jednom nivou, tj. 50 GB na Dual-layer. Koristi H.264 kodek za video zapis i brzinu čitanja kao i HD DVD.

Između ova dva standarda ne postoji velika razlika koja bi neki standard posebno izdvojila. Ono što propagira jedan ili drugi standard su firme koje stoje iza njih. Šta će biti kriterijum koji će prevagnuti na stranu jednog od standarda, vreme će pokazati.

Standard sledeće generacije skladištenja video materijala će definitivno nositi karakteristike velikog kapaciteta, potrebe za brzim prenosom, kvaliteta kodek za kompresiju video signala i ne promenjen fizički izgled optičkog medijuma.

#### ➤ Video on Demand (VoD)

VoD servis pruža mogućnost naručivanja tačno određenog video sadržaja. Ovaj servis podseća na organizaciju video klubova, koji iznajmljuju VHS, CD ili DVD medijume. Glavna razlika je to što se kod VoD materijal ne skladišti na medijume već direktno reprodukuje preko mreže – Interneta. Za razliku od video klubova, sa vašeg računara, nema potrebe fizički odlaziti do baze video materijala, već je dovoljno samo poslati zahtev za reprodukciju.

Video materijali mogu biti besplatni i javno dostupni. Najbolji predstavnik ovakvog servisa danas je YouTube gde se nalazi ogromna kolekcija video materijala koju možete potpuno besplatno pregledati.

Za potrebe naplate usluge VoD razvijena je tehnologija pay-by-view koja omogućava korisniku da uslugu plati jednim klikom uz pomoć svoje kreditne kartice. Tako nastaje mogućnost da onaj koji u određenom momentu želi da pogleda neki film, seriju, dokumentarac ili seminar, može u roku od par sekundi biti uslužen i gledati tačno ono što želi a ne ono što diktira emiter TV programa.

### ➤ IPTV

IPTV servis predstavlja digitalizaciju video medija, koja otvara ogromnu mogućnost kako u emitovanju tako i od strane korisnika većim izborom sadržaja. IPTV je kao ideja počelo da se širi 1994 godine u Americi. VoD je sastavni deo IPTV sistema.

Za razliku od VoD koji koristi unicast IP protokol za distribuciju video sadržaja samo određenom korisniku, IPTV koristi multicast šaljući video sadržaj na određenu multicast adresu. IPTV signal se prima ili na računaru ili upotrebom Set-top uređaja kojim se slika prenosi na TV.

Najčešće se koristi MPEG-2 ili MPEG-4 kodek video kompresije. Noviji kodek H.264 definitivno potiskuje druge standarde kompresije i preuzima primat i u IPTV sistemima.

Pošto je IPTV sistem u realnom vremenu koji se oslanja na infrastrukturu računarskih mreža, vrlo je osetljiv na kašnjenja i gubitke paketa u mreži. Kako bi se smanjili problemi koji postoje zbog zagušenosti ili kvaliteta linkova, neophodno je implementirati QoS politiku i za prenos video signala.

### ➤ QoS

Bez obzira što IPTV i VoD koriste različite sisteme prenosa podataka, jedan unicast drugi multicast, oba standarda imaju iste zahteve po pitanju prenosa video signala kroz računarsku mrežu.

Zahtevani propusni opseg za oba standarda zavise od kodeka, protokola, parametara kodiranja slike, zvuka, titlova i sl. Propusni opseg potreban za emitovanje kvalitetnog video materijala u H.264 kodeku, i rezoluciji 640x480 je negde do 1,5 Mbita u sekundi.

Oba protokola prenosa šalju podatke UDP protokolom na transportnom nivou, što nači da ne vrše retransmisiju u slučaju odbačenih paketa. Mali procenat odbačenih paketa neće znatno uticati na kvalitet video materijala, ali u slučaju većeg broja odbačenog paketa dolazi do efekta seckanja, propuhtanja određenih slika, deformacija zvuka i sl. QoS je potrebno obezbediti nizak nivo odbačenih paketa kako ne bi bilo neželjenih efekata prilikom reprodukcije filma. Problem odbacivanja paketa, se često rešava baferisanjem paketa, i zakasnelom reprodukcijom. Naime, određena količina paketa se zadrži u baferu pre nego što se reprodukuje.

Kašnjenje je čest problem u računarskim mrežama. IPTV i VoD nisu mnogo osetljivi na kašnjenja. Naime ako je kašnjenje konstantno efekat je skoro identičan kao da nema kašnjenja, samo što je potrebno nekoliko trenutaka pre nego što počne video reprodukcija.

Jitter je vrlo nezgodna stvar kod video prenosa. Promenljivo kašnjenje pravi najviše problema u sistemima koji rade u realnom vremenu. Postavljanje QoS politike koja će obezbediti što manji Jitter je neophodna stvar. Baferisanjem dolazećih paketa, se smanjuje negativan efekat proizveden velikim Jitterom. Što je veći bafer to je otpornost na jitter izraženiji ali i početno čekanje na reprodukciju veće (duže).

Pristizanje paketa lošim redom doprinosi sličnom efektu kao i jitter, ukoliko stigne paket koji je treba da stigne dosta ranije, on za reprodukciju ništa ne znači i biva odbačen. Sistem u realnom vremenu ne toleriše pakete koji zbog jittera stižu kasnije. Uvođenjem bafera rešava se i problem nepravilno raspoređenih paketa, jer se u baferu ponovo slože paketi kako treba. Što je veći bafer to je bolja otpornost na loše raspoređene pakete.

Greške u paketu, zbog ne mogućnosti retransmisije, paketi se odbacuju i može se javiti problem koji se javlja u slučaju previše odbačenih paketa.

	Bandwith	Odbačeni paketi	Kašnjenje	Jitter	Ne pravilni raspored paketa	Greške
HTTP	>128 kbps	< 10 %	< 500 ms	< 1000	-	-
P2P	Max	-	-	-	-	-
VoIP	> 64 kbps	< 1 %	< 150 ms	< 100	utiče na kašnjenje	-  -
Video	> 1 mbps	< 1 %	~	< 100	baferisanjem	< 1 %
Mission Critical	~ 45 kbps	< 1 %	< 50 ms	< 10	-  -	-  -

*Analiza zahteva različitih aplikacija u mreži*

Ukoliko utzmemo u obzir da za prenos video signala ne moramo omogućiti minimalno kašnjenje, pa zbog toga VoIP paketi su osetljiviji i prioritetniji. DSCP vrednost video paketa treba staviti na manju vrednost od EF tj, na AF41. NTP i OSPF onda treba da pređu u nižu klasu tj. AF31.

	DSCP Klasa	DSCP Vrednost
Mission Critical	AF42	36
VoIP	EF	46
Video	AF41	34
Mail	AF12	12
HTTP	AF12	12
NTP	AF31	26
OSPF	AF31	26
Ostalo	BE	0

*DSCP vrednosti za različite pakete u mreži*

Ove QoS tehnologije se treba implementirati na svim QoS sposobnim routerima i switchevima u mreži, kako bi se uspostavio tok planiran QoS politikom.

U okviru serverskih farmi mreže nacionalne banke, na centralnim lokacijama, treba postaviti multimedialne servere sa jakom procesorskom snagom koji će vršiti emitovanje IPTV kanala kao i servis VoD.

Multimedialni serveri su računari koji poseduju operativni sistem baziran na Unix kernelu, kako bi se raspoloživi resursi maksimalno iskoristili za traženi servis. U okviru servera treba predvideti sistem za skladištenje materijala koji se pružaju u okviru VoD servisa. To bi mogli da budu „beskonačni“ sekvencijalni backup sistemi sa magnetnim trakama. Kapacitet ovakvog sistema bi mogao biti preko 500 TB paralelnim instaliranjem čitača magnetnih traka.

Mana sekvencijalnih backup sistema je to što je vreme traženja određenog materijala veća nego kod drugih vrsta memorija. Paralelizacijom takvih sistema se značajno smanjuje vreme traženja određenog materijala.

Maksimalno predviđeno vreme za pronalaženje traženog materijala je do 60 sekundi.

#### ➤ Oprema

Postoji nekoliko nacrti projekta za ovakav sistem, međutim nijedan jos nije doživeo svoju pravu komercijalnu upotrebu.

Zbog toga prelažem implementaciju posebnog projekta koji bi pružao servise IPTV i VoD preko H.264 kodeka uz korišćenje paralelnih sekvencijalnih backup sistema za skladištenje. Sistem bi vršio ulogu media servera sa operativnim sistemom baziranim na Linux kernelu.