



TELEKOMUNIKACIONI SISTEMI (2)

Mirjana Stojanović

m.stojanovic@sf.bg.ac.rs

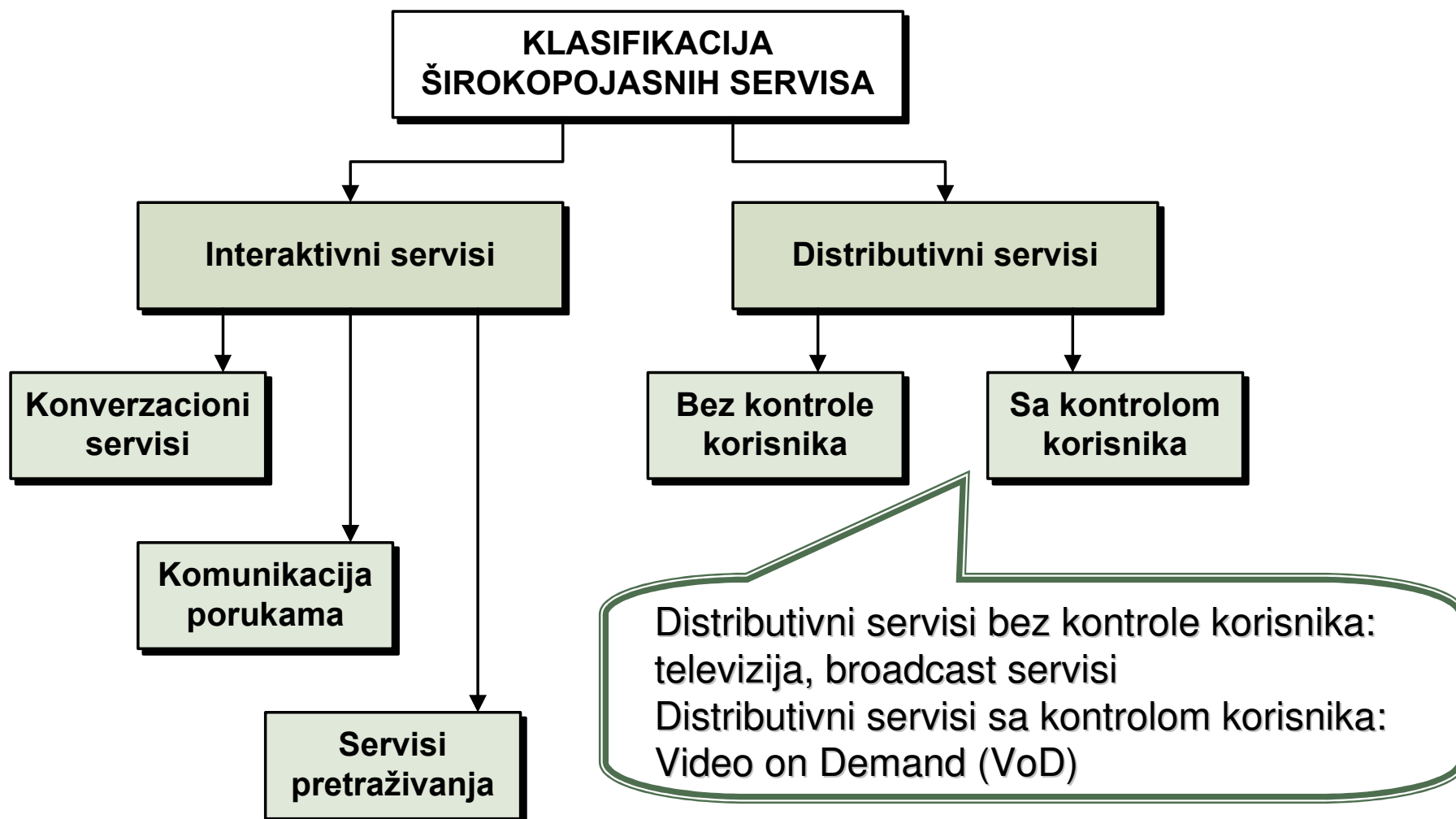
Program

- Uvod
- ✓ **Telekomunikacioni servisi**
- Uvod u sisteme prenosa
- Sinhrona digitalna hijerarhija (SDH)
- Sinhronizacija digitalnih telekomunikacionih mreža
- Javna komutirana telefonska mreža (PSTN)
- ISDN, signalizacija no. 7, inteligentne mreže
- Frame Relay
- ATM
- Širokopojasni pristup: xDSL i kablovski modemi

Telekomunikacioni servisi

- Termin “**širokopojasni**” (broadband) u telekomunikacijama označava prenos informacija sa velikim propusnim opsegom (velikim brzinama) uz mogućnost istovremenog prenosa različitih signala i tipova saobraćaja
 - Medijumi prenosa: optička vlakna, bakarni provodnici, bežični medijumi
- U kontekstu pristupa Internetu, **širokopojasni pristup** označava pristup Internetu velikim brzinama (znatno većim od onih koje su omogućavali tradicionalni dial-up modemi)
 - DSL, kablovski modemi, bežični širokopojasni pristup
- **Multimedija** – sadržaj koji je kombinacija različitih tipova sadržaja (informacija) kao što su tekst, glas, slike, animacija, video i interaktivni sadržaji

Klasifikacija širokopojasnih servisa (ITU-T preporuka 211)



Interaktivni servisi (1)

Interaktivni servisi podrazumevaju dvosmernu komunikaciju između dva ili više krajnjih korisnika ili između krajnjeg korisnika i mrežnog hosta/ servera

- **Konverzioni servisi** pretpostavljaju interaktivni dijalog u realnom vremenu, što znači da podrazumevaju istovremeno prisustvo i kooperaciju komunikacionih partnera (entiteta) između kojih je uspostavljena veza
 - Glavna karakteristika ovih servisa su **strogi zahtevi za kašnjenje** i varijaciju kašnjenja (džiter)
 - Karakteristični primeri servisa: VoIP i multimedijalne konferencije
 - Kategoriji konverzionih servisa takođe pripadaju: akvizicija informacija u realnom vremenu (sistemi automatskog upravljanja, video nadzor objekata), finansijske transakcije preko Interneta, on-line razmena poruka, interaktivne igre i dr.

Interaktivni servisi (2)

- **Komunikacija porukama** pretpostavlja dijalog koji nije u realnom vremenu, već se zasniva na principu "sačuvaj i prosledi" (store and forward)
 - To znači da odgovarajući mrežni serveri prihvataju, čuvaju, prosleđuju i isporučuju informacije
- Ovakvi servisi se nazivaju **kolaborativnim**, zbog toga što podrazumevaju deljenje podataka i/ili resursa mreže
- Primeri komunikacije porukama su elektronska pošta i deljenje fajlova
- Komunikacioni zahtevi zavise od konkretnog servisa
 - Prenos elektronske pošte ne postavlja specifične zahteve za kvalitet servisa
 - Deljenje fajlova zahteva ograničeno kašnjenje, ali ne pripada vremenski kritičnim servisima

Interaktivni servisi (3)

- Servisi pretraživanja informacija obuhvataju arhiviranje, pretraživanje, pregled i transfer različitih vrsta informacija
 - Ove operacije izvršavaju se samo na zahtev korisnika
 - Primeri servisa su manipulacija bazama podataka i pretraživanje raznovrsnih multimedijalnih dokumenata
 - Glavni zahtevi odnose se na integritet podataka i veliki propusni opseg u smeru od mreže (servera) ka krajnjem korisniku
 - Iako se ovi servisi ne izvršavaju u realnom vremenu, brzina prenosa informacija bitno doprinosi ukupnom kvalitetu servisa

Distributivni servisi

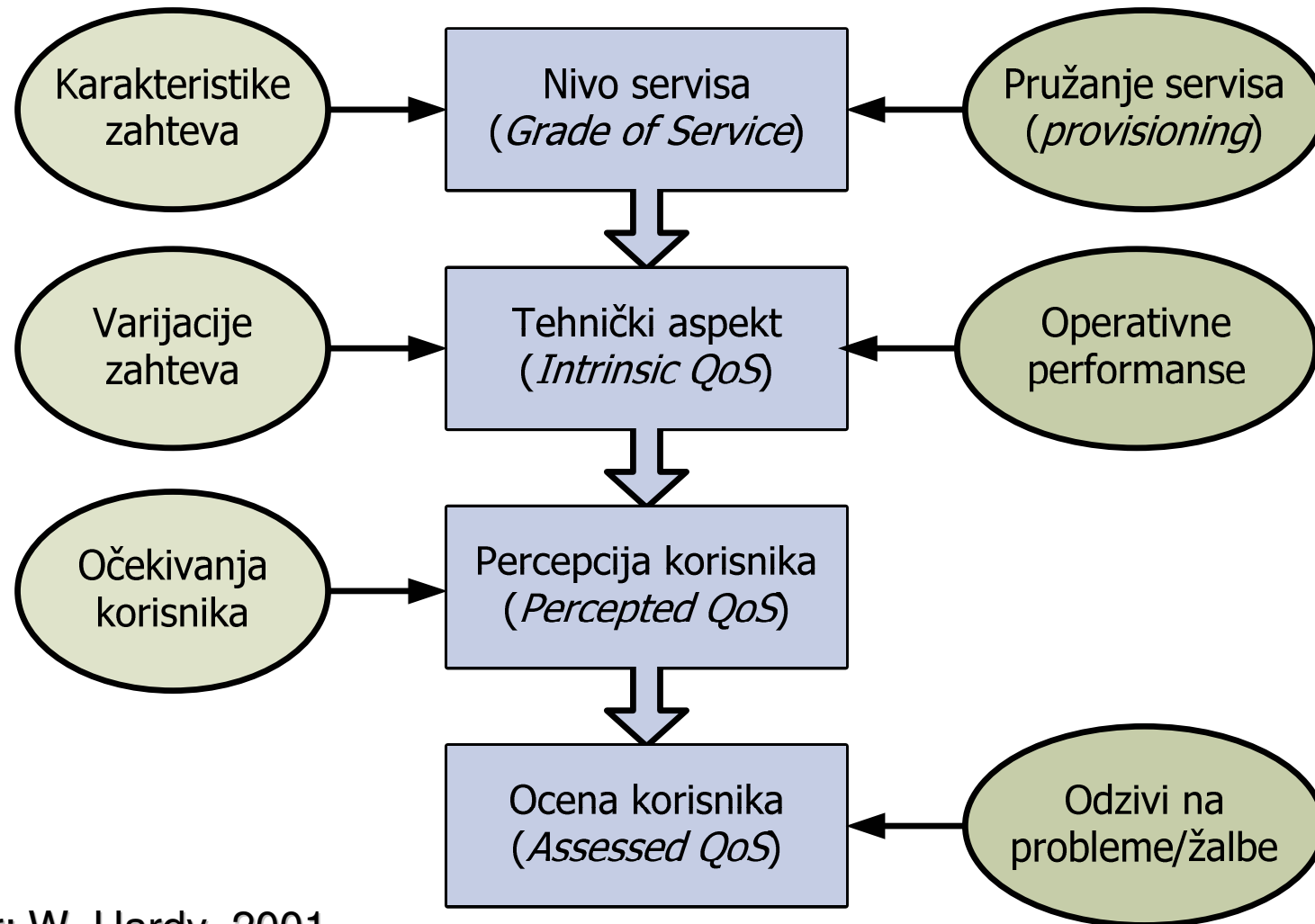
Distributivni servisi podrazumevaju prenos određenih informacija od centra (provajdera servisa) ka krajnjim korisnicima

- **Distributivni servisi bez kontrole korisnika** su radio i TV difuzija
 - Kontinualan tok informacija od centra ka velikom broju pretplatnika, koji imaju neograničen pristup informacijama, bez uticaja na njihov tok i sadržaj
- **Distributivni servisi sa kontrolom korisnika** podrazumevaju mogućnost da pretplatnik zahteva od provajdera servisa distribuciju određenih informacija, koje su obično memorisane (snimljene) i pogodne za cikličnu reprodukciju
 - Primer servisa je video na zahtev (Video on Demand, VoD)
 - “Content” provajderi

Kvalitet servisa (1)

- Problem definicije pojma “kvalitet servisa” (***Quality of Service – QoS***)
 - Tehnički aspekti
 - Subjektivni aspekti
- Primer:
 - Pokušajte da “plasirate” telefonski servis koji je odličan u većini aspekata, ali ima određenih nedostataka
 - Garantujemo servis na bazi 7 dana/24 časa
 - 99,95% poziva rezultiraće uspostavljanjem veze
 - 50,7% tih veza biće “pogrešan broj”
- Postoji više mogućih atributa koji mogu da utiču na percepciju korisnika o QoS
- Problem: nemogućnost da se zadovolje zahtevi korisnika

Kvalitet servisa (2)



Izvor: W. Hardy, 2001.

Kvalitet servisa (3)

- ITU-T preporuka G.1000 definiše QoS kao “zajednički skup performansi servisa koji određuje nivo zadovoljstva korisnika servisom”
 - Ovaj pristup odgovara perceptivnom QoS iz *Hardy*-evog modela
 - ETSI – ima u osnovi isti pristup
- Tehnički aspekti QoS odgovaraju ITU-T definiciji “performanse mreže”
 - Obuhvata sve funkcije mreže koje su bitne za obezbeđivanje određenog servisa
 - Performanse mreže se definišu i mere pomoću parametara pojedinih komponenti mreže koje učestvuju u procesu obezbeđivanja servisa

Kvalitet servisa (4)

■ Parametri ili mere performansi

- Koristan protok (brzina)
- Kašnjenje
- Džiter (varijacija kašnjenja)
- Verovatnoća gubitka informacija
- Vreme uspostavljanja veze i dr.

Tipični zahtevi aplikacija

Aplikacija	Brzina (download)	Zahtevi za kašnjenje	Ostalo
VoIP	64 kb/s	200 ms	Zaštita
Video konferencija	2 Mb/s	200 ms	Zaštita
Deljenje fajlova	3 Mb/s	1 s	–
SDTV	4.5 Mb/s/ch.	10 s	Multicasting
Video u realnom vremenu	10 Mb/s	200 ms	Distribucija sadržaja
Video na zahtev	20 Mb/s	10 s	Mali gubici
HDTV	20 Mb/s/ch.	10 s	Multicasting
Softver mrežnog hosta	25 Mb/s	200 ms	Zaštita

Izvor: Kazovsky et al. (2008). *Broadband fiber access*.
<http://www.comsoc.org/freetutorials>

ITU-T preporuka G.1010

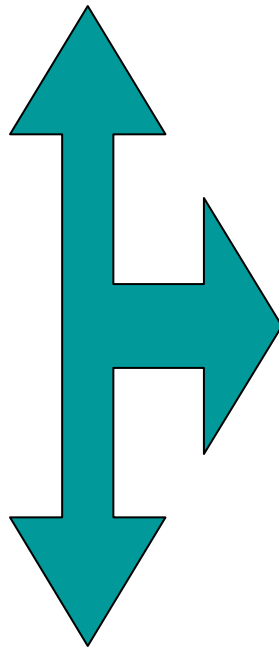
- ITU-T preporuka G.1010 definiše model za kategorije kvaliteta (QoS) multimedijalnih servisa iz perspektive krajnjeg korisnika
- Uzimajući u obzir očekivanja krajnjih korisnika za širok opseg multimedijalnih aplikacija, identifikovano je osam kategorija, na osnovu tolerancija na gubitak informacija i kašnjenje
- Tako definisane kategorije kvaliteta predstavljaju osnov za definisanje realističnih klasa QoS u telekomunikacionoj mreži i za primenu pridruženih mehanizama kontrole kvaliteta servisa u mreži

Zahtevi pojedinih aplikacija za performanse (G.1010)

- Audio
- Video
- Podaci
- Pozadinske (*background*) aplikacije

Audio (1)

1. Prenos glasa
(konverzacioni servis)



3. Prenos audio tokova
(streaming)

2. Govorna pošta

Audio (2)

1. Prenos glasa (konverzioni servis)

- Kašnjenje u jednom smeru – dovoljno malo da ne utiče na dinamiku razgovora (100 – 200 ms)
- Poništavanje eha pri prelazu sa 2-žičnog na 4-žični prenos i obrnuto (u telefonu)
- Eliminacija džitera
- Tolerancija na izvestan stepen gubitaka, koji mogu zavisiti i od koda

2. Govorna pošta

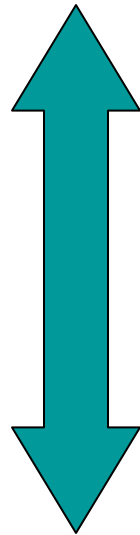
- Slična tolerancija na gubitke kao kod konverzionog servisa
- Veća tolerancija na kašnjenje jer nema direktne konverzacije između učesnika (reda nekoliko sekundi)
 - Postoji razlika između snimanja i reprodukcije (zahtev za reprodukciju je nešto strožiji)

3. Streaming audio

- Potreban bolji kvalitet nego u slučaju konvencionalne telefonije, pa su strožiji zahtevi za gubitak informacija
- Slično kao kod govorne pošte, nema konverzacije, pa su blaži zahtevi za kašnjenje

Video (1)

1. Videotelefonija



2. Prenos videa u
jednom smeru
(distributivni servis)

Video (2)

1. Videotelefonija (konverzacioni servis)

- Videotelefonski sistem je dupleksni sistem kojim se prenose glas i pokretna slika, za potrebe konverzacije
- Zahtevi za kašnjenje su isti kao za prenos glasa, zbog dinamike konverzacije i eha
- Dodatni zahtev – sinhronizacija medija, tj. glasa i slike (tzv. “sinhronizacija usana”)
- Oko je tolerantno na izvestan stepen gubitka informacija, što znači da se dozvoljava gubitak paketa (zavisno od specifičnosti video kodera i načina kontrole grešaka)
 - Na primer, MPEG-4 video kodek omogućuje prihvatljiv kvalitet slike pri gubicima reda 1%

2. Prenos videa u jednom smeru (distributivni servis)

- U ovom slučaju nema komponente konverzacije, zbog čega su blaži zahtevi za kašnjenje, slično kao kod audio streaming-a

Podaci (1)

- ➔ 1. Pretraživanje Weba
- ➔ 2. Prenos velike količine podatka (*bulk data*)
- ➔ 3. Transakcije visokog prioriteta (e-komerc)
- ➔ 4. Komande i kontrolne informacije
- ➔ 5. Prenos mirne slike
- ➔ 6. Interaktivne igre
- ➔ 7. Telnet
- ➔ 8. E-mail (pristup serveru)
- ➔ 9. Instant poruke

**ZAJEDNIČKI ZAHTEV:
PRENOS BEZ
GUBITAKA**

Podaci (2)

1. Pretraživanje Web

- Ova kategorija odnosi se na pretraživanje i pregled HTML komponente Web stranice
 - Ostale komponente, kao što su slike, audio/video klipovi razmatraju se u posebnim kategorijama
- Iz perspektive korisnika, najbitnije je koliko brzo se, posle zahteva, stranica prikazuje na ekranu terminala
 - Prihvatljiva su kašnjenja reda nekoliko sekundi, ali obično ne više od 10 sekundi

2. Prenos velike količine podataka (*bulk data*)

- Ova kategorija se odnosi na prenos fajlova (fajl transfer), a na nju utiče veličina fajla
 - Sve dok postoji indikacija da je prenos fajla u toku prihvatljiva je nešto veća tolerancija na kašnjenje nego u slučaju jedne Web stranice

3. Transakcije visokog prioriteta (e-komerc)

- Najbitniji zahtev je da korisnik ima utisak da se transakcija odvija glatko i u kontinuitetu (kašnjenje reda sekunde)

Podaci (3)

4. Komande i kontrolne informacije

- Stroge granice za kašnjenje, znatno ispod 1 sekunde
- Razlika u odnosu na konverzacione servise – nema tolerancije na gubitak informacija (0%)

5. Prenos mirne slike

- Karakteriše se različitim formatima kodovanja, od kojih su neki tolerantni na gubitak informacija zbog osobina ljudskog oka
 - Međutim, u nekim slučajevima čak i greška na jednom bitu prouzrokuje značajna izobličenja
- Zahtevi za kašnjenje nisu tako strogi i mogu se uporediti sa zahtevima za transfer fajlova (bulk data transfer)

6. Interaktivne igre

- Zahtevi zavise od vrste igre
- Pojedine aplikacije imaju vrlo stroge zahteve za kašnjenje (znatno ispod 1 s)

Podaci (4)

7. Telnet

- Telnet (pristup udaljenom terminalu) se karakteriše strogim zahtevima za kašnjenje (ispod 1 sekunde)

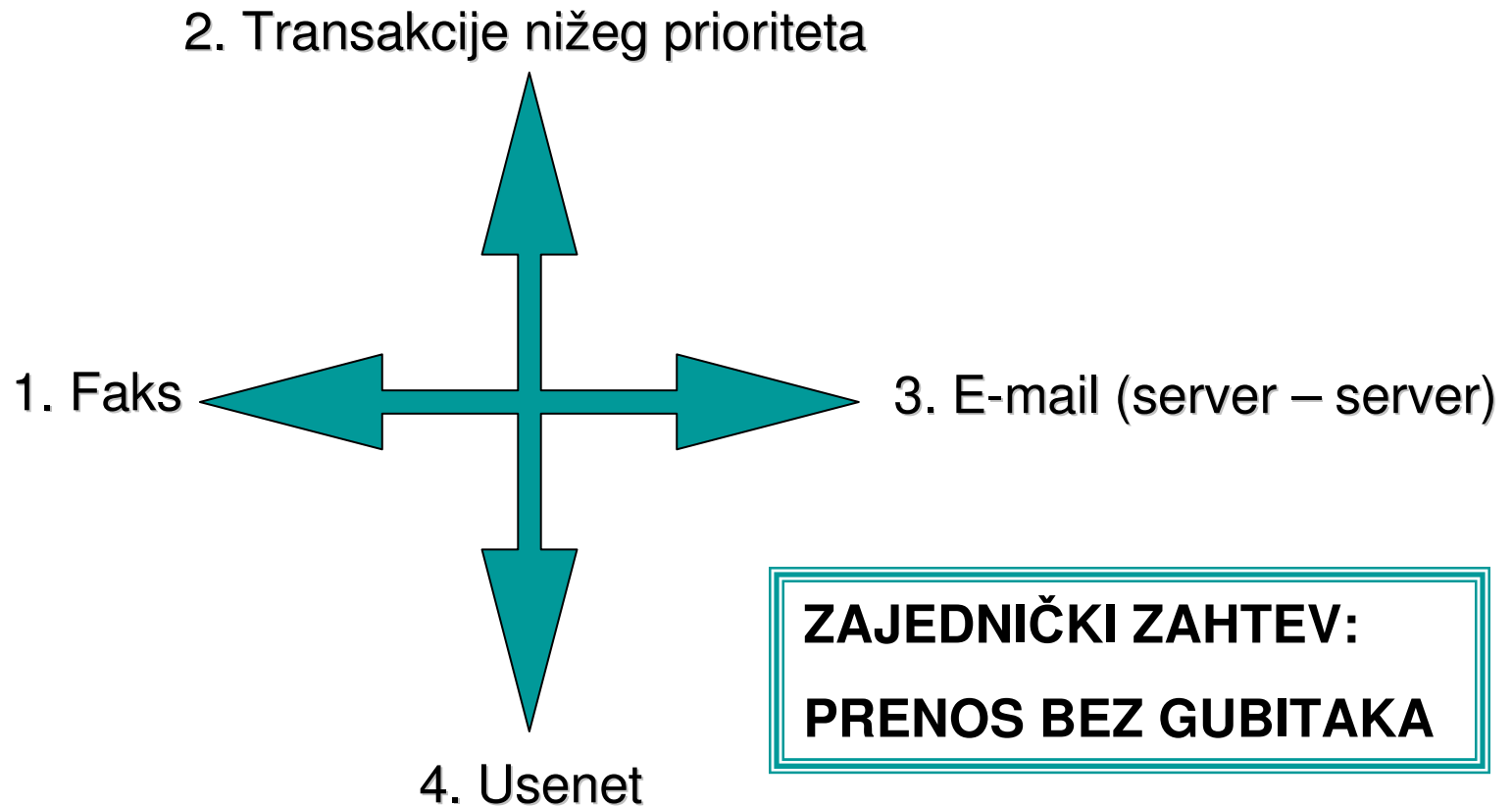
8. E-mail (pristup serveru)

- E-mail je servis tipa “sačuvaj i prosledi” (store and forward), koji toleriše kašnjenja od nekoliko minuta, pa čak i nekoliko časova
- Međutim, postoji razlika između komunikacije korisnik – server i komunikacije server – server
- Kada korisnik pristupa svom mejl serveru, očekuje odziv (slanje i prijem mejla) u intervalu reda nekoliko sekundi

9. Instant poruke

- Instant poruke se prvenstveno odnose na tekst, ali mogu da sadrže audio, video i mirnu sliku
- U svakom slučaju, to nije komunikacija u strogo realnom vremenu, tako da su prihvatljiva kašnjenja od nekoliko sekundi

Pozadinske aplikacije (1)



Pozadinske aplikacije (2)

1. Faks

- Faks je svrstan u ovu kategoriju zato što je uobičajeno pratilac visoko interaktivnih komunikacija u realnom vremenu
- U većini poslovnih scenarija zadovoljavajuće vreme prijema faksa je oko 30 sekundi
- Faks ne zahteva nulte gubitke (toleriše greške do 1%)

2. Transakcije nižeg prioriteta

- Primer ovog servisa je SMS (Short Message Service)
- Prihvatljivo kašnjenje – reda nekoliko desetina sekundi

3. E-mail (server – server)

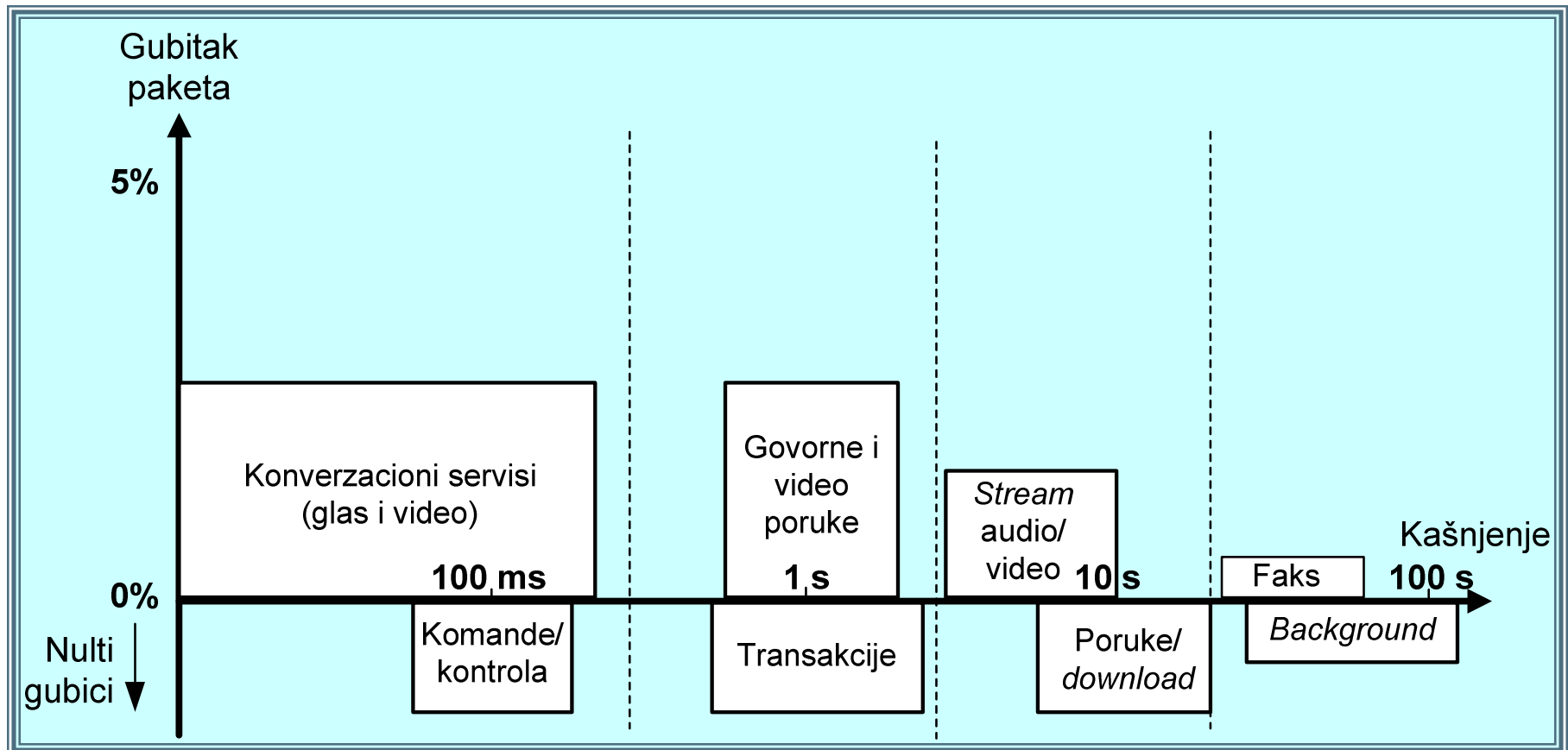
- Kao što je ranije istaknuto, ovo je servis tipa “sačuvaj i prosledi”, koji nije vremenski kritičan

Pozadinske aplikacije (3)

4. Usenet

- Usenet je distribuirani diskusioni sistem
- Sastoji se od skupa grupisanih vesti (*newsgroups*) sa nazivima koji su hijerarhijski klasifikovani po temama
- Korisnici postavljaju svoje članke ili poruke na takve grupe vesti sa računara na kojima je instaliran odgovarajući softver
- Takvi članci se zatim broadcast-uju do drugih povezanih računarskih sistema
- Ovaj servis je vrlo niskog prioriteta, sa krajnje relaksiranim zahtevima za kašnjenje
- Poželjno je da poruke budu primljene redosledom kojim su generisane, da bi se izbegla situacija da se odgovor prikaže pre originalne poruke

Zahtevi za kvalitet servisa



Model za kategorije QoS (iz perspektive korisnika)

Tolerantne na greške	Konverzacioni servisi (glas i video)	Prenos govornih i video poruka	Prenos audio i video tokova (<i>streaming</i>)	Faks
Netolerantne na greške	Prenos komandi i kontrola (Telnet, interaktivne igre)	Transakcije (e-trgovina, pretraživanje Weba, pristup e-pošti)	Prenos poruka, <i>download</i> (FTP, nepokretna slika)	<i>Background</i> (pozadinske) aplikacije
	Interaktivne (kašnjenje $\ll 1$ s)	Osetljive (kašnjenje ~ 2 s)	Pravovremene (kašnjenje ~ 10 s)	Nekritične (kašnjenje $\gg 10$ s)

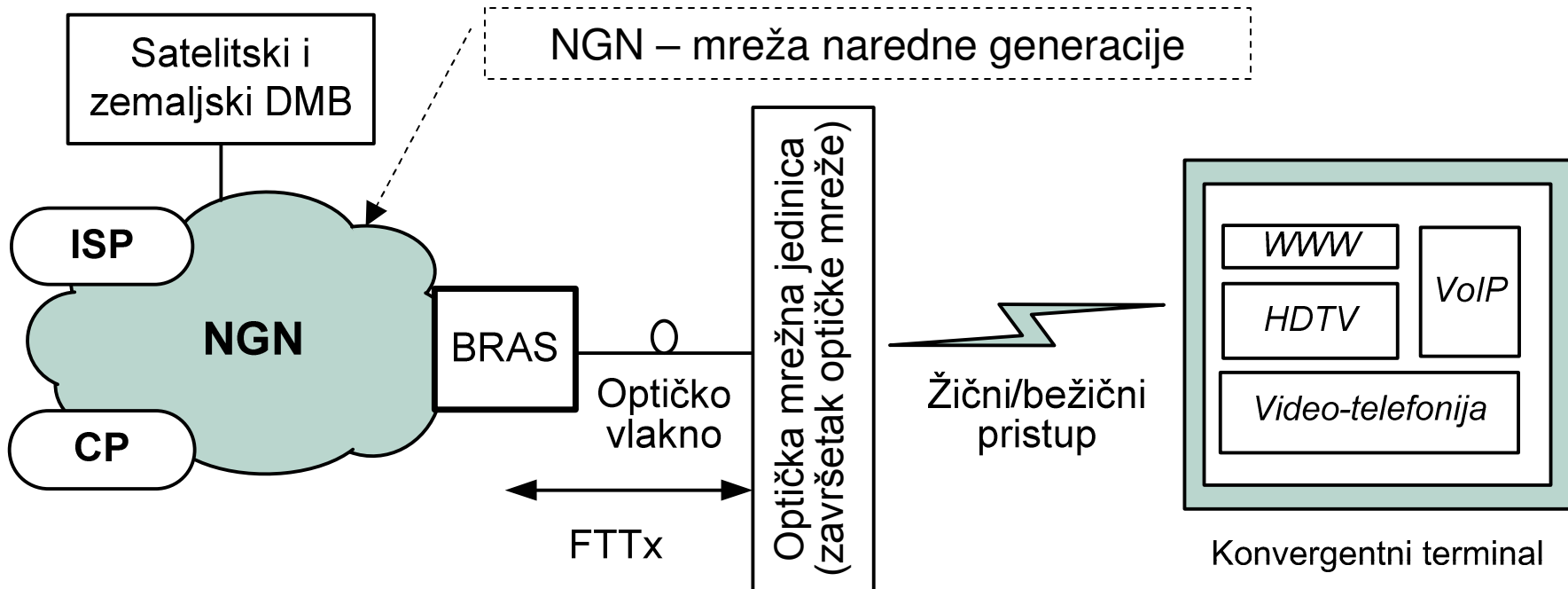
DOMAĆI RAD

Proučiti Tabelu I.1 iz preporuke G.1010 koja daje ciljne vrednosti mera performansi za prethodno audio i video aplikacije

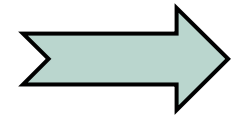
Definicija konvergencije servisa

- **Konvergencija servisa** definiše se kao koordinacija skupa heterogenih servisa na takav način da ih krajnji korisnik “vidi” kao jedan servis
 - *Unicast, multicast i broadcast* servisi
 - Žične i bežične tehnologije (zamenljivost)
 - Komponente servisa mogu imati različite provajdere
- **Konvergentna terminalna oprema** – terminali koji mogu da prihvate sve servise, u digitalnom okruženju
 - Paralelna isporuka različitih tipova sadržaja treba da omogući istovremenu prezentaciju na jednom terminalnom uređaju ili na različitim uređajima (zavisno od zahteva)

Primer konvergencije servisa (1)



BRAS – Broadband Remote Access Server
CP – Content Provider
DMB – Digital Multimedia Broadcast
FTTx – Fiber To The node/cabinet/building/home
ISP – Internet Service Provider



Primer konvergencije servisa (2)

- Primer učenja na daljinu (*broadcast* servis) zajedno sa videotelefonskim sesijama između udaljenih učesnika
- **Digital Multimedia Broadcast (DMB)** sistem je projektovan tako da obezbeđuje TV i radio programe mobilnim telefonima, PC računarima i drugim uređajima posredstvom terestrijalnih i/ili satelitskih sistema prenosa
- **Konvergentni terminal** opremljen za žični i bežični pristup povezan je sa opremom provajdera sadržaja (*Content Provider*, CP) posredstvom širokopojasne mreže za pristup i okosnice mreže

Primer konvergencije servisa (3)

- Tipični zahtevi za podršku svakog od servisa iz primera:
 - **HDTV:** 20 Mb/s × 3 kanala
 - **Videotelefonija:** 4 Mb/s × 4 kanala
 - **Internet servisi:** 20 Mb/s
 - **Telefonski servis (VoIP) visokog kvaliteta:** 2 Mb/s
 - Ukupno: približno **100 Mb/s**