

# TELEKOMUNIKACIJE

NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ZA TELEKOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE  
ACADEMIC AND PROFESSIONAL TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES JOURNAL

## Content/Application

**Metodologija testiranja  
QoS parametara VoIP mreža**

**Protokol za započinjanje sesije**

**IN servisi i Parlay Gateway  
na Telecom Server Platformi**

**Informacione i telekomunikacione  
tehnologije u sektoru zdravstva**

**Nove tehnologije optičkog vlakna**

**Standardi i standardizacija  
u telekomunikacijama - II dio**

## Backbone Network

### Copper Access

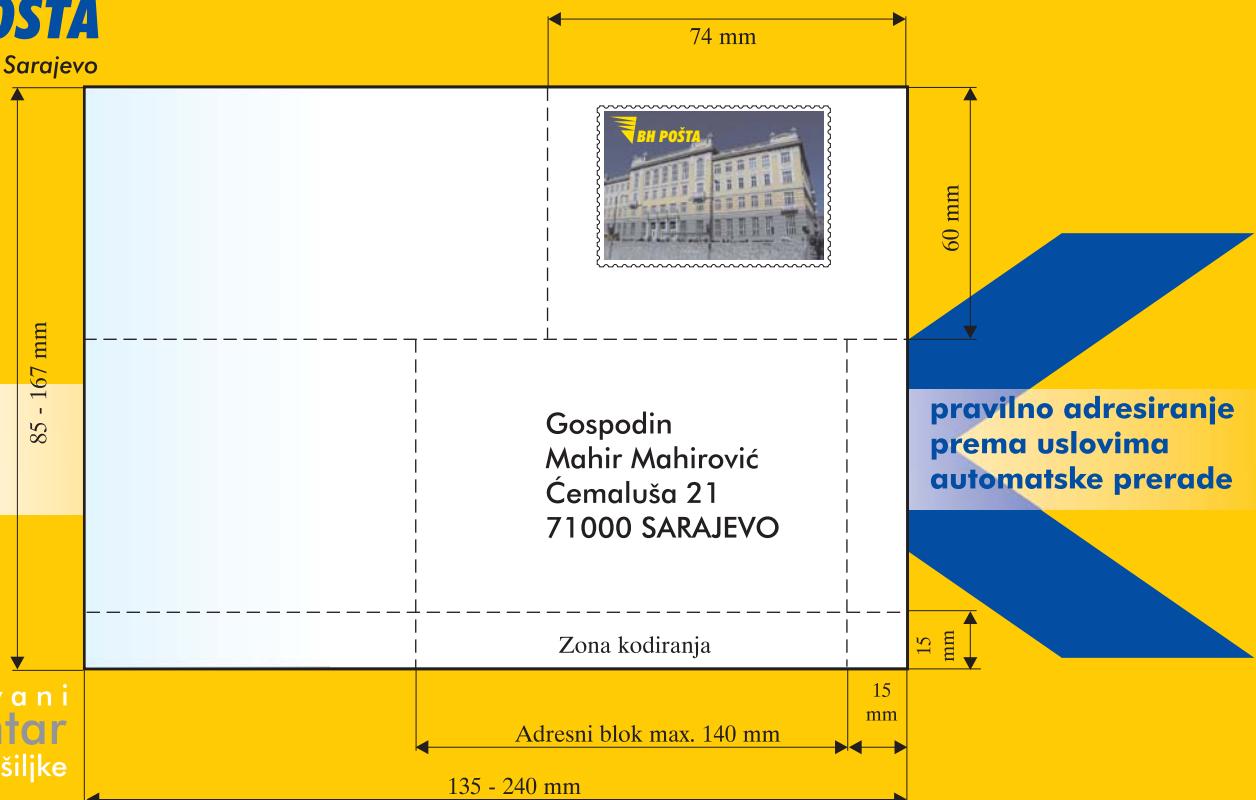
### Fibre Access

### Fixed Radio Access





automatizovani  
sorting centar  
za pismenosne pošiljke



Poštovani,

sa zadovoljstvom Vas obavještavamo da je JP BH Pošta uvela u radni proces **SISTEM ZA AUTOMATSKU PRERADU PISMONOSNIH POŠILJAKA**, kojim će se povećati brzina prijenosa, urednost uručenja poštanskih pošiljaka i osigurati još kvalitetnija poštanska usluga.

Obzirom da ovaj sistem automatski usmjerava pismenosne pošiljke prema adresnim podacima koje očitava mašina, Vaša pomoć nam je neophodna u smislu pravilnog adresiranja Vaše pošiljke. Automatska prerada pismenosnih pošiljaka moguća je samo ako je adresa primaoca pravilno, čitko i po mogućnosti mašinski (ili velikim štampanim slovima) ispisana tačno u prostoru određenom za adresiranje.

Pošiljke koje ne budu zadovoljavale navedene uslove obrađivaće se ručno, što će usporiti njihovu obradu i uručenje.

H I B R I

hbridna pošta predstavlja najlakši način procesiranja elektronskih podataka u štampanom obliku. Štedi vrijeme i novac, omogućava brzo štampanje velikog broja računa, letaka, propagandnog materijala...

D N A P O Š T A



**uštedite novac  
i vrijeme**

Izdavač/Publisher  
Bosanskohercegovačko udruženje  
za telekomunikacije

Urednički odbor/Editorial Board  
dr Draguljub Milatović, dipl. el. ing.  
dr Himzo Bajrić, dipl. el. ing.  
dr Nediljko Bilić, dipl. el. ing.  
dr Mirko Škrbić, dipl. el. ing.  
dr Mesud Hadžalić, dipl. el. ing.  
mr Akif Šabić dipl. el. ing.  
mr Radomir Bašić, dipl. el. ing.  
mr Hamdo Katica, dipl. el. ing.  
Džemal Borovina, dipl. el. ing.

Glavni i odgovorni urednik /Editor and Chief  
mr Nedžad Rešidbegović

Lektor/Linguistic Adviser  
mr Džafer Obradović

Tehnički urednik/Technical Editor  
mr Jasminko Mulaomerović

Računarska obrada/DTP  
TDP, Narcis Pozderac

Štampa/Printed by  
SaVart

Časopis je evidentiran u evidenciji javnih glasila pri Ministarstvu obrazovanja, nauke i informisanja Kantona Sarajevo pod brojem NKM 42/02. Prema Mišljenju broj 04-15-2295/2002 Federalnog ministarstva obrazovanja, nauke, kulture i sporta časopis je proizvod iz člana 19. tačka 10. Zakona o porezu na promet proizvoda i usluga na čiji se promet ne plaća porez na promet proizvoda.

Časopis *TELEKOMUNIKACIJE* u pravilu izlazi četiri puta godišnje.

Cijena časopisa je 5 KM, za pravna lica 10 KM i za inostranstvo 5 EUR.  
Račun broj: 1610000031970047 kod Raiffeisen bank d.d. Sarajevo

Adresa Uredništva  
Bosanskohercegovačko udruženje  
za telekomunikacije  
Zmaja od Bosne 88  
71000 Sarajevo  
web: www.bhtel.ba  
E-mail: bhtel@bih.net.ba  
Tel.: 033 220-082

## SADRŽAJ / CONTENTS

---

Hadžalić Benijamin, dipl.el.ing. <b>Metodologija testiranja QoS parametara VoIP mreža</b> <i>Tasting Metodology QoS Parameters for VoIP Networks.</i>	3
mr Amir Kraljušić, dipl. el. ing. <b>Protokol za započinjanje sesije</b> <i>Session Initiation Protocol</i>	11
Maja Vladović, dipl. ing. el. <b>IN servisi i Parlay Gateway na Telecom Server Platformi</b> <i>In Services and Parlay Gateway on Telecom Server Platform.</i>	21
mr Sead Adanalić dipl. el. ing. <b>Informacione i telekomunikacione tehnologije u sektoru zdravstva</b> <i>Information and Telecommunications Technology in the Health Care.</i>	25
Emin Hatunić, dipl.el. ing. <b>Nove tehnologije optičkog vlakna</b> <i>Optical Fibre new Technologies</i>	33
dr Himzo Bajrić <b>Standardi i standardizacija u telekomunikacijama - II dio</b> <i>Standards and Standardization in Telecommunications</i>	43

# Uvodna riječ

Vijeće Ministara Bosne i Hercegovine, treba uskoro da usvoji **Politiku razvoja informacionog društva** Bosne i Hercegovine, sa namjerom da se na nivou Bosne i Hercegovine usvoje: generalni principi, opredjeljenja, smjernice i nosioci aktivnosti koji se tiču izgradnje informacionog društva.

Politika za informaciono društvo predstavlja *okvirni i bazni dokument*, na osnovu kojeg će se, u procesu razvoja i izgradnje Informacionog društva, moći donositi zakoni, propisi i drugi akti te odlučivati o pravcima razvoja, akcionim planovima i prioritetima na nivou BiH i njenih entiteta. Fascinantna razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija (IKT) i mogućnost njihove primjene u svim sferama društva, promovisao je iste kao ključne faktore razvoja svakog savremenog društva, pa time i Bosne i Hercegovine. Ove tehnologije mijenjaju način na koji ljudi, poslovni i upravljački sistemi komuniciraju te globalni ambijent u kojem rade i razvijaju se savremene ekonomije i društva. Jedino *informaciona društva*, u kojima su znanje i pravovremene, sveobuhvatne i tačne informacije osnovni upravljački resursi, mogu da osiguraju progres i budućnost svojim građanima.

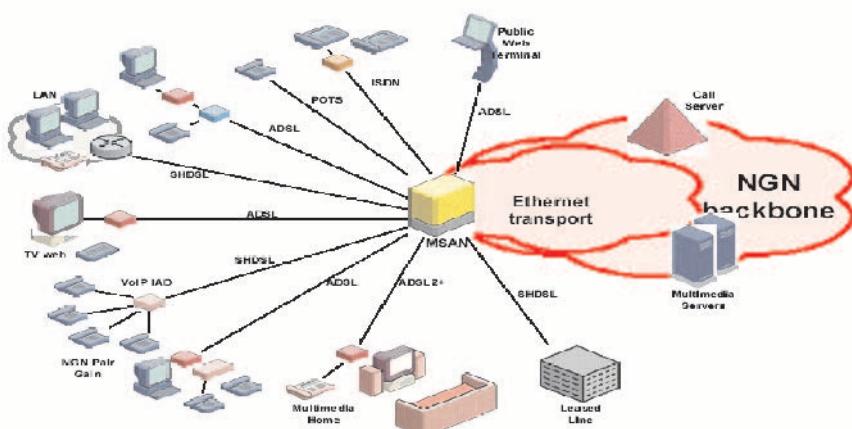
Politika razvoja informacionog društva je sastavni dio ukupne državne politike Bosne i Hercegovine i entiteta. Ovom Politikom su izraženi ambiciozni ciljevi za izgradnju Bosne i Hercegovine kao modernog i prosperitetnog društva. Ostvarenje vizije takvog društva je zadatok najvišeg stepena kompleksnosti koji zahtijeva prije svega konsenzus te koordiniran napor i podršku na državnom nivou svih relevantnih političkih subjekata, ali i suštinsko prihvatanje navedenih principa i opredjeljenja od strane svih relevantnih učesnika. Realizacija ovog kompleksnog zadatka je dugoročan proces.

Politika razvoja Informacionog društva identificira osnovne ciljeve, principe i opredjeljenja, osnovna područja i smjernice djelovanja, te glavne činioce i njihove uloge za realizaciju navedenih ciljeva. U domenu telekomunikacija ovo se prije svega odnosi na infrastrukturu kako fizičku tako i logičku i organizacijsku. Ispunjeno zahtijeva zasniva se na pružanju svih vrsta usluga uz odgovarajuća rješenja nove generacije mreža (NGN), zatim izgradnja odgovarajuće širokopojasne pristupne mreže, adekvatna brzina pristupa i primjena novih tehnologija.

Doprinos ovom je u kroz priloge stručnih radova za časopis Telekomunikacije gdje se prezentiranje svih ideja mogu doprinijeti ostvarenju ovog cilje na optimalana način.

Sarajevo, januar 2004 godine

mr Nedžad Rešidbegović, dipl. el. ing.



# Metodologija testiranja QoS parametara VoIP mreža

## *Tasting Metodology QoS Parameters for VoIP Networks*

### Sažetak:

Svjedoci smo brzog razvoja Interneta i novih inovativnih tehnologija koje se zasnivaju na korištenju IP protokola kao osnovnog transportnog mehanizma. Jedna od tih je tehnologija prenosa govora preko mreža baziranih na IP protokolu obilježena engleskom skraćenicom VoIP. VoIP je trenutno alternativa konvencionalnim telefonskim sistemima. Inače, već sad se može reći da je telekomunikaciona mreža slijedeće generacije bazirana na IP protokolu i da će omogućiti realizaciju multimedijalnih usluga. Za implementiranje kvalitetnih VoIP usluga potrebna je odgovarajuća infrastruktura koja će obezbijediti kvalitet servisa QoS. Radi ocjene kvaliteta mreže potrebno vršiti mjerjenja određenih parametara u mreži i na osnovu tog poduzeti aktivnosti za obezbijeđenje QoS. Ovaj rad daje pregled tih parametara i metodologiju njihovog određivanja.

Ključne riječi: VoIP, QoS, konvergencija, gateway, gatekeeper, H.323, Megaco, SIP, RTP, MOS, subjektivna mjerjenja, objektivna mjerjenja, kodek.

### Abstract:

We are witnesses of explosive growth of the Internet, and the development of new inovative technologies based on IP protocol. One of these is technologies Voice over IP known as abr. VoIP. VoIP is today alternative for traditional telephone system. Vision of the next generation telecommunication network tomorrow, multimedia services network, is the network based on IP protocol. For the implementation of the VoIP services it is necessary to have network infrastructure which enable needed level of QoS. For estimation network quality it is necessary to measure some parameters and realise some activities in the network to achieve QoS. This work present relevant parameters and methodology for there determination.

Key words: VoIP, QoS, convergention, gateway, gatekeeper, H.323, Megaco, SIP, RTP, MOS, subjective measurements, objective measurements, Codec.

### SKRAĆENICE

SIP	Session Initiation Protocol
SDP	Session Description Protocol
MGCP	Media Gateway Control Protocol
RTP	Real-Time Transport Protocol
H.323	Standard paketskih video, audio servisi
PCM	Pulse Code Modulation
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation
CELP	Code-Excited Linear Predictive Coding
LD-CELP	Low-delay CELP
MP-MLQ	Multi - Pulse Maximum Likelihood Quantization
MOS	Mean Opinion Score
VPN	Virtual Private Network
PSQM	Perceptual Service Quality Measurements
MNB	Measurement Normalizing Blocks
PAMS	Perceptual Analysis Measurement System
PESQ	Perceptual Evaluaton of Spech Quality
QoS	Quality of Service
VAD	Voice Activity Detection

### 1 OPĆENITO O VOIP

Interesovanje za VoIP poraslo je zadnjih nekoliko godina. Korporacije, ISP-ovi, ITSP-ovi vide u VoIP mogućnost vodeće uloge u tehnologiji transporta paketskog glasa. Tipični razlozi za implementaciju uključuju manja cijena, konsolidacija mreže, konvergencija servisa. Smanjenje cijene odražava se u pogledu međunarodnih i transatlanskih poziva po znatno nižim cijenama nego kod konvencionalnih metoda. Što se tiče konsolidacije mreže ona se odnosi na transport različitih klasa prometa kroz istu mrežnu infrastrukturu, uprošćeno upravljanje mrežom, redukcija troškova korištenjem jedinstvene opreme. Konvergencijom servisa postiže se poboljšanje funkcionalnosti. Ovakva potpuna integracija dopušta razvoj novih aplikacija kao što su jedinstveni sistem poruka i WEB pozivni

centar. Dizajniraje VoIP mreže zahtjeva pažljivo planiranje, naročito sa aspekta osiguranja zadovoljavajuće kvalitete.

#### 1.1 Komponente VoIP

Slika 1 pokazuje principijelu shemu VoIP mreže sa svojim glavnim elementima. Gateway konverte signale od konvencionalnih telefonskih interfejsa (POTS, T1/E1, ISDN) ka VoIP. IP telefon kao uredaj prirodno je pripremljen za konekciju na IP mrežu. Dalje će mo koristiti termin terminal za oznaku gateway-a, IP telefona, PC-a sa VoIP interfejsa.

Ova terminologija je u skladu sa terminologijom koja se koristi kod H.323 protokola, što ne znači da se jedna ovakva infrastruktura mora zasnivati na H.323 protokolu. Server provodi upravljačke i administrativne funkcije kao podršku usmjeravanju poziva kroz mrežu. Kod sistema osnovanih na H.323 protokolu, ovakav server poznat je kao gatekeeper. Kod arhitektura sa SIP/SDP, srever je tzv. SIP server. Kod sistema čiji se rad oslanja na MGCP ili Megaco, server se označava kao call agent. Konektivnost između uredaja provodi IP mreža koja može biti privatna, Intranet ili Internet.

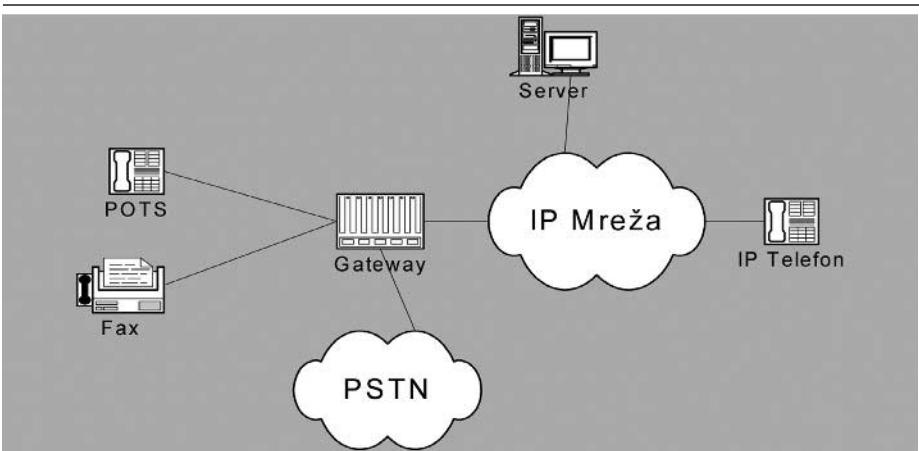
Jednom kada poziv bude uspostavljen, govor biva digitaliziran i poslat kroz IP mrežu kao IP okvir. Uzorci glasa se prvo enkapsuliraju u RTP i UDP pa tek se onda pakuju u IP okvire. Slika 2 prikazuje primjere dva VoIP okvira u LAN i WAN mreži. Na primjer ako se kao kodek koristi G.711 paketizacijski period je 20ms, korisni sadržaj okvira iznosi 160 okteta. Ovo kao rezultat daje okvir ukupne dužine 206 okteta u WAN-u ili 218 okteta u LAN-u.

### 2 KVALITETA GLASA

Kako je već napomenuto kod dizajniranja VoIP mreža, veoma je bitno razmotriti sve faktore koji imaju utjecaj na kvalitetu glasa. Slijedi kratak pregled glavnih faktora na koje treba обратiti pažnju.

#### 2.1 Kodek

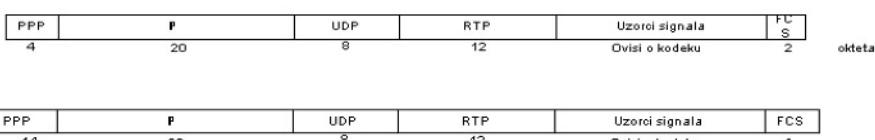
Prije nego što analogni glas bude transmitovan kroz IP mrežu mora prvo biti digitaliziran. Glavni standardi kodiranja dati su u Tabeli 1. U tabeli je ista-



Slika 1.  
Komponente VoIP mreže

Standard	Algoritam	Propusni opseg
G.711	PCM ( <i>Pulse Code Modulation</i> )	64 kbps
G.726	ADPCM ( <i>Adaptive Differential Pulse Code Modulation</i> )	16, 24, 32, 40 kbps
G.728	LD – CELP ( <i>Low Delay Code Excited Linear Prediction</i> )	16 kbps
G.729	CS – ACELP ( <i>Conjugate Structure Algebraic CELP</i> )	8 kbps
G.723.1	MP – MLQ ( <i>Multi – Pulse Maximum Likelihood Quantization</i> )	6.3 kbps, 5.3 kbps
	ACELP ( <i>Algebraic Code Excited Linear Prediction</i> )	6.3 kbps, 5.3 kbps

Tabela 1.  
Neki od standarda za kodiranje koji se najčešće koriste u VoIP uređajima



Slika 2.  
Enkapsulacija VoIP okvira

knuta orelacija između kvalitete glasa i propusnog opsega tj. brzine transporta: veći propusni opseg znači i veću kvalitetu glasa. U tabeli je istaknuta orelacija između kvalitete glasa i propusnog opsega tj. brzine transporta: veći propusni opseg znači i veću kvalitetu glasa.

## 2.2 Gubici okvira

VoIP okviri putuju IP mrežom, koja je veoma nepouzdana. Okviri mogu biti izgubljeni kao rezultat zagruženja mreže ili korumpiranosti podataka. Osim toga,

kod prometa u realnom vremenu kao što je glas, retransmisija izgubljenih okvira upravljana na trećem nivou OSI modela nije praktična iz razloga pojave dodatnog kašnjenja. Stoga, terminali u komunikaciji moraju imati nekakvu vrstu dogovora u vezi izgubljenih uzoraka govora, što se referira kao brisanje okvira. Efekat gubitaka okvira na kvalitetu glasa ovisi o tome kako terminali upravljaju ovim gubicima.

U jednostavnom slučaju, terminali puštaju pukotine ugovornom strimu ako je mali broj okvira izgubljen. Ako je izgubljen veliki broj okvira, govor će biti isprekidan sa nedostajućim sloganima ili riječima. Jeda mogući vid strategije rekonstruiranja je ponavljanje prethodnog neizgubljenog uzorka govornog signala. Ovakav pristup je moguć u slučajevima kada imamo nevelike gubitke okvira. Kao bolji pristup koji se češće koristi kod naglih većih količina izgubljenih okvira je interpolacija. Na osnovu prethodnog uzorka signala glasa, dekoder utvrđuje kakav izgubljeni okvir bi mogao biti. Ova tehnika poznata je kao prikrivanje gubitaka paketa (PLC - Packet Loss Concealment).

Kao primjer ITU-T G.711 dodatak I opisuje PLC algoritam kod PCM-a. Kružni spremnik sadrži 48,75 ms prethodnog uzorka signala. Kada je gubitak jednog okvira detektovan, sadržaj kružnog spremnika se koristi kako bi se izvršila estimacija trenutnog centralnog dijela signala. Ove informacije se koriste za generiranje signala sinhronizacije kojim se puni nastala praznina. Sa PLC kod G.711 postiže se dodatno kašnjenje na izlazu od 3,75 ms radi osiguranja glatkog prelaza između realnog i sinhroniziranog signala. Koderi čiji se rad zasniva na CELP-u kao što su G.723, G.728 i G.729 također koriste PLC algoritme. Generalno ako gubici nisu previše veliki tj. nedostajući dijelovi signala nisu toliko dugi, signal neće doživjeti rapidne promjene, poslije tretmana prikrivanja gubitaka nedostajući dijelovi signala mogu postati neprimjećeni.

ITU-T G.113 dodatak I donosi odredena uputstva za planiranje i tretman efekata gubitaka okvira na kvalitetu glasa.

Mjereni utjecaj se izražava kroz veličinu  $l_e$  (equipment impairment factor - faktor slabljenja uradaja). Ovaj faktor se izvodi subjektivnim metodama koristeći MOS (Mean Opinion Score) metode. Metodologija njegovog dobijanja je opisana u G.113 Annex E. Ona je bezdimenzionalna veličina čija vrijednost nula znači da nema slabljenja. Veći  $l_e$  faktor označava jača slabljenja.

Tabela 2 dobijena je iz G.113 dodatak I i pokazuje utjecaj gubitaka okvira na  $l_e$  faktor.

### 2.3 Kašnjenje

Joščedan značajan aspekt prilikom dizajniranja VoIP mreže je efekat kašnjenja. Problemi koje donosi kašnjenje ogledaju se u pojavi cha i preslušavanja govornika. Efekti kašnjenja na transport glasa diskutuju se u ITU-T G.114.

#### 2.3.1 Uzroci kašnjenja

Prije nego što budemo govorili o utjecaju kašnjenja, da se osvrnemo na uzroke kašnjenja.

*Algoritamsko kašnjenje.* Ovo kašnjenje prouzrokuje CODEC i njegov algoritam kodiranja.

Paketizacijsko kašnjenje. Kod RTP, uzorci govora se često skupljaju prije nego što budu ubačeni unutar okvira za transport. RFC 1890 specificira osnovni paketizacijski period na 20ms.

Za G.711, ovo znači da 160 uzoraka treba biti prikupljeno i teko onda poslano jednim okvirom. U drugu ruku, G.723.1 vrši generiranje govornog okvira svakih 30ms i svaki govorni okvir se obično šalje kao samostalni RTP paket.

*Kašnjenje serijalizacije.* Ovo je vrijeme potrebno za slanje IP paketa. Kao primjer, G.711 koristi paketizacijski period od 20ms (160 okteta korisnog sadržaja kod RTP paketa), čitav okvir recimo kod PPP enkapsulacije iznosi 206 okteta. Za slanje okvira potrebno je recimo naliniji od 64 kbps 25,8 ms. Tako se ovo kašnjenje pravi svaki put pri prolasku paketa kroz uređaje koji rade na principu "skladišti i prislijedi" kao što su ruteri ili svičevi. Tako da recimo okvir koji prođe kroz 10 ruteru njegovo kašnjenje serijalizacije se povećava 10 puta.

Kodek	$l_e$ (0% gubitaka)	$l_e$ (2% gubitaka slučajnih okvira)	$l_e$ (5% gubitaka slučajnih okvira)
G.711 bez PLC-a	0	35	55
G.711 sa PLC-om	0	7	15
G-729A	11	19	26 <sup>3</sup>
G.723.1 (6,3 kbps)	15	24	32 <sup>3</sup>

Tabela 2.  
Utjecaj gubitaka okvira na  $l_e$  faktor

*Propagacijsko kašnjenje.* Ovo je vrijeme potrebno električnom ili optičkom signalu da pređe preko transportnog medija i kao takvo je funkcija geografske udaljenosti. Brzina propagacije je približno 4 -6 μs/km. Za satelitski prenos kašnjenje iznosi 110 ms za satelite na visini od 14000 km, 260 ms za satelite na 36000 km.

*Uredajska kašnjenja.* Ovo su kašnjenja prouzrokovana različitim komponentama unutar transmisijskog sistema.

#### 2.3.2 Potiskivanje odjeka

Prvi negativan utjecaj kašnjenja se ogleda kroz pojavu odjeka. Odjek u konvencionalnim telefonskim mrežama može nastati iz razloga slabog spoja između dijelova slušalice predviđenih za govor i slušanje. Ova pojava poznata je kao akustični odjek. Takoder se može pojaviti kada se dio električne energije reflektuje i vratí govorniku od strane hibridne petlje tj. mesta gdje se dvoparični sistem mijenja sa četvoroparičnim kod PSTN-a. Ova pojava poznata je kao *hibridni odjek*.

Kada je kašnjenje s kraja na kraj veze u jednom smjeru malo, bilo kakav odjek koji se generira u glasovnoj petlji se vraća govorniku veoma brzo tako da može biti neprimjećen. U stvarnosti, preporuka je da je potiskivanje odjeka nepotrebno ako kašnjenje u jednom smjeru iznosi manje od 25ms. Drugim riječima, ako se odjek vratí za manje od 50ms on neće biti primjetan. Međutim, kod VoIP mreža kašnjenje skoro uvijek prelazi ovaj prag od 25ms, tako da se moraju poduzeti mjere potiskivanja tog odjeka.

### 2.3.3 Preslušavanje govornika

Baš kao i potiskivanje odjeka, održavanje konverzacije u oba smjera postaje teško kada se kašnjenje povećava iz razloga pojave preslušavanja. Ovo je problem koji se dešava kada jedna strana sijec će govor druge strane jer se pojavljuje veliko kašnjenje. G.114 daje sljedeće preporuke u pogledu ograničenja kašnjenja u jednom smjeru veze:

- 0 do 150ms - prihvatljivo za većinu korisničkih aplikacija;
- 150 do 400ms - prihvatljivo kada vrijeme transmisije utiče na slabljenej kvalitete;
- preko 400ms - neprihvatljivo sa aspekta generalnog planiranja mreže.

### 2.4 Varijacija kašnjenja

Prilikom transporta okvira kroz IP mrežu iskustveno je jasno da iznos kašnjenja za svaki pojedinačni okvir može biti različit. Ovo se javlja iz razloga što kašnjenje iz razloga čekanja u redovima na obradu i vrijeme procesiranja pojedinih paketa u mnogome ovisi o opterećenju mreže. Šta to znači praktično, izvor generiše okvire glasa u jednakim ekvidistantnim intervalima (recimo svakih 20ms), na drugoj strani zbog pojave varijacije kašnjenja kroz mrežu odredišni čvor ne prima na takav način poslane okvire (Slika 3).

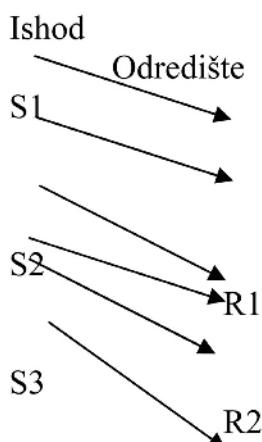
Generalno, varijacija kašnjenja ima za posljedicu gomilanje i pojavu većih praznina u dolazećem nizu podataka. Opcija strategija u postupku sa problemom koji donosi varijacija kašnjenja je zadržavanje dolazećih okvira u izlaznom spremniku dovoljno dugo da bi se omogućilo sporijim okvirima da pristignu na vrijeme kako bi sekvence bile izvršavane na korektan način. Veći iznosi varijacija kašnjenja dovode do dužeg zadržavanja pojedinih okvira u izlaznom spremniku, te na taj način uvode dodatno kašnjenje. Radi minimiziranja kašnjenja koje se prouzrokuje upotrebom spremnika, veliki broj aplikacija koristi se adaptivnim spremnikom za varijaciju kašnjenja. To u principu znači sljedeće: ako je iznos varijacije kašnjenja u mreži mali i veličina spremnika je mala, ako varijacija kašnjenja raste u skladu sa porastom prometa u mreži tada se i veličina spremnika automatski povećava. Stoga, varijacija kašnjenja u mreži utiče na kvalitetu glasa u tolikoj mjeri koliko se povećava kašnjenje s kraja na kraj upotrebom izlaznih spremnika. Ponekad kada je varijacija kašnjenja veoma velika, izlazni spremnik se može izabrati tako da omogući gubitke određenih okvira kako bi se ukupno dopušteno kašnjenje zadržalo u svojim granicama.

### 2.5 Proračun kašnjenja

Slika 4 prikazuje primjer VoIP mreže i pojedinčne uzročnike kašnjenja. Na osnovu takve predstave može se napraviti proračuna kašnjenja. Prepostavimo da je cilj postići kašnjenje s kraja na kraj veze u iznosu od 150ms.

G.723.1 algoritamsko kašnjenje:	37,5
G.723.1 kašnjenje procesiranja:	30
Serilizacijsko kašnjenje (dva E1)	2
Propagacijsko kašnjenje 5km optike	25
Kašnjenje na ostalim komponentama	2
Ukupno fiksno kašnjenje	96,5
Prema ovome imamo ostavljen promjenljivi limit:	
= 150ms - 96,5 ms = 53,5 ms	

U ovom primjeru, proračunat je najmanji fiksni iznos kašnjenja od 96,5ms. Naravno ovome se mora dodati i prisust-



Slika 3.  
Varijacija kašnjeja

$$D_i = (R_i - S_i) - (R_{i-1} - S_{i-1}) \\ = (R_i - R_{i-1}) - (S_i - S_{i-1}) \\ J = \frac{\sum_{i=1}^n |D_i|}{n}$$

vo varijacije kašnjenja za vezu s kraja na kraj. Postavlja se pitanje koliku varijaciju kašnjenja može podnijeti sistem? Ako je prema pretpostavci cilj neprekoračenje kašnjenja od 150ms, to znači da je maksimalna varijacija kašnjenja koja se može tolerisati 53,5ms. Pretpostavka je da se varijacija kašnjenja može ukloniti sa izlaznim spremnikom koji može okvire podvrgnuti kašnjenju višem od 53,5ms u cilju uklanjanja uticaja varijacije kašnjenja.

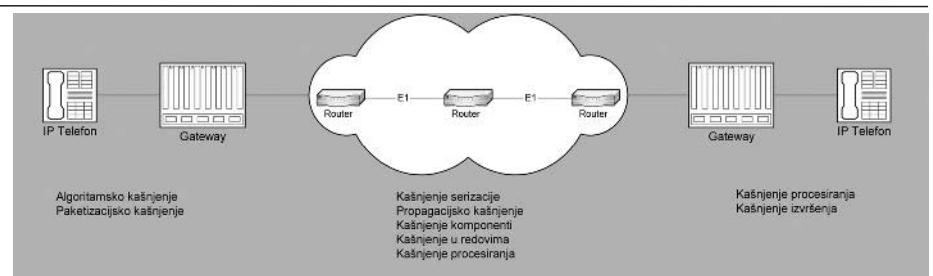
Ovaj primjer se zasniva na pretpostavci da se poznaje tačna topoogija mreže, pa je tako moguće izračunati komponente kašnjenja. U sljedećem primjeru (slika 5), pretpostaviti će se da je gateway konektovan preko VPN servisa osiguranog od strane ISP-a. Pretpostavimo opet da je cilj ostvariti konekciju sa kraja na kraj sa maksimalnim kašnjanjem od 150ms:

G.723.1 algoritamsko kašnjenje	37,5
G.723.1 kašnjenje procesiranja	30
Ukupno kašnjenje na gateway-ima:	67,5

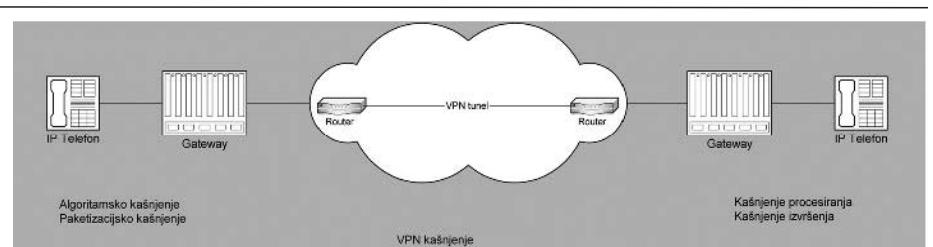
Granica kašnjenja koja se nesmije preći na dionici putanje kroz Internet je u ovom slučaju 82,5ms. U ovom primjeru, možemo izvršiti identifikaciju kašnjenja na dva gateway-a. Kako bi ostalo u zadatim okvirima kašnjenje koje donose ISP-evi ne smije preći 82,5ms. Ovaj iznos uključuje u sebi i fiksni dio kašnjenja kao i proomjenljivi. Što će reći, minimalno kašnjenje duž VPN putanje mora biti 50ms. Maksimalna varijacija kašnjenja koju sistem može tolerirati i kompenzirati izlaznim spremnikom, tada je 32,5ms. Danas ISP-evi nude VPN servise u skladu sa tzv. Ugovorom o nivou servisa (Service Level Agreement - SLA). SLA se koristi da se utvrde garantirani iznosi kašnjenja povratne putanje između site-ova.

### 3. MJERENJE KVALITETE GOVORA

U prethodnom poglavljju, date su generalne preporuke kako dizajnirati mrežu sa preduslovima za osiguranje kvalitete glasa. Kao povratne informacije u procesu kontrole kvalitete glasa koriste se različite metode za mjerenje te kvalitet.



Slika 4.  
Primjer proračuna kašnjenja



Slika 5.  
Primjer 2 proračuna kašnjenja

### 3.1 MOS (Main Opinion Score)

MOS je opisan u ITU-T P.800 i često je korištena metoda za mjerenje kvaliteta glasa. Pripada grupi subjektivnih metoda mjerenja. Ona uključuje dvije metode testiranja: test ocjene konverzacije i test ocjene slušanja. Testni subjekti ocjenjuju kvalitet sistema za transmisiju glasa bilo na osnovu kon-verzacije ili na osnovu slušanja uzorka govora. Dalje se kvalitet glasa rangira koristeći sljedeću skalu:

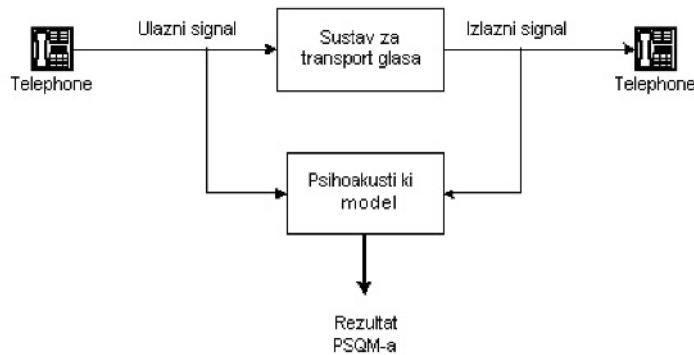
Odličan	5
Dobar	4
Priličan	3
Slab	2
Loš	1

MOS se zatim izračunava uzimajući srednju vrijednost rezultata testnih subjekata. MOS je dizajniran za ocjenjivanje različitih standarda kodiranja. Tabela 3 prikazuje preporučene MOS rezultate koje treba zadovoljiti govor za različite algoritme kodiranja.

MOS je subjektivni prilično relevantan test, međutim pored ovoga postoji druga grupa objektivnih metoda mjerenja čiji je cilj dobijanje kvantitativnih pokazatelja kojima se aproksimiraju mogućnosti ljudske percepcije kvaliteta glasa.

Standard	Algoritam	Veličina okvira (ms)	Kompresija	Propusni opseg (kbps)	MOS
<b>G.711</b>	PCM	0.125	1	64	<b>4.10</b>
<b>G.726,</b> <b>G.727</b>	ADPCM	0.125	4/2, 7/2/1.6	16/24/32/40	<b>3.85</b>
<b>G.722</b>		0.125	1.3/1.1/1	48/56/64	
<b>G.728</b>	LD-CELP	0.625	4	16	<b>3.61</b>
<b>G.729</b>	CS-ACLP	10	8	8	<b>3.92</b>
<b>G.729A</b>	CS-ACLP	10	8	8	<b>3.7</b>
<b>G.723.1</b>	MPCMLQ	30	10.2/12.1	6.3/5.3	<b>3.9</b>
<b>GSM 6.10</b>	RPE-LTE	20	4.9	13	<b>3.5</b>
<b>IS-54</b>	VSELP	20	8	8	<b>3.54</b>
<b>PDC</b>	VSELP	20	9.6	6.7	
<b>IS-96</b>	QCELP	20	7.5/16/32/80	8.5/4/2/0.8	
<b>PDC</b>	PSI-CELP	40	18.6	3.45	
<b>FS-1016</b>	CELP		13.3	4.8	<b>3.0</b>
<b>FS-1015</b>	LPC10E		26.7	2.4	<b>2.4</b>

Tabela 3.  
Pregled kodeka i sa glavnim atributima i MOS vrijednostima



Slika 6.  
PSQM metodologija

### 3.2 Mjerenje perceptualnog kvaliteta govora (PSQM)

PSQM je definiran ITU-T P.861 preporukom (Slika 6), koristi psahoakustički model za matematičko izračunavanje razlika između ulaznih i izlaznih signala. Koristeći ovu metodu, ako su ulazni i izlazni signal identični, rezultata PSQM će biti nula. Veća razlika, daje veći PSQM rezultat koji maksimalno može biti 6,5. Za razliku od većine tradicionalnih metoda mjerena, kao što je mjerjenje odnosa signal/šum (S/N), PSQM naglašava razlike koje mogu uticati na ljudsku percepciju kvaliteta govora. Jedan od nedostataka PSQM je da je originalno dizajniran za mjerjenje kvaliteta kodiranja, tako da u potpunosti ne uzima u

obzir različite efekte koji se javljaju u toku transmisije. PSQM+ je predložen u decembru 1997 godine i u izračunavanju uzima u obzir:

- Različitu perceptualnost u pogledu jačine ili izobličenje uslijed buke
- Govor koji je odbačen

Pored ovih metoda postoje još niz metoda koje se koriste za ove svrhe. Neki od njih su MNB- mjerjenje normaliziranih blokova, PAMS - sistem za mjerenje i analizu perceptualnosti, PESQ- Procjena perceptualnosti kvaliteta govora.

### 3.3 Transmisione karakteristike

#### i E-Model

U VoIP mrežama, transmisiono izobličenje signala igraju veoma važnu ulogu u utvrđivanju kvaliteta glasa. Kako je već rečeno ovi uticaji uključuju gubitke okvira, kašnjenje i varijaciju kašnjenja. Drugačiji pristup u testiranju kvaliteta glasa odnosi se na direktno mjerjenje ovih transmisijskih uticaja i na osnovu njih predviđanja kakav kvalitet glasa može prouzrokovati njihovo djelovanje. E-model je dat preporukom ITU-T G.107, daje korisan model za prediktivnu analizu. Osnovna jednačina koja se koristi u modelu je data izrazom:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$$

R - Procjenjeni transmisioni faktor

$R_0$  - Osnovni odnos SNR. Proračunava se od snage šuma svih krugova

$I_s$  - Faktor istovremenog izobličenja. Određuje se na osnovu izobličenja uslijed neoptimalnih ivica signala i kvantizacije.

$I_d$  - Faktor izobličenja kašnjenjem. Određuje se na osnovu izobličenja signala prouzrokovanih kašnjenjem u mreži.

$I_e$  - Faktor izobličenja opreme. Daje efekte gubitaka u koderu

A - Faktor očekivanja. Korekcioni faktor koji se odnosi na perceptualni kvalitet očekivan od strane korisnika.

Na osnovu mjerena transmisionih izobličenja u jednoj IP mreži izračunava se procjenjeni transmisioni faktor (ovaj faktor direktno ovisi o izboru kodera jer je le za svaki koder različit). Moguće je uspostaviti relaciju između R-a i MOS-a i to sljedećim izrazom:

Za $R < 0$	MOS=1
Za $0 < R < 100$	$MOS = 1 + 0,035R + 7R$ $(R-60)(100-R)*10^{-6}$
Za $R > 100$	MOS=4,5

### 3.4 Izbor metode mjerjenja

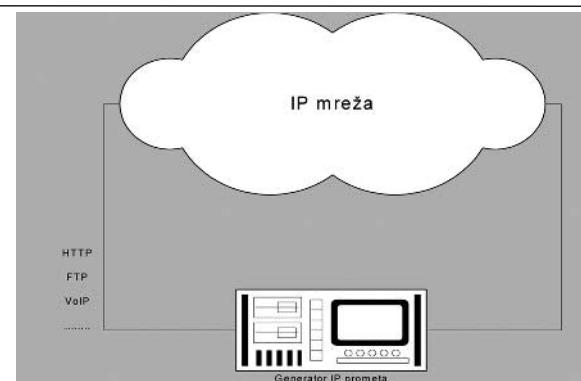
U mnoštvu metoda postavlja se pitanje izbora prave kojom bi se dobili relevantni podaci. U praksi se često koristi kombinacija više metoda. Kako je napomenuto prije MOS je prilično relevantna metoda jer se odnosi na aspekt ljudskog poimanja kvaliteta i veoma je značajna za stvarnu ocjenu kvaliteta. Kao takva trebala bi uvijek biti korištena u postupcima mjerjenja. Umjesto provodenja formalnih MOS testova, može s odabratim pilot VoIP mreža, izabere se grupa korisnika koji se tretiraju MOS metodom i skupljaju od njih informacije. Prilikom konfigurisanja sistema mora se voditi računa o velikom broju korektivnih faktora koji su posljedica subjektivnosti pri ocjeni, što u nekom robusnjijem okruženju može biti veoma nepraktično.

U takvim slučajevima, objektivni testni sistemi kao što su PSQM, PAMS ili PESQ, PAMS ili PESQ mogli bi biti puno korisniji. Za VoIP QoS je veoma bitna komponenta. Radi mjerjenja efikasnosti održanja QoS-a veoma je značajno mjerjenje transmisijskih izobličenja (gubici okvira, kašnjenje, varijacija kašnjenja). Kod testiranja u VoIP mreži naročito je značajno postiću uslove realnog okruženja. Praktično to znači da je potrebno postići uslove u kojima postoji toliko sesija kako glasovnih tako podatkovnih da oni jedni drugima postaju konkurenca u pogledu korištenja propusnog opsega.

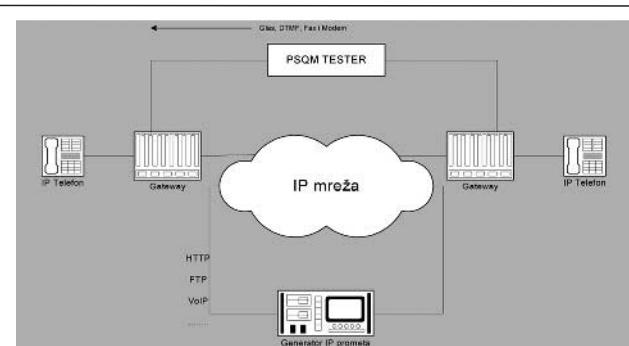
## 4. SCENARIJI TESTOVA U VOIP MREŽI

### 4.1 Analiza IP mreže

Glavni objekat ove analize treba biti mjerjenje transmisionih karakteristika IP mreže, u cilju odredjivanja mogućnosti podrške VoIP aplikacijama. U tom postupku je potrebno provesti još jedan bitan test koji se odnosi na efikasnost QoS mehanizama. Na slici 7 je prikazan primjer tipične testne konfiguracije.



Slika 7.  
Analiza perfotrmansi IP mreže



Slika 8.  
Analiza mreze s kraja na kraj

Za testiranje efikasnosti QoS-a, moraju se stvoriti uslovi simulacije mješavine glasovnog i podatkovnog prometa. Mjeranjem transmisionih karakteristika svakog od tokova, može se izvršiti testiranje uvjeta i mogućnosti IP mreže da se različito ponaša prema glasovnom i podatkovnom prometu. U prikazanom scenariju se nekoriste VoIP uređaji.

### 4.2 Analiza kvalitete govora s kraja na kraj veze

Objekat ovog testiranje treba biti sposobnost VoIP mreže da može omogućiti transport glasa i drugih pratećih signala s kraja na kraj veze. Najvažniji dio ovog testiranja je ocjena kvaliteta govora. Slika 8 prikazuje tipičnu testnu konfiguraciju. Ovakva konfiguracija omogućava veći broj različitih testova.

Korištenjem odgovarajućih IP telefonskih terminala za uspostavljanje poziva, može se pristupiti subjektivnoj ocjeni kvaliteta transmisije glasa. Korištenjem

## LITERATURA

- [1] CCITT Recommendation G.711, PCM
- [2] ITU-T Recommendation G.711, PCM
- [3] ITU-T Recommendation G.723.1, Dual rate speech coders, 5,3 and 6,3 Kbps
- [4] ITU-T Recommendation G.729, Coding of speech at 8 kbps using CS-ACELP
- [5] ITU-T Recommendation H.323, Packet based multimedia communication systems
- [6] ITU-T Recommendation P.800, MOS
- [7] ITU-T Recommendation P.861, Objective Quality measurement of telephone band
- [8] IETF RFC 1889, RTP
- [9] IETF RFC 2327, SDP
- [10] IETF RFC 2543, SIP
- [11] IETF RFC 2705, MGCP
- [12] [www.spirent.com](http://www.spirent.com)
- [13] Delay Characteristics of an IP terminal, Harry Marjamaki
- [14] An Empirical Study of VoIP
- [15] VoIP Testing Methodology and Case Studies, Spirent Inc.
- [16] Packet Loss Recovery and Control for Voice Transmission over the Internet, Henning Sannec
- [17] The Quality of VoIP, Tomy Yletynen
- PSQM sistema za testiranje, isti se test može izvesti objektivno. Na ovaj način se omogućava različitim gateway konfiguracijama (mjenjanje CODEC-a i detekcija uključivanja i isključivanja aktivnosti glasa) da budu veoma dobro testirane. I u ovoj konfiguraciji se može korisiti generator prometa da bi se povećalo opterećenje mreže, te na taj način uključila i QoS testiranja.
- Kao dodatak testiranju transmisije glasa, koristi se slanje dodatnih informacija kroz istu infrastrukturu, radi veće kompleksnosti prometnih uslova u mreži. Ovo uključuje DTMF tonove, fax i modeme. Na primjer, ako je gateway konfiguriran da koristi coder recimo G.729 sa VAD-om, ovakva infrastruktura neće biti optimalno podešena za fax. Neki gateway-i mogu detektovati prisustvo fax-a i mogu se prebaciti na G.711 i isključiti automatski VAD. Druga značajna testna konfiguracija uključuje korištenje simulatora izobličenja. Prilikom testiranja glasovnih terminala, često je poželjno testirati njihove performanse u uslovima ispod operativnih standarda. Na primjer, određivanje šta se dešava sa kvalitetom glasa ako je iznos gubitaka 1%, 2%, 3% i tako redom. Jasno je da se ovakvim postupkom u jednom trenutku stvaraju takva zagušenja u mreži koja se moraju odraziti na funkcionalnost mreže u pogledu podrške VoIP što i jeste cilj da se spozna. Naravno teško je odrediti jasne granice u procentima, pa kada se govori o recimo 3%, misli se na srednju vrijednost za više eksperimenata.
- ### 4.3 Testovi signalizacije
- Ovi testovi fokusirani su na skalabilnost VoIP mreže. U PSTN su komutacije ili PBX-ovi testirani u pogledu broja poziva sa kojima mogu istovremeno raditi. U VoIP mreži, rutiranje poziva upravlja se od strane gatekeepera kod H.323, call agenata kod MGCP ili Megaco i SIP servera kod SIP-e. Ovi uređaji mogu se testirati na sličan način kako je to radeno sa komutacijama u PSTN-u. Ovakvi testovi provode se upotrebom generatora poziva velikog obima. Tipična mjerena ovom metodom uključuju:
- Koji je najveći broj poziva koji sistem može podržati
  - Koji je najveći broj poziva koje sistem može uspostaviti i održavati istovremeno
  - Kakav je odnos vremena uspostave poziva i opterećenja sistema

## 5. ZAKLJUČAK

VoIP je aplikacija sa strogim zahtjevima glede performansi, te performanse mreže direktno utiču na kvalitet glasa. U ovom radu pokušali su biti identificirani faktori izobličenja tokom transmisije govornog signala kroz IP mrežu, te mehanizmi njihovog mjerjenja. Ovi faktori uključuju gubitke okvira, kašnjenje, varijaciju kašnjenja. Posebno se pokušao naglasiti značaj QoS-a, te osiguranja tj. mjerjenja njegove efikasnosti. U skladu sa definiranim faktorima koji utiču na kvalitet glasa u VoIP mreži definirani su subjektivni i objektivni pristupi mjerjenja kvaliteta sa opisanim različitim metodama kao što su: MOS, PSQM, PAMS, PESQ i E-model.

Ove metode testiranja pojedinačno daju dosta dobre rezulatet za pojedine grupe faktora i pod određenim specifičnim uslovima, međutim radi poboljšanja efikasnosti i dobijanja relevantnijih pokazatelja jedne VoIP mreže najčešće se koriste u kombinaciji. Prilikom testiranja VoIP mreže, značajno je istaći, da je potrebno osigurati uslove što približnije stvarnom mrežnom okruženju. Po mogućnosti je dobro uključiti heterogene elemente kao što su DTMF, Fax, modemi i druga oprema koja stvara promet koji je opterećenje govornom prometu, tj. njegov smetajući faktor. Na ovaj način testiranja mogućnosti uspostavljanja i održavanja veze s kraja na kraj dobijaju stvarne pokazatelje. Kao dodatak tome značajno je istaći i potrebu određivanja kapaciteta sistema. U ovom radu dati su osnovni principi i navedeni tipični primjeri topologije za testiranje u pojedinim grupama posmatranih faktora, te kao takvi mogu biti dalji predmet detaljnijih analiza i poboljšanja. Cilj svega je dobijanje relevantnih pokazatelja IP mreže za mogućnost podrške glasovnom prometu u realnom vremenu.

# Protokol za započinjanje sesije

## Session Initiation Protocol

### Sažetak:

**SIP** je signalizacijski protokol za uspostavljanje, modificiranje i raskidanje sesija, kao što su IP govorni pozivi ili multimedijalne konferencije sa jednim, dva ili više učesnika u IP mreži. SIP je trenutno podvrgnut standardizaciji od strane IETF-ove radne grupe za SIP.

SIP nije jedini protokol koji će biti potreban za komunikaciju između uređaja. Nije predviđeno da on bude protokol opšte namjene. Namjena SIP-a je omogućiti komunikaciju, dok sama komunikacija mora biti postignuta korištenjem drugih sredstava i protokola.

SIP je zasnovan na HTTP-u. HTTP protokol je vjerovatno najuspješniji i najšire korišten protokol na Internetu.

Ključne riječi: VoIP, SIP, H.323, PSTN, IETF, SIP klijenti, SIP Serveri, SIP Proksi Server

### Abstract:

**SIP** (Session Initiation Protocol) is a signaling protocol for creating, modifying and terminating sessions, such as IP voice calls or multimedia conferences, with one, two or more participants in an IP network. SIP is currently undergoing standardization by the Internet Engineering Task Force SIP Working Group.

SIP is not the only protocol that the communicating devices will need. It is not meant to be a general purpose protocol. Purpose of SIP is just to make the communication possible, the communication itself must be achieved by another means and possibly another protocols.

SIP is based on HTTP protocol. HTTP is probably the most successful and widely used protocol in the Internet.

Key words: VoIP, SIP, H.323, PSTN, IETF, SIP clients, SIP Server, SIP Proxy Server

### SKRAĆENICE

SIP	(Session Initiatin Protocol), protokol za započinjanje sesije;
IETF	Internet Engineering Task Force (tijelo odgovorno za administriranje i razvoj standarda koji se odnose na Internet);
KISS	keep it simple stupid (naziv za princip kojim se želi naglasiti jednostavnost pronalaženja i otklanjanja grešaka prilikom zajedničkog rada opreme različitih proizvođača);
SDP	Session Description Protocol (protokol za opisivanje sesije);
MMUSIC	Multiparty Multimedia Session Control (kontrola multimedijalne sesije sa više učesnika);
ISP	Internet Service Provider, (pružalač Internet usluga)
PSTN	Public Switched Telephone Network (Javna komutirana telefonska mreža);
ENUM	IETF's Telephone Number Resolution Working Group (radna grupa unutar IETF-a koja je razvila šemu prevodenja telefonskih brojeva u Internet adrese);

### 1. UVOD

Protokol za inicijaciju sesije, SIP, je signalizacijski protokol koji se koristi za uspostavljanje, održavanje i raskidanje poziva u okviru mreža zasnovanih na Internet Protokolu. Sesija može predstavljati slučaj od jednostavnog telefonskog poziva između dva IP telefona pa do multimedijalne konferencije između više učesnika. Mogućnost uspostavljanja ovakvih sesija ujedno znači da je moguće ponuditi i dobiti mnoštvo novih usluga koje su nezamislive u tradicionalnoj telefoniji.

Prije početka razvijanja SIP-a, gledano po broju komercijalno raspoloživih proizvoda, H.323 je predstavljao dominantni skup protokola koji je služio za signalizaciju u Internet mrežama. Također, H.323 je dominantan i po broju i kompleksnosti specifikacija kojima je opisan. Upotreba H.323, zbog svoje kompleks-

nosti, iziskivala je visoku cijenu implementacije, velika kašnjenja pri uspostavljanju poziva i bila je praćena teškoćama prilikom rada u heterogenim mrežama.

Iz toga razloga javila se potreba za razvojem novih skupova protokola za upotrebu u signalizaciji poziva koji nisu praćeni problemima kojima je praćena primjena H.323. Jedan od tih skupova protokola je poznat pod nazivom SIP.

### 2. ISTORIJAT RAZVOJA

#### SIP-A

Prvi radovi o SIP-u su objavljeni sredinom devedesetih godina kao rezultat istraživanja profesora Henningea Schulzrinnea i njegovog tima sa Univerzitetu u Kolumbiji. Profesor Schulzrinne je koautor radova na RTP-u, RTSP-u i ostalim protokolima koji su predloženi za prijenos i kontrolu audio-vizuelnih sadržaja preko Interneta. Njegova ideja je bila definisanje standarda za kontrolu multimedijalne sesije sa više učesnika, MMUSIC. Tokom 1996. godine on je poslao IETF-u radnu verziju koja je sadržavala ključne elemente, koju je IETF javno objavio kao preporuku RFC 2543. Tokom 1996. i 1997. godine SIP je relativno sporo napredovao. Jedan od razloga sporog razvoja bila je zabrinutost proizvođača opreme koja se zasnivala na H.323 da bi SIP mogao ugroziti njihove investicije u aplikacije zasnovane na primjeni H.323 protokola. No, i pored te zabrinutosti IETF nastavlja sa radom na unaprijedenju SIP-a i 2001. godine je izdao novu preporuku pod oznakom RFC 3261, u kojoj su ponovo osnažene osnovne pretpostavke na kojima počiva SIP.

Iza toga slijede nove preporuke kojima se obraduju pitanja sigurnosti i pouzdanosti (RFC 3262), pitanje pronalaženja SIP Proxy Servera (RFC 3263) i ostale. Od izdavanja prve preporuke, industrijsko prihvaćanje SIP-a je raslo eksponencijalno, pa su prvi proizvodi izašli na tržište početkom 2001. godine. Mnoge organizacije koriste popularni programski jezik Java za pravljenje SIP komponenta. Što je najvažnije, pojavljuje se veliki broj novih interesenata na SIP tržištu koji uvode nove usluge, što SIP-u otvara put

TRIP	Telephony Routing over IP (protokol za obavljanje o rutama između lokacijskih servera, preko kojih se mogu doći telefonska odredišta);
HTTP	HyperText Transfer Protocol (najčešće korišteni protokol u Internetu).

Naziv poruke zahtjeva	Namjena
INVITE	Započinje sesiju
ACK	Potvrduje konačan odgovor na INVITE
BYE	Raskida sesiju
CANCEL	Odstaje od traženja i od zvonjenja
OPTIONS	Prenosi podržane mogućnosti
REGISTER	Prijavljuje klijenta uslugama lociranja

Tabela 1:  
Poruke zahtjeva

Naziv parametra	Opis
Call-ID	Jedinstveno ukazuje na određenu sesiju
Cseq	Monotonu rastući broj sekvence koji se koristi za pokazivanje sekvence zahtjeva kojoj je pridružen dati Call-ID
From	SIP URL koji ukazuje na inicijatora zahtjeva. Mogu se koristiti »prijateljska imena« umjesto IP adresa, npr. pozivalac@telecom.ba
To	SIP URL koji ukazuje na primatelja zahtjeva. Također se mogu koristiti »prijateljska imena«, npr. pozvani@telecom.ba
Via	Ukazuje na put kojim je poruka do datog trenutka išla. Koristi se za sprečavanje pojavljivanja petlji i da se obezbijedi da odgovori koriste isti put koji je koristio zahtjev i pomaže razrješavanju neočekivanih situacija.

Tabela 2:  
Parametri INVITE poruke

da postane protokol koji će po značaju biti odmah iza HTTP-a i SMTP-a.

### 3. PREPOSTAVKE NA KOJIMA SE ZASNIVA SIP

IETF-ova filozofija se zasniva na jednostavnosti. To bukvalno znači da je potrebno specificirati samo ono što je zaista neophodno. Kao proizvod IETF-a, SIP je projektovan na određenim prepostavkama.

Prva prepostavka je skalabilnost i adaptibilnost protokola. Početni projekt mreže za prijenos govora (bilo da je u pitanju privatna mreža ili Internet) mora omogućiti rast mreže bez naknadnih velikih promjena u osnovnom projektu. S obzirom da je prisutno skoro svakodnevno uvodenje novih usluga, mreža mora biti adaptivna, što znači da ne smije imati elemente koji mogu sprječavati ili čak zabranjavati uvodenje novih tehnologija kojima se pružaju nove usluge. Naprimjer, korisnici mogu biti pozvani da učestvuju u mnoštvu multimedijalnih sesija istovremeno, pa ne smiju postojati nikakvi ograničavajući faktori koji mogu uticati i na jedan element takvih sesija.

Prepostavka adaptibilnosti je da se ponovo koriste neke od komponenata Interneta. SIP koristi prednosti koje pružaju dobro poznati i testirani elementi Interneta, kao što su HTTP, DNS način adresiranja upotrebljen kod e-maila itd, URL i SDP (koji je već ranije korišten sa ostalim protokolima). Ova prepostavka je doprinijela da se SIP dobro integrise sa ostalim IP aplikacijama kao što su web, elektronska pošta i ostali.

Treća prepostavka je interoperabilnost. Interoperabilnost je bila najvažniji cilj, iako nije bila specificirana nekim posebnim dokumentima. Ona predstavlja srž IETF napora u procesu usvajanja novih standarda, pa je IETF posebno skrenuo pažnju implementatorima i operativnim ekspertima, koji su u stvarnosti projektivali i stavljadi u rad tehnologije, da prilikom projektovanja vode računa o tome da proizvodi razvijeni od strane jednog proizvođača mogu bez problema raditi sa proizvodima drugog proizvođača. Pri ovome je primjenjivan princip duhovito nazvan *KISS*, što se pokazalo kao

dobar način da se obezbijedi lakha ispravka uočenih grešaka pri zajedničkom radu opreme raznih proizvoda.

Četvrta prepostavka je fleksibilnost. SIP ne diktira arhitekturu. On ne određuje koliko mnogo servera će postojati, kako su oni međusobno spojeni, ili gdje će biti smješteni. Ovo pruža operaterima veliku fleksibilnost u smislu korištenja i načina implementacije protokola. SIP radi po principu LEGO kockica; operateri mogu spajati dijelove sve dok ne kompletiraju neko rješenje, i to na način na koji oni procijene da je najbolji.

Na osnovu navedenih prepostavki proizlazi da je SIP mehanizam razvijen isključivo sa zadatkom uspostavljanja, održavanja, modificiranja i raskidanja sesije. On ne mora poznavati detalje o toj sesiji kao što je slučaj sa ostalim protokolima. To ga čini upotrebljivim u mnogim saobraćajnim scenarijima.

Uspostavljanje, održavanje, modificiranje i raskidanje sesije predstavlja samo jedan dio ukupne sesije. Drugi dio sesije predstavljaju gorovne, slikovne, podatkovne i ostale informacije kojima se prenose informacioni sadržaji koji su od važnosti za krajnjeg korisnika, koji uostalom i plaća usluge operaterima. Navedene informacije se prenose drugim protokolima kao što su RTP koji služi za prijenos podataka u realnom vremenu, Radius i Diameter koji služe za potrebe autentifikacije učesnika u sesijama, te RSVP i YESSIR koji se brinu o kvalitetu prenešenih informacija.

U ISO OSI strukturi, SIP se nalazi na aplikativnom sloju. Glavne primjene koje podržava SIP su multimedijalne konferencije, učenje na daljinu i Internet telefonija. SIP također transparentno podržava mapiranje imena i redirekcionne usluge, dozvoljavajući tako upotrebu usluga koje pružaju ISDN i Inteligentna mreža što umnogome doprinosi mobilnosti preplatnika. SIP ustvari ne definiše šta je sesija: to je opisano sadržajem prenošenim u SIP porukama. Najveći dio SIP-a odnosi se na dio započinjanja (inicijalizacije), pošto je ovo ustvari najteži dio. Započinjanje sesije zahtjeva određivanje gdje se korisnik, koji treba biti kontakti-

ran, nalazi u datom trenutku. Korisnik može imati PC kod kuće, PC na poslu, te IP telefon na stolu. Poziv upućen tom korisniku možda treba da zvoni na svim nabrojanim uredajima odjednom. Dalje, korisnik može biti i mobilan. Dinamičko određivanje lokacije korisnika mora se uzeti u obzir u namjeri da se pronade korisnik. Pošto je korisnik koji treba da буде pozvan naden, SIP može obaviti svoju drugu glavnu funkciju - isporuku opisa sesije u koju se poziva prethodno pronađeni korisnik. Kao što je pomenuto, SIP sam ne zna detalje oko sesije. Ono što SIP zaista radi jeste prenošenje informacije o protokolu korištenom za opis sesije.

#### 4. SIP PORUKE

SIP definije dva osnovna tipa poruka, *zahtjevi i odgovori*. Poruke tipa zahtjeva se koriste za iniciranje, potvrdu, modificiranje i prekidanje poziva. Poruke tipa odgovara se koriste za prenošenje bilo privremenih obavještenja, kao što su da telefon kod pozvanog pretplatnika zvoni ili da je pozvani pretplatnik preusmjerio pozive, ili konačnih odgovora, kao što su obavještenja da je pretplatnik zauzet ili da pretplatnik uopšte ne postoji.

U Tabeli 1. su navedeni nazivi poruka zahtjeva sa kratkim opisom namjene.

Svaka od navedenih poruka zahtjeva sastoji se od jednog ili više parametara. Tako, naprimjer, parametri poruke INVITE su dati u Tabeli 2.

SIP poruke odgovora ukazuju ili da je uspostava poziva u toku ili na konačno stanje uspostave poziva. Poruke odgovora sadrže dva važna dijela a to su kod stanja ili fraza razloga. Kod stanja je cijeli broj od tri cifre koji predstavlja odgovor na zahtjev.

Fraza ili izraz razloga daje tekstualno obrazloženje namijenjeno krajnjem korisniku. Krajnji korisnik u opštem slučaju nije tehničko lice pa su fraze koncipirane na način lako razumljiv svim korisnicima. Tabela 3. predstavlja zbirni prikaz SIP poruka odgovora i njihovu upotrebu.

#### 5. ANATOMIJA SIP SESIJE

IP mreže niti trebaju niti koriste posebne mreže za prijenos signalizacije. Telefonske aplikacije, odnosno aplikacije

za prijenos govora koje susrećemo u tradicionalnoj telefoniji, s druge strane, uvođe zahtjeve za signalizacijom u IP mreže, pošto operativni parametri za poziv moraju biti utvrđeni prije protoka govornih podataka. Naprimjer, pozvani pretplatnik mora sakupiti odredene podatke o pozivajućem korisniku kao što su:

- Mehanizmi odnosno šeme kodiranja za audio (i video) podatke,
- Transportne adrese koje će biti korištene za prijenos podataka govora ili videa,
- Zahtjeve za propusnim opsegom,
- Autorizacija za iniciranje i prihvatanje poziva,
- Transfer i preusmjerenje poziva,
- Lokacija pozvanog pretplatnika itd.

Dodatno, signalizacija poziva pruža sučelje između postojećih telefonskih sistema i IP telefonskih sistema. Da bi neka mreža, koja nije prvobitno namijenjena za prijenos govora, kao što je Internet, pružila funkcije signalizacije, jedan od protokola koji u nju može biti uveden je i SIP. U nastavku će biti opisani načini rada i karakteristike SIP-a.

SIP u svom radu koristi SDP za navođenje parametara sesije (iako ovo nije zahtjev). SIP pruža neophodne elemente protokola za obezbjedenje usluga kao što su preusmjerenje poziva, personalna mobilnost, identifikacija pozvanog i pozivajućeg pretplatnika, pregovaranje o mogućnostima terminala, konferencija sa više učesnika itd.

##### 5.1 Glavne komponente SIP-a

SIP sesija koristi do četiri glavne komponente:

- korisničke agente,
- registrar servere,
- Proxy Servere,
- Redirekcionne Servere

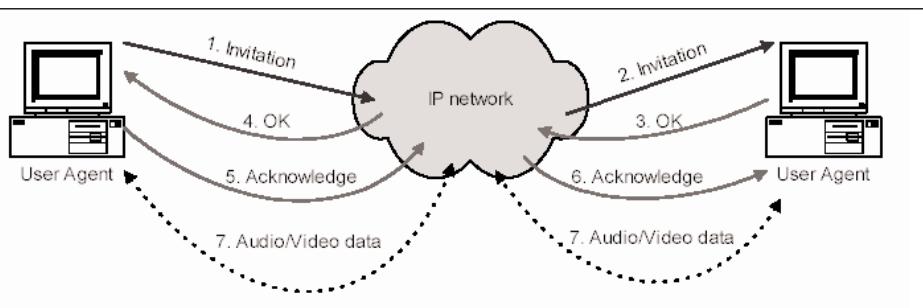
###### 5.1.1. SIP korisnički agenti

SIP korisnički agenti (UA-ovi) predstavljaju krajnje korisničke uređaje, kao što su internet telefoni, računari, multimedijalne slušalice, PDA-ovi, bežični telefoni itd.

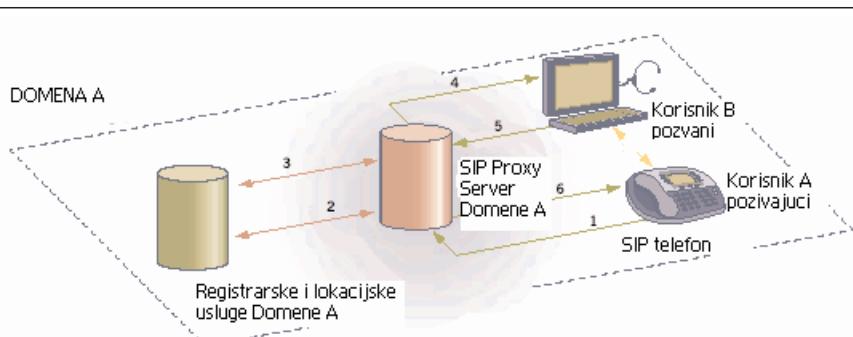
Korisnički agenti započinju i upravljaju SIP sesijama. Logički dio korisničkog agenta koji se naziva klijent koris-

Kod stanja	Kategorija	Primjer
1XX	Informativno	Pokušaj u toku, poziv preusmjeren, čekanje u redu
2XX	Uspješno	Sve u redu
3XX	Preusmjerenje	Pretplatnik preselio stalno ili privremeno u drugu domenu
4XX	Greška klijenta	Loš zahtjev, neautorizovan, nije naden, zauzet itd.
5XX	Greška servera	Greška na serveru, pokvaren gejtvej itd.
6XX	Opšta greška	Zauzet pretplatnik, pretplatnik ne postoji itd.

Tabela 3:  
Poruke odgovora



Slika 1:  
Direktna komunikacija korisničkih agenata



Slika 2:  
Uspostavljanje sesije unutar iste domene

ničkog agenta započinje uspostavljanje sesije slanjem poruke. Drugi logički dio koji se naziva server korisničkog agenta odgovara na poruku. Najjednostavnije radno SIP okruženje je ono u kome dva korisnička agenta komuniciraju direktno, kao što se vidi na slici 1.

### 5.1.2. SIP Registr Serveri

SIP Registr Serveri su baze podataka koje sadrže lokacije svih korisničkih agenata unutar domena. Prilikom razmijene SIP poruka, ovi serveri primaju i šalju IP adrese učesnika kao i ostale bitne informacije ka SIP Proxy Serveru.

### 5.1.3. SIP Proxy Server

SIP Proxy Server prihvata zahtjeve primljene od strane SIP korisničkih agenata i šalje upit SIP Registr Serveru kako bi od njega dobio adresne informacije prijemnog korisničkog agenta. On potom usmjerava poziv za uspostavljanje sesije direktno pozivanom korisničkom agenciju, ukoliko je ovaj u istoj domeni kao i pozivajući korisnički agent. Ukoliko

pozivani korisnički agent nije u istoj domeni kao i pozivajući korisnički agent, tada SIP Proxy Server šalje upit SIP Proxy Serveru druge domene u kojoj se nalazi pozvani korisnički agent.

### 5.1.4. SIP Redirekcionni Server

SIP Redirekcionni Server omogućava SIP Proxy Serveru da usmjerava pozive za uspostavljanje sesije ka spoljnim domenama. U fizičkom smislu SIP Redirekcionni Server može biti smješten u istom hardveru kao i SIP Registr Server i SIP Proxy Server.

Na slikama 1. i 2. dat je scenario rada SIP komponenti prilikom uspostavljanja sesija između korisničkih agenata koji se nalaze u istoj, odnosno različitim domenama.

## 5.2. Uspostavljanje SIP sesije u okviru iste domene

Slika 2. prikazuje uspostavljanje SIP sesije između dvaju korisnika koji su pretplatnici kod istog ISP-a, pa samim tim pripadaju istoj domeni. Korisnik A koristi SIP Telefon, što znači da je u ovom slučaju SIP Telefon korisnički agent A. Korisnik B posjeduje personalni kompjuter sa softverom koji podržava prijenos govora i videa, pa ovako konfiguriran kompjuter predstavlja korisnički agent B. Po uključivanju, korisnički agenti registriraju svoju raspoloživost i svoje IP adrese sa SIP Proxy Serverom u mreži istog pružaoca internet usluga. Korisnik A koji sa korisničkim imenom pozivajući@telecom.ba započinje poziv i saopštava SIP Proxy Serveru da želi da kontaktira korisnika B, sa korisničkim imenom pozvani@telecom.ba. SIP Proxy Server zatim traži i dobija IP adresu korisnika B od SIP Registrar Servera. SIP Proxy Server prenosi poziv A korisnika za komunikacijom sa korisnikom B, uključujući medije koje želi (koristeći SDP). Korisnik B informiše SIP Proxy Server da je poziv korisnika A prihvatljiv i da je spreman prihvatiti poruku. SIP Proxy Server prosljедuje ovu spremnost korisniku A, te tako uspostavlja sesiju. Korisnici zatim uspostavljaju RTP konekciju od tačke do tačke koja im omogućava komunikaciju.

Vremenski slijed signala poziva za opisanu vezu dat je na slici 3.

### 5.3. Uspostavljanje SIP sesije između različitih domena

U scenariju sa Slike 4. prepostavimo da se korisnik A, koji je pozivalac, nalazi u domeni A a korisnik B, koji u ovom primjeru koristi multimedijalnu slušalicu, nalazi u domeni B. Također, prepostavimo da je korisnik A pozivalac a korisnik B pozvani. SIP Proxy Server u ovom slučaju ustanovljava da korisnik B ne pripada njegovoj domeni. Zbog toga SIP Proxy Server šalje upit SIP Redirekcionom Serveru, koji se može nalaziti bilo u domeni A, bilo u domeni B, kojim traži IP adresu korisnika B. Po pronađenju IP adrese korisnika B, SIP Redirekcionni Server ispostavlja ovu adresu SIP Proxy Serveru domene A.

Po priјemu ove adrese, SIP Proxy Server domene A potom proslijeđuje zahtjev za uspostavljanjem sesije SIP Proxy Serveru domene B. U sljedećem koraku SIP Proxy Server domene B ispostavlja poziv korisnika A korisniku B koji svoj odgovor, koji može biti prihvatanje, odbijanje ili nešto treće, vraća istim putem kojim je poziv došao.

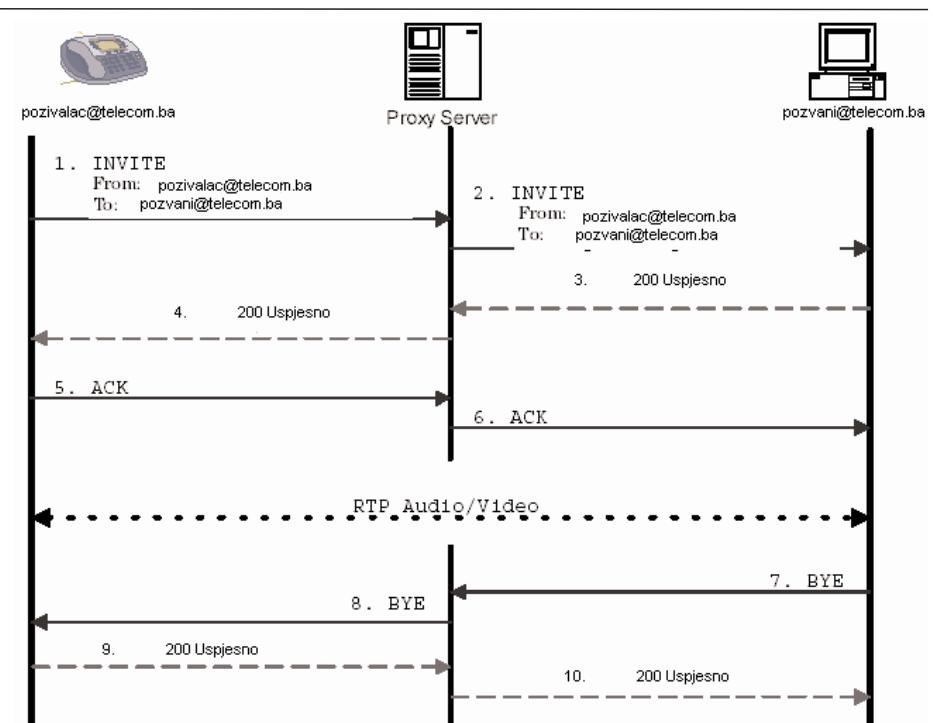
Vremenski slijed signala poziva za opisanu vezu dat je na slici 5.

## 6. PROTOKOLI NA KOJE SE OSLANJA SIP

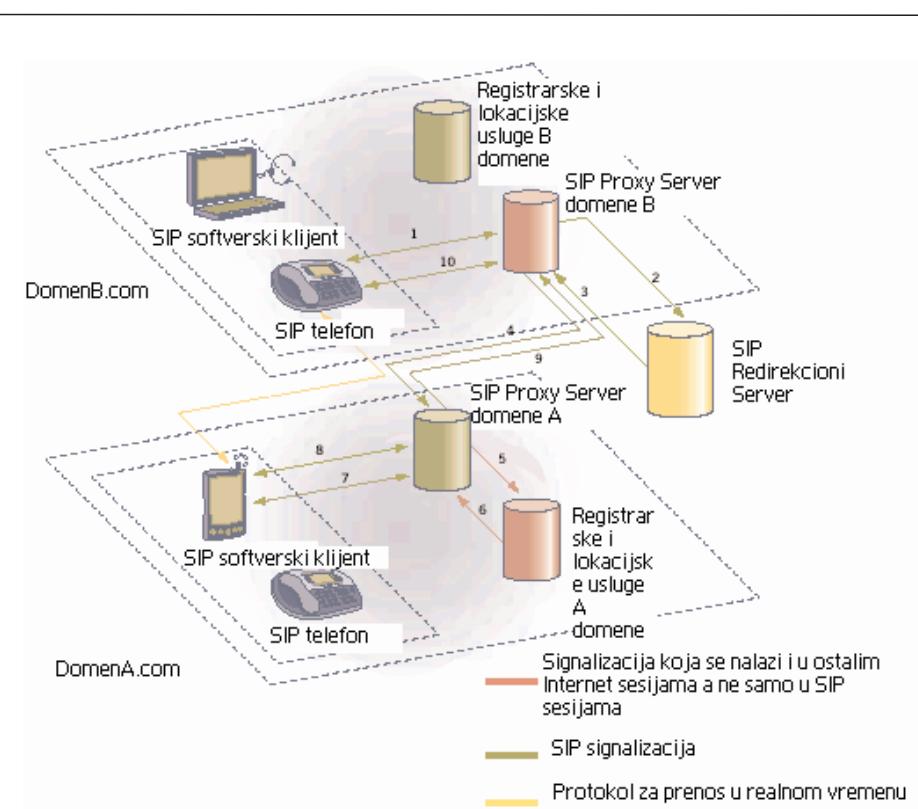
SIP pruža osnovne elemente telefoniјe: uspostavu i raskidanje poziva, konfiguraciju poziva i prijenos podataka, te upravlja pozivom za vrijeme njegovog trajanja. Međutim, SIP ne prenosi sadržaj poziva. Za ove ciljeve SIP se oslanja na druge protokole kao što su SDP za opis konfiguracije poziva, RTP za prijenos multimedijalnih podataka, RTCP za kontrolu kvaliteta i upravljanje tokovima.

SIP može koristiti usluge nekog od slijedećih protokola: UDP, TCP, ATM, frame relay. SIP najčešće radi po TCP/IP protokolu zbog ekonomskih razloga, s obzirom na široku prisutnost ovog protokola.

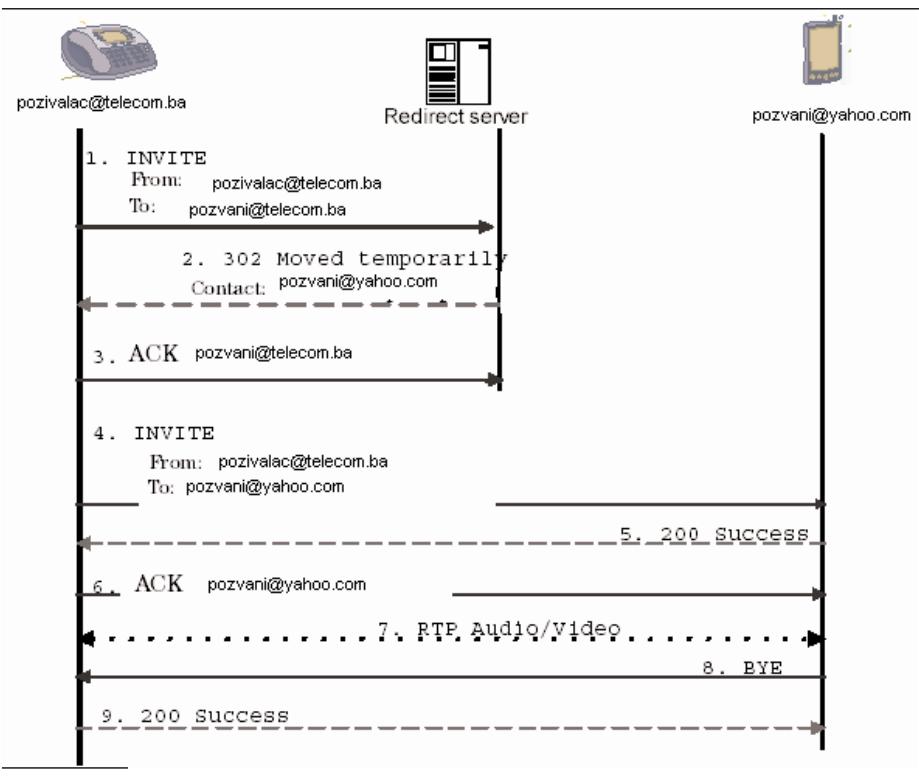
Tokovi audio i video podataka se prenose korištenjem RTP-a preko UDP-a. Signalizacijske poruke o pozivu mogu



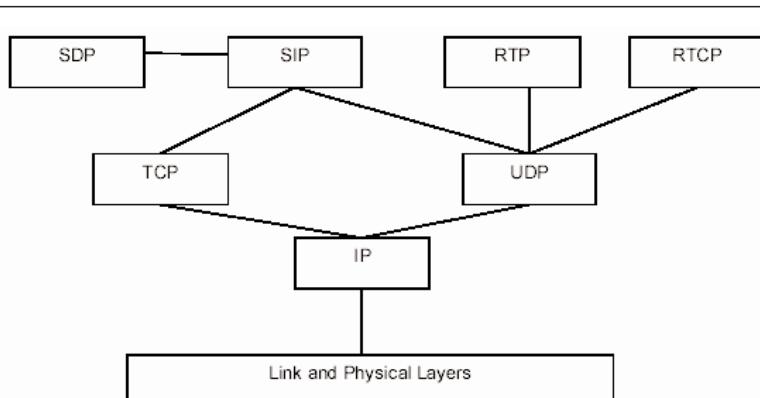
Slika3:  
Vremenski slijed signala uspostavljanja sesije unutar iste domene



Slika 4:  
Uspostavljanje sesije između različitih domena



Slika 5:  
Vremenski slijed signala uspostavljanja sesije između različitih domena



Slika 6:  
Položaj SIP-a u TCP/IP modelu protokola.

se prenosi ili preko UDP-a ili preko TCP-a, s tim što je UDP poželjniji metod zbog veće efikasnosti i skalabilnosti. Veoma je bitno da prilikom korištenja SIP-a preko UDP-a čitava poruka stane u jedan paket. Ako to nije slučaj, odnosno ako se poruka razdijeli (fragmentira) u više datagrama, vjerovatnoća gubitka čitave poruke raste proporcionalno broju

fragmenata. Kada se SIP poruke odašilju na WAN, ponovna odašiljanja, koja su rezultat gubitka fragmenata, mogu značajno degradirati signalizacijsku efikasnost. Default port koji se koristi za SIP je 5060, iako bilo koji korisnički port može da se koristi. Port koji se koristi za RTP/RTCP se navodi u SIP signalizacijskoj poruci. Slika 6. pokazuje položaj SIP-a u TCP/IP modelu protokola.

## 6.1. SDP

SIP često koristi Protokol za opisivanje sesije da bi opisao atribute SIP sesije. SDP parametri su inkapsulirani kao tijelo poruke u SIP zahtjevu. SDP igra sličnu ulogu kao što je uloga H.245 u H.323 skupu protokola. Kao i kod SIP-a, SDP zaglavljiva su kodirana ASCII tekstom. SDP zaglavlja su jednostavnog oblika `<type>=<value>`. Vrijednost `<type>` je uvijek jedan karakter dok je `<value>` tekst čiji je oblik zavisan od `<type>`.

SDP, ustvari, i nije protokol koliko je način opisivanja multimedijalne sesije. SDP zaglavlja specificiraju:

- Ime sesije i namjenu,
- Medij koji obuhvaća sesiju,
- Transportne adrese ,
- Propusni opseg potreban za sesiju,
- Kontaktne informacije za osobu odgovornu za sesiju.

Ključna komponenta SDP-a je opis medija sesije. SDP opis medija uključuje:

- Tip medija (audio, video),
- Transportni protokol (UDP, TCP, RTP),
- Oblik medija (H.261, MPEG, itd.),
- Multicast adresu za multicast sesiju,
- Transportni port za IP multicast sesije,
- Transportni port za IP unicast sesije,
- Vrijeme početka i završetka sesije.

## 6.2. HTTP

SIP umnogome podsjeća na HTTP. HTTP je također zasnovan na obrascu zahtjev-odgovor. SIP posuduje mnoštvo sintakse i semantike od HTTP-a. Tekstualno uobičajavanje poruka, upotreba zaglavlja, MIME podrška, i mnoga zaglavlja su identični. HTTP eksperti imaju mnoštvo problema pri pokušaju da pronađu razliku između HTTP-a i SIP-a.

### **6.3. ENUM i TRIP**

Iako je standardan metod spajanja sa SIP serverom upotreba adresa koje liče na e-mail adresu, kao što je sip: vaše\_imc@vaš\_domen.com, to neće biti od koristi ako pozivajući korisnik zna samo telefonski broj korisnika kojeg želi da pozove. Premda će mnogo preplatnika koristiti SIP direktno sa svojih PC računara još uvijek će postojati milioni, ako ne i milijarde preplatnika čiji telefonski aparati imaju mogućnost korištenja samo 12 tipki, pa čak i tzv. telefone sa brojčanicom. To daje ideju da se za telefonski poziv koji koristi SIP (ili neki drugi oblik Internet telefonije), primjeni isti oblik identifikacije. Ovo je posebno važno pošto PSTN neće izići iz upotrebe još za dugi niz godina. Na sreću, SIP može lako prenosiće telefonske brojeve, koristeći novi telefonski URL.

Postavlja se pitanje, ako neki ili svi korisnici imaju telefonski broj, kako naći SIP resurs (ili neki drugi resurs, umjesto SIP-a koristeći drugi protokol za Internet telefoniju) na Internetu koji je povezan sa datim telefonskim brojem? Kada je SIP adresa u obliku sličnom e-mail identifikatoru, resurs se lako pronade kroz DNS upit, s obzirom da identifikator sličan e-mail identifikatoru sadrži ime domena. Problem je teži kada su u pitanju telefonski brojevi.

Rješavanje ovog problema je zadatak koji je sebi postavila radna grupa pod nazivom IETF ENUM WG, odnosno radna grupa za razrješenje pitanja telefonske numeracije. Rad po ovom pitanju je u poodmakloj fazi, tako da se sa određenom sigurnošću može govoriti o obliku konačnog rješenja, i njegovim posljedicama za SIP i Internet telefoniju uopšte. Telefonski brojevi su dobro proučeni. Rad na njihovoj definiciji je proveden od strane ITU-a. Oblik i struktura telefonskih brojeva je definisana preporkom E.164. Ovi brojevi ne mogu biti duži od 15 cifara I, globalno gledano, jedinstveni su. ENUM planira unos telefonskih brojeva u Internet DNS tako da aplikacije, uključujući i SIP, mogu pronaći resurse koji su pridruženi jednom globalno jedinstvenom telefonskom broju.

Način na koji će raditi ova tehnika je slijedeći: Uzmimo naprimjer telefonski broj 1-212-691-8215, i translirajmo ga u oblik koji DNS sistem može razumjeti, naprimjer 5.1.2.8.1.9.6.2.1.2.1.c164.foo. Korisnik ne treba da zna kako izvršiti obrnutu translaciju, iz DNS u telefonski broj. To rade SIP telefon ili SIP proxy Server automatski.

Ako, možda, korisnik priključi SIP telefon u svoju mrežu, on jednostavno bira telefonski broj kako to obično radi. SIP telefon ili Proxy Server će potom napraviti translaciju i kroz klasičnu DNS rezoluciju otkriti zapis o DNS resursima koji u suštini kaže da broj 1-212-691-8215 može biti dosegnut kontaktirajući sip:main.number@computertelephony.com. Korisnikov SIP UA će tada slijediti standardne SIP procedure i pozvati korisnika main number u Computer Telephony kancelariji.

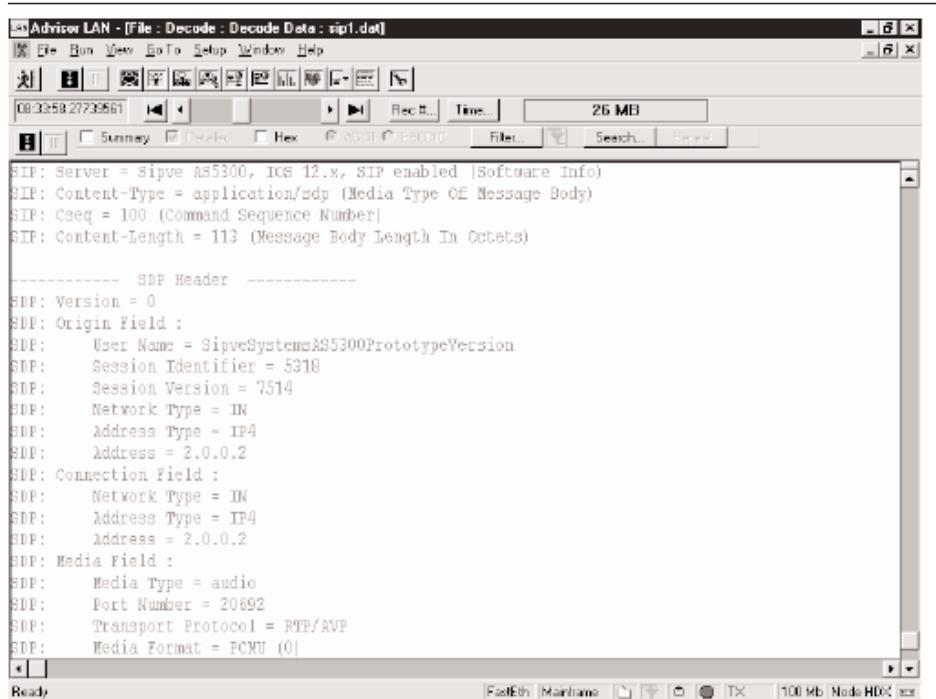
ENUM zavisi, naravno, i od posebnog telefonskog broja koji ima neku vrstu resursa na Internetu. Međutim, najveći broj telefonskih brojeva odgovara jednostavno PSTN telefonima. Ovi brojevi neće imati odgovarajuće parametre u DNS-u. Da bi ih kontaktirao, SIP telefon mora rutirati poziv ka telefonskom gejtviju, koji potom kontaktira PSTN

## **7. POREĐENJE SIP-A I H.323**

U ovoj sekciji će biti dati različiti argumenti koji idu u prilog jednom ili drugom protokolu, kako bi se moglo uvidjeti kada je bolje, odnosno efikasnije koristiti jedan ili drugi protokol. Iako SIP u svom osnovnom obliku, zajedno sa SDP-om, pruža istu osnovnu signalizaciju poziva, usluge kontrole poziva kao i suplementarne usluge, ipak postoje značajne razlike koje mogu imati veliki uticaj nad izborom jednog ili drugog skupa protokola kada se izabire VoIP standard. Tabela 4. predstavlja različite telefonske usluge i njima pridružene protokole za H.323 i SIP. Iz nje se jasno vidi da H.323 koristi više protokola, pa samim tim mora biti definisano više tačaka saradnje između mnoštva protokola. Ukupni rezultat je taj da je za implementaciju H.323 uređaja potrebno uložiti više truda. Drugo, H.323 uređaji trebaju da imaju veću

H.323		SIP	
Specifikacija	Dužina (stranica)	Specifikacija	Dužina (stranica)
H.323 ver. 2	117	SIP	~100
H.225.0 ver2	171	SDP	42
H.245 ver3	354		
X.691 (ASN.1 PER)	70		
H.450.1	22		
H.450.2	47		
H.450.3	65		
Ukupno	846		~150

Tabela 4:  
Poređenje SIP-a i H.323



Slika 7:  
Izgled jednog ekrana protokol analizatora

procesorsku snagu od SIP uređaja. Podaci govore (s početka 2000.) da je za potpunu implementaciju SIP klijenta potrebno svega dva mjeseca inžinjerskog truda.

Druga mjera koja se koristi za poređenje navedenih standarda je poređenje količine specifikacija za SIP i H.323. Iz Tabele 4. se može vidjeti da je za H.323 potrebitno znatno više specifikacija, što jasno govori o kompleksnosti i poteškoćama koje se javljaju pri implementaciji H.323.

S obzirom da je SIP tekstualno-baziran, to je pojednostavljena njegova implementacija. Naprimjer, zaglavljiva poruka i SDP parametri mogu biti upisani u datoteke i učitavani pomoću Perl ili Tcl skriptata kako bi se brzo kreirale telefonske usluge. S druge strane, implementacija H.323 baziranih uređaja zahtijeva ASN.1 PER koder/dekoder, što iziskuje znatne napore u razvijanju ne samo softvera za kodiranje i dekodiranje, nego i vanjskih specifikacija u pogledu semantike. To naravno, zbog kodnog prostora, ograničava upotrebu H.323, odnosno povećava cijenu H.323 uređaja. Pored toga, jednostavnvi skriptovi ne mogu lako manipulisati binarnim ASN.1 PER podacima. S druge strane, adaptibilnost SIP-a dozvoljava interoperabilnost između starih i novih verzija protokola. Korisnički agenti (UA) različitih verzija lahko se mogu dogovoriti koje će mogućnosti koristiti, a koje podržava i stara verzija. Kod H.323 ima se slučaj potpune vertikalne kompatibilnosti, što znači da svaka nova verzija podržava sve što su podržavale i predhodne verzije. To dovodi do znatnog povećanja veličine ili obima implementacije kod svake nove verzije.

Upotreba TCP protokola za prijenos signalizacijskih poruka kod H.323 dovedi do velikog kašnjenja u uspostavljanju konekcija i problema sa skalabilnošću. Od H.323 gejtveja se zahtijeva da održavaju (čuvaju) informacije o stanju svake konekcije (hiljade ili desetine hiljada TCP konekcija). Kako SIP koristi UDP, to je s jedne strane uspostava konekcije brža, a s druge strane omogućena je upotreba stateless gejtveja. Tek verzija 3 H.323 protokola riješava pitanje kašnjenja pri uspostavi poziva, dozvoljavajući korištenje UDP-a za signalizaciju poziva (H.225.0 i H.245).

## 8. PROBLEMI U PRIMJENI SIP-A

Iako je SIP relativno jednostavan protokol za primjenu, određeni problemi će se ipak pojavljivati. Prva i najvažnija komponenta svakog poziva je uspostavljanje poziva. Procedura uspostavljanja poziva uključuje mnoštvo poruka, od

kojih svaka sadrži mnoštvo parametara. Uspostava poziva propada ukoliko se poruke uspostave ne prijenose po redoslijedu i sa svim obaveznim i opcionalnim parametrima. Osnovni uzrok problema leži u činjenici da mnogi proizvodači opreme daju njima svojstvena tumačenja specifikacija protokola, pošto specifikacije nikada nisu idealno i jednoznačno definisane u protokolu. Ni SIP nije izuzetak.

Problemi koji se javljaju u primjeni SIP-a vezani su sa adresama SIP Proxy Servera, sa IP adresama SIP URL-ova. Dalje, ti problemi su vezani sa radom samih Proxy Servera, sa prenošenjem SIP poruka u dva ili više paketa, sa greškama u radu DNS-ova i sa svim greškama koje se javljaju u radu Interneta.

Kao jedno sredstvo za rješavanje tih problema predlaže se upotreba protokol analizatora na čijem se ekranu daju vidjeti sve, ili samo one poruke koje su od važnosti. Također je moguće analizirati i dijelove poruka koje su od najvećeg značaja u datom trenutku. Izgled jednog ekrana takvog analizatora dat je na Slici 7.

## 9. ZAKLJUČAK

Kompanije koje pružaju PSTN usluge, poput JP BH Telecom, u skoro vrijeme će se susresti sa velikom konkurenjom koju će im praviti kompanije koje će

pružati nove usluge koje se zbog svoje atraktivnosti nazivaju usluge slijedeće generacije. Kroz istu infrastrukturu biće nuden prijenos govora, videa, muzike, podataka itd. Pored razvoja novih usluga, čija je realizacija nezamisliva u okviru PSTN-a, nove usluge će biti nudene po cijeni znatno manjoj od cijene koja se ima u PSTN-u. PSTN mreže su zahtijevale posebnu mrežu za prijenos govora i posebnu mrežu za prijenos signalizacije što nije slučaj kod Interneta. Za prijenos signalizacije kod Interneta su potrebni određeni protokoli. Vodeći protokol za prijenos signalizacije donedavno je bio H.323. Nedostaci tog protokola, kao što su velika kašnjenja pri uspostavljanju poziva, mala skalabilnost te velika kompleksnost, su postajali sve očitiji sa implementacijom novih usluga koje su zahtijevale čestu upotrebu signalizacije, što je zahtijevalo razvoj novih protokola. Upravo pobrojani nedostaci H.323 protokola su otvorili put razvoju i primjeni SIP-a.

Od svog pojavljivanja sredinom devedesetih, preko korištenja za jeftine usluge telefonije, SIP je postao standard koji će se koristiti za implementaciju multimedijalnih aplikacija sa više korisnika. Iz tog razloga je realno očekivati da će kompanije razvoj nove opreme temeljiti upravo na SIP-u.

## LITERATURA

- [1] 1998., ITU-T H.323, Packet based multimedia communications systems, International Telecommunication Union Recommendation
- [2] M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg, SIP: Session Initiation Protocol, Request For Comment (Proposed Standard) 2543, Internet Engineering Task Force, March 1999.
- [3] R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, T. Berners-Lee, January 1997., Hypertext Transfer Protocol HTTP/1.1, Internet Engineering Task Force, Request For Comment (Proposed Standard) 2068,
- [4] M. Handley, V. Jacobson, April 1998., SDP: Session Description Protocol, Request For Comments (Proposed Standard) 2327, Internet Engineering Task Force, Sciences Institute University of Southern California,
- [5] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, Request for Comments (Proposed Standard) 1889, Sciences Institute University of Southern California,
- [6] Internet Engineering Task Force, January 1996., User Datagram Protocol
- [7] Internet stranica:  
<http://www.cs.columbia.edu/~hgs/sip>



**Elatec Vertriebs GmbH**  
Hans-Stiessberger-Str. 2a,  
D-85540 Haar, GERMANY  
Phone: +49 89 46 23 070  
Fax: +49 89 460 24 03  
[Info@elatec.de](mailto:Info@elatec.de)  
[www.elateceurope.com](http://www.elateceurope.com)

**Djelatnost Elatec Vertriebs GmbH obuhvaca oblasti Smart Card & Scratch Card  
RFID,IT – Security,Banking&Loyalty.**



- Ericsson je najveći proizvođač mobilnih sistema u svijetu
- 10 najvećih svjetskih operatora su Ericssonovi kupci
- 40% mobilnih poziva u svijetu obavi se putem Ericssonovih sistema
- Ericsson obezbjeđuje kompletna rješenja, od sistema i aplikacija do usluga i core tehnologije
- Osnivanjem Sony Ericsson postajemo glavni proizvođač mobilnih multi-media proizvoda
- Kompaniju je osnovao Lars Magnus Ericsson 1876.godine
- Danas kompanija ima 82.000 zaposlenih u više od 140 zemalja svijeta
- Sjedište kompanije je u Stockholm, a njen Predsjednik i CEO je gosp. Kurt Hellström
- <http://www.ericsson.ba>

Ericsson d.o.o., Anđela Zvizdovića 1/X, 71000 Sarajevo, Tel: +387 33 209 414, Fax: +387 33 209 419,  
<http://www.ericsson.ba>

**ERICSSON**

# IN servisi i Parlay Gateway na Telecom Server Platformi

## In Services and Parlay Gateway on Telecom Server Platform

### Sažetak:

Tradicionalni komutacioni čvorovi iz sloja za konekciju i kontrolu ne mogu više dostizati standarde postavljene od zahtjeva koji se nameću u otvaranju komutacionog dijela mreže ka aplikacijama i sadržaju multimedije, domena servisa i Interneta. Ukazuje se urgentna potreba za standardizovanim IP otvorenim interfejsima i Application Programming Interfaces (API-jima) prema aplikacijama stvorenim u C/C++ i Java-i.

Ključne riječi: 3G - Treća generacija mobilne telefonije, API - Aplikacijski interfejs za programiranje, CAMEL - Prilagođene aplikacije za unaprijeđenu logiku mobilne telefonije, IN - Intelligentna mreža, IP - Internet protokol, SCS-Server za omogućavanje servisa, TSP-Telekom server platforma, VPN-Virtualna privatna mreža.

### Abstract:

The marriage of telecommunications and the Internet puts new requirements on equipment. Customers have come to expect the same quality of service as they get from the present-day telecommunications networks. At the same time, they expect new services in the multimedia and services domain.

**Key Words:** 3G - Third Generation, API - Application Programming Interface, CAMEL - Customised Applications for Mobile Enhanced Logic, IN - Intelligent Networks, IP - Internet Protocol, SCS - Service Capability Server, TSP - Telecom Server Platform, VPN - Virtual Private Network

### SKRAĆENICE

3GPP	3 <sup>rd</sup> Generation Partnership Program,
3G	3 <sup>rd</sup> Generation
AAA	Authentication, Authorisation and Accounting
API	Application Programming Interface
ASP	Application Service Providers
CCF	Call Control Function
CCN	Charging Control Node
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
EAS(Ext AS)	Ericsson Application Server
FMC	Fixed Mobile Convergence
HSS	Home Subscriber Server
IN	Intelligent Network
INAP	Intelligent Network Application Protocol
INS	Intelligent Network Server
IP	Internet Protocol
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
MSC	Mobile Switching Centre
NMS	Network Management System
NRG	Network Resource Gateway
O&M	Operation and Maintenance
OSA	Open Server Access
OSS	Operation and Support System
PLMN	Public Landline Mobile Network
PPS	Prepaid System
PSL	Prepaid Service Logic
PSTN	Public Switched Telephony Network
SCF	Service Control Function
SCP	Service Control Point

### 1. UVOD

Poznato je iz iskustva da su moderni telekomunikacioni sistemi izuzetno pouzdani i da obezbjeđuju interakciju u dočemu stvarnog vremena (*real time*). Ovaj nivo pouzdanosti i brzine interakcije ne može trenutno biti postignut koristeći tehnologije iz Internet domena. Sa druge strane, Internet je mnogo bogatiji što se tiče sadržaja, gdje su slike (pokretne i nepokretne) dio današnje upotrebe.

U idealnom svijetu, bile bi stalno nanovo korištene tehnologije iz industrije komunikacije podacima i kombinovane sa onima iz telekomunikacionih sistema. Sa *Telecom Server Platform-om* (TSP-om) je napravljen gigantski korak u ovom pravcu, kombinujući znalačko iskustvo iz telekomunikacija, pouzdane sisteme, skalabilne sisteme sa iskustvom tzv. 'otvorenih tehnologija', kao što su Linux, CORBA, SNMP, LDAP i drugim standardima.

Novi zahtjevi koji se postavljaju pred današnju tehnologiju, mogu donijeti još veći profit, a time se javlja i izražena potreba za 'real-time charging-om'. S

obzirom da govorimo o sadržaju koji je uglavnom baziran na Internetu, interfejsi moraju biti IP, radije nego SS7 bazirani. Ovo vodi do otvorene softver arhitekture; tj. IP protokoli moraju biti takvi da omoguće lagani prelaz ka 3G-u (trećoj generaciji mobilne telefonije). Hardver takođe mora biti otvorene arhitekture, te modularan i skalabilan.

Mora se zadržati i kvalitet servisa (QoS) iz tradicionalne telekomunikacione mreže, a nova platforma se mora uklapati u već postojeće mreže. Podržavanje višestrukih aplikacija na jednoj platformi vodi do smanjenja operacionih troškova za operatora. Rezultat svega gore traženog je dakle Telecom Server Platform (slika 1.) koji kombinuje vrhunsku tehnologiju iz industrije informacionih komunikacija i telekomunikacione sisteme.

Rezultat je server iz klase nosaćih servera koji su uvek 'uključeni', skalabilni i otvoreni i koji dodaju na vrijednosti za korisnika. Dvije najinteresantnije i udarne usluge do sada napravljene na takvom serveru su: *Charging System* i *Virtual Private Network (VPN)*.

### 2. TELECOM SERVER PLATFORM-A

TSP podržava fiksnu mrežu, kao sve i generacije mobilne mreže. Na ovoj platformi je moguće imati višestruke aplikacije. A operator je zaštićen od stalnog ponovnog ulaganja jer sada može samo dodavati nove aplikacije na jednoj te istoj platformi.

Pod otvorenim hardverom se podrazumijevaju *Pentium* procesori koje je moguće zamjenjivati iz generacije u generaciju, prema potrebi. Pod otvorenom softver arhitekturom mogu se smatrati neki procesori koji rade pod Linux-om, a neki koriste *Diameter* protokol i *Parlay OPI*.

Standardi koji su dostupni: NMS/OSS prema operatoru, XML / ftp za performans menadžment, SNMPv3 i LDAP za konfiguracijski menadžment i CMISE/CORBA i LDAP za provisioning ('snabdijevanje'). U dodatku, moguće je uzeti i stand-alone ugrađeni OAM Toolbox koji nudi kompletni element menadžment sa

SCS	Service Capability Server
SDE	Software Development Environment
SDK	Software Development Kit
SNF	Service Network Framework
SNMP	Simple Network Management Protocol
SS7	Signalling System No.7
SSP	Service Switching Point
TSP	Telecom Server Platform
VAS	Value Added Service
VPN	Virtual Private Network
XML	Extensible Markup Language

operatorovog standardnog Web pretraživača (slika 2.).

### 3. IN SERVISI NA TSP-U

U tradicionalnom Ericsson IN rješenju nudi se Service Control Functionality (SCF) na Ericsson AXE centrali. Tradicionalni servisi koji tu postoje su npr.: Information and Business (I&B), Televoting (VOT),... i podržani su od strane Ericsson AXE centrale. Međutim, postoje neki servisi koje AXE ne može podržati, kao npr.: *Open Charging Interfaces Based on IP* u Prepaid servisu; IP protokol je potreban za charging, npr. za charging MMSa.

S obzirom na zahtjeve prema real-time, otvorenim i standardnim interfejsima sa visokim kapacitetom i fleksibilnošću, Ericsson je kreirao IN Server

(INS) koji može da ima ulogu SCPa, a može da funkcioniše zajedno sa SCPom. U INSu postoji konvergencija fiksne ka mobilnoj telefoniji, jer podržava i Service Switching Functionality (SSF). Korištenjem CAMELa podržava multi-vendor mreže i roaming. INS je 'omogućivač' za IN servise. IN servisi su instalirani na INSu. Na TSPu, do danas, Ericsson je razvio:

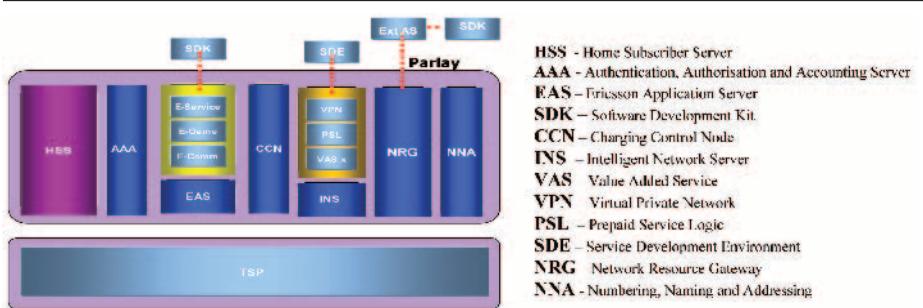
1. *Charging System* (koji je ustvari jedna stepenica više u evoluciji PPSa, i koji između ostalog omogućava Postpaid/Prepaid konvergenciju). Glavna dva podsistema su mu: Prepaid Service Logic (PSL) i Charging Control Node (CCN), i
2. *Virtual Private Network (VPN)*.

Osim ova dva, postoji mogućnost da se razvijaju i drugi servisi na podlozi koja se zove Service Development Environment (SDE).

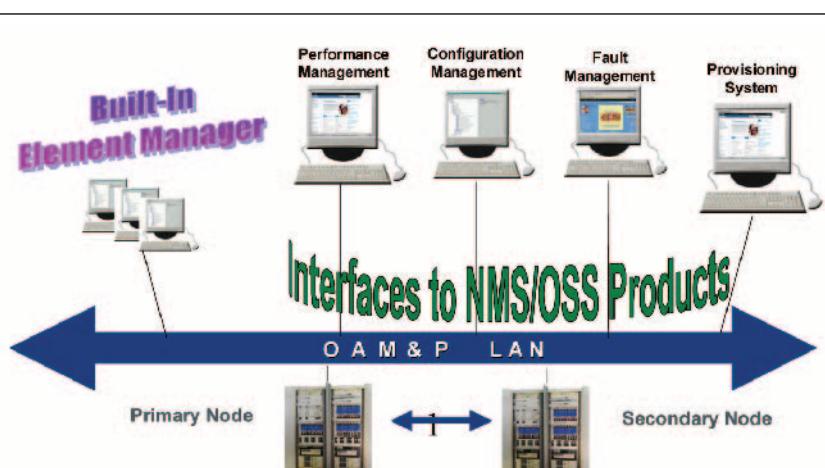
#### 3.1. Charging System

Ericsson, kao lider na tržištu za IN i PPS tehnologije, ima iskustvo pomoći kojeg operatori mogu reducirati rizik na minimum implementirajući Ericsson rješenje u svojim mrežama. Charging System je visoko ocijenjen što se tiče budućih zahtjeva, fleksibilnosti i visoke kvalitete, kao i za odličnu osnovicu ka funkciji Postpaid/Prepaid konvergencije. Charging System je unaprijeden, solucijama bogat servis:

- *Podrška za CAMEL ph.2:* multivendor arhitektura i internacionalni roaming;
- *Podrška za CAMEL ph.3:* real-time SMS charging i GPRS real-time charging;
- *Open Charging Interface Based on Diameter:* Diameter je protokol koji obezbeđuje otvoreni, visokog kapaciteta, real-time charging za Prepaid sistem. To je IP protokol koji rukuje sa tzv. sadržajnim servisima;
- *Open Charging Based on Parlay/OSA API:* obezbeđuje standardizovani razvoj APIja za charging interakciju koja kreira i tarifira servise za Prepaid;



Slika 1.  
TSP podrška višestrukim aplikacijama



Slika 2.  
Otvoreni OA&M interfejsi sa ugradenim OAM Toolbox-om

- *Balance Dependent Tariffs*: za visoke rate, moguće je ići 'u minus', a visoke rate su stimulisane nižom cijenom tarife (slika 3.);
- *Bonus Based on Accumulated Usage*: baziran na tome koliko preplatnik koristi servis može mu se dodati bonus (slika 4.);
- *Dedicated Accounts*: specifična upotreba; operator bira po kojoj će osnovi birati 'nagrade' za preplatnike: npr. dopuna, količina korištenja itd. (slika 5.);
- *Bonus on Incoming Calls*: stimuliše saobraćaj u mreži;
- *Steps Towards Prepaid/Postpaid Convergence*: dozvoljen je negativni bilans na računu.

### 3.2. Virtual Private Network (VPN)

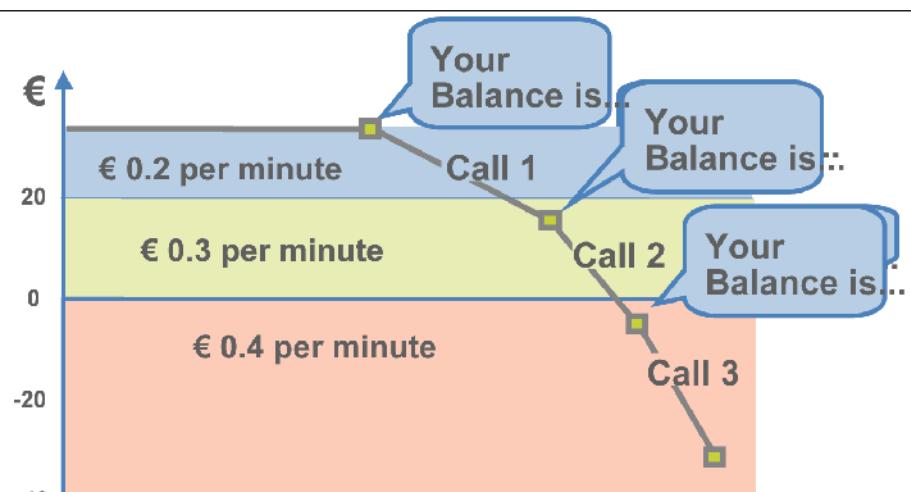
VPN na Ericsson TSP-u sada može biti primjenjen zajedno, na istoj reviziji i na istoj platformi za fiksne i mobilne mreže, što prije TSP-a nije bio slučaj. IP sposobnosti i otvoreni interfejsi na Ericsson TSP platformi omogućavaju novom VPNu da se uklopi u sadašnje i buduće generacije mreža, a takođe može biti i smješten zajedno sa Ericsson Service Capability Server-om (SCS-om). Ovisno od aplikacije, moguće je zajednički rad VPNa i 3PPa na SCS serveru. Protokoli koji se koriste su: CS1+ (ETSI+INAP) i CAMEL. Funkcije koje se susreću su npr.: Charging Information, Discount Number List, itd.

## 4. PARLAY GATEWAY

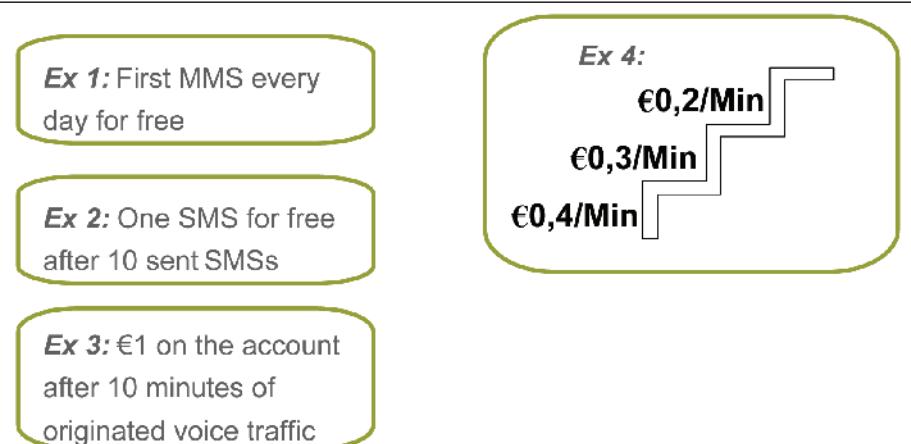
### NA TSP-U

Jedan 'omogućivač' u mreži je Ericsson SCS (koji će u sljedećim izdanjima biti nazvan: Network Resource Gateway (NRG)). SCS koristi sposobnost TSPa za real-time, otvorene interfejsce i skalabilnost. Cilj SCSa je da ohrabri razvoj inovatora servisa i skrati vrijeme koje je potrebno da nove aplikacije stignu na tržište. Parlay Gatewaz obezbjeduje API za kontrolu poziva, korisničku interakciju, status korisnika i lokaciju korisnika prema Parlay 3GPP-(Open Server Access) OSA standardima.

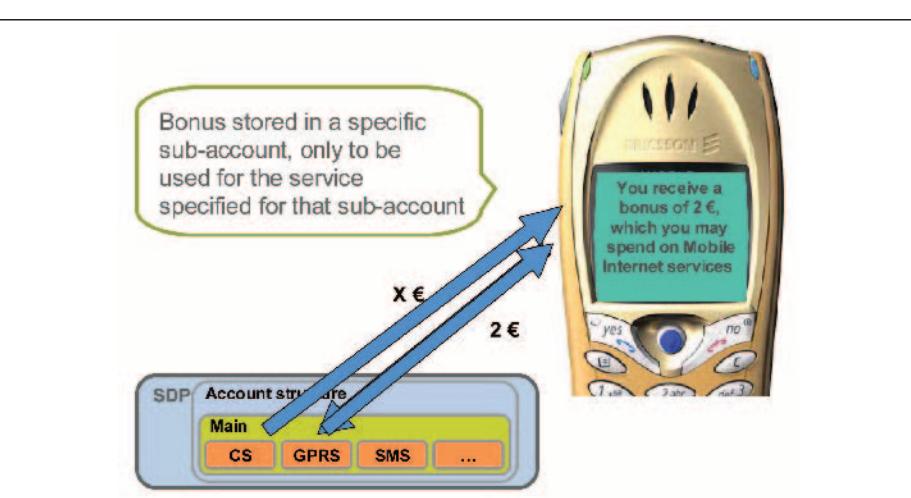
Aplikacije i aplikacijski serveri iza aplikacijskog sloja u mreži mogu pris-



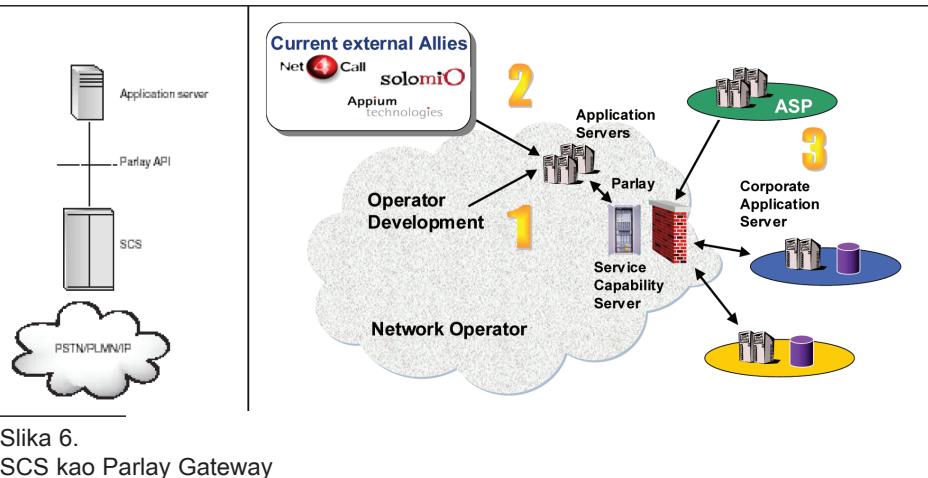
Slika 3.  
Tarife koje zavise od balansa računa



Slika 4.  
Bonus baziran na akumuliranoj upotrebi



Slika 5.  
Dodijeljeni računi



Slika 6.  
SCS kao Parlay Gateway

## LITERATURA

- [1] Hameeleers, H. and Johansson, C.: IP Technology in WCDMA/GSM Core Networks. Ericsson Review Vol. 79(2002):1, pp. 14-27.
- [2] Granström, P., Olson, S. And Peck, M.: The Future of Communication Using SIP. Ericsson Review Vol. 79(2002):1, pp. 28-35.
- [3] Ahlborn, G. and Örnulf, E.: Ericsson's Family of Carrier-Class Technologies. Ericsson Review Vol. 78 (2001):4, pp. 190-195.
- [4] Hennert, L. and Larruy, A.: TelORB-The distributed Communications Operating System. Ericsson Review Vol. 76 (1999):3, pp. 156-157.

tupiti *core* mreži bez obzira na platformu i podržavajuću tehnologiju. Ericsson SCS je predstavljen u vidu Parlay Gateway-a koji daje različitim aplikacionim servisima transparentan pristup mreži na kontrolisan i siguran način; dakle, SCS funkcioniše i kao *firewall*. Ericsson SCS omogućava da novi učesnici, kao Application Service Provider-i (ASPs), mogu ući na tržiste s vrha mreže bez da poznaju kompleksnost mreže; pri čemu operator može čak i sam razvijati aplikacije.

Ericsson SCS prevodi Parlay komande u CS1, CS1+, CAPv2 i MAP protokole. S obzirom da je Parlay/API nezavisan od same mreže i programskog jezika, čitavo tržiste za razvoj aplikacija se može koncentrisati na razvijanje servisa; što znači da aplikacije mogu biti razvijene brže i jeftinije, a operatori mogu obogatiti svoju ponudu servisa i time povećati svoju zaradu.

Ericsson podržava razvijače aplikacija; podrška uključuje Website sa simulatorom te certifikaciju. Takođe, obezbijeden je i centar za demonstraciju za kuce. Vanjski partneri Ericsson-a, kada su u pitanju aplikacije, su kompanije: Solomio (USA), Appium (Sweden), Wirenix (USA) i druge (slika 6.).

## 5. ZAKLJUČAK

Ericsson TSP obezbjeđuje najbolje od dva svijeta: integriranjem IT tehnologija i telekomunikacionih servera, a mnoge aplikacije imaju korist od ovih naslijednih karakteristika iz obiju mreža. Pored toga što nudi izvanredne karakteristike koje se zahtjevaju od telekomunikacionih sistema, Telecom Server Platform ujedinjuje otvorene tehnologije, npr. Linux, koji je važna komponenta u ovoj platformi. Beneficije koje mogu proistekti iz korištenja Telecom Server platforme su slijedeće:

- Brz razvoj: kontinuirano iskorištavanje već postojećih aplikacijskih komponenti;
- Smanjen trošak: nastao upotrebo standardnih razvijačkih alata iz industrije informacionih tehnologija;
- Smanjena složenost mreže: koristi se Parlay API;
- Smanjen rizik: s obzirom na smanjenu vremensku dužinu između razumijevanja zahtjeva i njegove implementacije;
- Visok profit: višestruka prodaja od samo jedne aplikacije.

# Informacione i telekomunikacione tehnologije u sektoru zdravstva

## *Information and Telecommunications Technology in the Health Care*

### Sažetak:

Situacija u sektoru zdravstva može biti znatno poboljšana primjenom telekomunikacijskih tehnologija, računarskih mreža, softvera baza podataka, tehnika obrade imidža kao i primjenom videokonferencijskih veza. Ovaj rad prezentira aktuelnu situaciju u telemedicinskoj tehnologiji, informacionim sistemima u zdravstvu i odgovarajućim standardima, i predlaže strategiju informatizacije i internetizacije u zdravstvu.

Ključne riječi: Zdravstvena njega, telekomunikacije, informacioni sistemi, telemedicina, obrada imidža, videokonferencije, DICOM, VLAN, HL7, VPN, WEB, Internet.

### Abstract:

Situation in the health care can be enhanced through the use of telecommunications technology, network computing, database management software, image processing and videoconferencing. The work presents actual situation in the telemedicine technology, health care information systems and related standards, and propose possible strategy in health care sector in Bosnia and Herzegovina.

Keywords: Health care, telecommunications, information systems, telemedicine, image processing, videoconferencing, DICOM, VLAN, HL7, VPN, WEB, Internet.

### SKRAĆENICE

DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine (Standard of National Electrical Manufacturerers Association)
VLAN	Virtual Local Area Network
VPN	Virtual Private Network
HL7	Health Level 7 (OSI level 7) ANSI standard
JPEG	Joint Photographic Experts Group (tehnika kompresije slike)
VMW	Virtual Medical World
IP	Internet protokol
CT	Computer Tomography
MPEG	Moving Picture Experts Group (ISO/IEC standard kompresije)
MRI	Magnetic Resonance Imaging

### UVOD

O perspektivi primjene informacionih i telekomunikacionih tehnologija u zdravstvu najbolje svjedoči konstatacija iz jednog prikaza projekta Evropske unije, koji govori o globalnom medicinskom informacionom društvu, da "u bilo kojoj viziji razvoja slijedeće generacije Interneta, sektor zdravstva je njen prvi korisnik". Dakle, već postoji jasna vizija globalnog medicinskog informacionog sistema baziranog na širokopojasnoj mrežnoj infrastrukturi. To je nametnula priroda podataka u medicinskim aplikacijama koji su multimedijalni.

Razvoj računarskih tehnologija, a posebno Internet mreže, omogućio je pristup obilju podataka koji se akumuliraju u svijetu, iz svih oblasti, pa tako i iz medicine. Internet omogućuje svima da dudu do informacija o tudim iskustvima i rješenjima. Štoviše, da se komunicira sa učesnicima u svjetskim istraživačkim projektima. Važnost pristupa Internetu u medicini je, besumnje, od velikog značaja, jer zahvaljujući Internetu zdravstveni profesionalci mogu da dopune i usavrše svoje znanje, kao i da se konsultuju sa kolegama iz odgovarajuće oblasti, koristeći e-mail i transfer podataka. I ne samo

profesionalci, nego i pacijenti mogu preko Interneta lakše doći do objašnjenja svojih zdravstvenih problema, a ponekad i do pravih dijagnoza.

Konsultacije ljekara medusobno dovode do bržih i pouzdanih dijagnoza, razmjena iskustva je od posebnog značaja. U tim konsultacijama, često je potreban dostup do određenog dijagnostičkog nalaza. Dakle, javlja se potreba za prijenosom na daljinu dijagnostičkih slika, ili za trenutni uvid sa daljine u situaciju kod pacijenta. To je moment kad savremene telekomunikacije ulaze u medicinu, omogućavajući pristup pacijentu sa daljine, ili konsultaciju ljekara na različitim lokacijama. Spoj telekomunikacija i medicine označava se izrazom "telemedicina". Telemedicina omogućuje profesionalcima zdravstvene njegi da koriste konektovane medicinske uređaje u evaluaciji, dijagnozi i tretmanu pacijenta na drugim lokacijama. Ovi uredaji su poboljšani korištenjem telekomunikacionih tehnologija, mrežnog računarstva i videokonferencijskih sistema.

Specijalizovani aplikativni softver, uredaji za pohranjivanje podataka, softver za upravljanje bazama podataka, medicinski uredaji za prikupljanje elektronskih podataka, prijenosni uredaji i kanali su ključni elementi telemedicinske infrastrukture. Ovako definisano, pod izrazom telemedicina smo obuhvatili širu infrastrukturu informacionih i telekomunikacionih sistema i time dali šire značenje ovom izrazu. U narednom izlaganju nakon kratkog prikaza situacije u BiH, predstaviti ćemo presjek najnovijih telekomunikacionih i informacionih tehnologija i usluga koje nalaze primjenu u zdravstvu.

### 1. STANJE INFORMATIZACIJE U SEKTORU ZDRAVSTVA KOD NAS

Primjena informacionih i telekomunikacionih usluga u zdravstvenim ustanovama u Bosni i Hercegovini je nedovoljna (zaključak studije ICT i zdravstvo - ICT forum 2003.), daleko ispod postjećeg nivoa u evropskim zemljama. U



Slika 1.  
Primjena ICT-a u medicini



Slika 2.  
Endoskopija

doba velikog razvoja informacionih i telekomunikacionih tehnologija, skoro da ne postoji zdravstvena ustanova sa implementiranim informacionim sistemom, sa bazama podataka o pacijentima. Opremanje zdravstvenih ustanova računarском opremom je neorganizovano i prepusteno željama i znanju pojedinaca. U mnogim medicinskim ustanovama postoji savremena dijagnostička oprema (CT, MR, rentgeni, ultrazvučni uredaji, bazirani na mikroprocesorima, sa digitalnim izlazima za podatke), ali zbog neuvezanosti gube se prednosti koje pruža sistem kao što su distribucija podataka u ustanovi, čuvanje podataka u bazama podataka, korištenje podataka i informacija za naučni rad, itd. U pojedinim zdravstvenim ustanovama postoje lokalni programi, organizovani na raznim tipovima baza podataka, koji se pretežno koriste za praćenje ekonomskih parametara, ili podataka za zdravstveno osiguranje, a manje ili nikako za medicinske i zdravstvene svrhe (D. Z. Sarajevo, D.Z. Bihać, D. Z. Foča).

Primjena informacionih i telekomunikacionih tehnologija u zdravstvu daje niz društveno ekonomskih koristi kao što su:

- značajno povećanje kvaliteta zdravstvenih usluga za pacijente,
- povećanje troškovne efikasnosti u zdravstvu,
- mogućnost praćenja i analize situacija kroz statističke obrade podataka,
- informacije kao temelj za naučno-istraživačke aktivnosti,
- ujednačen nivo zdravstvene zaštite,
- povećan nivo informiranosti i obrazovanja medicinskog osoblja,
- povećana iskoristivost centralnih kapaciteta,
- mogućnost brzih konsultacija,
- izbjegavanje kašnjenja i pogrešaka,
- povećana dostupnost zdravstvenim radnicima i drugu.

Bez kvalitetnog zdravstvenog informacionog sistema je nezamislivo očekivati transformaciju zdravstvenog sistema u skladu sa preporukama Svjetske zdravstvene organizacije u dokumentu "Zdravlje za 21 vijek" (ICT forum 2003.).

## 2. TRANSFER MEDICINSKIH PODATAKA

Telemedicina uključuje skup tehnologija kao što su računari, računarske mreže, video i specijalizovani medicinski instrumenti. Osnovna osobina telemedicinskog sistema je da može prenijeti medicinske nalaze tipa rentgenskog snimka, CT skena (u daljem tekstu ćemo ih obilježiti prema engleskom izrazu, imidž) zadržavajući visoki kvalitet na drugom kraju telekomunikacione linije. U medicini se primjenjuje spektar različitih instrumenata, koji kao izlaz daju analogni ili digitalni signal. Analogni signali se moraju pretvoriti u digitalne da bi se obradivali na računarima i prenosili na daljinu. Dakle, digitalizovani glas, video, rentgenski snimak ili CT sken uvode se u računar i dalje obraden i proslijeden. Digitalizacija imidža predstavlja njegovo razlaganje na veliki broj sitnih elemenata nazvanih *pikseli*. Zavisno od gustoće ovih elemenata, koji predstavljaju imidž, je i kvalitet njegove reprodukcije, odnosno mogućnost razlikovanja potrebnih detalja. Kao primjer navedimo digitalizaciju rentgenskog snimka koji treba rezoluciju vrijednosti 2000 x 2000 i 12 bita po jednom imidžu. Za memorisanje jednog imidža potrebno je 6 Mbajta memorije u računaru. Jedan CT snimak zahtijeva rezoluciju 512 x 512 x 12, ili oko 400 kbajta memorije. Imidži u boji zahtijevaju više bita za određivanje jednog piksela, odnosno 24, te tako imamo histopatološki nalaz sa rezolucijom 800 x 600 x 24, koji zahtijeva 1,5 Mbajt memorije u računaru. Za prijenos videa, odnosno pokretne slike, potrebno je prenijeti od 25 do 30 slika u sekundi. Uz rezoluciju 300 x 200 x 16 (za sliku u boji) potrebna brzina linka za prijenos slike na daljinu se značajno povećava, tako da za prenos samo 15 slika u sekundi, treba prenosna brzina od 1,8 Mb/s. Prenos sirovog video signala nije efikasan, te se pristupa kompresiji koja smanjuje količinu podataka koje treba prenijeti, a da se na drugom kraju dekompresijom dobije zadovoljavajući video signal. Komprimacija može biti sa gubitkom ili bez gubitka. Stepen kompresije bez gubitka je oko 2:1, a sa

gubitkom 10:1 i više. Za kompresiju imidža obično se koristi JPEG format koji ima više verzija: JPEG 1 do JPEG 4. Kod prenosa videa preko ISDN mreže, koristi se kompresija po standardu H.320, koji omogućuje rezoluciju 352 x 288 sa 30 slika u sekundi. Posljednjih godina za telemedicinske komunikacije korišteni su ISDN telefonski priključci, kao i iznajmljeni vodovi 1 Mb/s, 2Mb/s, i veće brzine. Danas, kad postoji širokopojasne mreže za prenos podataka, kao ATM, DSL, VLAN i druge, moguće je koristiti konekcije preko ovih mreža za ostvarivanje telemedicinskih veza.

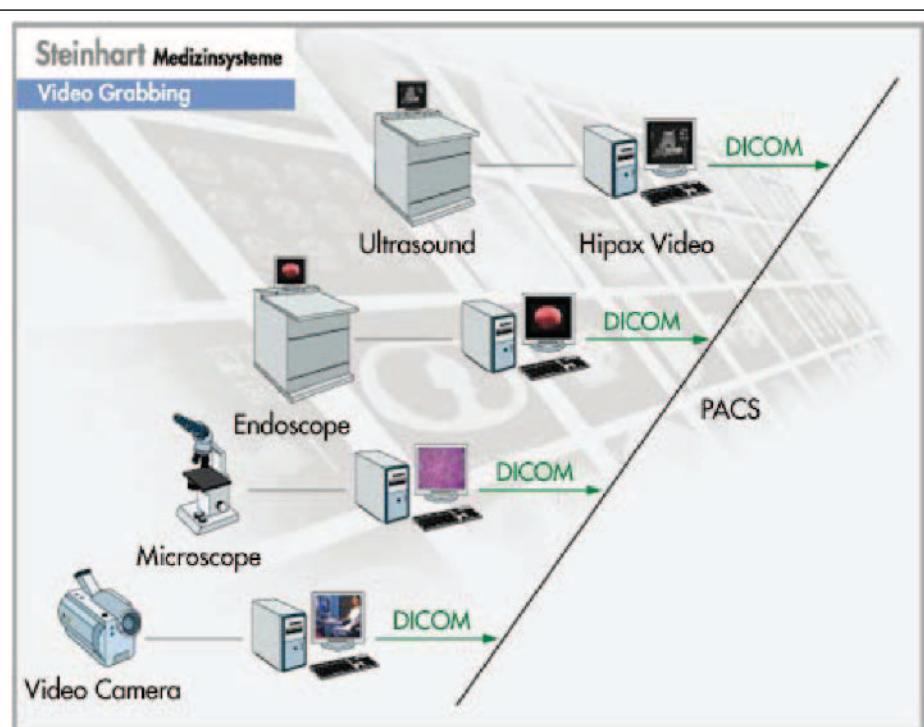
U sektoru zdravstva značajnu primjenu mogu imati slijedeće informacione i telekomunikacione usluge i tehnologije:

- Klasični telefonski priključak,
- ISDN priključak,
- Iznajmljene linije,
- LAN, WAN, VPN, VLAN, ATM mreže,
- Usluge Interneta: e-mail, instant messaging, WEB pretraživanje, transfer fajlova, transfer slika, video konferencije, WEB konferencije, H.323 ili SIP pozivi,
- Softveri za upravljanje bazama podataka,
- Tehnologija 3D obrada imidža.

### 3. INFORMACIONI SISTEM U ZDRAVSTVU

Karakteristično za baze podataka u ustanovama zdravstvene njegе je da se sastoje od tekstualnih podataka, nalaza - imidža i video klipova, dakle, predstavljaju multimedijalne podatke. Zahtjevi na kvalitet imidža su strogi, da bi uopšte bili iskoristivi, te se zahtijeva visoka rezolucija, a time, pojedinačni imidž, sadrži veću količinu podataka. Izvori slika su različita medicinska oprema i instrumenti, sa različitim tipovima izlaza. Za smještanje imidža u bazu potrebno je izvršiti digitalizaciju, za manipulaciju slikama kod pregledanja potrebni su također odgovarajući alati za obradu imidža. Prijenos slika na daljinu zahtijeva linkove većih brzina, posebno ako se radi o aktivnostima u realnom vremenu.

Sistematisaciju prihvata medicinskih imidža sa različite opreme, njihove obrade i transfera na druge lokacije, realizovao je široko primjenjen standard Digitalne obrade slika i komunikacija u medicini (Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), kreiran od National Electrical Manufacturers Association (NEMA) da pomogne distribuciju i pregledanje medicinskih slika, kao što je CT scans, MRI i ultrazvuk. Ovaj standard je zasnovan na OSI konceptu s ciljem da uveže različite opreme u medicini od različitih proizvođača. Mogućnost konekcije jednog dijagnostičkog uređaja na računarski sistem, odnosno telekomunikacioni link, je posebno važna, sa aspekta troškovne efikasnosti u zdravstvenoj zaštiti, s obzirom da se konektovani uređaji mogu mnogo više iskoristiti, kao i na široj teritoriji. Aktuelna verzija DICOM standarda je DICOM 3.0. Jedan DICOM fajl sadrži zaglavje sa podacima o pacijentu i tipu skeniranja i dimenzijama imidža, kao i podatke imidža. Podaci imidža mogu biti kompresovani koristeći JPEG format, varijante sa gubitkom ili bez gubitka.



Slika 3.  
Interfejsi za preuzimanje imidža sa dijagnostičke opreme

Za komuniciranje medicinskih podataka između različitih računarskih sistema kreiran je HL7 standard poruka, čija nova verzija je 3 i odlikuje se *plug and play* interoperabilnošću. Karakteristika savremene medicinske lokalne računarske mreže je mogućnost. Osnovna pohranjivanja i komuniciranja multimedijalnih podataka. S obzirom da današnji PC računar sa standardnim performansama i opremom, predstavlja multimedijalnu radnu stanicu, praktično sa svakog računara u mreži je moguće pristupiti multimedijalnim podacima. Predstavimo ukratko osnovne funkcije koje treba da zadovolji LAN mreža primjenjena u medicinskom okruženju. U LAN mreži funkciju distribucije slika obavlja poseban server, *server imidža* sa mogućim funkcijama, kako slijedi:

- prihvatanje svih tipova medicinskih slika (pojedinačne, serija, video spot, itd.),
- upravljanje prijenosom slika u LAN mreži,
- prijenos dodatnog teksta sa informacijama,
- privremeno skladištenje.

Za obradu i pregledanje imidža najpogodnija je WEB tehnologija. Iz tog

razloga u mrežu se uvodi i **WEB server** sa slijedećim funkcijama:

- pristup serveru imidža,
- konverzija DICOM imidža u JPEG format,
- komunikacija preko Intraneta i Interneta,
- zaštita podataka sa login procedurom,
- mogućnost upita sa različitim parametrima: ime pacijenta, ID pacijenta, referirajući ljekar, instrument, datum,
- pregledanje imidža i obrada (zumiranje i sl.).

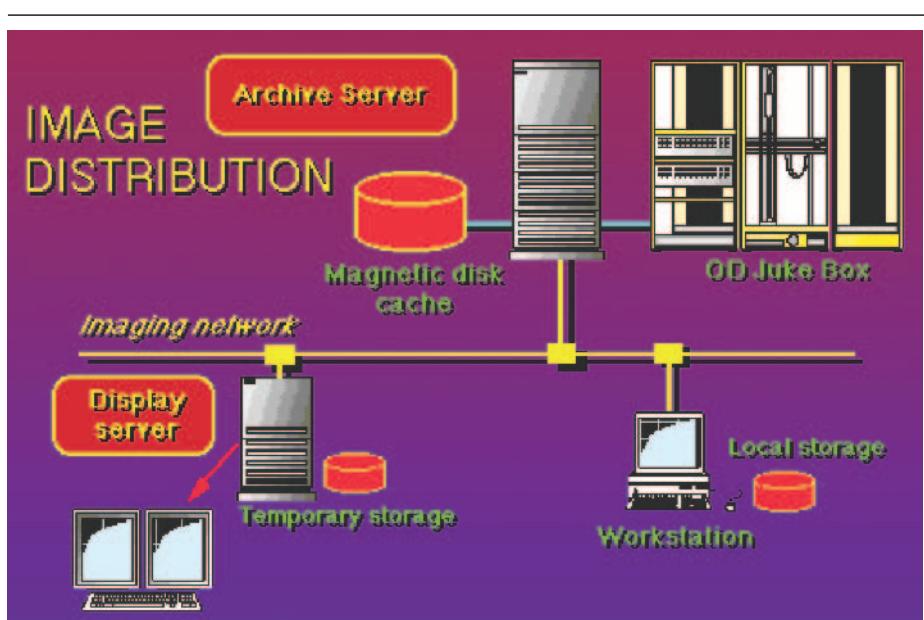
Radi arhiviranja imidža, u mrežu se uvođe eksterni diskovi velikog kapaciteta (CD, DVD...). Za slanje imidža na daljinu obvezujuće se odgovarajuća oprema i telekomunikacioni link, ISDN, E1, DSL, ATM ili drugi, sa slijedećim najvažnijim funkcijama:

- slanje imidža,
- enkripcija podataka radi zaštite,
- kompresija radi povećanja brzine prijenosa.

Za realizaciju videokonferencijskih veza uvođe se telekonferencijski interfejs sa funkcijama:

- uspostava video konferencijske veze više učesnika,
- zajedničko pregledanje podataka i imidža od strane više udaljenih učesnika konferencije.

Navedimo primjer najnovijeg softvera za multimedijalne konferencije. *Click to Meet Express software* od proizvodača, američke firme First Virtual Communications, koji ostvaruje multimedijalnu konferenciju preko intraneta ili javnog Interneta. Klijenti imaju mogućnost razmjene dokumenata, dijagrama, imidža, prezentacija, kolaborativno WEB pretraživanje, tekstualni chat; dijeljenje aplikacija u realnom vremenu, i multipoint audio i video. Dakle, ovaj softver omogućuje multimedijalne sesije telekonsaltinga i teleeduksacije. Telemedicina koristi dva metoda za prijenos imidža, podataka i zvuka - uživo, prijenos u realnom vremenu, u momentu kad se podaci uzimaju, ili "store and forward" prijenos, gdje konsultanti pregledaju podatke naknadno, poslije njihovog prikupljanja. Primjenu ICT-a u zdravstven-



Slika 4.  
Sistem za arhiviranje i komunikaciju slika

im ustanovama možemo predstaviti u sljedećim segmentima:

- lokalna računarska mreža LAN,
- link prema drugim ustanovama, odnosno državnoj zdravstvenoj mreži,
- link prema davaocu Internet usluga,
- softver za upravljanje bazom podataka o pacijentima,
- interfejsi između dijagnostičkih instrumenata i LAN mreže,
- softveri za obradu imidža.

Opremanje zdravstvenih ustanova bi se moglo realizovati u tri faze:

U jednostavnoj varijanti, medicinska ustanova bi mogla biti snabdjevene umreženom računarskom opremom u vidu LAN mreže sa linkom prema Internet mreži (ISDN, direktni link, xDSL...). Ovdje bi medicinski profesionalci dobili pogodnost pristupa Internetu sa svim pogodnostima koje Internet pruža. S aspekta komunikacija sa kolegama, konsultacija, pristupa medicinskim informacijama, praćenja najnovijih saznanja itd. dobici od ove instalacije su veliki.

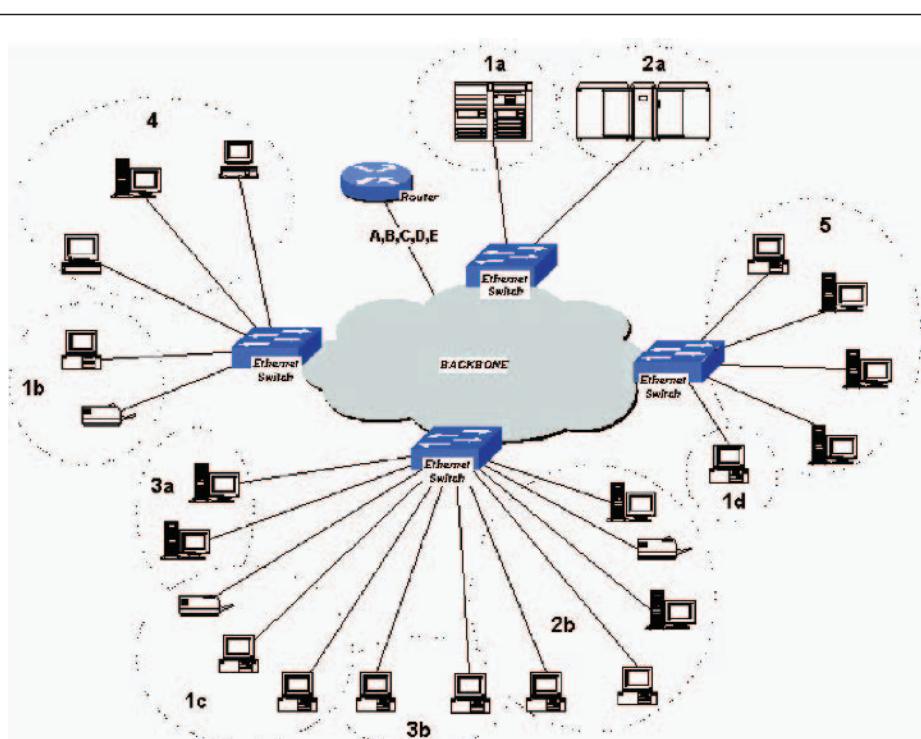
Slijedeću fazu ili dogradnju predstavlja instalacija odgovarajućeg softvera baze podataka u medicinskoj aplikaciji. To bi bila baza podataka o pacijentima sa klasičnim tekstualnim podacima. Realizacija ove faze je već korak ka formiranju sistema. Podaci o pacijentima nisu kompletni, jer ne sadrže sve dijagnostičke nalaze u vidu imidža, ali to već daje mogućnost statističkog praćenja situacija. Treća faza dogradnje bi bila instalacija interfejsa prema dijagnostičkim uređajima, radi preuzimanja podataka imidža i kompletiranja podataka o pacijentima dodavanjem nalaza imidža u bazu podataka. Kompletiranjem tri faze dobili bi ste kvalitetan sistem za razmjenu multimedijalnih podataka, odnosno za omogućavanje telekonsultacija, teleedukacije u okviru jedne ustanove ili preko globalne Internet mreže.

#### 4. PRIMJER ŠIROKOPOJASNE MREŽE ZDRAVSTVENE ZAŠTITE

Prva zemlja u svijetu koja je uspostavila na nivou države širokopojasnu računarsku mrežu zdravstvene zaštite je Šved-

ska. Praktično, sve bolnice i primarni zdravstveni centri, kao i odgovarajuće državne ustanove su konektovani na *Sjunet* mrežu za administrativnu i telemedicinsku komunikaciju. Mrežna infrastruktura omogućava sigurnu komunikaciju i distribuciju podataka o pacijentima, slika, medicinskih aplikacija i usluga. Mreža je odvojena od javnog Interneta. Bazirana je na IP protokolu. U početku je koristila infrastrukturu Internet mreže Telia operatora i bila realizovana kao VPN, ali se od 2003. godine strukturiša kao VLAN mreža sa prijenosnim kapacitetima fizički odvojenim od Interneta, a sve zbog boljeg kvaliteta u pogledu prijenosnog opsega.

Prikљučenje pojedinih pokrajinskih centara na mrežu se ostvaruje sa 10 Mb/s, 100 Mb/s ili 1 Gb/s. Aplikacije koje se koriste na *Sjunet* mreži mogu se razvrstati kako slijedi:



Slika 5.  
VLAN mreža

## **LITERATURA**

- [1] Srđa Hrisafovic, Silva Larson, Branka Kosovac, Maja Taubman-Benvanda, Duško Bogunović, Milenijumski razvojni ciljevi i informaciono društvo, ICT Forum 2003, Sarajevo (UNDP-studija)
- [2] Gustav Malmqvist, Networking in Health Care: An Issue of Connection or Cooperation? -The Evolution of Sjunet, the Swedish Health Care Network, Štokholm, 2003,
- [3] Malcolm Pradhan, Important Concepts in Telemedicine, Stenford University, 1994,
- [4] Douglas Page, European group proposes global telemedicine information society, 1998,
- [5] PC based Voice-Controlled Front-End of an Endoscopic Video Server in DICOM, G. Bellaire, D. Steines, G. Graschew, J. Bernarding, P.M. Schlag, 2001,
- [6] Curry RG1, Norris AC1, Parroy S1 and Melhuish PJ1, The Strategic Development and Application of Telemedicine,Centre for Healthcare Management,LSU College,University UK '97,
- [7] Stanley M. Huff, MD..., A Proposal for Incorporating Level Seven (HL7) Vocabulary in the UMLS Metathesaurus,Salt Lake City USA, 2000.
- [8] Ministerial Declaration Brussels, 22 May 2003., Documents EU, 2003.
- [9] Materijali sa WEB stranica Interneta proizvođača opreme.

- Medicinske poruke; elektronski recepti; narudžbe i rezultati, sigurne e-mail poruke,
- Videokonferencije; konsultacije, obilazak bolesnika, planiranje, nadgledanje i edukacija,
- Telefonske usluge; IP telefonija, usluge zdravstvenih informacija,
- Transfer datoteka; teleradiologija, telepatologija, administracija,
- WEB servisi; registri kvaliteta, arhive, baze podataka, recepti i edukacija.

## **6. KAKO UNAPRIJEDITI SITUACIJU INFORMATIČACIJE ZDRAVSTVA**

Prije svega potrebno je raditi na podizanju svijesti o značaju informatizacije u zdravstvu. To se može, u prvoj fazi, uraditi realizacijom nekoliko pilot projekata na Univerzitetskim kliničkim centrima. Odabir klinika za realizaciju projekata bi se izvršio uz kriterij, da već postoji jezgro, nešto računarske opreme i informatički educiranog kadra. Dodatnim ulaganjem bi se kompletirao informacioni sistem klinike i instalirao softver baze podataka o pacijentima koji bi obvezljivo administrativno praćenje pacijenta. U okviru pilot projekta ostvarila bi se i kvalitetna konekcija na Internet mrežu. Po realizaciji pilot projekta trebalo bi organizovati promotivnu kampanju koristi ostvarenih informatizacijom i internetizacijom. Radi ilustracije, navodimo prikaz situacije koju je predstavio Mr. Sc. Dr. Nenada Vanis, sa jedne od, trenutno najpremljenijih klinika računarskom opremom u Federaciji BiH, a to je Gastroenterološka Klinika Kliničkog centra Univerziteta u Sarajevu: "Naša Klinika je jedna od najpremljenijih zdravstvenih ustanova računarskom opremom u BiH. 1998. godine dobili smo prva tri računara donirana od Svjetske zdravstvene organizacije WHO. Uz vlastiti trud i zalaganje do danas smo postigli mnogo. Na Klinici za gastroenterologiju svaki ljekar posjeduje svoj računar i printer, ukupno 15 računara. Jedan dio računara je umrežen (bez servera) i preko ISDN priključka ostvaruje konekciju na Internet mrežu. Ali, naravno, ovo nije dovoljno. Za uvezivanje svih računara i nabavku servera, kao i za instaliranje baze podataka o pacijentima nemamo finansijski mogućnosti niti donatora. Računar koristimo sa njegovim standardnim mogućnostima, za pisanje tekstova, za prezentacije, sa medicinsku statistiku, za obradu slika, za skeniranje, za edukaciju studenata. Preko Interneta ostvarujemo konsultacije sa medicinskim stručnjacima sa drugih srodnih međunarodnih klinika. Imamo takođe i svoju vlastitu web stranicu [www.gastrosa.net](http://www.gastrosa.net) koju re-

dovno ažuriramo. Ambulatni pogon, gdje je i najveći obim posla nema računare. Plan je da svaka sala ima svoj računar, jednu bazu podataka za svakog pacijenta, jedan veliki kolor printer na šalteru, gdje će se izdavati nalazi. Svaki računar bi bio povezan sa dijagnostičkim uredajima, te bi se sve slike i video zapisi mogli prenijeti na hard disk.

Imamo ljudе, imamo viziju, imamo način i snagu da budemo vodeći u tome u cijeloј Državi. Nedostaje nam potpora drugih institucija, odnosno finansiranje." Inicijalna investicija za infrastrukturu i razvoj osnovnih servisa bila je 1,400.000 Eura. 200.000 do 500.000 eura se ulaže godišnje za održavanje i dalji razvoj sistema. Svaka pokrajina, priključena sa 10 Mb/s, plaća konekciju 12.000 eura godišnje.

## ZAKLJUČAK

Zasigurno, danas nema kvalitetne zdravstvene njegе u ustanovama, koje

nemaju implementirane zdravstvene informacione sisteme, jer sve ostalo je improvizacija bez sistema, bez kvaliteta, bez kontrole i bez nadzora. Već danas treba pristupiti izradi Projekta informatizacije u sektoru zdravstva u Bosni i Hercegovini, sa jasno definisanim fazama realizacije. Projekat treba da definiše sve funkcije LAN mreže jedne ustanove koje će se u fazama realizovati po utvrđenom prioritetu. Sva oprema koja se nabavlja treba da bude definisana za obradu multimedijalnih podataka. Treba krenuti od izgradnje informacionih sistema u zdravstvenim ustanovama, a završiti sa izgradnjom širokopojasne zdravstvene mreže Federacije (ili Bosne i Hercegovine). Do momenta definisanja strategije informatizacije zdravstva u Bosni i Hercegovini i konkretnijih koraka od strane odgovarajućeg ministarstva Vlade, može se uraditi veći broj malih koraka, kroz formiranje lokalnih računarskih mreža ustanova i educiranje zdravstvenih kadrova.



### Kontakt:

**BS telecom d. o. o.**  
**Tvornička br. 3**  
**71 000 Sarajevo**  
**Bosna i Hercegovina**

Tel: + 387 33 636 786  
Tel: + 387 33 718 520  
Fax: + 387 33 636 787  
e-mail: [bstelecom@bstelecom.ba](mailto:bstelecom@bstelecom.ba)

### Proizvodi koje nudimo:

#### Sistemi MEDIO

- MEDIO ACD - **Centar za obradu poziva**
- MEDIO C2K - **Koncentrator (istureni stupanj na bazi V5.2 protokola)**
- MEDIO CO - **Digitalna lokalna centrala**
- MEDIO IN & SCP - **Rješenje za intelligentne mreže**
- MEDIO PCM - **Uredaj za digitalno multipleksiranje**
- MEDIO TX+VS- **Rješenje za konkurentne tranzitne mreže (tranzitna centrala)**

#### Sistemi OSS

- TCCS- **Sistem brige o korisniku**
- TelBill - **Sistem fakturiranja telekomunikacijskih servisa**
- TelCharge - **Sakupljanje podataka i predprocesiranje obračuna**
- TelInfo - **Sistem za podršku telefonskih informacija i imenika**
- TelPOS- **Automatizirano prodajno mjesto**
- TelRes- **Sistem za upravljanje mrežnim telefonskim resursama**
- TelMD- **Posredni uredaj**



**JAVNO PREDUZEĆE  
ELEKTROPRIVREDA BOSNE I HERCEGOVINE  
SARAJEVO**

# Nove tehnologije optičkog vlakna

## *Optical Fibre new Technologies*

### Sažetak:

U prvom dijelu radu govori se općenito o optičkim kablovima. Opisani su zatim uticaji slabljenja, disperzije i nelinearnih efekata na optička vlakna. Na kraju su navedene moguće primjene optička vlakana u pristupnim i jezgro mrežama.

Ključne riječi: vlakno nepomjerene disperzije - USF, Vlakno sa pomjeronom disperzijom - DSF, vlakno sa ne-nultom pomjeronom disperzijom - NZDSF, Erbium dopirani optički pojačavač - EDFA, Gusti valni multipleks-DWDM.

### Abstract:

The first part of the paper deals with optic cables general. Further text describes the influence of attenuation, dispersion und non-linear effects on optic fibres. And finally the possible applications of optic fibers in access and core networks have been mentioned.

Key words: Un-Shifted Fiber, Dispersion Shifted Fibre, Non Zero - Dispersion Shifted Fibre, Erbium Dopped Fiber Amplifier, Dense Wavelength Division Multiplesing,

### SKRAĆENICE

DROP	Add Drop
BER	Bit Error Rate
DSF	Dispersion Shifted Fibre
EDFA	Erbium Dopped Fiber Amplifier
FCN	Fiber/Coax Node
FTTH	Fiber to the Home
FTTSA	Fiber to the Service Area
FTTx	Fiber to the x
HDPE	High Density PolyEthilen
HFC	Hybrid Fibre Coax
HTW	Hybrid Fiber Wireless
PMD	Polarization Mode Dispersion
USF	Un-Shifted Fiber

### 1. UVOD

Razvoj novih tehnologija vlakana, koja se ugraduju u nemetalni optički kabl i dvostruko umreženih polietilenskih cijevi HDPE (High Density PolyEthilen), omogućio da se sa gustim valnim multiplesom DWDM (Dense Wavelength Division Multiplesing), sl.1., prijenose terabitske brzine po novim optičkim kablovima.

Novi zahtjevi nametnuti od optičkih mreža dali su za rezultat dalju delinearizaciju i specijalizaciju optičkih vlakana. Za optička vlakna značajno je znati kako optičke mreže utiču na nove tehnologije optičkih vlakana poznavanjem njihovih fundamentalnih optičkih svojstava (slabljenja, hromatske disperzije, disperzije polarizacionog moda i nelinearnih efekata).

Najznačajnije prijenosne karakteristike optičkog vlakna su slabljenje i disperzija. Slabljenje uzrokuje gubitak snage, a disperzija širenje impulsa. Upravo hromatska disperzija je ta po kojoj vlakna nose nazive. Tako vlakno kod kojeg nije izvršeno pomjeranje disperzije nosi naziv USF (Un-Shifted Fiber), a vlakno sa pomjeronom disperzijom DSF (Dispersion Shifted Fibre) i vlakno sa nenultom pomjeronom disperzijom-NZDSF (Non Zero-Dispersion Shifted Fibre). Od ulaska optičkih kablova u komercijalno tržište ranih 1970-tih, optička vlakna su našla primjenu u poslovnim, pristupnim

(lokalna petlja i povezivanje lokalne centrale sa udaljenim komutacionim jedinicama) i jezgro mrežama, uključujući duge podmorske kablovske relacije.

### 2. OPĆENITO O OPTIČKIM KABLOVIMA

Optički kablovi za primjene u telekomunikacijama su savremene izvedbe sa vlaknima za različite primjene.

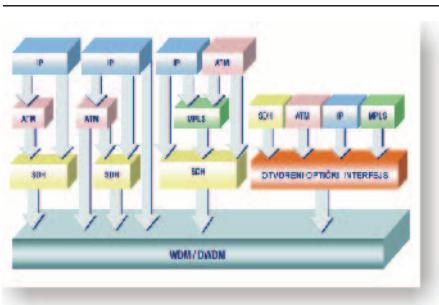
Prvi optički kablovi su bili manjeg kapaciteta vlakana i polagali su se direktno u rov ili uvlačili u telefonsku kanalizaciju. Imali su metalni omotač. Slijede kablovi bez metalnih elemenata koji se upuhuju u polietilenske cijevi. Sa razvojem nemetalnih optičkih kablova, razvijale su se i odgovarajuće tehnike, koje su omogućavale bržu, rentabilniju i uspješniju realizaciju optičkih kablovskih sistema.

Početna investicija u ovom slučaju nešto je veća u odnosu na polaganje armiranih kablova, ali su troškovi eksploatacije znatno niži, jer je otklanjanje smetnji brže. Optički kablovi se proizvode sa različitim konstrukcijama zavisno od načina polaganja, odnosno zavisno od uslova eksploatacije.

Danas su mnogo više su u upotrebi nemetalni optički kablovi zbog preimуществa da na njih nemaju uticaja atmosferska pražnjenja, dalekovodi i trafostanice, elektrovruča, razni elektro-magnetski izvori koji prouzrokuju smetnje u prijenosu i nuklearni izvori.

Ako nema navedenih uticaja to znači da nisu potrebne ni posebne mjere zaštite pa su troškovi građenja kablovskih mreža sa kablovima bez metalnih elemenata manji u odnosu na kable sa metalnim elementima. Osim navedene činjenice treba podvući i sljedeće: slabljenje optičkog vlakna se povećava u toku vijeka eksploatacije (vijek eksploatacije se uzima 25 godina). Podjela kablova zavisno od konstrukcije, odnosno zavisno od uslova eksploatacije je sljedeća:

- optički kablovi za direktno polaganje u zemlju,
- optički kablovi za uvlačenje u HDPE cijevi,
- podvrdni optički kablovi,
- samonosivi optički kablovi



Slika 1.  
Uloga DWDM u otvorenom optičkom interfejsu

- optički kablovi u zaštitnom vodu (užetu) dalekovoda i
  - optički kablovi za unutrašnju montažu.
- Optički kablovi za direktno polaganje u zemlju su armirani sa metalnim elementima ili kablovi bez metalnih elemenata, koji su ojačani kevlarom.

Optički kablovi koji se uvlače (upuhuju) u HDPE cijevi su nemetalni. Podvodni optički kablovi se polažu u rijeke, jezera i more. Oni su posebne konstrukcije i obično su sa metalnim elementima zbog postizanja zadovoljavajućih sila naprezanja kabla. Samonosivi optički kablovi se polažu po postojećim vazdušnim linijama ili pomoću nosača kabla se mogu postavljati i na zgrade i druge osline.

Optički dalekovodni kablovi se mogu staviti u zaštitni vod dalekovoda. Optički kablovi za unutrašnju montažu stavljuju se u kanalice i koriste najčešće za interne računarske mreže ili ili za druge potrebe. U jezgrovima dominantno je prisustvo optičkih kablova koji se upuhuju u HDPE cijevi. Sve više optički kablovi se koriste u lokalnoj petlji i transmisiji pristupnih mreža. Ova vrsta kablova je mnogo lakše konstrukcije od ostalih pa su sâmim tim uvlačni kablovi znatno jeftiniji. Činjenica je da se građenje optičkih relacija sa uvlačnim optičkim kablovima opterećuje dodatnim troškovima zbog nabavke, transporta, polaganja i nastavljanja cijevi. Međutim, prednosti ovakvog načina građenja su mnogobrojne. Osnovna prednost je u bržem otklanjanju smetnji na oštećenom kablu. Ako je optički kabl direktno položen u zemlju, oštećena dužina kabla se zamjenjuje iskopom rova, polaganjem i spajanjem dužine, dok se u slučaju kabla uvučenog u cijev, zamjena oštećene dužine vrši tako što se prvo opravi oštećena cijev, a zatim uvlači (upuhuje) nova dužina. Po pravilu se zamjenjuje cijela fabrička dužina između dva nastavka jer se oštećenjem kabla npr. rovokopačem kabl istegne i optička vlakna izgube prvo bitna svojstva prijenosa. Sile zatezanja vlakana kod ovakvog oštećenja se ne prijenose na susjedne dužine, zbog rezervi vlakana u šahtovima spojeva (spojnicama). Iste su posljedice oštećenja i na kablovima položenim direktno u zemlju, međutim otkla-

njanje smetnji zbog iskopa rova traje neuporedivo duže. Šta ovo znači za gubitak prometa, pogotovo što se po optičkom kablovima ostvaruju veliki snopovi veza, nije potrebno naglašavati.

Optičko vlakno je transmisioni medij koji snažno prodire u telekomunikacionu mrežu zahvaljujući nizu prednosti koje ima.

Optičke mreže sada postavljaju nove izazove na optička vlakna. Sa stanovišta optičkog vlakna suština optičkih mreža je to da vlakno mora nositi više valnih dužina na dužim relacijama, često sa višom brzinom bita i energetskih nivoa. Udaljenosti preko kojih neregenerisani signali putuju variraju od manje od 300 m u prostorijama do više od nekoliko hiljada kilometara u podmorskim sistemima. Brzina bita po valnoj dužini može biti samo 10 Mb/s u sistemu prostorije, ali ona može biti visoka čak 10 Gb/s u današnjem sistemu dugih relacija i veoma je vjerovatno da će se povećati na 40 Gb/s u bliskoj budućnosti.

Nove tehnologije optičkog vlakna obezbjeđuju povećanje kapaciteta bez smanjenja performansi i smanjenja dugoročnih troškova mreže. Vlakna koja se obično koriste u pristupnim i jezgrovim mrežama, kao i na relacijama velikih udaljenosti su:

- nedisperziono smicano vlakno USF (standardno) koje podupire valne dužine u obje oblasti, 1310 nm bez disperzije i 1550 nm oblast sa hromatskom disperzijom od 18 ps/nm km,
- disperziono smicano vlakno DSF (Dispersion Shifted Fibre), koje podupire valne dužine u oblasti 1550 nm bez disperzije i
- nenulto disperziono smicano NZDSF, poznato kao novo vlakno sa skoro  $\pm 2$  ps/nm km disperzije u oblasti 1550 nm.

### 3. SLABLJENJE, DISPERZIJA I NELINEARNI EFEKTI KOD OPTIČKIH VLAKANA

Cetiri osnovna svojstva optičkih vlakana su:

- slabljenje,

- hromatsku disperziju,
- polarizacionu disperziju,
- nelinearni efekti (stimulisano rasipanje i fluktuacija refrakcionog indeksa).

Pod slabljenjem signala podrazumijevamo smanjenje amplitude signala koji se prijenosi.

Kriva spektralnog slabljenja tipičnog silikonskog optičkog vlakna ima tri prevashodne odlike:

- sveukupna tendencija za slabljenjem do smanjenja sa povećanjem valne dužine (Ryleighovo raspršenje),
- apsorpcioni pikovi slabljenja praćeni hidroksilnim jonom (OH) i
- jonima prijelaznih metala, tendencija za slabljenje pri povećanju valnih dužina iznad 1600 nm uslijed gubitka savijanja valovoda i silikonske apsorpcije.

Nove optičke mreže koriste mplexiranje sa gustom diobom valnih dužina (DWDM) u trećem prozoru ("C" pojas blizu 1550 nm). Uskoro, očekuje se da će komercijalni sistemi takođe koristiti četvrti prozor ("L" pojas blizu 1600 nm) Transmisija u petom prozoru od 1350 do 1530 m vjerovatno će uslijediti. Oblast od 1260 do 1650 nm pruža potencijal za pojASNU širinu 50 THz.

Pri prolasku impulsa svjetlosti kroz vlakno ne menjaju se samo amplituda nego i oblik impulsa. Disperzija predstavlja pojavu da se različite valne dužine u valovodu (vlaknu) prostiru različitim brzinama. Proširenje impulsa svjetlosti kroz vlakno izazvano je disperzijom. Raznolikost svakog stakla je da ima tačku valne dužine gdje svjetlost putuje najbrže ( $\lambda_0$ ) pri čemu valne dužine iznad i ispod te tačke putuju sporije. Za one valne dužine koje su iznad ( $\lambda_{0+}$ ) kaže se da imaju "pozitivnu hromatsku disperziju", a za one koje su ispod ( $\lambda_{0-}$ ) da imaju "negativnu hromatsku disperziju". Jedno od glavnih ograničenja u visokobrzinskom prijenosu je hromatska disperzija, koja brzo raspršuje prijenesene kratke impulse. Većina standardnih monomodnih (single-mode) vlakana koji su već instalirane širom svijeta, su prilagodene za rad na 1310 nm, gdje imaju vrlo malu hromatsku disperziju.

Nasuprot tome, na 1550 nm koeficijent hromatske disperzije je visok i ograničava maksimum prijenosne duljine. Moderni dizajn vlakna kao što su vlakna sa ne-nultom pomjerenom disperzijom i velikim aktivnim područjem vlakna takođe su uspješno istraženi. Hromatska disperzija opisuje tendenciju da različite valne dužine putuju različitim brzinama u vlaknu. Na valnim dužinama gdje je hromatska disperzija visoka, optički impulsi teže da se prošire u vremenu i vode ka intersimbolskoj interferenciji, što može proizvesti neprihvatljivu bit brzinu s greškom. Da bi se smanjilo vremensko širenje impulsa, poželjno je raditi na valnim dužinama gdje je hromatska disperzija vlakna mala.

Medutim, praktični DWDM sistemi zahtijevaju da disperzija bude nenulta. Valna dužina nulte disperzije je blizu 1310 nm kod vlakna koje nema disperziono smicanje (USF), kod vlakna koje je smaknuto disperzijom (DSF) je blizu 1550 nm, za vlakno nenulte pomjeene disperzije (NZDSF) obično je izvan 1530 nm do 1560 nm. Disperzija nije ozbiljan nedostatak na brzinama do 2,5 Gb/s.

Ustvari, nikakva kompenzacija se ne zahtjeva za normalne udaljenosti na kopnu. Upravljanje disperzijom može se koristiti radi proširenja ovih disperziono ograničenih distanci. Kod podmorskih sistema, upravljanje disperzijom se ponekad vrši spajanjem vlakana koji imaju pozitivnu disperziju. Kod kopnenih sistema, disperziono kompezipirajući moduli se umeću na odgovarajućim intervalima, najčešće na mjestima gdje je optički pojačavač.

Ovi moduli, koji obično sadrže nekoliko kilometara vlakna koje kompezipira disperziju, su izvrsni alati za usavršavanje postojećih postrojenja sa USF vlaknom. Medutim, moduli: povećavaju troškove (koštanje), daju složenost mreži i mogu takođe smanjiti radni režim u poređenju sa alternativom korištenja različitih tipova transmisionog vlakna u mreži. Nova koprena rješenja općenito imaju korist na osnovu korištenja novih vlakana manjom hromatskom disperzijom u trećem i četvrtom prozoru valne dužine. Disperzija polarizacionog moda

PMD (Polarization Mode Dispersion) je drugi faktor koji može znatno ograničiti maksimum dostižne bitske brzine optičkih prijenosnih sistema. PMD je slučajni fenomen koji je određen stanjem vlakna, koje se mijenja sa dužinom vlakna i ovisi od uslova okoline.

Energija optičkog signala na određenoj valnoj dužini je pretvorena u dva ortogonalna polarizacijska stanja malo drugačijih grupnih brzina. Ovo vodi diferencijalnim grupnim kašnjenjima između dva polarizovana stanja i odatle proširenja i iskrivljenja impulsa. Laboratorijska i terenska mjerena su pokazala da bi gubici nastali zbog PMD mogli biti ekstremno veliki i povećavaju se sa kvadratom bitske brzine. Da bismo postigli niske i stabilne PMD vrijednosti optička vlakna se proizvode pomoću potenciranog procesa rotiranja. Dok vlakno vrši rad, vlakno oscilira oko svoje longitudinalne ose nekoliko uvijanja po metru. Ova spiralna uvijanja proizvode vlakno koje ima spoj sa visokim unutarnjim modom, a koji ima dvostruku korist svodenja na minimum PMD i njegove senzitivnosti na vanjskim perturbacijama. Nelinearnost vlakna djeli se u dvije kategorije:

- stimulisano rasipanje i
- fluktuacija refrakcionog indeksa .

Nelinearno stimulisano rasipanje javlja se u intezivnim modulisanim sistemima kada optički signali interaktivno djeluju sa akustičnim valovima ili molekularnim vibracijama u silikonskom vlaknu. Ovom interakcijom rasipava se svjetlost i smiče se u dužu valnu dužinu. Poznata su dva oblika nelinearnog stimulisanih rasipanja:

- Brillouin-ovo i
- Raman-ovo.

Svjetlost i akustični valovi u optičkom vlaknu mogu interaktivno djelovati i tako da uzrokuju stimulisano Brillouin rasipanje. Nešto od direktnog širenja svjetlosti ponovo se usmjerava natrag, a time se uzima energija iz predajne svjetlosti i ograničava količina optičke energije koja se može isporučiti prijemniku. Brillouin rasipanje je potencijalno prva nelinearnost najlakša je za protudjelovanje. Svetlost i molekularne vibracije

vlakna mogu medusobno djelovati tako da uzrokuju stimulisano Raman rasipanje. Iako stimulisano Raman rasipanje rasipava svjetlost u oba smjera, korištenjem optičkih izolatora može se elemenisati unazad šireća energija. Stimulisano Raman rasipanje zavisi od:

- vlakna,
- broja kanala koji se prijenose,
- proreda kanala,
- prosječne energije po kanalu i
- ne regenerisane dužine sistema.

Iako indeks refrakcije silikonskog optičkog vlakna ostaje konstantan na niskim nivoima optičke energije visoke energije postignute sa optičkim pojačavačima mogu modulisati indeks sa promjenljivim optičkim intenzitetom prijenesenog signala. Učinci nelinearnog indeksa refleksije (fluktuacija refrakcionog indeksa) spadaju u tri kategorije:

- samofazna modulacija,
- poprečna fazna modulacija i
- četverovalno mješanje.

Učinak impulsa na svoju vlastitu fazu poznat je kao samofazna modulacija. Iviča optičkog impulsa predstavlja intenzitet koji varira s vremenom, koji za uzvrat proizvodi indeks refrakcije koji se mijenja s vremenom. Varirajući refraktivni indeks moduliše fazu prijenesenih valnih dužina i tako se širi spektar valne dužine prijenesenog optičkog impulsa. Ako je dovoljno oštar, spektralno širenje može preklopiti nalegle kanale u DWDM sistemu. Pored toga, kada se kombinuju hromatskom disperzijom, spektralno širenje proizvodi vremensko širenje impulsa.

Jedan drugi nelinearni efekt koji potiče na tačno isti način kao i samofazna modulacija je poprečna fazna modulacija (krosfazna) modulacija. Međutim, dok se samofazna modulacija odnosi na učinak impulsa na sebi samom i prema tome djeluje na fazu impulsa u drugim kanalima, dok krosfazna nastaje jedino u višekanalnom sistemu. Četverovalno mješanje je kombinacija dvije ili tri optičke valne dužine tako da se stvara jedna ili više valnih dužina. Nove valne dužine nastaju na frekvenciji koje se kombinuju. Ova modulacija slabi transmisiju putem prijenosa energije sig-

nala iz orginalnih valnih dužina tako da se stvaraju nove valne dužine.

#### 4. NOVA OPTIČKA VLAKNA

ITU -T Preporuka G.652 (1993), karakterizuje optički kabl sa monomodnim optičkim vlaknom nepomjerene disperzije, poznato kao standardno optičko vlakno-USF.

Kod ovog vlakna je dominantna pozitivna materijalna komponenta, koja kada se kombinuje sa malom negativnom komponentom valovoda, daje minimalnu apsolutnu disperziju na valnoj dužini nulte disperzije od 1310 nm.

Preporuka G.655 opisuje monomodno vlakno čija hromatska disperzija treba da bude veća od neke ne nulte vrijednosti u cijelom dijapazonu valne dužine odredene upotrebe.

Ova disperzija suspreže porast četvorovalnog miješanja, nelinearni efekat koji može posebno biti štetan u gustom WDM (Wavelength Division Multiplexing).

Ovo vlakno, poznato kao novo, se optimizuje za korištenje na valnim dužinama u propisanoj oblasti između 1500-1600 nm.

Nelinearno stimulisano rasipanje javlja se u intezivnim modulisanim sistemima kada optički signali interaktivno djeluju sa akustičnim valovima ili molekularnim vibracijama u silikonskom vlačnu. Ovom interakcijom rasijava se svjetlost i smiče se u dužu valnu dužinu. Da bi se smanjila disperzija dok se istovremeno budu gušili nelinearni efekti, pronađeno je 1993. god. novo NZDSF vlakno. Od tada, korištenje NZDSF u mrežama za duge relacije naglo je porastao.

Novo optičko vlakno rezultat je velikog koraka naprijed u tehnologiji. Optički pojačavači vlakna OFA Optical Fiber Amplifier) i optička kroskonekcija su odigrali ključnu ulogu u strukturi optičkih mreža. Ustvari, ovaj izum je doveo do progresa svih ostalih optičkih elemenata, posebno napredak u tehnologiji optičkog vlakna.

Nove tehnologije optičkog vlakna obezbjeđuju povećanje kapaciteta bez smanjenja performansi i smanjenje dugoročnih troškova mreže.

Novo vlakno ima prednosti velikog efektivnog područja, smanjuje mrežne troškove i namjenjeno je za duge relacije i visoke brzine.

Ako se želi optimiziranje performansi u 1550 nm sistemu koji radi sa brzinama 10 Gb/s ili više, ako se graditi mreža sa visokom izlaznom snagom, erbium dopiranim optičkim pojačavačem EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) i višekanalnom DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) tehnologijom ili ukratko ako se želi iskoristiti optičko-elektronska tehnologija današnjice onda se mora voditi računa o ograničenjima performansi koji dolaze sa nelinearnim efektima. Premošćavanje tih ograničenja je osnovno ako se žele optimizirati mrežne investicije, a to je upravo ono što novo vlakno sa svojom prednošću omogućava.

Ovo vlakno smanjuju intenzitet svjetlosti i nelinearnu interakciju u vlaknu, što omogućava puštanje veće snage u mrežu bez nelinearnih efekata koji kreiraju šum, uništavaju signal i na drugi način degradiraju performanse sistema.

Osim beneficija na performansama, nova vlakna omogućavaju dugoročnu uštedu investicija, jer sistemi koji koriste ova vlakna zahtjevaju manje pojačivača.

Nova vlakna pružaju pojASNUL fleksibilnost kao i fleksibilnost proizvodača opreme kako bi zadovoljili velike potrebe telekomunikacione industrije. Značajne beneficije performansi vlakana i dugoročna ekonomска isplatljivost čine pravi izbor za sutrašnje mreže.

Sa uvodenjem novih optičkih vlakana, koja imaju malu disperziju i veliko efektivno područje, probijena je pojasnna barijera u razvoju optičkih produkata koje su optički naučnici smatrali nemogućom.

U razvoju vlakana, za buduće mreže, koji će raditi na tkz. long bandu (L-band 1565-1625 nm) za razliku od konvencionalnih vlakana koji rade na području 1530-1565 nm (C-band). U oba banda (C i L) nova vlakna demonstriraju mogućnost rukovanja sa više kanala reduciranjem nelinearnih efekata kao što su četvero-valno miješanje, samofazna i crosfazna modulacija u multikanalnom DWDM prijenosu.

Sa prednošću povećanja razdaljine prijenosa signala nova vlakna zahtjevaju manje regeneratora i pojačavača te sa tim osiguravaju dugoročnu uštedu troškova, a vlakna su takođe kompatibilna sa instaliranim osnovnim vlaknima i fotoničkim komponentama.

Preporuka G.655 opisuje monomodno vlakno, čija hromatska disperzija treba da bude veća od neke nenule vrijednosti u cijelom dijapazonu valne dužine prethodno odredene upotrebe. Ova disperzija suspreže porast četvorovalnog miješanja, nelinearni efekat koji može biti štetan u gustom WDM. NZDSF vlakno se optimalizuje za korištenje na valnim dužinama u propisanoj oblasti između 1500 nm i 1600 nm. Njegovi geometrijski, optički, transmisioni i mehanički parametri moraju biti u skladu sa ovom preporukom.

Elementarna kablovska sekcija obično uključuje broj čvrsto spojenih fabričkih dužina. Transmisioni parametri za elementarne kablovske sekcije, moraju voditi računa ne samo o radnom režimu pojedinih kablovskih dužina, nego takođe, između ostalih faktora, o takvim stvarima, kao što su gubici na čvrstom spoju i gubici na konektoru.

Pored toga, transmisione karakteristike vlakana tvorničke dužine kao i takve pozicije kao čvrsti spojevi i konektori, itd, svi će imati distribuciju izvjesne vjerovatnoće, koje često treba da se uzme u obzir ako bude bude portebno da se dobiju najekonomičniji ekonomski projekti.

Svojstva koja se traže od optičkih vlakana zavise od toga gdje se vlakna koriste u mreži.

DWDM je našao najširu upotrebu u podmorskim i kopnenim sistemima velikih dužina. Vlakna za kopnene duge trase trebalo bi da nose 80 valnih dužina u C pojasu (i čak više u budućnosti, u L pojasu), sa svakom valnom dužinom brzine 10 Gb/s.

Ekonomičnost se može izvesti u podmorskim sistemima smanjenjem broja skupih optičkih pojačavača. Ovo se može postići korištenjem vlakana negativne disperzije u velikom području. Ovo veliko područje mada smanjuje gustinu op-

tičke energije u vlaknu, omogućava da bude više energije prijeneseno u vlakno.

Prema tome, signal može putovati većim udaljenostima prije nego što bude zahtijevao pojačanje. Pored toga, negativna disperzija vlakna koči nelinearni učinak poznat kao modulaciona nestabilnost koja može smanjiti kvalitet signala koji se šire preko dugih okeanskih distanci.

Pozitivna disperzija USF vlakna koristi se kao kompenzacija za dovođenje prosječne disperzije na trasama blizu nule.

Kopnena vlakna treba da budu sposobna da nose širok dijapazon valnih dužina, svaki sa visokim bitskim brzinama. Ovo se prijenosi u vlakno koje ima najmanju varijabilnost hromatske disperzije sa valnom dužinom. Zbog malih udaljenosti, zahtjevi optičke mreže za vlaknima korištenim u gradovima i za primjene sa napajačem petlje stavlja manji naglasak na koštanja transporta, a veći naglasak na koštanja mreže. Osobito idealno vlakno je ono koje smanjuje koštanja za Add/Drop valnih dužina. Eleminacijom pikova apsorpcije prigušenja zajedno sa hidroksilnim jonom u staklu, otvara se veći optički spektrar. Ovaj spektar se može koristiti bilo za smještaj više valnih dužina bilo za omogućavanje korištenja manje skupih komponenti tako što će se prored između valnih dužina povećavati.

Zajednička odlika većine optičkih mreža je da se optički pojačavači koriste za smanjenje ili čak eliminaciju optoelektronaskih regeneratora. Konzervativno, signali će vjerovatno putovati većim udaljenostima prije nego budu regenerisani. Ove duže udaljenosti, kombinirane sa višim optičkim snagama raspoloživim od pojačavača pruža mogućnost za učinke nelinearnog vlakna koji se moraju regulisati.

## 5. OPTIČKA VLAKNA U PRIMJENI

### 5.1. ZAHTJEVI OPTIČKE MREŽE NA VLAKNO

Svojstva koja se traže od optičkih vlakana zavise od toga gdje se vlakna koriste u mreži.

Kopnena vlakna treba da budu sposobna da nose širok dijapazon valnih

dužina, svaki sa visokim bitskim brzinama. Ovo se prijenosi u vlakno koje ima najmanju varijabilnost hromatske disperzije sa valnom dužinom. Mali disperzionalni nagib vlakna omogućava konzistentniju i optimalnu disperziju preko pojasa šire valne dužine. Smanjenjem strmine vlakna povećava idealni radni opseg. Ovim se smanjuju koštanja sistema pojednostavljenjem disperzione kompenzacije.

Zbog malih udaljenosti, zahtjevi optičke mreže za vlaknima korištenim u gradovima i za primjene u lokalnoj pteilji stavlja manji naglasak na koštanja transporta a veći naglasak na koštanja mreže.

Osobito idealno vlakno je ono koje smanjuje koštanja za Add/Drop valnih dužina. Zajednička odlika većine optičkih mreža je da se optički pojačavači koriste za smanjenje, ili čak eliminaciju optoelektronasnih regeneratora. Konzervativno (prema tome), signali će vjerovatno putovati većim udaljenostima prije nego budu regenerisani. Ove duže udaljenosti, kombinirane sa višim optičkim snagama raspoloživim od pojačavača pruža mogućnost za učinke nelinearnog vlaknla koji se moraju regulisati.

Bez obzira na tip vlakna slijedeći faktori su glavni uzroci za pogoršanje radnog režima: slabljenje koje ograničava razliku raspona. Disperzija takođe ograničava udaljenost raspona i zavisna je od brzine bita. Ostali faktori, kao što je hromatska disperzija i disperzija polarizacionog moda (PMD) limitira širenje sistema na 10 Gb/s i veću transmisionu brzinu, nelinearnosti, konektorizacija i često spajanje, koje uvode dodotni gubitak.

Tehnologija za transmisiju optičkih mreža i tehniku optičkog vlakna obrazovale su integraciju iz koje su se razvila nova vlakna koja nude značajne prednosti za posebne primjene.

Iako nova vlakna mogu biti korištena za razne primjene, ona su posebno u prednosti zbog profitabilnosti. Na primjer, unapredjenja u optičkim pojačavačima i DWDM insistirala su optimizaciju novih projekata sa vlaknom za regionalne, jezgro, podmorske i kopnene mreže velikih rastojanja.

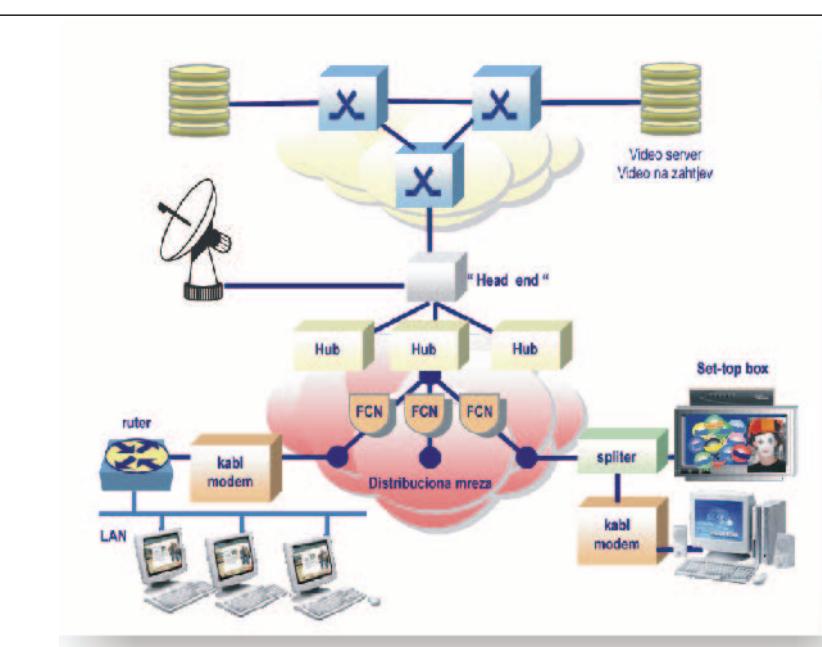
Planiranja mreža tako da zadovolje rastuću potrebu za kapacitetom bila je

odujek težak zadatak za planere posljednjih godina, najviše zbog rasta prometa podataka. Promet podataka je znatno manje predvidiv od prometa glasa, kako je dokazano na osnovu uticaja koji ima intenzitet i koji će nastaviti da ima na zahtjeve za pojasmom širinom.

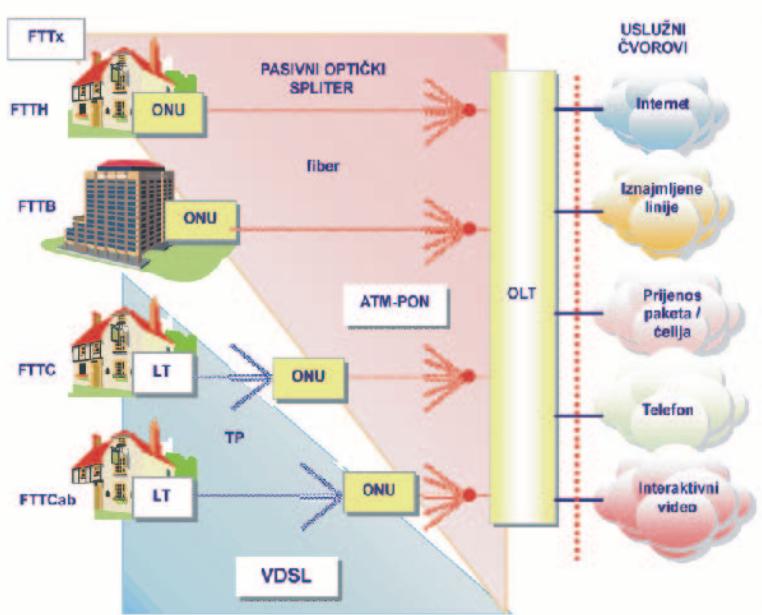
## 5.2. OPTIČKA VLAKANA U TELEKOMUNIKACIJSKOJ MREŽI

Optičko vlakno je transmisijski medij koji snažno prodire u telekomunikacijsku mrežu zahvaljujući nizu prednosti koje ima, a to su: malo slabljenje, nizak nivo BER-a (Bit Error Rate), veliki propusni kapacitet koji se za jedno vlakno procjenjuje na 50 Tb/s, cijena koja svakim danom opada.

Prvo su optička vlakna ušla u jezgro mrežu, u kojoj još uvije dominiraju standardna USF vlana. Pojavom DWDM tehniki povećan je i zahtjev za novim optičkim NZDSF vlaknima, jer nove tehniki optičkog vlakna u jezgro mreži obezbjeđuju povećanje kapaciteta



Slika 2.  
HFC u CATV mreži



Slika 2.  
HFC u CATV mreži

## LITERATURA

- [1] James J. Refi "Optical Fibers for Optical Networking" Januar-March 1999.
- [2] New Fibre Technologies for Long-Haul High Data-Rate Networks", 2000.
- [3] E.Alan Dowdel "High Data Rate Networks The Latest Fiber Technologies for Long-Haul",1999. Add
- [4] E. Hatunić: "Nova generacija telekomunikacijskih usluga i mreža", KNJIGA iz oktobar 2003. Tuzla.

bez smanjenja performansi i smanjenja dugoročnih troškova mreže.

Prodor optike u pristupnu mrežu je snažan. Optika u kombinaciji sa digitalnim centralama predstavlja veliku pogodnost za realizaciju pristupnih mreža. Polaganje optičkog kabla do neposredne blizine korisnika obezbeđuje se širokopojasnost u pristupu, odnosno veliki informacioni kapacitet što je osnovni preuslov za buduće multimedijalne usluge.

Razlog sporijeg prodiranja optičkog vlakna u područje pristupa treba tražiti u ekonomskoj opravdanosti. Sa poveća-

njem zahtjevnosti korisnika za uslugama raste i potreba za modernizacijom pristupnih mreža, odnosno postupnim dovođenjem optičkog vlakna bliže korisniku. Prvo se vlaknom povezuju udaljeni stupnjevi. Ova struktura poznata je kao FTTSA (Fiber to the Service Area). Zatim se vlakno dovodi do optičkih čvorova, koji mogu biti FCN (Fiber/Coax Node), kada se koriste HFC (Hybrid Fibre Coax), sl.2. ili FWN, kada se koristi HFW (Hybrid Fiber Wireless) tehnologija.

Vlakna se dovode do ONU (Optical Network Unit) jedinica, kase se koristi FTTx (Fiber to the x) tehnologija, sl.3.

U svijetu su prisutne i sveoptičke FTTH (Fiber to the Home) tehnologije sa malim kapacitetima.

## 6. ZAKLJUČAK

Porastom nacionalnog prometa i tranzitnog prometa preko BiH, postaje racionalno uvodenja novih optičkih vlakana na relaciji sjever-jug. U pristupnoj mreži nije jak prodor optičkih vlakana, zbog prisustva komutacije kanalnog moda i slabim razvojem Interneta. U narednom periodu mora se agresivnije ići u gradnju širokopojasnih pristupnih mreža, korištenjem za stambene korisnike hibridnih, a za poslovne korisnike sveoptičkih tehnologija.

# VODEĆI BH TELEKOM INŽENJERING

KONSALTING

PLANIRANJE

PROJEKTIRANJE

INŽENJERING

POSTPRODAJNA PODRŠKA

HARDWARE / SOFTWARE UPGRADE

KOMUTACIONI SISTEMI

TELEKOMUNIKACIONE MREŽE

PRISTUPNE MREŽE / GIS TEHNOLOGIJE

PRENOSNI SISTEMI / KABLOVSKI, OPTIČKI

RADIO MREŽE



[www.energoinvest.com](http://www.energoinvest.com)

Hamdije Čemerlića 2, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
Tel: (+387 33) 230-762, 657 800; Fax: (+387 33) 657-458

**UNATEL**

**telekomunikacije**  
**telecommunications**



**instalacije**  
**installations**



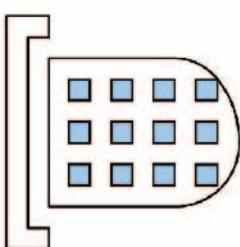
**komunikacijske mreže**  
**communications network**



**energetski kabeli**  
**energetic cables**



**oprema za povezivanje**  
**connecting equipment**



**HT : TEL** Telefoniranje se sada može poboljšati upotrebom dodatnih usluga kao što su:

- prikaz broja koji Vas zove,
- preusmjeravanje dolaznih poziva,
- konferencijska veza,
- poziv bez biranja,
- buđenje...

Dodatne usluge čine svakodnevno telefoniranje ugodnijim !!!



**HT : ISDN** Novija tehnologija, nove mogućnosti, veća kvaliteta usluge !!! Jedna pretplata, dva telefonska razgovora u isto vrijeme, telefoniranje i Internet u isto vrijeme, višestruko brži Internet, do 8 telefonskih brojeva, niz dodatnih usluga koje možete koristiti bez posebnog uključivanja i plaćanja... Prelaskom na ISDN smanjit ćete troškove, a višestruko povećati kvalitetu usluge !!!

**HT : NET** Pruža usluge spajanja na Internet prilagođene Vašim potrebama, od modemskog i ISDN pristupa preko komutirane telefonske mreže, do brzog pristupa preko iznajmljenih vodova. Informacija danas vlada svijetom, a najbrži, najlakši i najjeftiniji način dolaska do nje je Internet !!!

# Standardi i standardizacija u telekomunikacijama - II dio

## *Standards and Standardization in Telecommunications*

### Sažetak:

Telekomunikacije zbog njihove internacionalne prirode rada prinudene su da razvijaju i poštuju zajedničke standarde. Standardizacijom se bave formalna i neformalna tijela za standardizaciju. U drugom dijelu rada nastavlja se prezentacija standarda "OSI referentni model", jednog od najvažnijih standarda za telekomunikacijske i informacijske tehnologije. Nakon toga daje se osvrt na standardizaciju određenih tehnologija: Interneta, ATM-a, mobilnih komunikacija i multimedije.

Ključne riječi: telekomunikacije, standardi, tijela za standardizaciju, OSI referentni model, Internet, ATM, mobilne komunikacije, multimedija

### Abstract:

Because of their international nature telecommunications are forced to developed and respect common standards. The formal and not formal bodies work on establishing standards. In second part of this paper continually presented standard called "OSI reference model". After that was presented standardization in some technologies: Internet, ATM, mobile communications and multimedia.

Key words: telecommunication, standards, the bodi on standardization, OSI reference model, Internet, ATM, mobile communications, multimedia

### SKRAĆENICE

ATM	Asynchronous Transfer Mode
CCIF	International Consultative Committe
CCIR	International Radio Consultative Committe
CCIR	International telegrph Consultative Committe
CCITT	International Telephone and Telegraph Consultative Committe
CEN	Commite European de Normalisation
DAVIC	Digital Audio-Visual Council
DCE	Data Circuit-terminating Equipment
DNS	Domain Name System
DTE	Data Terminal Equipment
DVB	Digital Video Broadcasting
ECS	European Committee for Standardization
FDIS	Final Draft International Standard
FTP	File Tranfer protocol
HTTP	Hiper Text Transfer Protocol
IAB	Internet Architecture Board
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institut of Electrical and Electronic Engineers
IESG	Intenet Engineering Stearing Group
IETF	Internet Society Engineering Task Force
IMT-2000	
ISDN	Integrated Service Digital Network
ISO	International Standard Organization
ISOC	Internet Society
ITU	International Telecommunication Union
ITU-D	ITU-Development
ITU-R	ITU-Radio

### 1. UVOD

Razvoj standardizacije je tekao bitno različito za različite oblasti ljudske djelatnosti, te je uslovilo da su neke organizacije za standardizaciju formirane na svjetskom, neke na kontinentalnom, neke za udruženja država a neke su čisto nacionalne. Neke organizacije su čvrsto vezane za organe vlasti na državnim ili višim medunarodnim nivoima, a neke su djelimično ili potpuno nezavisne.

U ovom drugom dijelu rada nastavlja se predstavljanje OSI/RM sa nekim novim detaljima a zatim se daje pregled standardizacije u pojedinim telekomunikacionim tehnologijama

### 2. DEFINISANJE USLUGA I SPECIFIKACIJE PROTOKOLA OSI/RM MODELA

Postoje tri logičke metode komunikacije među nivoima, dvije za komunikaciju među nivoima i jedna za unutrašnju komunikaciju.

1. Jedan-prema-jedan komunikacija (horizontalna) - zajednička zaglavljva;
2. Nivo-prema-nivo komunikacija (vertikalna) - zajedničke definicije usluga
3. Specifikacije protokola - operacije sa nivoima.

### Nivo-prema-nivo komunikacija: primitive

Svaki nivo sadrži dijelove koji razmjenjuju podatke i funkciju u zajedništvu sa drugim dijelovima mreže. Ovi dijelovi djeluju u dodirnim nivoima kroz zajedničke gornje ili donje veze proslijedjući parametre koji definišu interakciju među nivoima. Termin koji se koristi za ovaj vid komunikacije je "primitiva". Primitive koriste svi nivoi da bi komunicirali sa dodirnim nivoima uključujući slijedeće:

- **Zahtjev:** Primitivu pokreće korisnik usluge da bi pozvao neku funkciju.
- **Indikacija:** Primitivu pokreće pružać usluge ili da bi pozvao neku funkciju ili da bi indicirao da je funkcija pozvana.
- **Reakcija:** Primitivu pokreće korisnik usluge da bi kompletirao funkciju prethodno pozvanu od strane indicirajuće primitive.
- **Potvrda:** Primitivu pokreće davalac usluge ili da bi pozvao neku funkciju ili da bi indicirao da je funkcija pozvana.

### Nivo-prema-nivo komunikacija: tačke pristupa uslugama

Ovo je metoda u kojoj se komunikacija odvija između nivoa. Korisnik usluge komunicira sa davaocem usluge preko neke adrese. Važno je razumjeti da pri ovom načinu komuniciranja viši nivo saopštava nižem nivou šta da uradi. Niži nivo ne odgovara ni na koji način da li je zadatak izvršen.

U ovoj metodi, viši nivo ne može znati da li je niži nivo uopšte funkcionalan.

### Primitive i vremenske sekvence

Kako se odvija nivo-prema-nivo komunikacija najbolje se može prikazati na vremenskom dijagramu.

Korisnici mogu biti pojedini nivoi OSI/RM komuniciraju preko nižih nivoa. Da bi bolje shvatili slijedeće primjere, pokušajmo zamisliti korisnika kao aplikaciju u jednoj tačci jedne medumrežne komunikacije sa drugom aplikacijom (opet korisnik) na drugoj lokaciji. Ovo bi mogao biti neko iz San Francisco ko šalje video zapis u New York, na primjer. Pru-

ITU-T	ITU-Telecommunication
JTC1	Joint technical committee 1
MHEG	Multimedia and Hypermedia information coding Expert Group
MPEG	Moving Picture Experts Group
NNI	Network Node Interfaces
ODA	Office/Open Document Architecture
OSI/RM	Open Systems Interconnection /Reference Model
SMTP	Simple Mail Transport protocol
SNHC	Synthetic Natural Hybrid Coding
TCP/IP	Transport Control Protocol/Internet Protocol
UMTS	Univerzal Mobile Telecommunication Service
UNI	User Network Interface
VC	Virtual Circuits
VP	Virtual Path
WAN	Wide Area Network
WG	Working Group

žač usluga bi mogla biti mreža uvezana preko čitavih Sjedinjenih Američkih Država preko WAN (Wide Area Network) koneksi.

#### **Lokalno preuzimanje**

Podaci se mogu preuzimati ili preko medusistema ili preko krajnjih sistema. Preko medusistema je obično brži proces. Podaci putuju od jedne lokalne do druge lokalne mreže dok ne stignu na cilj. Ne zna se u kakvom će stanju podaci stići na odredište. Ovaj metod se koristi da bi se oslobođila mreža od slanja dodatnih podataka.

#### **Direktno povezivanje**

U ovom protokolu, primalac mora potvrditi da je pravilno primio podatke, tj. Nakon primanja svakog podatka mora poslati preko mreže nazad informaciju o pravilnom primanju podatka da bi bio poslan slijedeći podatak. Ovaj proces se odvija preko jedan-prema-jedan komunikacije. Pri tome se stvori jedan virtualni krug, recimo Boston -Pariz.

#### **Indirektno povezivanje**

U ovom metodu nema povratne informacije o primanju podataka, ni na nižem ni na višem nivou.

#### **Pakovanje i raspakiranje**

Zajedno sa podacima koji putuju preko sedam nivoa putuje i informacija o protokolu koja je pridružena podacima u obliku protokolne kontrolne informacije. Ovu informaciju čita primalac i ona objašnjava koje su usluge dostupne, a koje nisu, kako će podaci biti predstavljeni, kako implementirati greške, ko plaća konstrukciju i sično. Funkcija pakovanja se odvija na Nivou povezivanja podataka. Podaci silaze do Fizičkog nivoa koji ih prosljeduje do Fizičkog nivoa primaoca gdje se opet penju po nivoima dok napokon ne stignu do primaoca. Istim putem se vraća i informacija o primitku podataka.

#### **Primjer pakovanja i raspakivanja**

Postupak slanja podataka preko sedam nivoa OSI referentnog modela i primanja na drugoj strani preko, opet, sedam nivoa primaoca može biti ilustriran i pojašnjen preko analogije o dogovorenom prenosu standardne pošte (pisma). Podatke predstavlja sadržaj pisma. Aplikacioni nivo stavlja pečat sa datumom na

pismo i upisuje odredišnu adresu. Ukoliko pismo nije napisano na medusobno razumljivom jeziku za pošiljaoca i primaoca ovdje se vrši prevodenje (funkcija Prezentacionog nivoa). Slijedeći korak u ovom procesu je odlučivanje kojem agentu dati pismo i da li se radi o jednosmjernoj ili dvosmjernoj usluzi (Nivo sesija). U slučaju da se pismo izgubi na putu, pošiljalac treba da ima kopiju kod sebe (Transportni nivo). Slijedeća je odluka, ko plaća isporuku i da li ima više odredišta. Je li plaćanje pouzećem ili unaprijed (Nivo mrežnog rada)? Potrebna je dvostruka provjera da nema grešaka u pismu i njegovo stavljanje u omotnicu sa pravom adresom (pakovanje i raspakiranje - Nivo povezivanja podataka), a onda idu instrukcije o isporuci pisma. Zadnji korak bi mogao biti priprema pošte za stvarnu isporuku, tako što se preda u ruke isporučiocu ili u poštansko sanduče (Fizički nivo). Obrnut proces se odvija na strani primaoca. Pismo se prvo provjerava: da li je poslato na pravu adresu (Nivo povezivanja podataka)? Da li je poštarina unaprijed plaćena ili je primalac mora platiti pouzećem (Nivo mrežnog rada)? Da li primalac mora nazvati pošiljaoca i obavijestiti ga o primitku pošte? Da li je pismo poslano s potvrdom o identitetu (Transportni nivo)? Da li primalac uopšte želi da primi pismo (Nivo sesija)? Da li primalac razumije jezik na kojem je napisano pismo, treba li prevodenje (Prezentacioni nivo)? Konačno, šta će primalac uraditi sa podacima koje prima (Aplikacioni nivo)?

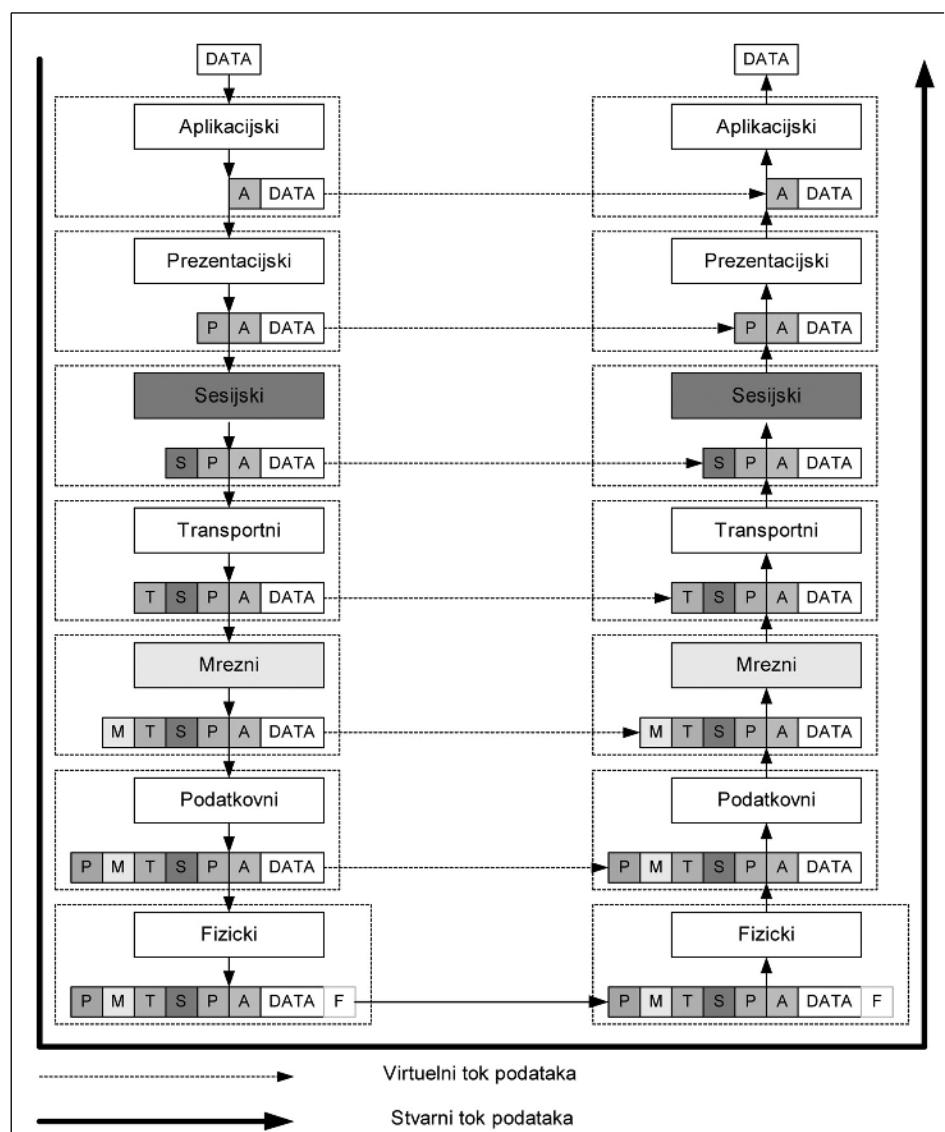
### **3. STANDARDIZACIJA INTERNETA**

Internet je vrlo kompleksan pojam koji opisuje jedan od najčudnijih sistema koji je ikada stvoren. Još niko nije dao definiciju koja bi ga mogla u potpunosti definisati. Problem je u tome što je to i mreža svih mreža ali i softver svih softvera, aplikacija svih aplikacija ili da bude malo određeno jednostavniji Internet je i mreža i informacijski sadržaj. Nema jednog vlasnika jer vlasnikom se može postati samo onog dijela koji se ili doda mreži ili doda sadržaju. U takvoj situaciji standardizacija je prijevoj po-

trebna, uz dodatak da je prisutno i kompleksno pitanje odnosa Interneta prema drugim tehnologijama. U cilju institucionalizacije procesa standardiziranja u januaru 19192. godine formirano je Internet udruženje ISOC (Internet Society). Danas je to neprofitna, nevladina, međunarodna organizacija profesionalaca koji dolaze iz više od 100 drugih organizacija ali i preko 6000 pojedinaca iz preko 100 zemalja svijeta. ISOC je okupila i IETF i IAB (Internet Architecture Board) koje vrše standardizaciju Internet infrastrukture. Na čelu ISOC je Board of Trustees izabranih iz cijelog svijeta, koji koordinira rad između IAB i IETF.

IAB je grupa za tehničke savjete ISOC, koja ima zadatku da proslijedi zahtjeve prema IESG (Internet Engineering Steering Group), koja rukovodi procesom standardizacije na osnovu uspostavljenih pravila i procedura. IESG ima formalne veze prema organizacijama ITU-T i ATM Forum. IETF nije dio ISOC već predstavlja samorganizirajuću grupu koja pravi tehničke i druge prijedloge. Njene aktivnosti standardizacije Interneta vode se sa velikim stepenom otvorenosti, čime se omogućava da svim zainteresovanim stranama da prezentiraju svoja stanovišta, najčešće putem maila ali i na satancima koji se održavaju tri puta godišnje. Prije nego što tehničko rješenje može biti odobreno kao standard ono mora biti ugradeno i testirano u izvjesnom broju različitih sistema. Cilj je da se stigne do zrelih i stabilnih standarda koji su prihvaćeni od strane Interneta širom svijeta. IETF čine radne grupe WG podijeljene po tematskim oblastima za: Aplikacije, Opšta pitanja, Internet, Funkcionisanje i menadžment, Rutiranje, Korisničke usluge. Pored toga postoji: IANA (Internet Assigned Numbers Authority) kao centralni koordinator za ocjenjivanje jedinstvenih parametara Internet protokola i DNS (Domain Name System) vrhovni organ za dodjeljivanje Internet adresa. Ovdje postoji i nešto posebno: RFC (Request for Comments) serija dokumenata o Internetu koja je startovala 1969. godine. Danas se kao RFC formalno objavljaju specifikacije

Internet protokola, koje postoje u više kategorija od čisto informativnih do stvarnih standarda. Protokol za kontrolu prijenosa/Internet protokol TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet protocol) je paket industrijskih standarda koji omogućava komunikacije u heterogenoj sredini i on zauzima centralno mjesto u standardizaciji interneta. Pored toga, TCP/IP pruža usmjerivi, poslovni mrežni protokol i pristup Internetu i njegovim resursima. On je postao standardni protokol koji se koristi za medusobno povezivanje i zajednički rad različitih



Slika 1.12.  
Prikaz proslijedivanja paketa podataka od pošiljaoca do primaoca preko OSI-RM

računara, te ga podržavaju gotovo sve mreže. TCP/IP podržava usmjeravanje i obično se koristi kao protokol za povezivanje više lokalnih računarskih mreža, a zbog svoje popularnosti de facto je postao standard u toj oblasti. Na slici 2. prikazan je model TCP/IP protokola koji se sastoji od četri sloja i njegov odnos prema OSI modelu. Sa slike je uočljivo da ni Internet mreža nema implementirane sve nivoce referentnog modela, ali ova implementacija je najbogatija od svih do sada realizovanih. Internet je izbacio nivoce sesije i prezentacije, a iskustvo nas uči da ti nivoi i nisu neophodni i da su rijetko neophodni u praksi. Što se tiče realizacije objedinjeno dva najniža nivoa to je slabost Interneta koja se tokom proteklog perioda rješavala na različite načine ali i prednost da se Internet mogao realizovati koristeći prva dva nivoa drugih mrežnih tehnologija (Ethernet, ATM, ISDN, SDH).

Upravo su u toku velika istraživanja u SAD na rješavanju glavnih problema u okviru dva velika američka projekta gdje su uključeni veliki univerziteti i istraživački centri. Na taj način se od početnog IPv 2 preko IPv 4 evoluiralo do trenutnog standarda IPv 6 koji je uspio da razriješi nekoliko bitnih problema, kao što je problem broja IP adresa. Ali o ovome će

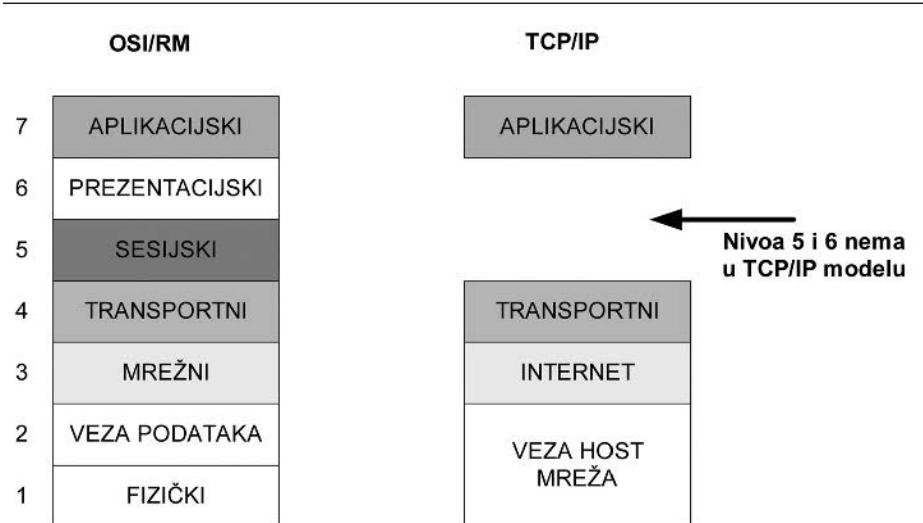
biti riječi kasnije u poglavlju 3 posvećenom Internet mreži.

#### 4. ATM FORUM I STANDARDIZACIJA ATM-A

Možda najvažnije tijelo za stvaranje preporuka koje brzo vode ka standardizaciji ATM tehnologije je upravo ova grupa, formirana od proizvodača i korisnika. Ustanovljen 1991, ATM Forum se brzo razvijao od šaće kompanija osnivača do preko 800 predstavnika iz industrije komunikacija i računara, kao i korisnika tih kompanija. Dok bi normalno bile potrebne godine da se razdijele inžinjerske grupe za razvoj i standardizaciju mrežne tehnologije, ova grupa je ostvarila stabilnost u brojnim veoma kompleksnim oblastima za samo nekoliko mjeseci. Na osnovu ovih uspjeha, proizvodači su investirali u mnoge mrežne ATM proizvode s namjerom da postignu bržu prihvaćenost i razvoj. ATM Forum je odgovoran za čitav paket specifikacija za korisničko mrežno sučelje UNI (User Network Interface). Prva verzija koja je prihvaćena i široko rasprostranjena bila je verzija 3.0. Zatim je došla verzija 3.1, koja se već približila standardima kao što su Q.2931. Ova publikacija takođe specificira:

- Tačka-tački i tačka-više tačaka virtualne krugove VC (virtual circuits) .
  - Korijen/najviši nivo (Root) ili predajnik mogu prihvati nove primaocce.
  - Primaoci mogu prihvati ili odbiti dolazeći poziv od korijena ili pošiljaoca, ali ne mogu signalizirati korijenu da se pridruži odzivu.
  - Primalac može prekinuti poziv.
- Posljednja verzija, UNI 4.0 ide još dalje jer uvodi:
- Unapređenje kvaliteta usluge.
  - Pregovaranje o kvalitetu usluga, virtualnim krugovima i virtualnim putevima VP (Virtual Path).
  - Primalac-inicijator pridružuje se pozivu.
  - Grupno adresiranje.

Dodatno, ATM pozivne rutine, ili sučelje mreža-čvor NNI (Network Node Interfaces) u javnim i privatnim mreža-



Slika 2.  
OSI/RM i model TCP/IP protokola Internet mreže

ma, su pojedinačno proučene i napravljene su odgovarajuće preporuke od strane ATM Foruma. Mnogo je još posla ostalo da se uradi na stabilizaciji i standardizaciji određenih aspekata ATM-a. Neke od takvih oblasti su signalizacija, usluga pregovaranja, menadžment i kvalitet usluga. Ove teme bi mogle podpasti pod UNI specifikacije. Kasnije su pokrivene teme koje se još uvijek proučavaju kao što su LAN emulacija i IP. Nakon dobrog definisanja i starta ATM kao platforma je našla značajnu primjenu u objedinjavanju različitih tehnologija za prijenos podataka. Međutim nužno je ovdje nomenuti da je ATM barem u početku u poređenju sa OSI/RM implementirala relativno malo nivoa, odnosno samo drugi i treći i to počinjući na relativno visokoj bitskoj brzini. Kasnije je dograđen i fizički nivo ali se stiče utisak da je to već kasno da bi ATM postala glavna mrežna platforma.

## 5. STANDARDIZACIJA MOBILNIH KOMUNIKACIJA.

Izvanredni uspjeh današnje druge generacije mobilnih mreža nagovjestio je brži razvoj mobilnih komunikacija. Ovaj razvoj ima cilj da se dostigne širokopojasnost fiksnih mreža. Postojeći mobilni sistemi jednostavno ne podržavaju sve mogućnosti za pružanje korisnicima multimedijalnih usluga 21. vijeka. Kako se razvijala telekomunikaciona infrastruktura, tako se povećao i značaj svjetski dogovorenih standarda. IMT-2000 je standart za 3G mobilnih komunikacija, koji obezbeđuje radio pristup fiksnim i mobilnim javnim i poslovnim korisnicima globalnoj telekomunikacionoj infrastrukturi preko zemaljskih i satelitskih sistema. Otkako je naslućena ogromna popularnost mobilnih komunikacija, operatori teže da ih razvijaju i implementiraju na nacionalnom i regionalnom nivou. Svjetska populacija postaje znatno mobilnija, nacionalne ekonomije se nastavljaju preobražavati, a problemi izazvani neusklađenim nacionalnim standardima se pogoršavaju.

Kao što su izazvane potičkoće za korisnike, kojima treba roaming po raz-

nim regijama, mnogobrojni standardi takođe remete implementaciju mobilnih sistema na malim tržištima i širom svijeta, što rezultira većim troškovima i malim korištenjem spektra radio frekvencija.

Da se riješi ova situacija, ITU-T je razvio fleksibilan medunarodni standard za radio komunikacije kako bi se obezbjedila neprekidna medupovezanost među korisnicima mobilnih i fiksnih komunikacija svugdje u svijetu.

IMT-2000 će integrirati svjetske sisteme mobilne telefonije, obezbeđujući potrebne standarde koji isporučuju usluge naredne generacije na širokom nivou različitih sredina. Da savlada korisničke zahtjeve buduće generacije, IMT-2000 morao osigurati da pretplatnici mobilne telefonije mogu pristupiti određenim vrstama širokopojasnih (broadband) i usluga visokog kvaliteta koje danas primaju preko fiksne mreže.

Pošto su radio usluge značajno integrirane u strukturu globalne telekomunikacijske mreže, korisnici trebaju biti sposobni da neprekidno praktično pristupaju svakoj željenoj kombinaciji usluga između pristupnih kablovskih i bežičnih veza.

Marketinške studije pokazuju da su najznačajniji faktori za korisnike mreža mobilne telefonije kvalitet, pokrivenost i cijena. IMT-2000 sistemi je obratio pažnju na ova tri ključna korisnička zahtjeva, poboljšanjem kvaliteta usluge, pružanjem svugdje prisutnog i neprekidnog pokrivanja i osiguravajući niže troškove tako operatori mogu da nude usluge po konkurentskim cijenama.

Štaviše, IMT-2000 obezbeđuje bogatu lepezu usluga dostupnih različitim sredstvima s ciljem da udovolje korisničkim potrebama u novom milenijumu. Zapravo, usluge koje omogućava IMT-2000 će "podići nivo" u svakom pogledu, omogućavajući nove usluge prijenosa glasa i podataka koje nisu bile ostvarive tehnologijama prve i druge generacije.

Povećani zahtjevi za radio frekvencijskim spektrom čitavog niza primjena radio telefonije takođe znači da sistemi treće generacije trebaju biti krajnje efikasni za korisnike ovog iscrpnog

resursa. Sistemi zasnovani na IMT-2000 će postići znatno bolje korištenje spektra od njihovih srodnika druge generacije, dok istovremeno održavaju optimalno korištenje dostupnog spektra za sve usluge u svako vrijeme, usprkos različitim zahtjeva za brzine podataka, simetrije i kvalitet kanala.

Nadalje, postoji rastuća potreba za prilagodavanjem maksimalnog nivoa uzajamnog djelovanja između mreža različitih tipova za pružanje veće pokrivenosti i konsistentnosti korisnicima. IMT-2000 je projektovan da pruži veću fleksibilnost za podršku ovog uzajamnog rada, preko multifunkcionalnosti, mogućnosti multiokoline, rada u više modova i multi-band fleksibilnosti.

Oni koji rano usvoje treću generaciju sistema će moći da koriste današnje mobilne mreže, kao što su to činili do sada. Istovremeno, oni će moći da iskoriste prednost većeg izbora opcija koje su na raspolaganju mrežama treće generacije, ondje gdje su usluge treće generacije raspoložive.

To takođe znači da će operatori moći izabrati nadogradnju svoje mrežne infrastrukture postepeno, dok ne povrate svoja ulaganja u drugu generaciju mobilnih mreža koja će biti profitabilna još dugi niz godina. Sa IMT-2000 i konvergencijom komunikacija, informacionih tehnologija i sadržaja putem širokopojasnih sistema, ide se prema pomaku prema globalnom mobilnom Informacionom dobu, u kom će ljudi imati pristup do drugih ljudi, podataka i informacija dok su u pokretu. Jedan od najvažnijih elemenata koji definišu performanse IMT-2000 sistema će biti izbor radio transmisionih tehnologija za "zračni" interfejs, koje su dio sistema koji nosi poziv između bazne stanice ili mobilnog komutacionog centra i korisnikovog terminala. Brojne studijske grupe u okviru ITU-ovog telekomunikacionog standardizacionog sektora (ITU-T), takođe su radile na razvijanju standarda potrebnih da specificiraju mrežne aspekte IMT-2000 sistema. Signalni protokoli potrebeni za IMT-2000 se mogu podijeliti na međuvorne i prisupne signalne protokole. ITU-T E.750

serija preporuka je razvijena da pokrije performanse sistema koji podržavaju terminalnu i personalnu mobilnost, dok se preporuka F.115 (Service Objectives and Principles for IMT-2000) i ITU-R preporuka M.1079 (Speech and Voiceband Data Performance Requirements for IMT-2000) bave parametrima koji se primjenjuju na IMT-2000 sisteme u smislu kvaliteta usluge. Brojevi IMT-2000 terminala i korisnička identifikacija su važni elementi IMT-2000 arhitekture i podržavaju veliki spektar baznih funkcija kao što su adresiranje, uspostavljanje poziva, menadžment lokacija, registraciju, dostavu poziva, naplatu i ispostavu računa. Identifikacija opreme mobilne stанице je takođe važna za bezbjednost i integritet sistema, jer obezbjeđuje da ukradeni i terminali neodobrenog tipa ne mogu dobiti pristup mreži.

Pošto će IMT-2000 sistemi podržati stvarni globalni roaming, univerzalnu numeraciju i medupovezivanje na nove vrste usluga i mreža kao što su novi satelitski sistemi, Internet i širokopojasne multimedijijske mreže, domeni ovih standarda se dalje unaprijeduju. Svjetska administrativna radio konferencija 1992.g. je identifikovala dodjeljivanje spektra od 230 MHz u pojasima 1885-2025 MHz i 2110-2200 MHz. Ovaj globalni spektar je od tada postao podvrgnut stepenu regionalne fragmentacije prema odlukama donešenim u Americi, rezultirajući time da spektar za IMT-2000 više nije harmonizovan širom svijeta. Ipak, mnogi eksperti su uvjereni da globalni operativni model još može biti razvijen korištenjem fleksibilne mobilne opreme sposobne da se adaptira na regionalne varijacije i da omogući transparentno uslugu korisnicima. Takođe izgleda vjerovatno da će biti potrebno identificirati dodatni spektar uslugama treće generacije, kako bi mogle inkorporirati buduće multimedijijske aplikacije i omogućiti povećanje broja korisnika. Trenutno se potrebe zemaljske komponente sistema za spektrom procjenjuju na oko 500 MHz, uz dodatni spektar koji će vjerovatno biti identifikovan u pojasima ispod 3 GHz. Pošto ove bandove već obi-

lato koristi široki spektar zemaljskih usluga, biće na ekspertima da razviju IMT-2000 standarde tako da sve usluge mogu koegzistirati bez uzrokovana štetnih interferencija. Pored toga, neki od potrebnih spektara će se skoro sigurno ponovo koristiti kako stariji sistemi budu izlazili iz upotrebe.

## 6. STANDARDIZACIJA MULTIMEDIJE.

Definisanje strukture tzv. objekta koji opisuju multimedijalne i hipermedijalne komunikacije je jedno od područja djelovanja grupe MHEG (Multimedia and Hypermedia information coding Expert Group). Standardizacijom su obuhvaćeni i formati za kodovanje podataka, dekodovanje i memorisanje multimedijalne informacije, koje su trenutno najčešće korištene metode kompresije na mirnu sliku, video i audio signale. Formati nekih multimedijalnih datoteka ugradeni su u novije programske pakete i podržavaju korištenje audio signala, animacija i video sekvenci u kombinaciji sa tekstom i slikama. Rad na standardizaciji podrazumijeva i neophodne aktivnosti na polju telekomunikacija. Relevantni standardi za audio vizuelne usluge opisani su u ITU-T dokumentu H.200. Standardizacijom su obuhvaćene strukture multimedijalnih poruka (hipermedija), obrada i kodovanje i komunikacioni protokoli.

Postojeća verzija ODA arhitekture (Office/Open Document Architecture) za nivo 7 OSI referentnog modela, definiše protokol i format za razmjenu dokumenata koji se odnose samo na računarske medije (tekst, grafika, slika), a ne obuhvataju medije u realnom vremenu, tj. glas i video. Rad na proširenoj verziji ODA odnosi se na protokole za integrisane multimedijalne komunikacije, u kojima se specificiraju formati za kodovanje govora i videa, kao i opisi strukturiranih dokumenta (kombinacija računarski obradivih medija i medija u realnom vremenu).

Multimedijalni telekomunikacioni protokoli se mogu ugraditi i u okviru nivoa 3 i 4 OSI modela, gdje se upravljanje komunikacijama obavlja uz računarsku podršku u cilju obezbjedenja ef-

kasne i fleksibilne multimedijalne komunikacije.

ITU-T preporuka H.320 definiše strukturu audio vizuelnih komunikacija za bitske protoke do 1920 kb/s. Moguća je primjena različitih tehnika za audio kodovanje u slučaju ISDN baznog pristupa sa protokom 2x64 kb/s. Da bi se obezbjedila kompatibilnost neophodno je da uređaji zadovoljavaju uslove definisane ITU-T preporukom G.711. kodovanje slike se obavlja u skladu sa ITU-T preporukom H.261.

Primjenjuju se slijedeće kombinacije protokola audio i video signala: frekvencijski pojas je 3,4 KHz za audio signal protoka 64 kb/s (G.711), frekvencijski pojas je 7 KHz za audio signal protoka 48 kb/s (G.722) i video signal protoka 76,8 kb/s, frekvencijski pojas 3,1 KHz za audio signal protoka 16 kb/s (G.728) i video signal protoka 108,8 kb/s. Preostali kapacitet kanala 2x64 kb/s koristi se za multipleksni ram u skladu sa ITU-T preporukom H.221. Ovaj ram sadrži protokole za signalizaciju između terminala (ITU-T preporuka H.242).

Medutim danas glavni oslonac multimedijalnih standarda je dala ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG (Moving Picture Experts Group) radna grupa koja radi od 1988 godine. Ona okuplja veliki broj stručnjaka i kompanija iz oblasti audio i video industrije. Uočavajući kompleksnost problematike kojom se bavi formirano je 5 funkcionalnih i 4 konsultativne grupe.

Video i Audio grupe imaju zadataću da definišu standarde za kodovanje prirodnih izvora video i audio signala, dok grupa SNHC (Synthetic Natural Hybrid Coding) definiše standarde za računarski generisane signale. Grupa System ima zadatku da razvija standarde za infrastrukturu kako bi se kodovani video/audio signali mogli koristiti u aplikacijama. Grupa Delivery razvija standarde kojima se audio/video tok prilagodava različitim prijenosnim sistemima. Ostale 4 konsultativne grupe: Za zahtjeve (Requirements) (definira aplikacije koje zahtijevaju standard i uvjete koje standard treba da zadovolji), Studija imple-

metacija (Implementations) studies (provjerava složenost implementacije standarda i daje smjernice), Test (definira i vrši testiranja kvaliteta), Za koordinaciju (Liaison) (upravlja dokumentima standardizacije između raznih grupa) su u suštini također dio tehničkih struktura za kreiranje odgovarajućih standarda. MPEG grupa radi slično kompaniji koja razvija svoje proizvode, te su zato njeni standardi visokog kvaliteta, tačno dogovorenih specifikacija i usvojeni u pravo vrijeme!? Na ovaj način ustvari MPEG grupa je postala isporučilac tehnologije i da bi zadovoljila uslove pojave standarda u pravo vrijeme svi MPEG standardi su samo na nivou specifikacija tehnoloških komponenti (tools), koje korisnici integriraju prema svojim potrebama, a ne na nivou specifikacije proizvoda. MPEG definiše minimalne specifikacije standarda potrebne za interoperabilnost usvajajući vrlo važan princip: jedna funkcionalnost - jedna komponenta (one functionality - one tool). Ovo je možda tajna uspjeha MPEG standarda u kojima baš zbog toga nema nepreciznosti i nema dvosmislenosti. Prvi MPEG standard vezan za audio/video kodovanje za skladištenje i pretraživanje na kompakt diskovima, je MPEG-1 koji je ponudio potpuno softversku implementaciju audio/video dekodera i postigao veliki uspjeh na tržištu (Video CD, Windows 95/98/NT/2000/XP MPEG-1 software decoder, MPEG-1 Audio Layer 3 ili poznati MP3, DAB). Sljedeći veliki korak je počeo 1990. godine razvojem MPEG-2 standarda koji se završava nakon 4 godine rada. MPEG-2 je zaista uspio i postao je standard digitalne televizije (set top box, DVD). Godine 1993 pokrenuta je standardizacija MPEG-4 standarda zasnovan na kodovanju audio/video objekata i podršci interoperabilnosti na nivou zaštićenog sadržaja. Ovaj standard je do sada objavljen u 4 verzije (Verzije 3. i 4. su objavljene u januaru 2001. godine) ali još nije u potpunosti završen. MPEG-4 je de-facto standard za prijenos videa na Internetu i u mobilnim komunikacijama treće generacije UMTS (Univerzal Mobile Telecommunication Service). Raz-

vojem ogromnih baza podataka i multi-medijalnog sadržaja na svjetskom WWW nastao je veliki problem pronašačenja odgovarajućeg željenog sadržaja. Uočavajući dramatičnost ovog problema MPEG je 1996. godine pokrenuo projekat standardizacije interfejsa za opis sadržaja multimedije (Multimedia Content Description Interface), nazvanog MPEG-7. Cilj ovog standarda je standardizovati opis audi/video sadržaja tako da je moguće postavljati upite u bazama multimedijalnih sadržaja ili televizijskim kanalima. MPEG-7 ima status FDIS (Final Draft International Standard) od jula 2001. godine. Koncept za MPEG-7 je proširen 1999. godine kada je definisan novi projekat standarda MPEG-21 Multimedia Framework za digitalni sadržaj kao integralnu cjelinu sa kontrolom pristupa i definisanom semantikom opisa njegova sadržaja. Cilj je definisati skup standarda za identifikaciju sadržaja, povezivanje podataka sa meta-podacima, interoperabilnu zaštitu podataka te integraciju sa platformama za finansijske transakcije. Planirano je da neki dijelovi MPEG-21 standarda u 2002. godini dostignu status Working Draft.

## 7. ZAKLJUČAK

Budući razvoj telekomunikacijskih usluga i mreže zavisće u velikoj mjeri od budućih aktivnosti na polju međunarodne standardizacije. Telekomunikacije su zbog prirode njihova rada tradicionalno poštovale ulogu organizacija za standardizaciju i vrlo često angažovale svoje najbolje stručnjake da učestvuju u kreiranju neophodnih standarda. Ovakav pristup je njima donosio veliku korist jer su imali stabilno okruženje konstantan rast prihoda i sve manje troškove izgradnje i eksploatacije sve pouzdanije opreme. Aktivnost na standardizaciji za istraživače je poseban izazov i neodoljivu posebnu mogućnost da svojim radom utiču na budućnost tehnologija. S druge sami standardi predstavljaju za istraživače stabilan oslonac za njihov dalji kreativan istraživački rad. Međutim sam proces standardizacije mnogih međunarodnih tijela za standardizaciju je počeo značajno da zaostaje za brzim razvojem tehnolo-

logijom a neka od tih tijela su značajno propustila prave prilike za donošenje pravih standarda.

Univerziteti finansirani od strane vlada definisali osnovni skup protokola za prijenos paketa i kontrolu podatkovnog toka kao što su (SMTP, FTP, HTTP, itd) kao i određenog broja Internet aplikacija koje se oslanjaju na njih. I u drugoj oblasti informacijskih tehnologija JTC1 je zakazala, što za rezultat imamo de-fakto standarde čiji su vlasnici pojedine kompanije (Microsoft Win32 API, Sun Java, Oracle database, itd.) Na osnovu ovoga da se zaključiti da su danas formalna tijela za standardizaciju izgubila na značaju i ne definišu više pravce razvoja telekomunikacijskih standarda, što je opasno i što će izazvati nesagledive posljedice. Zašto se ovo desilo i šta se onda radi?

- Tijela za standardizaciju su formirana u periodu relativno sporog rasta tehnologija te je proces standardizacije, koji je po prirodi spor radi dugotrajne demokratske procedure, kako tako pratio razvoj tehnologije. Danas imamo strahovito brz razvoj tehnologije i sporu standardizaciju, odnosno tehnološka rješenja i na njima izgrađeni prizvodi pretiču proces standardizacije. Potrebna su brža standardna rješenja koja već dolaze od industrijskih konzorcija ili udruženja.
- Doneseni standardi su često imali previše opcija, kao rezultat demokratskog kompromisa prilikom donošenja standarda.
- Standardizacije zajedničkih tehnologija za više oblasti su se posebno standardizovale kroz nezavisne projekte, što je stvorilo veliku konfuziju i nastanak više standarda za isti problem.
- I pored niza reorganizacija formalna standardizacija zaostaje značajno iza tehnologije.

Odgovor industrije je bio prirodan, ona je pristupila formiranju konzorcija ili

su s druge strane formirani odredeni savjeti ili forumi za odredene tehnologije. Forumi mogu privremeno rješiti probleme ali stvari se usložnjavaju jer se opet javlja paralelizam i takmičenje između foruma pri čemu se gubi značajna kreativna snaga. Postoji sve više i jedan drugi problem: problem patenata. Naime referentni opis softvera i hardvera često sadrži veći broj patenata i to posebno standardi koji pokrivaju dijelove industrije gdje njihova pravila zahtijevaju patente pri implementaciji. Nadeno je određeno kompromisno rješenje da ISO/IEC toleriše postojanje neophodnog broja patenata u standardima ali i da njihovi vlasnici svoja patentna prava licence daju na osnovu poštenih i razumnih uvjeta na nediskriminirajućoj osnovi. Ovaj kompromis je otvorio opet čitav niz novih problema:

- Patenti su roba kojom kompanije trguju,
- Proces patentiranja opet zahtijeva previše vremena, što izaziva tzv. "sivu zonu",
- Savremeni a posebno budući komunikacijski sistemi postaju izuzetno kompleksni i trebaju mnogo patenata,
- Potrebni su novi modeli licenciranja patenata za programibilne uređaje,
- Svaka kopija digitalnog sadržaja je opet original što postavlja potrebu za ograničenjem pristupa sadržaju a posebno mogućnosti kopiranja.

Ovaj pregled standardizacije nam otkriva sve prisutniji problem zaštite intelektualne svojine koji je nametnuo novi digitalni svijet. Intelektualna svojina u telekomunikacijama ima značajan uticaj na izbor tehnologija kao i spajanje patenata i prava kopiranja koje nije više ni geografski ograničeno. Jedno od mogućih rješenja je slično rješenju komunikacijskih mreža, odnosno u budućnosti standardi bi trebali postati slojeviti, horizontalno povezani sa potpunom funkcionalnošću.

## **LITERATURA**

- [1] <http://www.gsmworld.com>
- [2] <http://www.itu.org>
- [3] <http://www.iec.org>
- [4] <http://www.ieee.org>
- [5] <http://www.atmforum.com>
- [6] <http://www.ipdr.org>
- [7] <http://www.jtc1.org>
- [8] <http://www.cenelec.org>



Cijene usluga promocije i marketinga u časopisu  
"TELEKOMUNIKACIJE" i drugim projektima

Cijene objavljenih reklama u časopisu:

1. cijena jedne A4 vanjske strane, zadnja korica .....	2 500 KM
2. cijena jedne A4 unutrašnje strane, unutrašnje korice .....	1 500 KM
3. cijena jedne A4 unutrašnje strane na drugim mjestima .....	1 000 KM
4. cijena objavljene stručne informacije na jednoj A4 strani .....	1 000 KM
5. cijena jedne A4/2 unutrašnje strane je .....	500 KM
6. cijena objavljene stručne informacije na A4/2 strani .....	500 KM
7. cijena reklame na web stranici: www.bhtel.ba .....	500 KM

Zahvaljujemo Vam se na saradnji i molimo da budete sponzor - promotor svojih tehnologija i usluga. Sve detalje, informacije i programu rada "BH-TEL"-a, dat na web stranici: [www.bhtel.ba](http://www.bhtel.ba).

Vi možete predložiti ugovor ili vaša sredstva namjenski uplatiti kod Raiffeisen banke, Sarajevo, na račun broj: **1610000031970047** (**u korist BH TEL - Bosansko - hercegovačkog udruženja za telekomunikacije, Sarajevo**).

Unaprijed se zahvaljujemo za saradnju!

PREDSJEDNIK PREDSJEDNIŠTVA  
prof. dr Dragoljub Milatović, dipl. el. ing.

## Informacija o CNAP - Cisco Networking Academy Program

**CNAP** je program, kroz koji se uči: kako rade računarske mreže, kako se one dizajniraju, realiziraju i održavaju. On se sastoji se od četiri semestara, po 70 nastavnih sati, kao priprema za CCNA (Cisco Certified Network Associate) sertifikaciju. Nastavnom materijalu se pristupa preko Interneta i potpuno isti za studente u svim Cisco akademijama širom svijeta. Ovakva edukacija podrazumijeva potpuno novi model učenja i ocjenjivanja razvijan zajednički od strane eksperata iz oblasti računarskih mreža i edukacije. Internet je izmjenio svijet u kojem živimo. On je dota-kao svaki dio našeg života, način na koji radimo, živimo, igramo se i učimo. U osnovi te promjene nalazi se tehnologija firme Cisco Systems,, Gotovo cjelokupan saobraćaj na Internetu prolazi, kroz njihovu opremu ! Za osnivače firme Cisco Systems otkriće je bila činjenica da su različite kompjuterse mreže u stanju komunicirati između sebe. To je dovelo do razvoja mreže svih mreža koju danas zovemo Internet. CNAP je jedan od načina kako osnažiti Internet generaciju. **Kako je nastao CNAP?** Krenulo se od spoznaje da većina škola i univerziteta nema odgovarajuće uslove za kvalitetnu nastavu iz oblasti računarskih mreža. Različiti seminari iz oblasti računarskih mreža zamjenjuju se, ili dopunjaju, jedinstvenim nastavnim programom. **Kakva je korist od CNAP-a?** Priprema polaznike za univerzitet, dobar posao, uspješnu karijeru... Pruža neophodnu teh-nološku i kadrovsku podršku kompanijama i društvu u cjelini. Pomaže u prevazilaženju nestašice kvalitetnog informatičkog kadra koji je osnova Internet bazirane ekonomije.

**Dolazak do CCNA certifikat** je prvi korak u karijeri osobe koja želi postati profesionalac u oblasti savremenih računarskih mreža. Nude se dva načina certificiranja - opšta i usmjerena. Opštu certifikaciju čine tri nivoa (eng. Associate, Professional i Expert) i oni ukazuju na nivo stručnosti u jednoj od tri oblasti umrežavanja. S druge strane, usmjerena certifikacija pokazuju da njihov nosilac posjeduje odgovarajuća znanja o specifičnim tehnologijama, mrežnim servisima ili poslovnim rješenjima. **Opšta certifikacija ima tri različita puta:** **1. Instalacija i održavanje mreža** - je put namijenjen onima koji žele postati profesionalci u oblasti realizacije i održavanja LAN i WAN mreža baziranih na Cisco tehnologiji. Ruteri i switchevi su sastavni dio ovakvih mreža. **2. Mrežni inžinjeri i dizajn** - je put za profesionalce čiji će zadatak biti dizajn LAN i WAN mreža bazirnih na Cisco tehnologiji. **3. Telekomunikacije i mrežni servisi, gdje** je akcent na kreiranju rješenja uz pomoć Cisco tehnologije u oblasti telekomunikacija (npr. IP telefonija, bežične mreže itd.). Ovi certifikati uključuju i specifične tehnologije (npr. DSL) ili pri-jedlog poslovnog rješenja iz odredene oblasti (npr. mrežna sigurnost). **Usmjerena certifikacija ima tri nivoa:** **1. Associate** – je prvi korak u Cisco certifikaciji. Ovim certifikatom polaznik dokazuje da posjeduje bazna znanja u oblasti računarskih mreža. **2. Professional** - nosilac ovog certifikata je profesionalac koji vlada naprednim tehnikama izgradnje i podrške LAN i WAN mreža baziranih na Cisco tehnologiji. **3. Expert** – je vrh piramide certifikata kojim se potvrđuje da je njegov nosilac dostigao najviši nivo koji se može dostići u Cisco certifikaciji i postao priznatni expert u oblasti računarskih mreža. **Koko je organizovana nastava u CNAP-u** Program se sastoji iz dva dijela: **Cisco Certified Network Associate (CCNA)** je nastavni plan od 280 sati nastave, podijeljen u četiri semestra i prva stepenica u hijerarhiji Cisco certifikata. **Cisco Certified Network Professional (CCNP)** je sljedeći korak. I ovaj program se realizuje kroz četiri semestra sa ukupno 280 sati. U okviru njega studenti uče o složenijim mrežnim konfiguracijama, te kako dijagnosticirati i otkloniti probleme koji mogu nastati u računarskim mrežama. **Semestar nastave u dogovoru sa instrukturima**, kandidati mogu birati da li će pohadati semestar jednom ili dva puta sedmično u trajanju od 7 do 14. Najkraće dozvoljeno vrijeme trajanja semestra je 6 sedmica. **Kolika je cijena jednog semestra?** Cijena jednog semestra koji traje 70 časova je: 1.) 200 KM za studente ETF-a Sarajevo, 2.) 300 KM za ostale studente Uneverziteta u Sarajevu i 3.) 500 KM za sve ostale kandidate.

**Ko može pohadati nastavu?** Svi kandidati stariji od 16 godina koji dobro poznaju engleski jezik. **Šta dobija kandidat koji uspješno završi sva 4 semestra?** Po uspješnom završetku svakog semestra kandidat dobija diplomu o završenoj fazi pripreme za CCNA sertifikacioni ispit. Naredni logičan korak je prijavljivanje i polaganje CCNA ispita.

**I za kraj – umjesto dodasnijih objašnjenja.** Izvještaj ITAA (The Information Technology Association of America) u članku "Bouncing Back: Jobs, Skills and the Continuing Demand for IT Workers," od maja 2002., je najavio da će gotovo 600 000 radnih mjesteta u oblasti računarskih mreža ostati nepotpunjeno u SAD. Za sve dodatne informacije posjetite web-stranicu CNAP-a (<http://cisco.netacad.net>), a za informacije o CNAP-u na ETF-u, obratite se na: CNAP - Regionalna i lokalna CNA, Elektrotehnički fakultet Sarajevo Adresa: Zmaja od Bosne bb (Kasarna "Maršal Tito", Kampus univerziteta), Tel: 033 250752, E-mail:[netacad@etf.unsa.ba](mailto:netacad@etf.unsa.ba), kao i na web stranici: [www.etf.usna.ba](http://www.etf.usna.ba), [www.bhtel.ba](http://www.bhtel.ba).

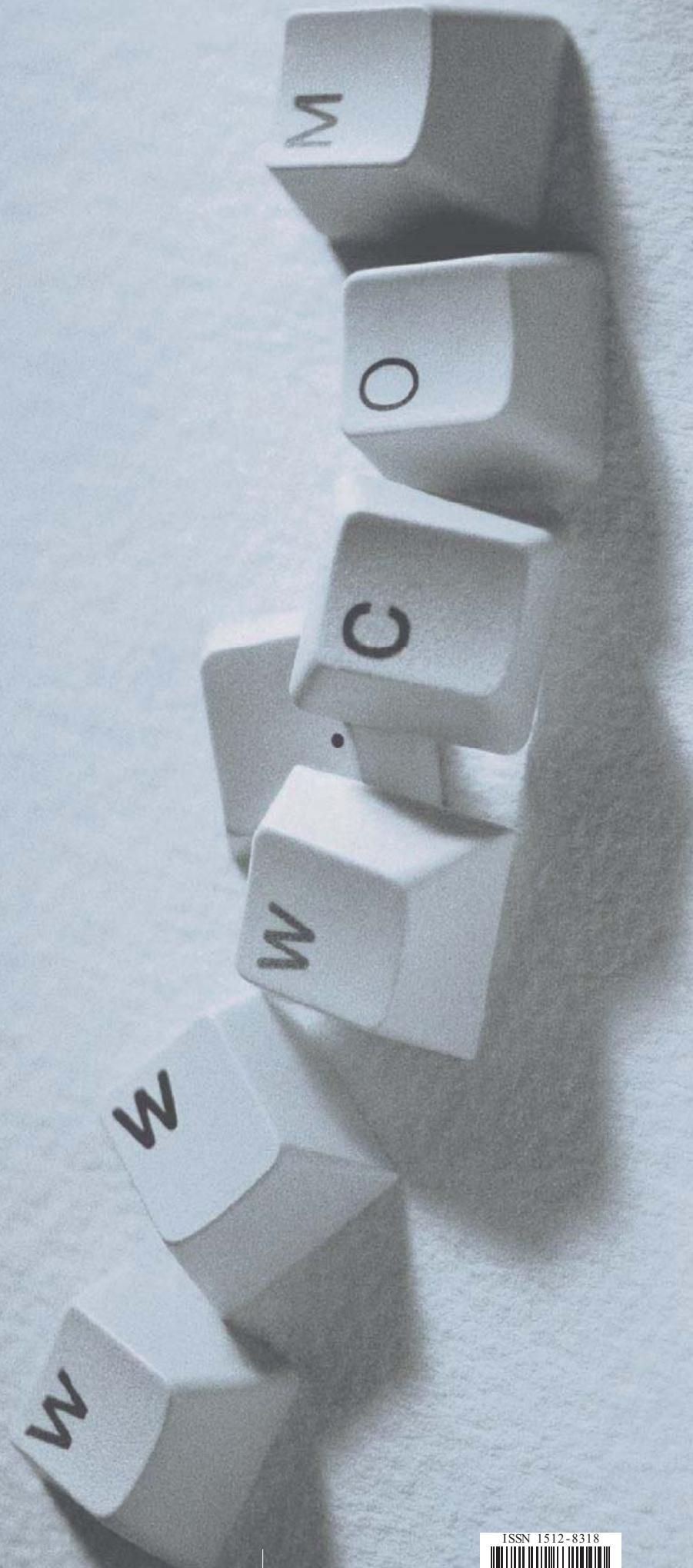


Jedna nadahnuta osoba  
može napraviti promjenu  
450,000 može promijeniti svijet

**SIEMENS**

Global network of innovation

Šve što mi treba!



bh ••• telecom



bihnet  
[www.bih.net.ba](http://www.bih.net.ba)