

# TELEKOMUNIKACIJE

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

## TELECOM



**Internet bazirane  
virtualne privatne mreže**

Netnod  
Stockholm

**Koncept širokopojasne  
TK okosnice B-H mreže**

DE-CIX  
Frankfurt

AMS-IX  
Amsterdam

**Stacionarna pristupna mreža**

MIX Milan

HKIX Hong Kong  
LINX London

**Planiranje stacionarne  
pristupne mreže  
xDSL tehnologijama**

PARIX Paris  
SFINX Paris

**Energija preko Ethernet-a**

TIX Zurich

**Osnove WEBcast produkcije  
i razlike u odnosu na  
standardnu televiziju**





85 - 167 mm

74 mm



60 mm

**pravilno adresiranje  
prema uslovima  
automatske prerade**

Gospodin  
Mahir Mahirović  
Ćemaluša 21  
71000 SARAJEVO

Zona kodiranja

15 mm

automatizovani  
**sorting centar**  
za pismonosne pošiljke

Adresni blok max. 140 mm

15 mm

135 - 240 mm

**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 uručjenja poštanskih pošiljaka i osigurati još kvalitetnija poštanska usluga.**

**Obzirom da ovaj sistem automatski usmjerava pismonosne pošiljke prema adresnim podacima koje očitava mašina, Vaša pomoć nam je neophodna u smislu pravilnog adresiranja Vaše pošiljke. Automatska prerada pismonosnih 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 uručjenje.**

## H I B R I D N A P O Š T A

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



**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 Hadžialić, 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  
E\_mail: bhtel@bih.net.ba  
Tel.: 033 220-082

## SADRŽAJ / CONTENTS

---

Dr Nediljko Bilić dipl.ing.el, Mr Nedžad Rešidbegović, dipl. ing. el <b>Internet bazirane virtualne privatne mreže</b> <i>Internet based Virtual Private Networks</i> . . . . .	3
Mr Nedžad Rešidbegović, dipl. ing. el, Dr Nediljko Bilić dipl. ing.el <b>Koncept širokopolasne TK okosnice B-H mreže</b> <i>Concept of broadband TK backbone B-H network</i> . . . . .	16
Velimir Šćepanović, dip. ing. el. <b>Stacionarna pristupna mreža</b> <i>Stationary access network</i> . . . . .	24
Velimir Šćepanović, dip. ing. el. <b>Planiranje stacionarne pristupne mreže xDSL tehnologijama</b> <i>Planing stationary access network by xDSL technologies.</i> . . . . .	34
Haris Hamidović, dipl. ing. el. <b>Energija preko Ethernet-a</b> <i>Power over Ethernet (PoE)</i> . . . . .	45
Mr Akif Šabić, dipl. el. ing., Sadat Berbić, dipl. el. ing. <b>Osnove WEBcast produkcije i razlike u odnosu na standardnu televiziju</b> <i>Basis of WEBcast Production and Differences in Relation to Standard Television</i> . . . . .	50

# Uvodna riječ



Pod geslom "Helping the world communicate" u Ženevi se od 12 do 18 oktobra 2003 godine, održava ITU – Telecom World 2003. Ovakav skup održava se svake četvrte godine i predstavlja vrhunski događaj za razvoj telekomunikacija u svijetu. ITU je specijalna agencija OUN za telekomunikacije sa sjedištem u Ženevi, koja okuplja 187 zemalja članica. ITU dakle ima jedina istinski mandat za koordinaciju i određivanje pravaca razvoja ICT-a (Information Communication Technology) u svijetu. ITU se bavi na različite načine definiranjem uvjeta za primjenu proizvoda najnovijih tehnologija i usluga koje uključuju: širokopolasnost, fiksne mreže, Internet, rješenja mobilnih komunikacija, PSTN, satelitske komunikacije, usluge sa dodatnom vrijednošću, broadcasting, telekom korisnike, telekomunikacijske mreže, kompjutere i telekomunikacijske uređaje. Ona također pruža vodeću platformu za kritički dijalog u pogledu ICT pitanja. Danas je ICT sektor važniji, nego ikad ranije za globalnu ekonomiju i ključne razvojne izazove.

**ITU Telecom World 2003** objedinjuje više događaja i to su **Forum**, **izložba** i **Forum mladih**. Izložba je mjesto gdje će se predstaviti novi proizvodi i usluge vodećih svjetskih kompanija iz oblasti telekomunikacija i informatike.

Telecom Forum treba da odredi osnove za ključne granske operatore, predstavnike vlada zemalja CEOs, njihovih regulatornih tijela, industrijskih vizionara širom svijeta. Program Telecom Foruma sadrži plenarne sesije i paralelne tematske panele podijeljene prema temama:

- **Politika:** pitanja iz domena politike i regulative kao što su lekcije iz dodjela 3G licenci, promocija univerzalnog pristupa i otvaranje trgovinskih telekomunikacija;
- **Buseness:** poslovni pogledi na razvoj uspješnih aplikacija i servisa, analize budućih izazova kao što su razvoj nove generacije mobilnih usluga i širokopolasni sadržaj;
- **Tehnologije:** tehnološka ispitivanja ključnih tehnologija kao što su Wi-Fi, broadband, VoIP i prisutnost kompjuterizacije.

**Forum** će također imati sesiju **TDS** – (Telecommunications Development Session) o razvoju telekomunikacija u svijetu u kojoj će uzeti učešće predstavnici razvijenih i zemalja u razvoju. Tema za diskusiju, između ostalih su otvaranje regulativnih procesa za uključivanje korisnika, Internet za sve, e-learning. Očekuju se odgovori na pitanja bržeg razvoja nerazvijenih zemalja i njihovo priključivanje informacijskim društvima razvijenog svijeta. Osim ovoga Foruma, upriličen je i Forum mladih, koji pretstavlja susret mladih stručnjaka i studenata koji će biti u budućnosti lideri na polju ICT-a. Glavne teme će biti tehnologije, politika i regulativa, poduzetništvo i priprema mladih za nastupajući samit o informacijskom društvu. Vjerujemo da će ITU i na ovaj način pomoći bržem razvoju informatizacije društva u svijetu kroz primjenu savremenih ICT rješenja.

*mr Nedžad Rešidbegović, dipl. el. ing.*

## Sažetak:

U radu je riječ o virtualnim privatnim mrežama. Prvo su navedene potrebe za privatnim mrežama, općenito. Zatim je učinjen prolaz kroz privatne, poslovne, korporacijske mreže bazirane na tehnologijama do pojave virtualnih privatnih mreža u IP tehnologiji, odnosno u MPLS-u. Nakon toga, detaljnije je obrađena VPN mreža na Internet-u bazirana, u IP tehnologiji i u MPLS kornim mrežama. Na kraju su navedeni razlozi u korist primjene IP i MPLS VPN-ova u korporacijskim sistemima.

Ključne riječi: Poslovne mreže, IP protokol, virtualne privatne mreže.

## Abstract:

In this paper is about VPN - Virtual Private Network. First is mention generally needs for VPN. Than it is given overview trough private business, corporate network based on technologies before VPN appears in IP and MPLS technology and after is explained VPN based on Internet in IP and MPLS core networks. At the end there are reasons for using of IP and MPLS VPN in the corporate systems.

Key words: Business networks, IP Protocol, VPN - Virtual Private Networks

## 1. UVOD

Poslovne, a posebno korporacijske mreže datiraju već duže vrijeme, taman toliko koliko postoji potreba povezivanja dislociranih dijelova poslovnog sistema i u mjeri u kojoj to TK tehnologije i razvoj omogućavaju. Prve mreže bile su prvenstveno za govornu komunikaciju, uglavnom bazirane na kućnoj centrali sa lokalnim i udaljenim korisnicima. Zatim su građene uglavnom podatkovne poslovne mreže, tj. mreže za prijenos podataka, računarski bazirane.

Govorne mreže dugo su bile samo žične, tj. koristile su žicu kao prijenosni medij. Zatim je počeo mix žičnih i bežičnih mreža. Podatkovne mreže, tj. računarske mreže LAN-ovi (Local Area Networks) i VAN-ovi (Wide Area Networks) u početku su koristile koaksijalni, a kasnije optički kabel kao medij prijenosa, a danas koriste i bežični prijenos (W LAN-ovi, Wireless LAN ).

Za tehnološke potrebe pojedinih poslovnih sistema, kao što je napr. elektroprivredni sistem, korištene su i još uvijek se koriste radio veze. Prvo jednostavne radio mreže, zatim složeniji radio sistemi u analognoj tehnologiji, a danas se koris-

te moderni digitalni radio sistemi, ćelijski bazirani i funkcionalno povezani.

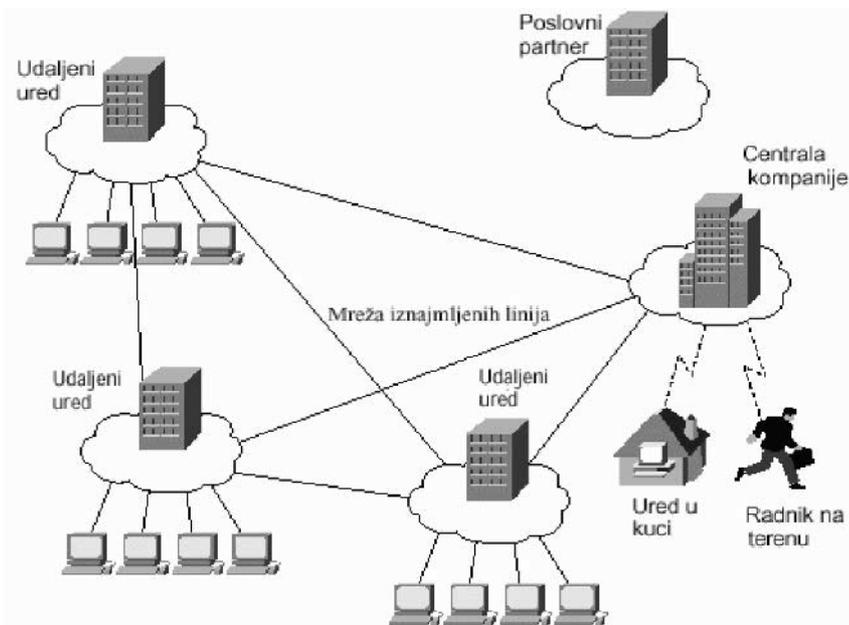
Nerijetko su poslovni sistemi formirali svoje podatkovne pa i podatkovno govorne mreže na prijenosnim sistemima javnih kompanija, u različitim tehnologijama, od ISDN-a preko FR-a do

ATM-a, za prijenos podataka, odnosno od iznajmljenih linija do analognih i digitalnih vodova i grupa u sistemima PDH-a i SDH-a.

Revolucionarni razvoj Interneta i univerzalno prihvatanje Internet protokola (IP - Internet Protocol) stvorili su tehničko-tehnološku osnovu koja u suštini zadovoljava informacijske potrebe globalnih poslovnih mreža. Međutim, Internet, kao mreža svih mreža, ne pruža korisnicima, u svom izvornom obliku zahtijevane performanse u pogledu sigurnosti i kvaliteta usluga.

Ključna tehnologija za sigurno i kvalitetno povezivanje korisničkih poslovnih mreža putem mreža davatelja Internet usluga (ISP - Internet Service Provider) je **virtualna privatna mreža (VPN - Virtual Private Network)**. Implementacijom virtualnih privatnih mreža, ISP omogućavaju poslovnim korisnicima upotrebu Interneta kao sigurnog i kvalitetnog medija za zadovoljavanje svojih poslovno-komunikacijskih potreba. Ostvarivanje komunikacijskih mreža na širem, odnosno globalnom nivou, može se realizovati putem dva ili više davatelja usluga, koji međusobne odnose po pitanju sigurnosti i kvaliteta usluga prema korisniku regulišu ugovorom.

Danas su poslovne, posebno korporacijske mreže zahtjevnije i šire pa i više orijentirane na javne sisteme veza (specifični tehnološki sistemi privredne infrastrukture koriste i svoje sisteme veza i svoje mreže, kako za tehnološke tako i za poslovne namjene) i tehnologije koje iste nude. Tako sistemi prijenosa javnih kompanija i Internet mreža sa tehnologijama ATM-a, IP-a i MPLS-a postaju sve prihvatljiviji, a pogotovo što nude privatnost, sigurnost i autentikaciju u potpuno zadovoljavajućoj mjeri, o čemu će u nastavku biti govora.



Slika 1.  
Tradicionalna WAN mreža

## 2. TRADICIONALNE POSLOVNE, PRIVATNE MREŽE

Poslovne mreže se, slično javnim mrežama, razvijaju u kontinuitetu. Računari i prijenos podataka postali su, već odavno, sinonimi poslovnih mreža. Prvo su lokalne računarske mreže (LAN), a zatim i regionalne računarske mreže, odnosno računarske mreže koje pokrivaju šire područje (WAN), postale osnovni dio većine poslovnih sistema. Danas kompanije ogromne količine važnih podataka čuvaju i dijele u mrežnom okruženju, pa su mreže za njih od suštinskog značaja.

Lokalne mreže imaju ograničenja kako fizičke, tako i geografske prirode. Potreba za umrežavanjem prevazilazi lokalne okvire i teži ka povezivanju vrlo udaljenih lokacija. Većina WAN mreža su, zapravo, lokalne mreže koje su povezane komunikacionim vezama. Komunikacija na WAN mreži ostvaruje se primjenom slijedećih tehnologija: analogni prijenos, digitalni prijenos, komutacija paketa.

Analogni i digitalni prijenos se primjenjuju kao rješenja od tačke do tačke, odnosno koriste se za povezivanje dvije

lokacije u WAN mreži, uz prethodno obavljenu komutaciju kanala.

Tehnologije sa komutacijom paketa koriste se za povezivanje više lokacija u mrežu sa potpunom petljom (*full mesh*), u kojoj postoji dvije ili više putanja do svakog čvorišta.

Poslovne WAN mreže (Slika 1) su obično izgrađene korištenjem iznajmljenih linija, odnosno vodova (analognih ili digitalnih), a u nekim slučajevima i korištenjem privatnih FR (Frame Relay) ili ATM (Asynchronous Transfer Mode) mreža.

Analogne telefonske linije mogu se, u nekim situacijama, povremeno koristiti za povezivanje mreža uprkos slabom kavlitetu linija i malim brzinama koje se, uz korišćenje modema, mogu ostvariti na takvim linijama.

Za permanentno povezivanje elementa mreže na različitim lokacijama u WAN mrežu, najčešće se koriste digitalne linije, odnosno digitalni sistemi koji pružaju veće brzine prijenosa i pri tome prave manje grešaka.

Najčešći tipovi digitalnih veza su :

- **E1**, koji se najčešće koristi u digitalnom prijenosu. Može prenositi podatke u potpunom dupleks (*full-duplex*) režimu rada brzinama od 2 Mb/s. Može koristiti cijeli opseg koji E1 nudi ili samo jedan ili više njegovih kanala opsega 64 Kb/s.
- **E3**, koji obezbjeđuje prijenos govora i podataka brzinom od 34 Mb/s. Kao i kod E1 voda postoji mogućnost upotrebe pojedinačnih E3 kanala.
- **ISDN** - Integrated Service Digital Network, sa dvije vrste pristupa na mrežu:
  - Osnovni pristup (BRA - Basic Rate Access), koji integriše 2 B kanala i 1 D kanal, sa brzinama 2x64 i 16 Kb/s;
  - Primarni pristup (PRA - Primary Rate Access), kojim se postižu brzine od 2048 kb/s.

Mreža sa komutacijom paketa omogućava prijenos podataka preko više konekcija, (Slika 2.).

Ova mreža ima raspoloživost veću od 99,9%. Ukoliko jedno čvorište ili link

unutar mreže otkáže, veze se automatski prebacuju na alternativnu rutu bez gubitka podataka. Mreže za prijenos podataka komutacijom paketa omogućavaju i konverziju brzine koristeći bufere smještene u čvorištima.

Paketske mreže mogu biti privatne i javne, a u oba slučaja mogu biti realizovane u nekoliko tehničko-tehnoloških varijanti od kojih se danas najviše koriste Frame relay (FR) i asihroni način prijenosa (ATM - Asynchronous Transfer Mode), sa kojim je moguće postići brzine do 622 Mb/s. Obje ove tehnologije koriste vodove pridružene vezi za vrijeme njenog trajanja (*connection-oriented*).

### 3. OSNOVA ZA PRIMJENU NOVIH TEHNOLOGIJA

U periodu brzog razvoja računarskih tehnologija i velikog broja proizvođača računarske opreme pojavila se potreba:

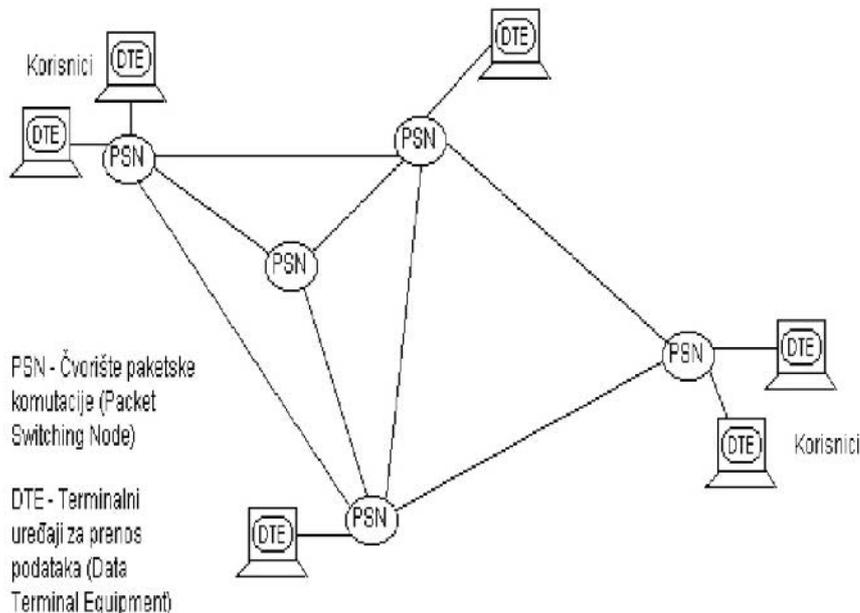
- da nove telekomunikacione usluge koriste postojeću mrežu,
- da se te usluge mogu prenositi preko različitih tipova mreža,
- da korisnici tih usluga mogu komunicirati međusobno bez obzira na vrste mreža na kojima su priključeni,
- da se metodičkim pristupom poveća efikasnost mreže,
- itd.

Ove potrebe uočila je Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO - International Standards Organization) i pokušala ih riješiti razvojem mrežnog modela koji bi pomogao u realizaciji kompatibilnih proizvoda i rješenja. Kao rezultat predstavljen je *Open System Interconnection* (OSI) model.

OSI model je međunarodni standard koji omogućava povezivanje u mrežu opreme različitih proizvođača i obezbjeđuje realizaciju novih telekomunikacionih usluga koje u svojoj osnovi imaju prijenos podataka.

OSI model ima predviđenih sedam nivoa koji opisuju način na koji podatak/informacija putuje od aplikacije sa jednog računara do aplikacije koja se izvršava na drugom, umreženom računaru.

Nivoi 7 do 4 bave se problemima komunikacije s kraja na kraj, dok se nivoi 3



Slika 2. Mreža za prijenos podataka komutacijom paketa

do 1 bave problemima pristupa mreži. Svi nivoi, osim fizičkog nivoa, izvedeni su samo u softverskom obliku.

Na osnovi OSI modela razvijen je i Protokol za kontrolu prijenosa/Internet protokol (TCP/IP - Transmission Control Protocol/ Internet Protocol).

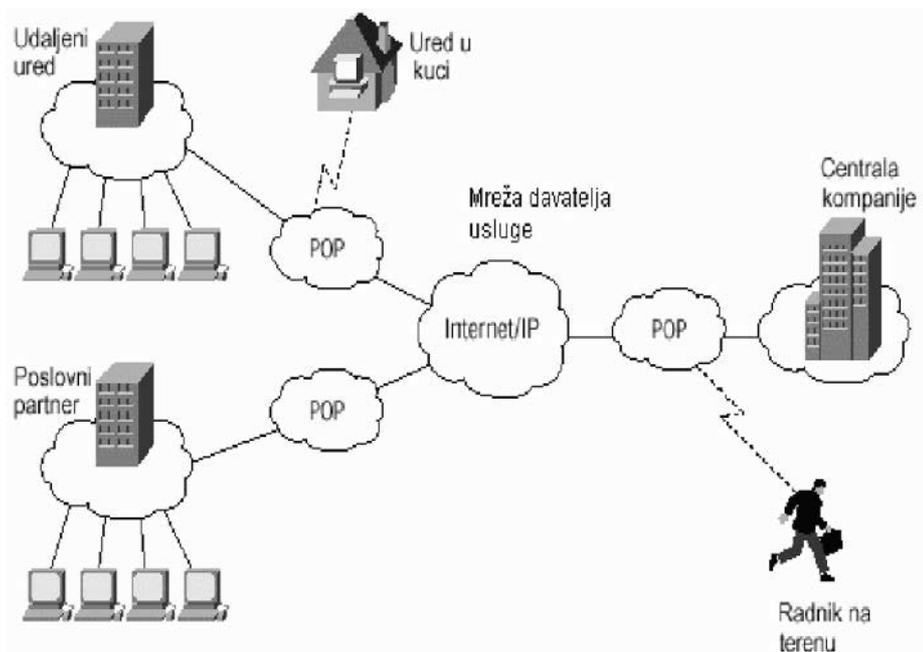
Na Slici 3. prikazan je model TCP/IP protokola koji se sastoji od četiri nivoa, i njegov odnos prema OSI modelu.

Između OSI modela, sa sedam nivoa, i TCP/IP modela, sa četiri nivoa, mogu se ustanoviti slijedeća poređenja:

- TCP/IP model kombinuje fizički i nivo podataka OSI modela u svom mrežnom nivou. On ne pravi razliku između fizičkih uređaja i njihovih upravljačkih programa, što omogućava da TCP/IP bude primjenjen u bilo kojoj mrežnoj topologiji.
- Internet nivo TCP/IP modela odgovara mrežnom nivou OSI modela. Oba sloja obezbjeđuju adresiranje i usmjeravanje.
- Transportni nivoi kod oba modela pružaju komunikaciju između krajnjih tačaka u mreži.
- Aplikacijski nivo u TCP/IP mreži kombinuje nivoe sesije, prezentaci-

OSI model	TCP/IP model
Aplikacijski nivo	Aplikacijski nivo
Prezentacijski nivo	
Nivo sesije	Transportni nivo
Transportni nivo	
Mrežni nivo	Internet nivo
Nivo podataka	Mrežni nivo
Fizički nivo	

Slika 3. Poređenje OSI i TCP/IP modela



Slika 4.  
Virtualna privatna mreža

je i aplikacije OSI modela. Aplikacija u TCP/IP modelu definiše način na koji su podaci predstavljeni i kako se održava sesija.

IP protokol je omogućio masovnu primjenu Interneta i njegovo korištenje za potrebe brojnih mreža kakva je i VPN.

#### 4. VPN MREŽE NA IP-U

Ekonomске prednosti i globalni opseg Interneta uvijek su imali posebnu važnost u poslovnom svijetu. Međutim, do pojave virtualnih privatnih mreža baziranih na IP protokolu, odnosno na Internetu, sigurnosni razlozi držali su poslovanje dalje od Interneta kao glavnog medija za razmjenu poslovnih informacija.

Najšira definicija virtualne privatne mreže je da je to bilo koja mreža izgrađena na javnoj, dijeljenoj, telekomunikacionoj infrastrukturi koja pruža iste nivoe privatnosti, sigurnosti, kvaliteta usluge (QoS - Quality of Service) i upravljivosti kao i mreže koje su u potpunosti izgrađene na namjenskim, iznajmljenim kapacitetima. Tako se i FR i ATM mreže smatraju virtualnim privatnim mrežama. Ovi

tipovi virtualnih privatnih mreža se generalno odnose na virtualne privatne mreže drugog nivoa prema OSI modelu, a unaprijedeni oblik ovih mreža su mreže konstruirane na Internetu ili na dijeljenim IP kapacitetima koje se nazivaju - Internet (IP) bazirane virtualne privatne mreže ili, pak, samo virtualne privatne mreže - VPN (Slika 4).

Iako virtualne privatne mreže pružaju troškovno efikasan, skalabilan i upravljiv način kreiranja poslovnih mreža preko javne IP infrastrukture, odnosno Interneta, ove mreže nisu vrijedna alternativa ukoliko ne garantuju zadovoljavanje ključnih faktora poslovnog komuniciranja na globalnom nivou - sigurnost, pouzdanost i performantnost. Ova tri faktora, istovremeno, razlikuju VPN od standardnog IP prijenosa podataka i ukoliko nije ispunjen bilo koji od ovih zahtjeva, rješenje virtualne privatne mreže je nekompletno. U tom smislu, Internet *backbone* doživjela je veliko poboljšanje s obzirom na sigurnost, pouzdanost i performanse, kao što i pokazuju ugovori o nivou usluge (SLA - Service Level Agreements) koje objavljuju vodeći davatelji usluga, više propusnog opsega, bolje opsluživanje naprednim mrežnim mogućnostima itd.

Zadovoljavanje ovih elemenata ne zahtijeva zamjenu postojeće WAN infrastrukture (Slika 5). Rješenje virtualne privatne mreže proširuje postojeću WAN infrastrukturu, tako da se mogu ostvariti povećana sigurnost i pouzdanost, te bolji upravljački uvjeti koji su prisutni u okruženju virtualne privatne mreže.

##### 4.1. Sigurnost virtualne privatne mreže

Razvoj TCP/IP protokola i Interneta nije obuhvatao zahtjeve koji se odnose na sigurnost, pouzdanost i performantnost zbog toga što broj korisnika i tipovi aplikacija izvorno nisu to zahtijevali. Međutim, sa korištenjem Interneta kao osnovne mreže za poslovnu komunikaciju, odnosno Internet baziranih virtualnih privatnih mreža, kao pouzdane zamjene za iznajmljene linije ili druge WAN linkove, tehnologije koje omogućavaju garantovanje sigurnosti, pouzdanosti i perfor-

mansi mreže nalaze svoje mjesto u Internet familiji. U tom smislu razvijeni su standardi koji omogućavaju upotrebu IP mreža za kreiranje VPN-ova.

Sa razvojem mrežne infrastrukture na dijeljenoj javnoj mreži, sigurnosna pitanja postaju primarna. Pojam "privatno" u virtualnom umrežavanju odnosi se na odvajanje i izoliranje saobraćaja svakog korisnika tako da drugi korisnici ne mogu pristupiti ili kompromitovati povjerljive podatke. Korisnici moraju biti sigurni da će njihove virtualne privatne mreže biti osigurane protiv neovlaštenog osmatranja, zaštićene od pristupa neovlaštenih korisnika mrežnim resursima i privatnim informacijama, te zaštićeni od mijenjanja povjerljivih podataka u toku njihovog prijenosa preko mreže.

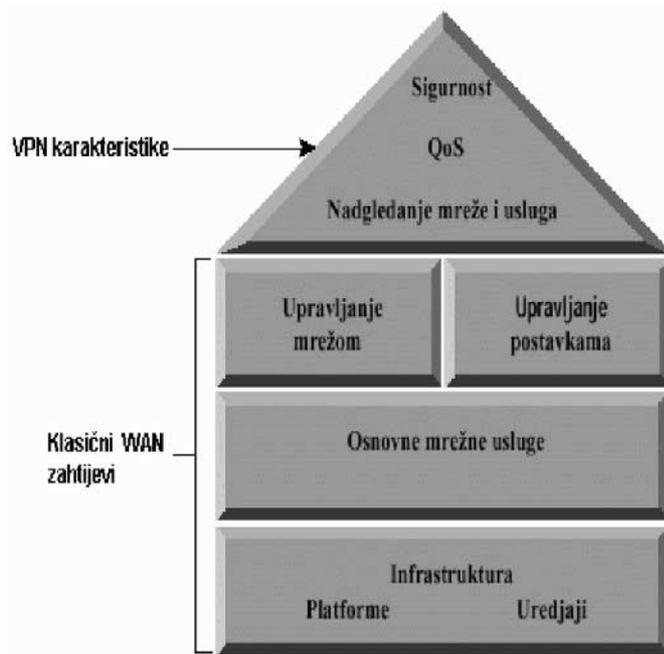
Sigurnost VPN-a postiže se kroz četiri slijedeće aktivnosti / mehanizma:

- tuneliranje i enkripciju,
- enkripciju podataka,
- autentifikaciju i
- sigurno pridruživanje.

Ovi mehanizmi se međusobno nadopunjuju, obezbjeđujući zaštitu na različitim tačkama mreže. Rješenje virtualne privatne mreže mora pružati sve ove sigurnosne osobine da bi se mogla koristiti javna mrežna infrastruktura.

#### 4.1.1. Tuneliranje i enkripcija

Tuneliranje je način "prepakiranja" podataka sa jedne mreže u prijenosni protokol, ili osnovni jezik druge. Na izvoru tuneliranog prijenosa, paket podataka sa lokalne mreže je upakovan ili enkapsuliran sa novim zaglavljem koje obezbjeđuje informacije o usmjeravanju paketa koje omogućava posredničkoj mreži da ga prepozna i isporuči. Na završnom kraju prijenosa, protokol tuneliranja se odbacuje, a originalni paket se prenosi do određene mreže. Cjelokupan proces enkapsulacije i prijenosa paketa naziva se tuneliranje, a logička konekcija preko koje se paketi prenose naziva se tunel. Sposobnost tuneliranja je osobina koja omogućava da budu nametnute sve ostale sigurnosne, i mjere kvaliteta prijenosa u Internet okruženju. Tuneli obezbjeđuju logičku povezanost od tačke do



Slika 5. Osnovni elementi za izgradnju virtualne privatne mreže

tačke (*point-to point*) preko IP mreže kod koje su vodovi pridruženi čvorištima, pružajući aplikacijama određene sigurnosne karakteristike. Zbog toga što su tuneli linkovi od tačke do tačke, potrebno je konfigurirati odvojene tunele za svaki link. Na Slici 6. prikazan je format u kojem se paketi unutar tunela prenose preko mreže.

Očito je Slike 6. da tuneliranje uključuje slijedeća tri tipa protokola:

- "Putnički" protokol je protokol koji se tunelira, kao što su AppleTalk, IPX, IP, i slično;
- Protokol tuneliranja je protokol koji se koristi za stvaranje, održavanje i prekidanje tunela, kao što su PPTP (PPTP - Point-to-Point Tunneling Protocol), L2TP (L2TP - Layer 2 Tunneling Protocol) i IPSec (IPSec - IP Security).

Prtokol nosioca je protokol koji se koristi za prijenos enkapsuliranog protokola, napr. IP, FR, ATM.

U virtualnim privatnim mrežama najviše se koriste sigurnosni IP (IPSec), protokol tuneliranja drugog nivoa (L2TP) i protokol tuneliranja od tačke do

IP/UDP	PPTP/L2TP/IPSec	PPP (Podaci)
Protokol nosioca	Protokol tuneliranja (enkapsuliranja)	"Putnički" protokol

Slika 6. Format paketa koji je tuneliran

tačke (PPTP) kao mehanizmi tuneliranja. Ovi mehanizmi tuneliranja se razlikuju po tome šta rade sa paketima (enkripcija, autentifikacija), zaglavljima koja opisuju prijenos podataka i manipuliranje paketima, te OSI nivou na kojem funkcionišu. PPTP i L2TP su strogo protokoli tuneliranja, dok je IPSec kolekcija IP sigurnosnih mjera koje definišu standardne načine za kreiranje i upravljanje zaštićenim tunelima radi tajnosti, integriteta podataka i autentifikacije. Znači, sigurnosni standard IPSec specificira funkcije i tuneliranja i enkripcije koje su neophodne za zaštitu osjetljivih informacija dok se prenose preko Interneta.

IPSec i L2TP su industrijski standardi za IP-baziranu VPN infrastrukturu, usvojeni od strane IETF-a, dok je PPTP Microsoft-ovo rješenje.

**Protokol tuneliranja drugog nivoa (L2TP)** Protokol tuneliranja drugog nivoa, L2TP, integriše najbolje karakteristike dva druga protokola tuneliranja, čijom je kombinacijom nastao: Cisco-ovog protokola prosljeđivanja drugog nivoa (L2F - Layer 2 Forwarding) i Microsoft-ovog protokola tuneliranja od tačke do tačke, PPTP.

L2TP se, obično, i koristi od strane davatelja usluge radi obezbjeđenja pristupa za udaljene korisnike preko komutirane telefonske mreže.

Pored osnovnih VPN mogućnosti, L2TP može kreirati više tunela sa jednog klijenta, odnosno udaljeni klijent može kreirati tunelirane konekcije za različite sisteme istovremeno - napr. do poslovne baze podataka i do Intraneta (zatvorene mreže) kompanije.

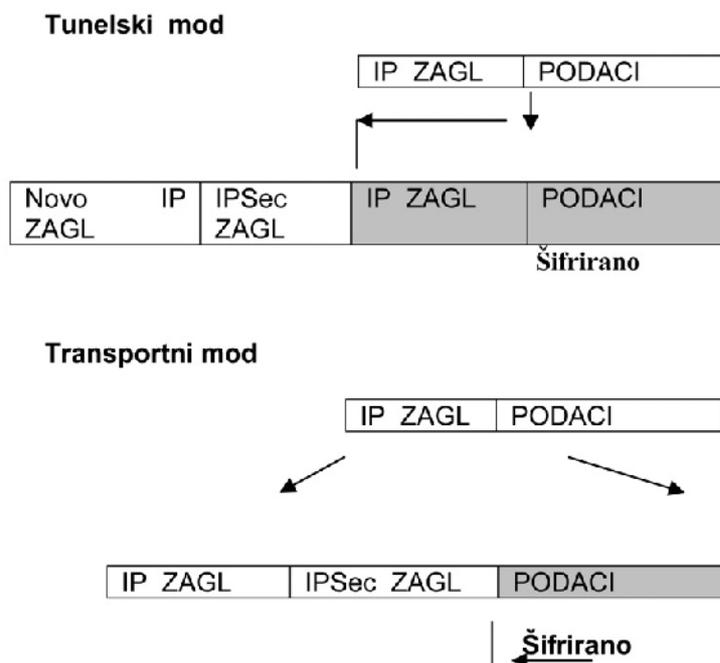
Karakteristike L2TP protokola obezbjeđuju platformu za VPN baziranu na standardima, pružaju sigurnost, pouzdanost i skalabilnost koja je potrebna kompanijama radi prijenosa njihovog osjetljivog saobraćaja preko javne infrastrukture davatelja usluge. Davatelji usluga koriste L2TP radi razlikovanja saobraćajnih tokova između uposlenika kompanije (na Intranet mreži) i vanjskih korisnika (u okviru Ekstranet mreže).

#### Sigurnosni IP (IPSec)

Sigurnosni IP, IPSec, je okvir otvorenog standarda koji obezbjeđuje sigurne privatne komunikacije preko IP mreža. Baziran na standardima koje je razvilo IETF, IPSec obezbjeđuje povjerljivost, integritet i autentifikaciju podataka između dvije strane koje komuniciraju preko javne IP mreže. IPSec primjenjuje autentifikaciju i enkripciju na mrežnom nivou OSI modela, obezbjeđujući sigurno rješenje od tačke do tačke u samoj mrežnoj arhitekturi, a prema tome, krajnji sistemi i aplikacije ne trebaju nikakve promjene da bi imali koristi od jake zaštite. Pošto enkriptirani paketi izgledaju kao obični IP paketi, mogu biti jednostavno usmjeravani kroz bilo koju IP mrežu, bez promjena posredujuće mrežne opreme. Jedini uređaji koji znaju za enkripciju su oni na krajnjim tačkama. Ova karakteristika u velikoj mjeri smanjuje i implementacijske i upravljačke troškove.

IPSec se odnosi na nekoliko standarda koji uključuju:

- Stvarni IP sigurnosni protokol koji definiše informacije koje se dodaju IP paketu radi osiguravanja povjerljivosti, integriteta i autentifikacijskih kontrola, kao i definisanja kako enkriptirati paket podataka;



Slika 7. Tunelski i transportni mod IPSec

- Internet razmjenu šifri (IKE - Internet Key Exchange) koja dogovara sigurno pridruživanje (SA - Security Association) između dva entiteta i razmjenu materijala potrebnog za šifre.

Postoje dva načina manipulisanja razmjenom ključeva i upravljanjem unutar IPSec arhitekture: ručno šifriranje i Internet razmjena šifri (IKE - Internet Key Exchange) za automatsko upravljanje šiframa.

IPSec omogućava korisniku, ili sigurnosnom *gateway-u* koji djeluje u njegovo ime, da autentificira ili enkriptira svaki IP paket, ili da primjeni obje operacije na paket. Odvajanje aplikacija za autentifikaciju i enkripciju paketa dovelo je do dvije različite metode korištenja IPSec, koje se nazivaju transportni i tunnelski mod (Slika 7.).

U transportnom modu samo je transportni segment IP paketa (korisni sadržaj) enkriptiran ili autentificiran, a originalno zaglavlje ostaje netaknuto. Prednost ovog moda je u tome što dodaje samo po nekoliko bajta svakom paketu.

Drugi pristup, autentifikacija ili enkripcija čitavog IP paketa, naziva se tunnelski mod. Iako se transportni mod IPSec pokazao korisnim u mnogim situacijama, tunnelski mod IPSec pruža i više zaštite protiv napada i nadgledanja saobraćaja nego što se na Internetu može desiti. Kod ovog moda funkcionisanja sigurnosnog IP protokola, kompletan originalni IP paket je enkriptiran i tako postaje koristan sadržaj novog IP paketa.

#### 4.1.2. Enkripcija podataka

Radi sprečavanja da neautorizovani korisnici imaju pristup privatnim podacima u toku njihovog prijenosa preko javne mreže, VPN sigurnost može biti pojačana korištenjem enkripcije radi zaštite lozinki i sadržaja paketa podataka. Enkripcija je proces šifrovanja podataka u toku prijenosa korištenjem specijalnog algoritma zajedno sa odgovarajućim ključem (*key*), radi onemogućavanja čitanja podataka od strane bilo koga ko nema odgovarajući ključ za njihovo dešifriranje.

U simetričnoj ili enkripciji tajnim ključem, ključ je podijeljen između obje

komunikacijske strane. Korištenjem tajnog ključa kao dijela matematičkog algoritma, pošiljalatelj šifrira običan tekst u šifrovani tekst. Na drugom kraju, primalatelj koristi isti tajni ključ radi dešifriranja teksta u obični tekst.

Kod asimetrične ili enkripcije javnim ključem, postoje dva različita ključa - jedan je tajni (poznat samo korisniku), a drugi je odgovarajući javni ključ (pristupačan bilo kome), koji su matematički povezani enkripcijskim algoritmom. U zavisnosti od prirode komunikacijske usluge koja se koristi, jedan ključ se koristi za šifriranje, a drugi za dešifriranje podataka.

#### 4.1.3. Autentifikacija

Obje strane koje učestvuju u komunikaciji moraju biti i autentificirane jedna od druge. U tom smislu, IPSec je veoma fleksibilan i podržava više autentifikacijskih metoda, a dvije strane moraju se dogovoriti o zajedničkom autentifikacijskom protokolu kroz pregovarački proces. Autentifikacija može biti izvršena na osnovu javnih i tajnih ključeva ili na osnovu digitalnog potpisa.

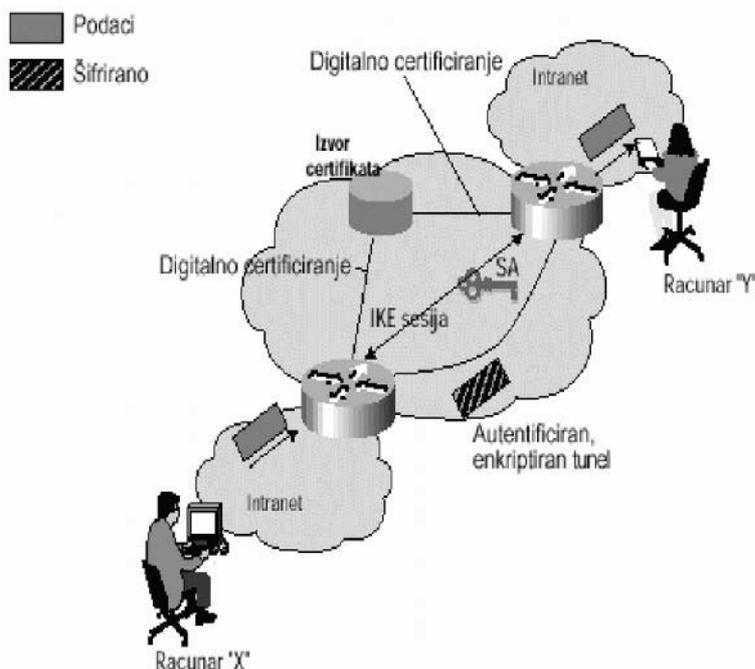
Osiguravanje integriteta digitalnog potpisa i javnog ključa obavlja se upotrebom digitalnih certifikata koji potvrđuju javno/tajno pridruživanje šifri. Digitalni certifikati, ovjereni od strane izvora certifikata (CA - Certificate Authority), koriste se kao digitalna identifikacija. Pod certifikatom se podrazumijeva paket informacija digitalno ovjerenih od strane povjerljivog izvora koji veče javnu šifru za jednog vlasnika. Paket se, obično, sastoji od indentifikacijskog polja, polja javne šifre, serijskog broja (certifikata), datuma aktiviranja i isticanja važenja, te polja potpisa. Izvor certifikata je usluga ili server koji potvrđuje da pojedina javna šifra pripada korisniku/uredaju sa određenim identitetom. Ovo se obavlja izdavanjem certifikata, odnosno CA ima sposobnost kreiranja i opozivanja potvrde javne šifre za korisnike i mrežne elemente. Certifikati mogu biti distribuirani preko elektronske pošte, na *smart* karticama ili na floppy diskovima.

Kada pošiljalatelj ima digitalni certifikat koji je izdao CA (isto kao i pošilja-

teljev digitalni potpis), pošiljatelj treba uspostaviti sigurnosne postavke. Sigurnosne postavke obezbjeđuju informacije o tome kako verifikirati korisnički identitet, osigurati integritet radi sprečavanja mijenjanja podataka i aktivno sprovede detekciju napada. Svaka poslovna mreža treba imati sigurnosne postavke koje određuju kako se mreža održava u smislu autentifikacije korisnika i kontrolisanja neautorizovanog pristupa.

#### 4.1.4. Sigurno pridruživanje

IPSec obezbjeđuje mnoge opcije za pružanje mrežne enkripcije i autentifikacije. Kada je određena sigurnosna usluga, dva komunikacijska čvora određuju koje će algoritme koristiti (npr. DES za enkripciju; SHA za integritet). Nakon odlučivanja o algoritmu, dva uređaja moraju podijeliti šifru za tu sesiju. Iz ovoga se može zaključiti da postoji dosta informacija kojima treba upravljati. Sigurno pridruživanje (SA) je metod koji IPSec koristi radi praćenja svih pojedinosti u pogledu date IPSec komunikacijske sesije. SA je veza između dva ili više entiteta koja opisuje kako će entiteti koristiti sigurnosne usluge da bi sigurno komunicirali.



Slika 8. IPSec i IKE u praksi

Sigurno pridruživanje je jednosmjerno, što znači da za svaki par komunikacijskih sistema postoje najmanje dvije sigurne konekcije - jedna od tačke A do tačke B i druga od B do A. SA je jedinstveno identificirano slučajno izabranim jedinstvenim brojem koji se zove indeks parametra sigurnosti (SPI - Security Parameter Index) i IP adresom odredišta. Kada sistem šalje pakete koji zahtjevaju IPSec zaštitu, traži SA u njegovoj bazi podataka, primjenjuje odgovarajuću obradu, a zatim ubacuje SPI iz sigurnog pridruživanja u IPSec zaglavlje. Kada odgovarajući IPSec uređaj primi paket, traži SA u njegovoj bazi podataka prema odredišnoj adresi i SPI i zatim obrađuje paket kako se zahtijeva. Znači, SA je jednostavno izjava o dogovorenoj sigurnosnoj postavci između dva uređaja.

Primjer prikazan na Slici 8. pojašnjava kompletan proces sigurnog komuniciranja.

#### 4.2. Upravljanje usmjeravanjem i propusnim opsegom

Sigurnost je samo jedna komponenta rješenja virtualne privatne mreže. Korisnici će, pored toga, zahtijevati predvidljive performanse sa nivoom usluge koji će zadovoljavati njihova očekivanja koja se baziraju na njihovim postojećim mrežama. Korisnici široko rasprostranjenih virtualnih privatnih mreža, obično, ne vode računa o mrežnoj topologiji ili o visokom nivou sigurnosti, naravno samo ukoliko su u mrežnu topologiju inkorporirani IPSec tuneli. Oni vode računa, napr. o tome da li će imati odgovarajuće vrijeme odgovora kada pristupaju aplikacijama sa kritičnom misijom sa udaljenih lokacija i sl. Prihvatljivi nivoi kašnjenja variraju. Korisnici mogu pričekati par sekundi da bi se završio prenos podataka, ali imati mnogo manje tolerancije za slična kašnjenja kada pristupaju bazama podataka ili kada koriste glasovni saobraćaj preko IP mreže (VoIP - Voice over IP).

Jedna od osnovnih komponenti rješenja virtualne privatne mreže je pouzdanost i obezbjeđenje efikasne upotrebe propusnog opsega u toku izvođenja standardnih operacija usmjeravanja. Sama priroda mrežnog saobraćaja karakter-

istična je po lošoj upotrebi mrežnog propusnog opsega slanjem velike količine podataka odjednom u mrežu (*bursty*) ili stvaranjem uskih mrežnih grla. Problem sa različitim tipovima saobraćaja na WAN linku, koji se bore za oskudni propusni opseg, je u tome što jedno vrijeme WAN link može biti nedovoljno iskorišten, dok u drugo vrijeme može doći do ekstremnih zagušenja na mreži. Ovo se posebno odnosi na interval sata najvećeg saobraćajnog opterećenja. Da bi se ovo prevazišlo koristi se set alata, baziranih na standardima koji obezbjeđuju odgovarajući kvalitet usluga (QoS) za korisnički saobraćaj.

#### Kvalitet usluge (QoS)

Kvalitet usluge znači pouzdano pružanje usluge koja zadovoljava pretplatnička očekivanja. QoS određuje sposobnost mreže da pridružuje resurse aplikacijama sa kritičnom misijom i aplikacijama osjetljivim na kašnjenje, dok ograničava resurse za saobraćaj sa nižim prioritetom. U stvarnosti, gdje je propusni opseg ograničen i gdje se razne aplikacije, od video konferencija do pretraživanja baza podataka, bore za oskudni propusni opseg, QoS postaje osnovni alat za osiguranje da aplikacije mogu koezistirati i funkcionisati na prihvatljivom nivou performansi.

QoS zadovoljava dva bitna uslova za aplikacije koje se koriste u VPN: predvidljive performanse i implementaciju postavki. Postavke se koriste da bi se pridružili mrežni resursi određenim korisnicima, aplikacijama, radnim grupama ili serverima, na prioritetan način.

Davatelj usluga mora koristiti opseg, vodove, komutacije, rutere i druge elemente koji čine mrežu kako bi zadovoljio pretplatničke ciljeve. Kvalitet usluge će ocijenjivati krajnji korisnik usluge iz njegove perspektive, bez obzira na ostatak mreže. Ovo može da se odnosi na raspoloživost, propusnu moć, kašnjenje s kraja na kraj, varijaciju kašnjenja, pouzdanost, gubitak podataka ili kombinaciju ovih parametara.

Osnovni blokovi koji obezbjeđuju karakteristike kvaliteta usluga virtualnih privatnih mreža su:

- Klasifikacija paketa,
- Upravljanje opsegom,
- Upravljanje zagušenjem i njegovo izbjegavanje,
- Poboljšanje karakteristika kašnjenja.

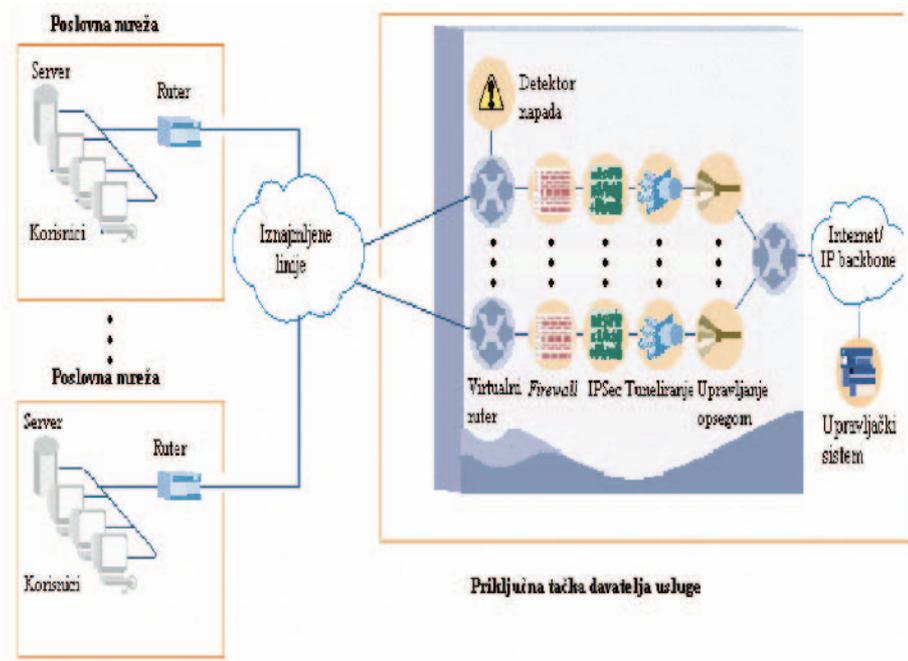
## 5. IMPLEMENTACIJA VPN-OVA

Virtualne privatne mreže su podijeljene u tri glavne kategorije, odnosno tri specifične forme sigurnog poslovnog komuniciranja omogućene su sa VPN rješenjem:

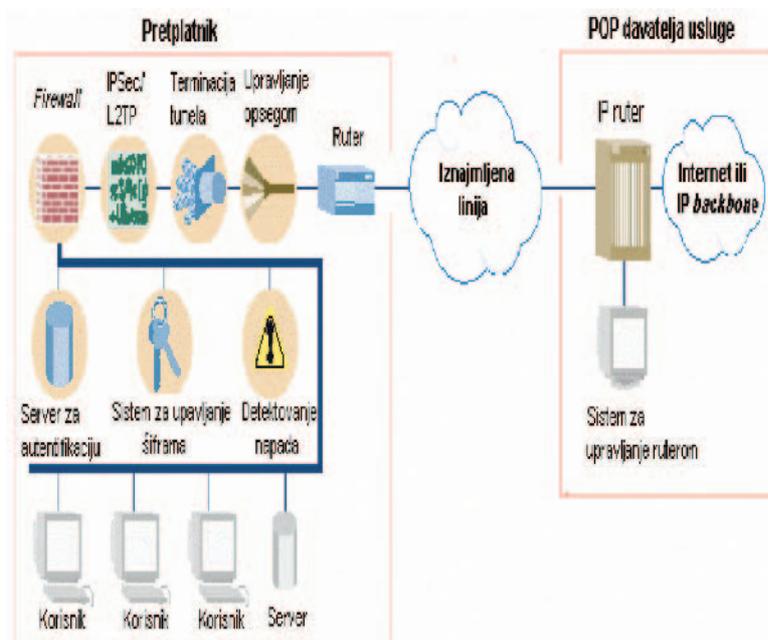
- Pristupne virtualne privatne mreže - obezbjeđuju udaljeni pristup na poslovni intranet ili ektranet preko dijeljene infrastrukture sa istim postavkama kao i u privatnim mrežama;
- Intranet virtualne privatne mreže - povezuju centralu kompanije, udaljene urede i filijale, preko dijeljene infrastrukture koristeći stalne veze na Internet ili IP mrežu davatelja usluge, na siguran način;
- Ektranet virtualne privatne mreže - povezuju kompaniju sa korisnicima i poslovnim partnerima, pružajući im ograničen pristup do pojedinih dijelova poslovne mreže radi saradnje i koordinacije.

VPN mogu biti obezbjeđene na dva različita načina:

- **VPN bazirana na mreži davatelja usluga** - Slika 9. (konfiguracija od ruba do ruba) je izgrađena na "rubnim uređajima" koji su smješteni na priključnoj tački davatelja usluge, sa mnogim korisnicima koji dijele istu rubnu opremu. Sigurne konekcije se uspostavljaju u korist svakog korisnika od ruba do ruba mreže. Mogućnost usluživanja više korisnika sa jedne POP tačke pruža davatelju usluge ekonomičnost planiranja, implementacije i upravljanja VPN-ovima. Kao rezultat, davatelj usluga očekuje da troškovi pružanja usluga budu manji, a usluge manje kompleksne. Rizik u ovom pristupu je da ugovori o nivou usluge i sigurnost ne mogu biti prošireni sve do svih korisničkih lokacija. S druge strane je izazov to da je pot-



Slika 9. Virtualna privatne mreža bazirana na mreži davatelja usluge



Slika 10. CPE-bazirana virtualna privatna mreža

rebno da sve POP tačke davatelja usluga u mreži budu konstantno nadograđivane radi zadovoljavanja globalnih korisničkih VPN zahtjeva koji se stalno mijenjaju i nadopunjavaju.

- **VPN bazirana kod korisnika** - Slika 10. (CPE, Customer Premises Equipment) - to - CPE konfiguracija) ostvaruje povezivanje preko javne mreže, Interneta, koristeći opremu koja je u vlasništvu korisnika i koji njom upravlja. Prednosti ovako razvijene VPN za kompaniju je nivo fleksibilnosti i kontrole koju pruža pri razvoju, administraciji i promjenama. Pored toga, kontrola ovakvog VPN okruženja može biti dijeljena između korisnika i davatelja usluge. Osnovni problem sa ovako razvijenim VPN je njihova distribuirana priroda koja može povećati upravljačku kompleksnost za velike VPN.

Virtualne privatne mreže mogu biti klasificirane i prema tome ko upravlja mrežom i njenim funkcionisanjem:

- **VPN kojom upravlja davatelj usluge** je u vlasništvu davatelja usluge, koji rukovodi njenim funkcioniranjem. Sama oprema može biti mrežno bazirana ili bazirana kod korisnika. Važan aspekt je da davatelj posjeduje opremu i preuzima odgovornost za upravljanje opremom, pružanje usluge, kvalitet usluge i druge parametre koji se definiraju SLA ugovorom.
- **VPN kojom upravlja korisnik** je u vlasništvu korisnika i on njome manipuliše. Ovaj tip VPN je obično razvijen kao privatna mreža s kraja na kraj preko Interneta. Svi dijelovi ove mreže su obuhvaćeni kontrolom privatnosti i kvaliteta koja je ugrađena u VPN od strane menadžera poslovne mreže, iako ova mreža još uvijek zavisi od davatelja usluge radi zadovoljavanja garantovanih karakteristika nivoa usluge.
- **VPN sa dijeljenom kontrolom** je obično u vlasništvu davatelja usluge, a njom zajedno upravljaju korisnik i davatelj usluge. U ovom okruženju, davatelj usluge obično upravlja hardverom i mrežnim elementima, dok

korisnik upravlja njegovim vlastitim VPN i sigurnosnim postavkama. Ovo omogućava i uštede troškova koje omogućava upravljanje mrežom od strane davatelja usluge, i fleksibilnost i kontrolu potrebnu u dinamičkim kompanijama.

Na Slici 11. prikazani su različiti nivoi VPN odgovornosti koji mogu biti dijeljeni između poslovne mreže i davatelja usluge. Bez obzira na izabranu soluciju za VPN, davatelj usluga će biti partner u određenoj mjeri, jer uspostavljanje virtualne privatne mreže zahtijeva u najmanjoj mjeri pristup Internetu ili privatnoj IP mreži, podešen kroz mrežu davatelja Internet usluga ili davatelja mrežnih usluga.

Neke implementacije VPN ne mogu biti ostvarene bez uključivanja davatelja usluge, na primjer, "obavezno" tuneliranje zahtijeva kooperaciju sa davateljem usluga. Performanse virtualne privatne mreže ne oslanjaju se samo na izabranu mrežnu opremu, već i na davatelja usluga koji obezbjeđuje propusni opseg i karakteristike povezivanja za udaljeni pristup.

Mrežni menadžeri trebaju odrediti koliko implementacijskih zadataka žele prepustiti davatelju usluge. Sigurnosna pitanja mogu se rješavati vlastitom administracijom, dok, napr. skupe usluge tehničke podrške mogu biti prepuštene davatelju usluge. Sa druge strane, vlastito rješavanje sigurnosnih pitanja, vjerovatno, će zahtijevati da osoblje koje upravlja mrežom uključuje eksperte za ova pitanja, pošto je ova oblast visoko tehnička i zahtijeva specijalnu ekspertizu.

### Primjer rješenja virtualne privatne mreže

Na Slici 12. predstavljeno je moguće rješenje virtualne privatne mreže koja uključuje centralu kompanije, udaljeni ured i radnike koji djeluju iz daljine ili sa terena.

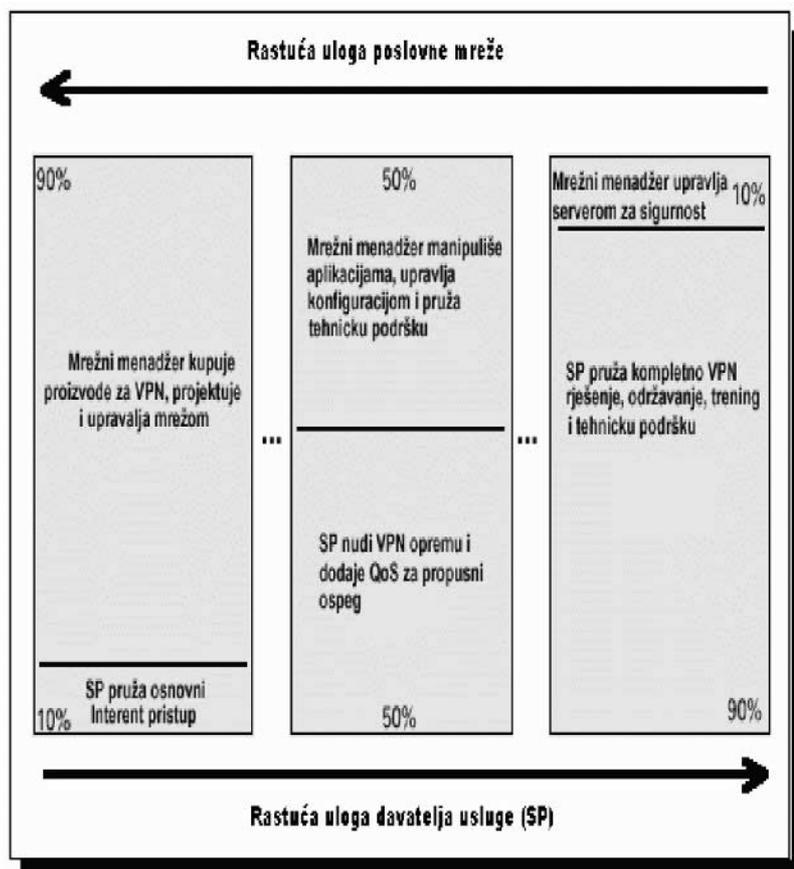
Na korisničkoj lokaciji, u centrali kompanije, predstavljen je ruter Cisco 1750, a na lokaciji udaljenog ureda ruter Cisco 1720. Centrala kompanije i udaljeni ured povezani su na lokalne priključne tačke davatelja Internet usluga iznajmlje-

nim linijama odogovarajuće brzine. Radnici koji djeluju iz daljine ili sa terena koriste personalne računare sa Windows 2000 operativnim sistemom, koji inkorporira podršku za IPSec i virtualne privatne mreže.

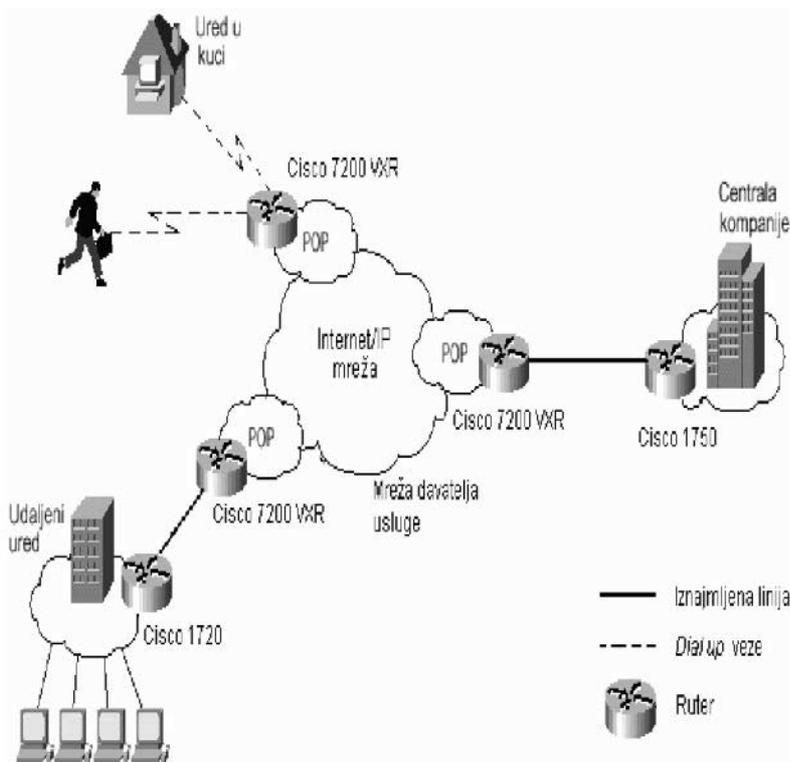
Na lokaciji davatelja usluge, odnosno na njegovoj priključnoj tački, koristi se ruter Cisco 7200 VXR, koji ima snažnu podršku za tuneliranje, enkripciju i QoS.

U ovom primjeru su i na korisničkoj lokaciji i na lokaciji davatelja usluge predstavljeni uređaji koji podržavaju VPN, radi prikazivanja mogućih rješenja i za VPN baziranu na korisničkoj lokaciji (CPE-baziranu VPN), kao i za mrežno baziranu VPN. U praksi, ukoliko davatelj usluge ili ISP pruža VPN uslugu, na korisničkoj lokaciji mogu biti i jednostavniji ruteri koji imaju odgovarajući *interface* za veze do priključne tačke ISP.

Treba naglasiti da, iako su u ovom primjeru korišteni ruteri firme Cisco,



Slika 11. Izvođenje VPN funkcije - menadžer poslovne mreže ili davatelj usluge



Slika 12.  
Primjer rješenja virtualne privatne mreže

moguće je koristiti i proizvode drugih kompanija kao što su Ericsson, CoSine, Lucent Technologies, Allied Telesyn i druge. Široka paleta proizvoda omogućava izbor koji će na najbolji način zadovoljiti specifične korisničke potrebe.

## 6. PREDNOSTI VPN-OVA NAD TRADICIONALNIM PRIVATNIM MREŽAMA

Virtualne privatne mreže pružaju i davateljima usluga i njihovim korisnicima sljedeće prednosti u odnosu na tradicionalne privatne mreže:

**Manji operativni troškovi.** Virtualne privatne mreže pružaju mrežnim menadžerima mogućnost da smanje ukupne operativne troškove kroz smanjivanje telekomunikacionih troškova. Niži troškovi propusnog opsega i *backbone* opreme, te smanjivanje potrebe za vlastitom terminalnom opremom i pristupnim modemima, doprinose bitno nižim troškovima vlasništva i funkcionisanja. U slučaju VPN usluge kojom upravlja

davatelj usluge, uštede mogu biti veće zbog toga što ISP ili davatelj usluge upravlja VPN opremom, obezbeđuje tehničku podršku, a moguće je i smanjiti broj osoblja u kompaniji koje upravlja sigurnosnim aspektima virtualne privatne mreže.

Prema Infonetics-u, konsultantskoj firmi za upravljanje mrežama, troškovi povezivanja LAN-ova preko iznajmljenih linija smanjeni su od 20 do 40 procenata, dok su smanjenja troškova za udaljeni pristup od 60 do 80 procenata.

**Agilnije mreže.** Pošto su VPN linkovi jednostavni i relativno jeftini za uspostavljanje, dodavanje ili uklanjanje nego kod klasične WAN mreže, informacijska infrastruktura može mnogo lakše podržati promjenjive poslovne potrebe. Virtualne privatne mreže bazirane na IP tunelima, posebno Internet bazirane VPN, omogućavaju veću fleksibilnost kada se razvija mobilno računarstvo, rad na daljinu i umrežavanje filijala. Korištenjem Interneta kao medija za njihove unutrašnje mreže, kompanije stvaraju mogućnost da prošire poslovne sisteme gdje je god Internet dostupan.

**Mogućnosti izmještanja upravljanja.** Kompanije mogu izmjestiti neke ili sve funkcije mreže na davatelja usluge, i tako se koncentrisati na svoje osnovne poslovne ciljeve. Na ovaj način, većina planerskog, upravljačkog i administrativnog opterećenja postavljanja i manipulisanja virtualnom privatnom mrežom može biti izmještena na mrežu davatelja usluge.

**Pristup bilo gdje, bilo kada.** VPN pretplatnici preko proširene mreže imaju isti pristupni i logički vid centralnih usluga kao što su elektronska pošta, direktoriji, unutrašnje i vanjske Web stranice, sigurnost i druge dijeljene aplikacije. Iako mogu obuhvatiti ove lokacije preko veoma različitih puteva, osnovna mreža je transparentna za korisnika.

**Sigurnost.** Virtualne privatne mreže obezbeđuju najviši nivo sigurnosti korištenjem naprednih enkripcijskih i autentifikacijskih protokola koji štite podatke i resurse od neautorizovanog pristupa.

**Skalabilnost.** Virtualne privatne mreže omogućavaju kompanijama da koriste infrastrukturu za udaljeni pristup unutar ISP. Ovo znači da su kompanije u mogućnosti da dodaju virtualno neograničenu količinu kapaciteta bez dodavanja značajne infrastrukture.

**Kompatibilnost sa širokopojasnim tehnologijama.** Virtualne privatne mreže omogućavaju mobilnim radnicima i radnicima na terenu iskorištavanje brzih, širokopojasnih mogućnosti povezivanja, kao što su DSL i kablovske tehnologije, a u skoroj budućnosti i UMTS sistemi kada ostvaruju pristup svojim poslovnim mrežama, na taj način pružajući im značajnu fleksibilnost i efikasnost.

**Osnova za nove usluge.** Posebno sa stanovišta davatelja usluga, vjerovatno, najveća prednost virtualnih privatnih mreža je to što one predstavljaju osnovu za uvođenje novih usluga sa dodatnom vrijednošću (*value-added services*), kao što su elektronsko poslovanje, iznajmljivanje aplikacija, paketska telefonija i druge multimedijalne usluge. Razvoj i pružanje VPN i novih usluga stvara davateljima usluga mogućnost generisanja povećanih prihoda i održavanje dugoročne konkurentske prednosti.

U prilog VPN-ovima i njihovom razvoju govore i predviđanja Infonetica-a da bi do 2004. godine, većina WAN mreža mogla biti zamijenjena virtualnim privatnim mrežama, te da bi prihodi od virtualnih privatnih mreža (svih tipova) mogli iznositi 29 milijardi dolara u 2003. godini.

## 7. PREPORUKA VEĆIM POSLOVNIM SISTEMIMA ZA USPOSTAVLJANJE I KORIŠĆENJE VPN-A

Cijeneći potrebe, a i mogućnosti većih poslovnih sistema, prvenstveno privredne infrastrukture (Elektroprivreda, Željeznica i dr.), s jedne strane, te mogućnosti VPN-a na backbone-skoj, informaciono komunikacijskoj BH magistrali, u MPLS tehnologiji građenoj, s druge strane, čini se da je za njih prihvatljivo razmišljanje o uspostavljanju VPN mreže na magistrali u čijoj izgradnji mogu, a

gotovo i da treba, i sami participirati finansijskim sredstvima, a još prije svojim već izgrađenim ili pak za gradnju planiranim kapacitetima.

Tip VPN-a bi u prvo vrijeme trebalo biti Intranet, a u dogledno vrijeme i Ekstranet karaktera, koji bi omogućio priključivanje i nekih kupaca i dobavljača, a prije svih novoformiranih firmi kćerki ili formiranih preduzeća u predstojećem procesu restrukturiranja i privatizacije velikih sistema.

S obzirom da veliki privredni infrastrukturni sistemi imaju stručne kadrove i druge značajne resurse, preporučuje se izbor rješenja baziranog na varijanti kod korisnika i sa 90 % upravljanjem od strane korisnika.

Potrebno je, koristeći vlastite snage, formirati odgovarajuću organizacionu jedinicu, odabrati i doosposobiti kadrove i izabrati prihvatljivog isporučiooca opreme.

U izboru topologije prijenosne tehnologije opredijeliti se između SDH tehnologije i (D)WDM tehnologije za koju neki sistemi već imaju i vlastitih i javnih prijenosnih optičkih medija. Možda ova druga tehnologija zaslužuje nešto više pažnje iz prostog razloga što obezbjeđuje veću pojasnu širinu, ima skalabilnu prirodu itd.

Pri izboru topologije komunikacijske ruterske tehnologije opredijeliti se na MPLS tehnologiju, koja pored ostalog omogućava kvalitetan inženjering saobraćaja, izvlačenje procesiranja na rub mreže itd. U razmišljanju s kojim uslugama početi, nameće se već indirektno pomenuti redoslijed: Intranet usluge, zatim Ekstranet, potom e-commerce usluge itd.

## 8. ZAKLJUČAK

Tehnologije u oblasti komunikacija neumoljivo idu naprijed. Sa sobom nose nove mogućnosti, ali i dodatne obaveze. Šansu koju pružaju u poboljšanju postojećih i uvođenju novih usluga prosto je nemoguće ne iskoristiti.

Posebno je nemoguće ne koristiti mogućnosti koje pruža Internet i s njim u vezi protokol IP. IP s novim unapređenjima omogućava, što ranije nije bio slučaj, sigurnost i privatnost u prijenosu te aut-

entifikaciju u pristupu javnim mrežama koje poslovnim sistemima pružaju mogućnost zajedničke izgradnje virtualnih privatnih, poslovnih mreža (VPN-ova).

Rješenja VPN-ova i mogućnosti upravljanja njima nude potencijalnim korisnicima širok izbor mogućnosti. Veliki poslovni sistemi infrastrukturnog, privrednog, bankarskog ili bilo kojeg drugog karaktera mogu poslovno racionalnije i na društveno prihvatljiviji način riješiti svoje poslovne informaciono komunikacijske potrebe korištenjem VPN-ova na jedinstvenoj ICT magistrali na nivou BiH.

Izgradnja racionalne i potrebama primjerene privrede i društvene zajednice BiH informaciono komunikacione magistrale u najnovijoj MPLS tehnologiji, koja preuzima najkvalitetnija rješenja od ATM-a i IP-a, trebala bi biti završena do konca tekuće godine, uz finansiranje sva tri BH operatora na fiksnoj mreži, a poželjno je, i vjerovatno i moguće, učestće i drugih, prvenstveno privredno infrastrukturnih sistema u koje prioritetno spadaju Elektroprivreda, Željeznica i dr.

## LITERATURA

[1] N. Bilić, M. Hadžialić, UNDP ICT - Forum: Komunikacijska infrastruktura, Sarajevo 2002 godine.

[2] V. Đokić, D. Rad FSK Sarajevo, 2001 godine.

[3] E. Hatunić, Poslovno komunikacijski sistem BH Pošte, Tuzla 2001 godine.

[4] N. Rešidbegović, Lexicon skraćena, akronima i termina u telekomunikacijama, BHTEL, Sarajevo 2003 godine.

# Koncept širokopojasne TK okosnice B-H mreže

## *Concept of broadband TK backbone B-H network*

### Sažetak:

U radu je dat komentar trendova u svijetu kao i pristup pojedinih velikih mrežnih operatera za aktualna rješenja telekomunikacijske "Backbone" mreže. Nadalje, dat je pregled stanja telekomunikacijskih prljenskih mreža u zemlji sa osvrtom na aktualne projekte i parcijalna rješenja telekomunikacijskih optičkih mreža sva tri bosnaskohercegovačka telekom operatera, sve tri elektroprivrede i željeznice. Na osnovu potreba pojedinih vladinih projekata, kao što su CIPS, DGS, carine, te potreba velikih sistema EP-a, Željeznice i dr., kao i potreba zemalja (SEE) regiona, dat je prijedlog mogućeg zajedničkog racionalnog rješenja širokopojasne jezgra mreže na državnom nivou.

ključne riječi: Okosnica (kičma), širokopojasnost, optička prenosna mreža.

### Abstract:

In the article is given preview of world trends about solutions of great telecom operators for telecommunication's Backbone networks. Also, it is shown the state of telecommunication transport networks in the B&H with special comments to actual projects and partial solutions of telecom operators and BH - Railway. Based on requests of the government projects such as CIPS, DGS, Custom and great public systems EP, transport organizations and so on, and especially aspects of SEE regional needs it is proposed rational solution of state Backbone network on the Bosnia & Herzegovina level.

Key words: Backbone, BroadBand, Optic Transport Network (OTN)

## 1. UVOD

Posljednjih godina primjetan je rast zahtjeva za multimedijalnim uslugama preko različitih tehnologija i sistema fiksne, mobilne, Internet, satelitske ili broadcasting mreže. To podrazumijeva enormno povećanje zahtjeva u kapacitetima i brzinama prijenosnih, odnosno transportnih mreža. Jedna od glavnih karakteristika novih prijenosnih mreža je prijenos signala za pružanje servisa koji zahtijevaju širokopojasnost.

Potražnja za velikim kapacitetom i pojava primjena sa veoma velikom širinom pojasa u vrijeme kada servis provajderi zahtijevaju i velike brzine prijenosa, doveli su do razvoja specifičnih širokopojasnih BB (BroadBand) magistrala. Imajući u vidu da se Internet širi brzinom eksplozije kao i poslovni interes operatera i drugih, doveli su do potrebe stvaranja tzv. IP širokopojasnih kičmi (Backbone) mreža magistrala širom svijeta. Moguće brzine prenosa ovakvih prijenosnih mreža su i do 2 Tb/s. Sa povećanom fleksibilnošću, kapacitetom i pouzdanošću takve mreže, pored velike brzine prijenosa,

treba da inkorporiraju multipleksiranje i tehnike rutiranja prilagodene za širokopojasne usluge.

U Bosni i Hercegovini je velika vjerovatnoća da će se desiti isti trend potreba za ovom vrstom telekomunikacijske infrastrukture. Također je već sada jasno da odgovor na ove izazove treba biti pravovremen i adekvatan.

## 2. SAVREMENE BACKBONE TELEKOMUNIKACIJSKE PRIJENOSNE MREŽE

Potpuna digitalizacija javne telekomunikacijske PSTN (Public Switched Telecom Network) mreže, koja je izjednačila fizičke nosioce informacija bez obzira na tip mreže, razvoj multimedijalnih servisa, kao i intenzivan razvoj Interneta, uslovljavaju novi razvoj tzv. kičme (Backbone) "core" mreže. Prema zahtjevima multiservisne telekomunikacijske mreže razvio se koncept globalnih transportnih mreža koje pokrivaju prostor regiona više država.

Da bi se ostvario ovakav koncept mreže, prvo je bilo neophodno riješavati na državnom nivou zajedničku telekomunikacijsku infrastrukturu. Ona podrazumijeva izgradnju optičkih mreže za povezivanje svih telekomunikacijskih centara, dovoljnog kapaciteta i sa potrebnim nivoima sigurnosti (100% i više) na kritičnim dionicama ili u cjelosti.

Koncept mreže podrazumijeva da je ona paketskog tipa multipleksiranja identičnih servisa sa optimalnim prijenosnim kapacitetima na teritoriji države, regiona ili čak kontinenta. Zatim, da je multiservisna, što podrazumijeva ponudu korisnicima, bez obzira koji protokoli i servisi bi se primijenili. Odnosno, u mreži bi se koristili isključivo uređaji koji podržavaju multiservisni i multiprotokolni pristup. To podrazumijeva faznu dogradnju i izgradnju, bez promjena na konfiguraciji mreže. Na kraju, mreža treba da je skalabilna i fleksibilna.

Tehnologije koje se danas primjenjuju na ove mreže su prije svega SONET/SDH sa primjenom i ATM prenosa. U posljednje vrijeme aktualna su rješenja: IP-Internet Protokol, DTP-Dy-

namic Packet Transport Technology, POS-Packet Over SDH i MPLS-Multi Protocol Label Switch. Sva ova rješenja danas je moguće primijeniti postepeno u skladu sa postojećim stanjem i faznim projektom nadogradnje osnovne kičme (Backbone) infrastrukture. Primjer takve savremene globalne mreže dat je na Slici 1.

### 3. STANJE U BIH

Kod nas je potreba za izgradnjom optičkih prijenosnih mreža (OTN - Optic Transport Network) nastala prije svega kod telekom operatora iz objektivne nužde, jer drugi prijenosni sistemi nisu bili dovoljni i uglavnom su optimizirani za uskopojna rješenja kanala, brzine prenosa od 64 kb/s do 2 Mb/s. U početku, pristup izgradnji je bio stihijski, tj. nije postojalo globalno projektno rješenje, već su se projektovale prijenosni putovi i odgovarajući sistemi prijenosa na kritičnim dionicama ili u velikim centrima gradova, kao što je primjer izgradnje SDH optičkog prstena oko Sarajeva. Posebno se nije vodilo računa o cjelovitoj teritoriji. Pravilan pristup za izgradnju transportnih puteva i zajedničke magistrale na cijeloj teritoriji države, bio bi urađen na osnovu analize mrežnih grupa po gradovima, odnosno podacima o populacionoj situaciji, instaliranim kapacitetima i dr. Takva šema je danas dostupna i na Web stranici BH-Telecoma sa mogućim pristupom podacima GIS projekta o opštim podacima i geografskoj TK infrastrukturi (Slika 2.).

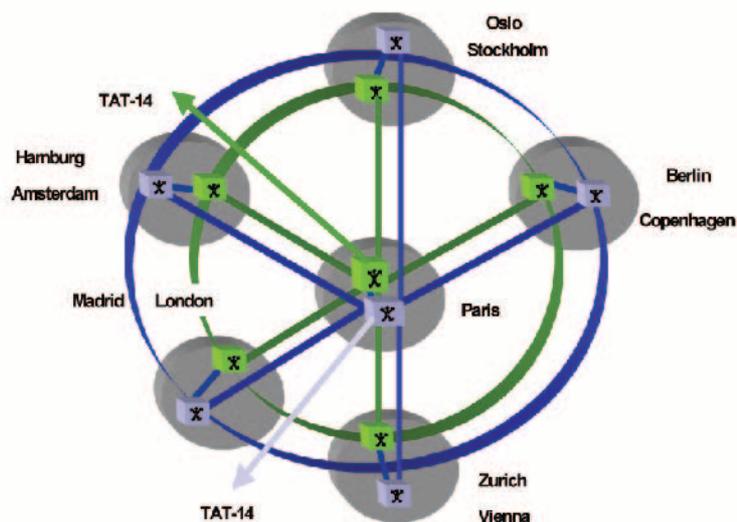
Transportna mreža u Bosni i Hercegovini, predstavlja prijenosne sisteme koji povezuju lokalne i velike tranzitne centrale, poslovne mreže i veće korisnike sa lokalnim centralama, te udaljene stupnje u pristupnoj ravni. Primjena PDH (plesiohrona digitalne hijerarhije) je, zbog nedostataka uskopojasnosti, postepeno zamijenjena sa SDH (Sinhrona Digitalna Hijerarhija) sistemom zbog potreba za sinhronizacijom u integriranoj digitalnoj mreži.

Primjena SDH sistema omogućava rutiranje i protok signala definiranjem pravaca, smjerova i puteva protoka informacija (signala). Prometni smjerovi mo-

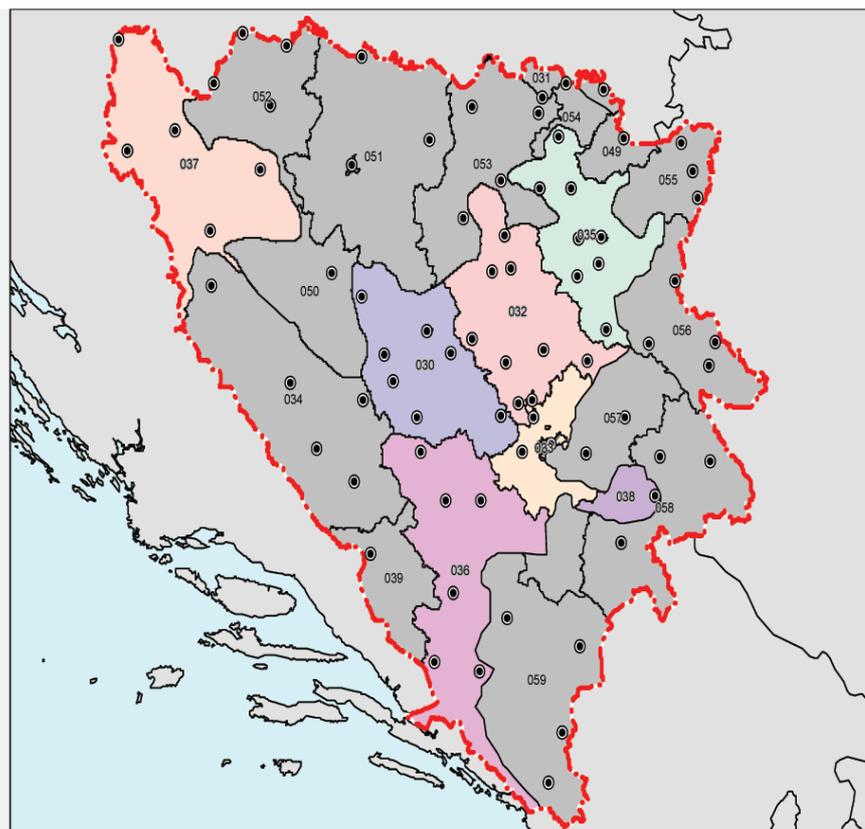
## Nova topologija IP Backbone mreže

European IP BB based on 2,5 Gbps.

RFS Q3/4 2001



Slika 1. Evropska IP Backbone mreža



Slika 2. Mrežne grupe u BiH



Slika 3.  
OTN Sarajevo - Zenica - Tuzla

raju biti dostupni u bilo kojoj tački u mreži, tako da se u svakoj tački može izvršiti dodavanje ili izdvajanje kanala. Multipleksna sekcija ima dva linijska terminala, unutar koje je STM (Synchronous Transport Modul) modul koji vrši prenos informacija. Sinhroni transportni modul nastaje multipleksiranjem plesiohronih i sinhronih pritoka. Svi elementi mreže u jednoj sekciji čine transportni sistem. Tokovi digitalnih signala raznih brzina i kapaciteta smještaju se u tzv. kontejnere standardnih veličina i kapaciteta, tako da se uspostavlja univerzalni transportni sistem.

Razvoj *point to point* (tačka tačka) linijskih sistema u telekomunikacijskim mrežama širom svijeta smatra se kao prvi korak u evoluciji optičkih transportnih mreža. Iz tog razloga su se za primjenu i izgradnju ovakvog optičkog sistema odlučili svi domaći telekomi, kao i drugi imaci telekomunikacione infrastrukture, prije svega EP i ŽTO.

### 3.1. SDH sistem BH-Telecom-a

Organizacija SDH optičke mreže BH-Telecom-a, počela je još 1999. godine završetkom izgradnje dionice optičkog prstena sa 24 vlakna, 2,5 Gb/s oko Sarajeva. Ovim optičkim prstenom uve-

zana su glavna čvorišta na području Sarajeva, što je na lokalnom gradskom nivou predstavljalo svojevrsnu okosnicu tipa MAN (Metropolitan Network) mreže. Ovaj optički prsten postaje glavno čvorno mjesto razvoja buduće SDH mreže. Od ovog prstena izgrađeni su optički prijenosni sistemi koji obuhvataju slijedeće pravce:

Sarajevo - Zenica - Tuzla (Slika 3.) i Sarajevo - Mostar (Slika 4.);

te dionice:

Sarajevo - Banja Luka preko interkonekcije Klokotnica - Doboj,  
Sarajevo - Zagreb preko HT Mostar - Split i preko pravca Tuzla - Brčko

Karakteristike postojećeg stanja su primjena metoda *point to point* konekcija između elemenata servisnog sloja. Brzina od 622 Mb/s predviđena je STM linijskim sistemom sa radio relejnim backup sistemom od 155 Mb/s. Prijenosni sistem BH-Telecom-a je 100% digitaliziran. Krajnji cilj je izgradnja kompletnog optičkog sistema sa više prstenova kapaciteta od 2,5 Gb/s i više.

Slično sarajevskom rješenju, izgradnja prstena je predviđena za cijelu teritoriju na kojoj operira BH-Telecom, a prvenstveno za povezivanje područja sa drugim centrima u i izvan Bosne i Hercegovine. Sistem bi se, između ostalog, sastojao i od add/drop multiplekser uređaja, a terminiranje saobraćaja jedino u stanicama Mostar, Sarajevo, Tuzla i Zenica. Sistem daje mogućnost kreiranja funkcija rerutiranja saobraćaja i upotrebe nadzornih sistema za alternativne pravce.

Broj pretplatnika fiksne telefonije je 485,000; dok je broj korisnika Interneta i mreže podataka relativno mali. Vrijedi istaći da je mreža za prijenos podataka na teritoriji gdje operira BH-Telecom sa kapacitetnim pristupom i brzinom prijenosa u transportnoj mreži od 34 Mb/s u ATM tehnologiji. Ne ulazeći u analize prednosti i mana sistema, daje se ocjena o parcijalnom pristupu sa aspekta izgradnje Backbone magistrale na teritoriji koju pokriva BH - Telecom. Također, nema vizije za rješenje globalne prijenosne mreže na državnom nivou. Kako se vidi iz datih



Slika 4.  
OTN Sarajevo - Mostar

šema, također nije uspostavljena direktna optička veza sa regionom Bihaća.

### 3.2. OTN mreža Telekoma Srpske

Još od 1998. godine započet je projekat optičke prijenosne mreže za povezivanje centara, na kojoj operira Telekom Srpske. Paralelno sa izgradnjom optike, išlo se i na modernizaciju, tako da je dostignuti stepen digitalizacije ostvaren na nivou oko 80%. U sistemu su jedna međunarodna i četiri tranzitne centrale koje opslužuju ukupno 265,000 korisnika. Slično kao i kod BH-Telecom-a, kod izgradnje optičke prijenosne mreže, radilo se parcijalno, tako da su i rješena složenija i relativno kompleksna. Nastojalo se povezati glavna čvorna mjesta i uspostaviti međunarodne konekcije optičkim prijenosnim putevima, kako se vidi na Slici 5.

Ako bi se pokušala otkriti okosnica optičke mreže ovog operatora, onda bi to odgovaralo pravcu (veza na Hrvatsku) B. Novi - Banja Luka - Doboj - Bijeljina (veza na Srbiju). Također nema koncepta za povezivanje optičkih dijelova u jedinstvenu Backbone mrežu Bosne i Hercegovine. Prema dostignutom stepenu izgradnje još nije potpuno povezan sjeverni i južni dio teritorija na kojima operira Telekom Srpske.

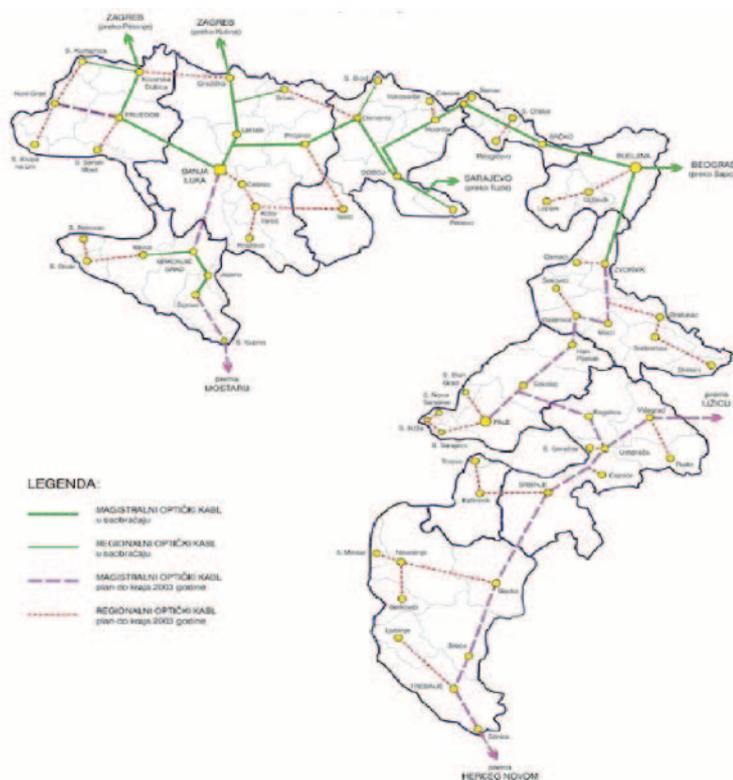
### 3.3. OTN mreža HT- MOSTAR

Slično kao i druga dva telekoma, HT - Mostar je razvijao svoju optičku mrežu. Karakteristika ove mreže je iscjepkanost uzrokovana teritorijalno odvojenim operativnim područjima. Slika 6. jasno pokazuje kako se razvijala optička mreža HT-Mostar.

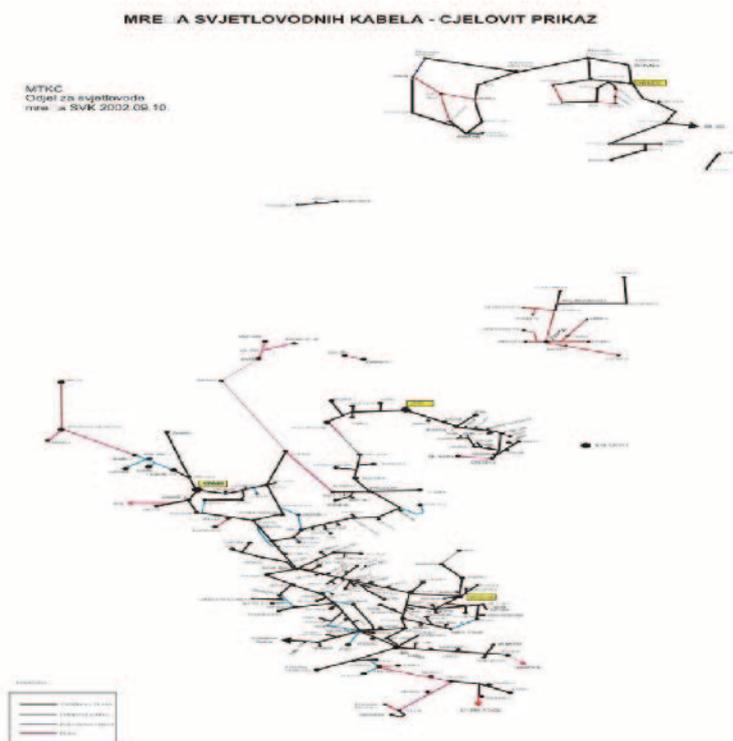
Broj telefonskih priključaka na 100 stanovnika iznosi 26, a što je realizirano sljedećom TK infrastrukturom:

- jedna međunarodna centrala i jedna međunarodna/transitna,
- ukupni instalirani kapacitet (64 kbps kanali) je 191.103 kanala,
- ukupno uključenih pretplatničkih linija (64 Kbps kanali) 128.407 .

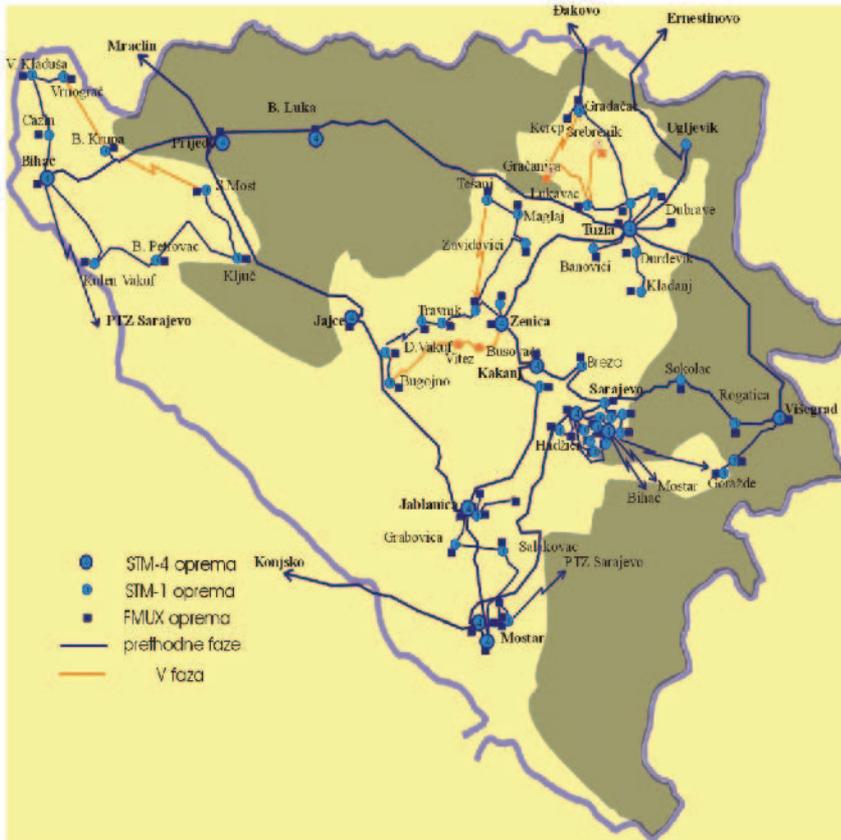
Stupanj digitalizacije (postotak digitalnih priključaka/sve priključke) je 89%. Prijenosni sistemi su pretežno u SDH tehnologiji i rade preko optičkih kablova.



Slika 5. OTN mreža Telekoma Srpske



Slika 6. OTN mreža HT-Mostar



Slika 7. Optički kablovi po dalekovodima EP-a

Dužina optičkih kablova je 1.213 km. Postoje tehnički preduvjeti za kvalitetno povezivanje sa druga dva telekom operatera u BiH i u toku je dogovor, a i određeni zahtevi na povezivanju.

Mreža iznajmljenih vodova je realizirana UMUX sistemom koji, kako svojim kapacitetom, tako i samom tehnologijom, sve teže zadovoljava zahtjeve tržišta. Zahtjevi za ovakvom vrstom usluge se povećavaju, pa se planira i u ovoj godini započeti sa izgradnjom podatkovne mreže.

**Međusobno povezivanje** pojedinih telekomunikacijskih prijenosnih sistema je predviđeno u više tačaka. Tako naprimjer, BH Telecom i Telekom Srpske je povezan kod Doboja, B. Otoke i Sarajeva, Bh-Telecom i HT - Mostar povezani su u Mostaru, a HT-Mostar i Telekom Srpske kod Jajca itd. Međusobnim povezivanjem donekle se ublažava dosadaš-

nja podjeljenost prijenosnih telekomunikacijskih mreža u Bosni i Hercegovini.

### 3.4 Druge telekomunikacione prijenosne mreže

Pojedini veliki sistemi, kao što su elektroprivredna preduzeća, željeznice i sl., planiraju značajne kapacitete u izgradnji telekomunikacionih prijenosnih mreža. Već nekoliko godina traje izgradnja optičke prijenosne mreže EP BiH po visokonaponskim dalekovodima.

Planirano je do 2004. godine polaganje ovih kablova ukupne dužine 1300 km, a sa optokom druga dva EP preduzeća, ukupna dužina optičkog kablovskog sistema će biti 2400 km. Prijenosni uređaji su FMUX, te STM 1 i 4., što čini također sistem SDH prijenosne Backbone mreže. Šema ove mreže data je na Slici 7.

Međusobnim povezivanjem elektroprivrednih komunikacijskih sistema susjednih država, pruža se mogućnosti za pružanje telekomunikacijskih usluga na regionalnom nivou. Slična je situacija i kod preduzeća željezničkog saobraćaja.

Istovremeno je započeta aktivnost ŽTO BiH na izradi Programa izgradnje telekomunikacionog sistema na postojećoj željezničkoj infrastrukturi u Bosni i Hercegovini. Cilj programa je bio da se, pored efikasnog vođenja željezničkog saobraćaja, iskoristiti komercijalni interes za pružanjem telekomunikacijskih usluga.

Određeni pravci polaganja optičkih kablova su:

Šamac - Sarajevo - Čapljina, Bihać - B. Novi - Banja Luka - Doboje - Tuzla - Zvornik sa odводом Tuzla-Brčko. Sistem optičkog kabla bi bio sa 24 vlakna i transportnim sistemom od SDH STM-1 i 4. 155-622 Mb/s, prikazan na Slici 8..

**Iz datog pregleda** jasno je da oba sistema, i EP-a i ŽO-a, imaju paralelne telekomunikacione pravce, koji se također podudaraju sa pravcima optičkog sistema prijenosa telekom operatora. Također se izgradnja ovih sistema opravdava mogućim razvojem poslovnih komercijalnih aktivnosti u oblasti telekomunikacija, što je upitno kod oba ova velika sistema. Kako su sva planirana rješenja tehnološki ujednačena, mogućnost njihovog međusobnog rada je potpuna.

#### 4. KONCEPT GLOBALNE REGIONALNE IP BB MREŽE

Nove tehnologije prijenosa ATM, IP, MPLS, bazirane na SDH/SONET optičkim sistemima, pružaju ogromne mogućnosti povećanja brzina i kapaciteta prijenosa informacija. Stakleno vlakno je postalo najkvalitetniji medij koji je zauzeo prvo mjesto u svjetskim terestrijalnim telekomunikacijskim mrežama.

Mrežni operatori se u novije vrijeme opredjeljuju za tehniku multipleksiranja valnim dužinama mreža (WDM/DWDM), koja pruža transport i rutiranje velike raznovrstnosti korisničkih signala u optičkom domenu. S ovim sistemom moguće je postići protok od 0,4- 1,6 Tb/s po vlaknu. Razlog za izbor WDM-a potiče od kompatibilnosti ove tehnike sa postojećom optičkom infrastrukturom i njenom isplativošću.

S druge strane, WDM tehnika, osim proširenja iskorištenja raspoloživog kapaciteta optičkog vlakna, unosi jednostavnost u gradnju mreža koristeći otvoreni optički interfejs. To omogućava da optička transportna mreža prihvata ravnopravno postojeće tehnologije transmisije, kao što su naprimjer: SDH, ATM, IP i dr. Primjena otvorenog interfejsa najbolje se može ilustrovati primjerom evolucije pojedinih transportnih tehnika. Tako naprimjer, kod primjene WDM-a na SDH mreže u prvo vrijeme se koristi SDH interfejs za vezu ATM, IP i dr. tehnologija na WDM platformu da bi se postepeno prešlo na njihov direktan pristup putem otvorenog interfejsa na WDM. To bi postupno vodilo spajanju svih transportnih tehnika direktno na optički transportni nivo.

Treba imati u vidu da se razvijenost arhitekture, koja postoji u Backbone jezgro mreži, kao i unutar pristupnih transportnih mreža, može potpuno primijeniti na WDM, što omogućava davanje servisa dostizanje punog kapaciteta postojećeg sistema infrastrukture. Također, lako je moguće nadograditi nove servise na postojećem vlaknu i izvršiti prilagodjenje za nove zahtjeve. Razvoj mreža podataka pospješen rastom Interneta je doprinio

razvoju transportne mreže prema optičkoj mrežnoj infrastrukturi, odnosno prema razvoju IP širokopojasnom (Backbone) tipu mreža. Iz tog razloga ovakva mreža je pogodna da bude građena kao globalna na državnom i regionalnom nivou.

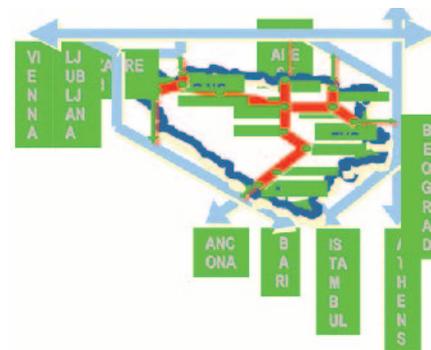
U tom smislu treba gledati i postojeću optičku mrežnu infrastrukturu, izgrađenu od telekom operatora, koja bi se na racionalan način povezala u jedinstvenu Backbone mrežu, po naprijed iznesenim principima. Na Slici 9.. data je vizija takve mreže koja bi bila solidna spona globalne regionalne Backbone mreže. Međunarodne interkonekcije sa susjednim državama Hrvatskom, Srbijom i Crnom Gorom bi se ostvarile po principu 100% rezerve. Princip otvorenog interfejsa bi dao mogućnost primjene na sva postojeća tehnička rješenja, što bi joj dalo kvalitet univerzalnosti.

Evropske Backbone prijenosne mreže koje povezuju glavne centre su već izgrađene i to u više varijanti, tako da pružaju ogromne mogućnosti prijenosa informacija. Takve mreže su postale prave informatičke magistrale. Konkurencija je omogućila sniženje cijena usluga iznajmljivanja ovih kapaciteta, što je dovelo do širenja primjene informacijsko - komunikacijskih tehnologija.

Nama najbliža tačka ovih mreža je Beč. Istične evropske zemlje će vjerovatno graditi svoje mreže koje će se logično povezati na već izgrađene mreže Zapadne Evrope. Ovdje se postavljaju i brojna pitanja kao što su:

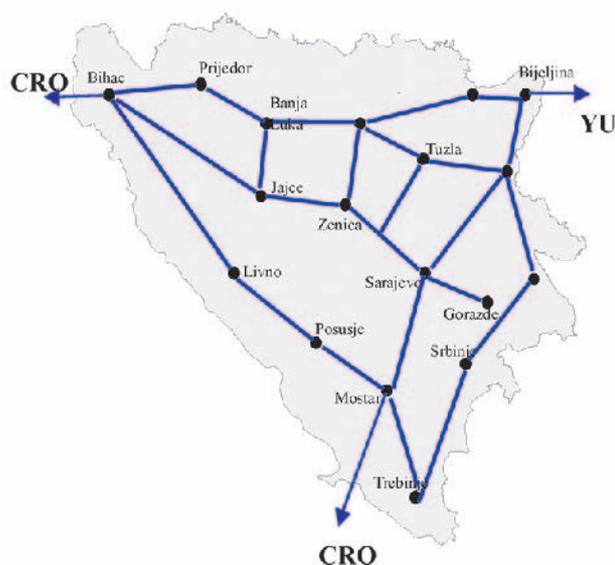
- Gdje je mjesto regiona SEE zemalja u pogledu izgradnje informacione magistrale zemalja Istočne Evrope i Evropske Zajednice?
- Gdje je mjesto Bosne i Hercegovine u izgradnji regionalne magistrale?
- Kakva će biti korist od planiranih i već započetih transportnih mreža?

Kod razmišljanja o potrebama kapaciteta treba imati u vidu da navedeni kapaciteti broja fiksnih korisnika nisu relevantni, jer je rast mobilnih komunikacija dostigao takav stupanj da će vrlo brzo broj mobilnih preći broj fiksnih korisnika. Već sada se računa da u Bosni i Hercegovini ima ukupno fiksnih i mobilnih korisnika preko dva miliona.



Slika 8.  
OTN - ŽTO

## Existing Overlay Transmission Network in BiH



Slika 9.  
Prijedlog Backbone mreže BiH

Isto tako, kada je riječ o Internetu i broju korisnika mreže za prijenos podataka vrlo brzo se može očekivati enormni porast ove vrste pretplatnika, tako da su sve prognoze u pogledu prognoza potrebnih kapaciteta nezahvalne.

Planiranje i izgradnja zajedničke telekomunikacijske prijenosne infrastrukture, opredjeljuje zainteresirane organizacije da participiraju u svom interesu. S tim u vezi upravljanje i korištenje bi se organiziralo prema njihovom profesionalnom i kapitalnom udjelu. Ovdje, svakako, kada je riječ o transportnim optičkim mrežama i sistemima treba uzeti u obzir mogućnost pružanja usluga prijenosa drugim operatorima izvan Bosne i Hercegovine.

## 5. ZAKLJUČAK

Prije svega, treba naglasiti da, bez obzira na manjkovosti u pristupu izgradnji optičkih mreža, moramo biti zadovoljni što se u ovome pravcu uopšte razmišljalo i djelovalo. Također je dobro da se u opredjeljenju prijenosnog sistema vodilo računa o savremenim trendovima, tako da su sve mreže u tom pogledu kompatibilne. Ubrzani razvoj informatizacije

društva objektivno ima potrebu za izgradnjom informatičke magistrale, kao što, sa druge strane, izgradnja optičkih mreža će sigurno uticati na veće korištenje informacijsko komunikacijskih tehnologija.

Sigurno da je potrebno, u ovom trenutku, kod nas napraviti reda u ovim inicijativama, odnosno aktivnostima. Prije svega, potrebno je sagledati optimalne tačke interkonekcija pojedinih dijelova ovih mreža kako bi se dobila jedinstvena funkcionalna Backbone transportna mreža na državnom nivou. Zajednički iskorištena infrastruktura uz primjenu odgovarajućih tehnologija i rješenja kao VPN i dr. daje nadu da ćemo relativno brzo osigurati optimalno korištenje informacione magistralu.

Racionalno investiranje je slijedeći faktor koji mora biti od presudne važnosti kod donošenja odluka investiranja od strane firmi koje su u većinskom državnom vlasništvu. Ovdje je lako uočiti nelogičnosti dosadašnjih aktivnosti. Dovoljno je pogledati planirane mreže EP i ŽO, pa vidjeti njihov potpuni paralelizam. To znači da je neophodno usaglasiti programe i projekte ovakvih mreža na nivou pojedinih sistema TK, EP, ŽTO na nivou države. Iskorištenje kapaciteta svih projektovanih i izgrađenih mreža je slijedeći faktor o kojem treba voditi računa.

Na kraju, dobro bi bilo uticati da se kroz bilateralne i posebno multilaterarne odnose, ovi kapaciteti ukllope u koncept razvoja Backbone transportne mreže regiona SEE zemalja. Dakle, uključiti se aktivno u inicijative iz ove oblasti na nivou zemalja regiona.

## LITERATURA

[1] - Dr Hadžialić Mesud, Dr. Nediljko Bilić, UNDP, ICT Forum, studija: Telekomunikacijska infrastruktura, sarajevo 2002 godine.

[2] - Dr. Ismet Traljić, Mr.Nedžad Rešidbegović, UNDP, ICT Forum, studija: Razvoj telekom sektora, Sarajevo, 2002 godine.

[3] - Elektroprivreda BiH, grupa autora, Program Energija V, razvoja telekomunikacija, Sarajevo, 1999 godine.

[4] - Ninoslav Lučić, dipl.ing.el., BOS-Link, Program razvoja telekomunikacija željeznica, Sarajevo, 1999 godine.

[5] - BH-Telecom, grupa autora, Prijedlog nove organizacije SDH mreže J.P. BH -Telecom, Sarajevo, januar 2003 godine.



- 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 Stockholmu, 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** 

# Stacionarna pristupna mreža

## *Stationary access network*

### Sažetak:

Poslednjih godina razvijene zemlje sveta, u okviru poslednje milje, planiraju izgradnju stacionarne pristupne mreže kroz implementiranje \*xDSL tehnologije. Proizvođači digitalnih sistema xDSL tehnologije u svetu, operatorima nude široku gamu različitih modela. Širokopoljaska xDSL tehnologija (HDSL, ADSL, VDSL, ADSL2, ADSL2+, SHDSL itd.) obezbeđuje: brz pristup internetu, elektronsko poslovanje, video - telefon, video konferenciju, telemedicinu, učenje na daljinu, audio - streaming, video -streaming itd. U radu je dat prikaz ograničavajućih faktora za primjenu novih tehnologija preko simetrične parice.

Ključne riječi: Stacionarna pristupna mreža; Simetrična parica; Odnos signal - šum (SNR); Dozvoljena ćelijska brzina (ACR).

### Abstract:

Last year, developed countries planed in the last mile to build stationary access network in which will be implemented xDSL technology. Manufacturers of digital systems xDSL technology in the world, offer to the operators wild specter of difference models. Broadband xDSL technology (DDSL, ADSL, VDSL, ADSL2, ADSL2+, SHDSL etc.) provides fast access to the Internet, e-business, video phone, video conferencing, tele-medicine, distance learning, audio streaming, video streaming, etc. In this article have been done the limitation factors for implementation new technologies over symmetrical cooper pairs.

Key words: Stationary access network; Semiotic pair, Signal Noise Relation (SNR); Allowed Cell Rate (ACR)

## 1. UVOD

Planiranje izgradnje stacionarne pristupne mreže sistemima xDSL tehnologije omogućava operatorima povećanje gustine digitalnih kola u pristupnim mrežama a time i nove servise kao ponudu korisnicima. Kao perspektiva xDSL tehnologije smatra se "triple play" paket servis, koji kao sveobuhvatni servis obezbeđuje prenos:

- govora,
- podataka,
- videa.

U cilju povećanja količine razmenjenih informacija, najveći broj vlasnika lokalnih mreža koristi ili planira infrastrukturu stacionarne transportne i pristupne mreže nacionalnih telekoma kao i drugih privatnih operatora. Izgradnja pristupne stacionarne mreže kao veoma značajna i skupa investicija, treba da se planira sa kablovima i kablovskim priborom koji će omogućiti da se prihvati kako postojeće poznate u svetu tehnologije, tako i tehnologije koje se mogu očekivati u buduć-

nosti. **Ovo upućuje da i nacionalni operator, kroz svoju strategiju, planira izgradnju stacionarne pristupne mreže kablovima koji će moći da prihvate i tehnologije budućnosti.** Kompleksnost problema koji se postavlja pred planerima aktivnosti na proširenju servisa nacionalnog Telekoma preko stacionarne pristupne mreže, zahteva i visok profesionalni pristup. Planiranje sanacije postojeće pretplatničke mreže i projektovanje novih pristupnih mreža, mora biti centralizovano i utemeljeno kroz nauku kao strateško opredelenje razvoja nacionalnih telekomunikacija.

## 2. KONSTRUKTIVNE KARAKTERISTIKE KABLOVA U POSTOJEĆOJ PRISTUPNOJ MREŽI

Postojeća stacionarna pretplatnička mreža sadrži **dve osnovne** konstrukcije kablova:

**Mrežni kablovi** (glavni, distributivni, razvodni/installacioni) **TK-00(V)(P), TK-1(2)0(6)(7), TK-3(5)9, TK-3(5)9M(GM), TK-33U, TI.**

**Glavni kablovi** imaju različite konstruktivno-električne karakteristike. Svi glavni kablovi jedne pretplatničke zone završavaju u prostorijama završnih nastavaka. Polazu se između završnog nastavka i prvog račvanja (u krutom obliku mreže), ili do kablovskog razdelnika (u elastičnom obliku mreže). **Distributivni kablovi** se polazu od račvanja do izvoda, odnosno od kablovskih razdelnika do izvoda. Neophodnost vremenske stabilnosti relevantne za prenos električnih parametara parica jezgra kablova, zahteva da glavni mrežni kablovi imaju jednu od dve metode zaštite jezgra kablova od vlage:

- **Eksploatacionu (omotač kablova se nalazi pod nadpritiskom suvog vazduha), kablovi tipa TK00-(V)(P), TK-3(5)9P;**
- **Konstruktivno - tehnološku (međuprostor jezgra kablova je ispunjen tehničkim vazelinom), kablovi tipa TK - 3(5)9M(GM).**

U slučaju kada kablovi u mreži nemaju ni jednu od ove dve metode zaštite jez-

gra od vlage, neophodna su periodična merenja električnih parametara na jezgru kabla kako bi se dobio uvid o stanju pristupne mreže (otpora izolacije megaometrom sa ispitnim naponom koji je veći od napona daljinskog napajanja uređaja xDSL tehnologije). Ako se periodična merenja vrše megaometrom sa ispitnim naponom 100V, onda je neophodno da se proverava i dielektrična čvrstoća između provodnika parica, odnosno provodnika i omotača kabla. Kod kablova TK-3(5)9 i TK-33U, neophodna su i dodatna merenja (podužne kapacitivnosti, sopstvenog slabljenja i karakteristična impedansa parica) kao veoma izraženih vremenski promenljivih parametara. Primena konstruktivnih i eksploatacionih metoda zaštite jezgra kabla od vlage omogućava visok stepen vremenske stabilnosti karakteristika prenosa, odnosno veliku pouzdanost u radu kablovskih linija veza.

Analiza optimizacije konstruktivno-električnih karakteristika kablova (tip TK), koji se koriste u pristupnim mrežama, pokazuje da se cena istih može nešto sniziti ukoliko se smanje prečnici provodnika. Međutim da bi se dobile normirane vrednosti sekundarnih parametara, neophodno je znatno povećati debljinu izolacije provodnika, čime se i prečnik izolovanih provodnika uvećao za (10-15)%. Ovim bi se postigle normirane vrednosti sekundarnih parametara uz smanjenje kapaciteta kablovskog jezgra, što je ekonomski neopravdano. Za isti kapacitet kablovskog jezgra, neophodno je povećati njegov prečnik, a time i utrošak materijala od kojih se izrađuju kablovski omotači i armature (PE, PVC, Pb, Al, Fe). Kod uvlačnih kablova to bi zahtevalo korišćenje kablovske kanalizacije od cevi većeg prečnika, kao i izradu novih kablovskih pribora, što svakako nije racionalno.

**ZAVRŠNI KABLOVI** su položeni od razdelnika pa vertikalno naniže do međurazdelnika, odnosno završnih nastavaka. Postojeće pretplatničke mreže izgrađene su sa završnim kablovima tipa **TZ-44EG 25(50)x4x0,6**. Izgrađene mreže sa ovim završnim kablovima bile su primerene do sredine 90-tih godina prethodnog veka, kada se radilo sa prostornom raspodelom

kanala (NF prenos jedna parica, jedan kanal) i daljinskim napajanjem od 48V.

### **3. NEREGULARNE KONSTRUKCIJE KABLOVA U PRISTUPNOJ MREŽI**

Brz prelazak digitalnih širokopojasnih sistema xDSL tehnologije iz oblasti naučno-teorijskog razmatranja na praktičnu primenu, trebalo bi da prati i analiza ograničavajućeg faktora koji potiče od neregularnih konstrukcija kablova koje su prisutne u pristupnoj mreži. Namera da se u pristupnim mrežama implementiraju sistemi xDSL tehnologije, od simetričnih parica zahteva širok i vremenski stabilan opseg radnih frekvencija. Vremenska nestabilnost podužnog kapaciteta parica jezgra kabla sa metalo-plastičnim (Al-PE) omotačem, a naročito plastičnim (PE ili PVC) omotačima, predstavlja jedan od ograničavajućih faktora kod planiranja implementiranja sistema xDSL tehnologije. Pojava ovih konstrukcija kablova kroz projekte, kao i neregularan način njihove eksploatacije u pristupnim mrežama, ograničavaju implementiranje sistema xDSL tehnologije i usluge servisa operatora. Vlaga u međuprostoru jezgra kabla uzrokuje neželjeni efekat koji se manifestuje na vremensku stabilnost karakteristika prenosa simetričnih parica. Poznata su dva oblika prisustva vlage u kابلu:

- vlaga usled pojave difuzionog procesa,
- vlaga usled oštećenja omotača kabla ili spojnice.

Prisustvo vode povećava ekvivalentnu dielektričku propustljivost između provodnika, odnosno provodnika i omotača kabla. Količina vode usled difuzionog procesa, oštećenja omotača kabla ili spojnice, zavise od gustine pakovanja kablovskog jezgra (veličine pneumatskog otpora kabla). Uticaj difuzionog procesa na primarne i sekundarne parametre prenosa je izraženiji kod jezgra kabla sa manjim pneumatskim otporom. Vlaga u međuprostoru jezgra kabla najviše utiče na podužnu kapacitivnost, slabljenje i karakterističnu impedansu

parica. Kapacitet između izolovanog provodnika i omotača kabla kada je voda u međuprostoru jezgra kabla iznosi:

$$C = \frac{9.61 \cdot \epsilon_e'}{\log_{10}\left(\frac{1.5 \cdot D_a'}{d_0}\right)} \text{ nF/km}$$

gde je:  
 $\epsilon_e'$  - ekvivalentna dielektrička propustljivost (polietilen-voda),  
 $d_0$  - prečnik provodnika,  
 $D_a'$  - prečnik izolovanog provodnika.

Moguća pojava kapacitivne asimetrije parica u odnosu na omotač kabla povlači dodatne neželjene efekte. Funkcionalna zavisnost ekvivalentne dielektričke propustljivosti i podužnog kapaciteta parica od uticaja vlage različitog porekla u međuprostoru jezgra kabla TK-39P i TK-44EG prikazana je u Tabeli 1.

Kako je relativna dielektrička propustljivost vakuma  $\epsilon_r=1$  a vode  $\epsilon_{rv}=80$ , to je ekvivalentna dielektrička propustljivost između provodnika parica vodom ispunjenog međuprostora jezgra kabla velika ( $\epsilon_{ekv} = 43$ ). Posledica ovoga je porast podužnog kapaciteta parica sa 42nF/km na 1170nF/km. Ovo direktno utiče na sekundarne parametre parica kabla TK-39P, tako što se u odnosu na deklarisanu vrednost ~5,3 puta:

- uvećava podužno slabljenje,
- smanjuje karakteristična impedansa.

Vlaga u međuprostoru jezgra kabla TZ-44EG utiče na podužnu kapacitivnost parica tako da se ista od nominalne (deklarisane) vrednosti od 80nF/km (0% vo-

da) povećava na 1200nF/km (100% voda). Sekundarni parametri parice kabla TZ-44EG se takode menjaju tako da se u odnosu na deklarisanu vrednost ~3,9 puta:

- uvećava podužno slabljenje,
- smanjuje karakteristična impedansa.

Pojavom uređaja PCM-4, a od nedavno i sistema xDSL tehnologije, kao i očekivanih digitalnih sistema u budućnosti, opravdano se postavlja i pitanje dalja primena kablova TZ-44EG u pristupnim mrežama. Implementiranje veoma poznatih u svetu sistema xDSL tehnologije kod nas u okviru poslednje mišlje, između ostalog, ograničavaju i postojeći kablovi TZ-44EG. Postoje dva ozbiljna razloga koja osporavaju svaku dalju primenu ove konstrukcije kabla kod planiranja izgradnje novih pristupnih mreža telekom operatora.

### 3.1 Prvi razlog je utemeljen u Fikovim zakonima fizike a radi se o slijedećem:

Kabl TZ-44EG je sa PVC izolacijom (omotačem) provodnika vazduhom u međuprostoru jezgra i PVC omotačem jezgra. Vremenom, usled cikličkih promena pritiska i temperature (u toku dana i noći), javlja se tendencija izjednačenja pritiska u vazдушnom međuprostoru jezgra kabla sa atmosferskim pritiskom. Pojava izjednačenja pritiska zove se difuzija (otkrio je Švajcarski fizičar A.Fik 1855god. i definisao kroz dva Zakona fizike). Ova pojava dovodi do kondenzovanja vlage na mestu vazдушnog međuprostora jezgra kabla i pojave vode koja se vremenom sliva niz jezgro kabla do

Vlaga u međuprostoru jezgra kabla (%)	TK-39P		TZ-44EG	
	$\epsilon_{re}$	C(nF/km)	$\epsilon_{re}$	C(nF/km)
0	1.6	42	2.5	80
10	5.5	150	7	190
30	14	380	15	410
50	22	600	24	650
80	35	950	36	980
100	43	1170	44	1200

Tabela 1.

završnog nastavka. Kako se PVC izolacija nastavlja na papirnu izolaciju (prelaz kabla TZ-44EG na kabl TK-00V(P), to papir aktivno upija vodu smanjujući time dielektričnu čvrstoću između provodnika, odnosno provodnika i omotača kabla TK-00V(P).

Dielektrična čvrstoća između provodnika, po propisima ZJPTT i atestima proizvođača kablova, treba da iznosi 700V jednosmernog napona. Ista se između provodnika prečnika 0,4mm ne meri. Usled odsustva periodičnih merenja kod održavanja pristupne mreže, smanjena dielektrična čvrstoća između provodnika i iskri koju stvara napon daljinskog napajanja uređaja PCM-4, uzrok su paljenja papirne izolacije i požara u završnim nastavcima. Kod nekih uređaja PCM-4, napon daljinskog napajanja je i do 200V, a kod nekih xDSL tehnologija i veći. Kako je završan nastavak zatvoren, požar se usled nedostatka kiseonika gasi. Međutim, ako je nastavak iz nekog razloga otvoren, požar se zbog prisustva kiseonika brzo širi sagorevajući papirnu izolaciju kabla TK-00V(P). Sanacija smetnji koje su nastale usled požara, zahteva ne samo izuzetan napor već i znatno vreme i po pravilu ovakve smetnje su veoma skupe. Kada postoji potreba za tehničkim intervencijama u završnim nastavcima, (npr. sušenje jezgra kabla) pre otvaranja istih, neophodno je isključiti daljinsko napajanje uređaja PCM-4. U protivnom, kada se nastavak otvori, kiseonik na mestu jezgra kabla i iskra između provodnika mogu izazvati trenutnu buktinju i ugrožiti živote tehničkom osoblju.

Ranijih godina požari se nisu javljali iz razloga što se nisu koristili uređaji PCM-4, daljinsko napajanja pretplatnika iznosi 48V a dielektrična čvrstoća između provodnika u završnim nastavcima nije padala ispod nivoa pretplatničkog napajanja. Uzroci povremene pojave požara u završnim nastavcima su:

- difuzioni proces kod kabla TZ-44EG 25(50)x4x0,6,
- neodržavanje mreže,
- daljinsko napajanje uređaja.

Iz ove pojave vezane za uređaje PCM-4, važno je izvući pouku kako se

implementiranjem xDSL tehnologije ne bi javili problemi iste prirode, tj. požari.

### **3.2 Drugi razlog je u saznanjima relativno skorijeg datuma:**

Relativna dielektrička propustljivost polivinilhlorida (PVC), kao izolacije provodnika kabla TZ-44EG, iznosi  $\epsilon_r=3,7$ , ali zavisi i od frekvencije. PVC je temperaturno nestabilan (sa porastom temperature povećava gabarit), a ima i veći koeficijent propustljivosti vlage u odnosu na PE, tako da se vremenom usled prisustva vlage bitno degradiraju električne karakteristike parice. Sa porastom frekvencije rastu i gubici u PVC-u, kao izolaciji provodnika kabla TZ-44EG, što povećava slabljenje parica. Karakteristična impedansa parica kabla TZ-44EG (sa PVC izplacijom provodnika) iznad 200KHz se smanjuje i teži vrednosti 90Ω. Kod kablova TK-00V sa papirnom izolacijom provodnika, ili TK-3(5)9 sa polietilenskom izolacijom provodnika, karakteristična impedansa iznad 200KHz teži vrednosti 120Ω. Očigledno da je prisutna refleksija usled neprilagodjenja na mestu završnog nastavka (ZN). Po kriterijumu vremenske stabilnosti električnih parametara parica jezgra kabla, završni kablovi TZ-44EG, mrežni primarni kablovi TK-3(5)9 i samonosivi kablovi TK-33U, ne bi smeli dalje da se koriste u telekom mrežama. Ovome proračunu prethodi poznavanje pneumatskog otpora jezgra kabla (površine poprečnog preseka vazduha) kao veoma značajan parametar za sanaciju izolacije kablovskog jezgra. To sve ograničava primenu kabla TZ-44EG u pristupnim mrežama kod kojih se planira implementiranje sistema xDSL tehnologije.

## **4. STANJE PRISTUPNE MREŽE**

Da bi smo sagledali mogućnost implementiranja jednog od sistema xDSL tehnologije u pristupnim mrežama, kao tehnologije poslednjeg milenijuma, neophodno je ukazati na stanje postojeće mreže kao i način da se isto, određenim tehnološkim zahtevima, dovede u stanje regularne eksploatacije. Stanje pretplatničke mreže:

- Najveći broj pretplatničkih mreža je izgrađen sa glavnim kablovima tipa u TK-00(V)(P).** Ovo su kablovi sa prečnicima provodnika 0,4, 0,6 mm, a rede 0,8 mm. Izolacija provodnika je vazdušno-papirna, a jezgro kabla slojevito ili sektorsko. Kablovi sa olovnom omotačem bez pasivne antikorozijske zaštite su starijeg datuma i najčešće su sa slojevitim jezgrom i još su u eksploataciji. Od 1980-ih godina, zbog uočenog efekta elektrohemijske korozije između olovnog omotača i koroziono agresivnih sredina, a naročito između olovnog omotača i PVC cevi od kojih se izgrađuje kablovska kanalizacija, prema preporukama ZJPTT, planeri izgrađuju mreže kroz projekte uvode olovne kablove tipa TK-00V i TK-00P sa pasivnom antikorozijskom zaštitom olovnog omotača. Uvodi se i sektorsko jezgro sa zvezda četvorkama. Pretplatničke mreže sa ovim konstrukcijama kablova nemaju sistem gasne kontrole kao eksploatacionu metodu zaštite jezgra od vlage. Izolacija provodnika jezgra kabla, kao osnovni parametar kvaliteta pretplatničke mreže, meri se samo u toku kvalitativnih prijema, eventualno nakon otklanjanja smetnji. **Periodična merenja izolacije provodnika parica se ne rade.** U nekim mrežama izolacija provodnika je i **višestruko manja od normirane vrednosti.** U nekim mrežama u eksploataciji, otpor izolacije provodnika se kreće od **nekoliko stotina  $K\Omega$  km do  $10M\Omega$  km.** Otpor izolacije provodnika jezgra kabla je i vremenski promenljiv parametar koji može da bude i više hiljada puta manji od dozvoljenog. **Periodična električna merenja otpora izolacije u pristupnim mrežama se ne rade.** Poznavanje otpora izolacije provodnika jezgra kabla je preduslov svake dalje provere kvaliteta ostalih električnih parametara parica jezgra kabla u pristupnoj mreži, a naročito parametara relevantnih za sisteme xDSL tehnologije. Iz tog razloga kod kablova u eksploataciji, koji imaju otpor

izolacije manji od normirane vrednosti je neophodno najpre izvršiti sanaciju izolacije provodnika parica jezgra kabla a zatim arhivirati rezultate izmerenih vrednosti.

Ostala potrebna merenja na mrežnim kablovima shodno protokolu, kao i analiza dobijenih rezultata, vrše se nakon postizanja normiranih vrednosti otpora izolacije. Kod kablova tipa TK-3(5)9P, koji su u ranijem periodu ugrađeni u mrežu Telekoma Srbije te se nalaze u eksploataciji pored otpora izolacije provodnika, neophodno je izmeriti podužnu kapacitivnost, sopstveno slabljenje i karakterističnu impedansu parica koji su kod ovih kablova vremenski promenljivi parametri.

- U zoni atmosferskih pražnjenja i uticaja elektromagnetnih polja električnih mreža,** kao sistem zaštite telekomunikacionih kablova od opasnih prenapona, projekti najčešće predviđaju **ekran** (Al-Fe armatura). **Provera efekta projektovane zaštite na terenu u toku kvalitativnih prijema se ne radi.** Ekran sastavljen od čeličnih žica ili traka kod nekih konstrukcija kablova u zavisnosti od uslova njihove eksploatacije **ima ograničen vek zaštite** koji je višestruko manji od vremena predviđenog za eksploataciju mreže. Čelična armatura izložena korozionom procesu gubi feromagnetna svojstva, a time i efekat ekranizacije. Periodična merenja opasnih uticaja se takode ne rade tako da je **vremenska stabilnost efekta ekranizacije nepoznata.** Na taj način je nepoznata i vrednost indukovanih napona kod parica pretplatničkih kablova u prelaznim i stacionarnim režimima rada električne mreže. Prelazni režim mreže sa jakim elektromagnetnim poljem može da bude veoma opasan kako za pretplatnike tako i zaposlene koji po prirodi posla dolazi u dodir sa jezgrom i neuzemljenim omotačem kabla. Interna revizija i spoljna kontrola ovih projekata bi trebalo posebno da se pozabavi ekranom kao jednim od načina zaštite jezgra kabla od opasnih i ome-

tajućih uticaja. Revizija i spoljna kontrola ne bi smele biti formalne i da se svode na gramatičke, eventualno brojčane greške.

- **Ometajući uticaji, impulsi i širokopojasni šum, kao značajani parametri u digitalizovanoj pristupnoj mreži, se ne mere.** Na pojedinim trasama u zonama sa jakim i promenljivim elektromagnetnim poljem različitog porekla, planiranju implementiranja sistema xDSL tehnologije prethodi poznavanje nivoa i spektralne strukture šumova.
- Postojeća pretplatnička mreža je izgrađena sa montažnom opremom koja ima ateste ZJPTT samo za 800Hz, a što je bila primerena vremenu prostorne raspodele kanala. **Opravdano je pitanje da li se u takvoj mreži mogu implementirati uređaji PCM4, i planirati sistemi xDSL tehnologije i pod kojim uslovima.**
- Najveći broj mreža je izgrađen sa kablovima koji imaju slojevito jezgro sastavljeno od zvezda četvorki. Parice slojevitog jezgra sa zvezda četvorkama imaju lošije karakteristike u odnosu na sektorsko-parično jezgro kada je u pitanju prenos digitalnih kola sistemima xDSL tehnologije.
- Ugrađeni su, i još uvek se ugrađuju, neregularne konstrukcije kablova. Kao primer imamo kablove TZ-44EG, TK-33U.
- Trase znatnog broja pretplatničkih kablova se nalaze u zoni lutajućih struja koje potiču od daljinskog napajanja tramvaja, metroa i železnice. *Lutajuće struje kroz omotač i armaturu kabla se ne mere.*

#### 4.1 Koji je štetan efekat elektrokorozije:

1A lutajuće struje u anodnoj zoni na omotaču kabla u toku jedne godine dovede do gubitaka 34-36kg olova, 7-8kg aluminijuma, 6kg trovalentnog gvožđa u oksidacionoj, odnosno 9kg dvovalentnog gvožđa u redukcionalnoj sredini. Neke od ovih trasa su postojale u vremenu projektovanja pretplatničkih mreža, a neki potencijalni izvori lutajućih struja su naknadno izgrađeni. Rekonstrukcija pret-

platničkih mreža se planira zamenu postojećih kablova po osnovu kriterijuma vremenske eksploatacije istih. Ovakav pristup nema utemeljenje u struci tako da je i odluka da se zamene bez valjanih argumenata. Tačnije, vremenska eksploatacija kablova je vezana za korozivne procese na metalnim omotačima i čeličnim armaturama a određuje se analizom uzoraka sredine koja okružuje kabl (zemlja ili voda). Odluci o zameni postojećih kablova treba da prethodi poznavanje pokazatelja korozivne aktivnosti sredine koja okružuje kablove a to su:

- Za čeličnu armaturu: specifična otpornost zemljišta,
- Za olovni omotač: veličina pH faktora, količina azotnih materija (nitrata), količina organskih materija i opšta tvrdoća vode,
- Za aluminijumski omotač: Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub> i Fe<sup>+++</sup>,
- Posebno je pitanje ugrađena nekvalitetna montažna oprema i aktivni uređaji,
- Izgradnja investicionih objekata ne bi smela da se radi bez građevinske dozvole,
- TT kapaciteti ne bi smeli da se stavljaju u eksploataciju bez tehničkih prijema.
- U projektima su naglašeni proizvođači kablova (naše oznake napr, TK-10, TK-59 itd) i strane oznake za opremu (napr. KRONE, RAYCHEM, 3M, OUANTE), što je po važećim evropskim standardima nedopustivo.

## 5. OGRANIČAVAJUĆI FAKTORI KOD PRIMENE SIMETRIČNE PARICE

Sagledavanjem različitih oblika uticaja između parica duž fabričke dužine kabla, ukazuje na prisustvo složene (kontinualne i koncentrisane) elektromagnetne sprege:

**Kontinualna sprega** prisutna je između parica homogene zvezda četvorke sa konstantnim korakom upredanja izolovanih provodnika u oblasti NF prenosa, kao i binarnih protoka sa malim brzinama.

**Koncentrisane sprege** su prisutne na mestima konstruktivnih nehomogenosti

provodnika, parica i četvorki, nastavcima duž kablovske linije i tačkama na kojima se parice završavaju. Manifestuju se kao diskontinuitet elektromagnetne sprege između parica. Ovaj oblik sprege je naročito izražen kod sistema xDSL tehnologije sa velikim binarnim protocima. Prisustvo složene elektromagnetne sprege dovodi do toga da analogni ili digitalni električni signali koji su fizički nosioci informacije po jednoj parici, egzistiraju i na bližem i na daljem kraju susednih, naročito "asimetričnih" parica, po kojima se takode prenose analogni ili digitalni električni signali. Na taj način, i razmena informacija između učesnika je pristupačna trećim licima što u osnovi predstavlja neželjeni efekat. Iz tog razloga, radi potpune ocene karakteristika parica jezgra kabla u pristupnim mrežama, neophodno je poznavati pojavu prenošenja elektromagnetne energije sa jedne parice na drugu. Kod dopuštenog slabljenja parice, neznatan deo energije predate u paricu dospeva do potrošača, dok deo energije prelazi na susedne, a naročito na "asimetrične prostorno bliske parice" (npr. parice susednih četvorki) i manifestuje se u obliku smetnji. Uticaj NEXT-a može da maskira korisnu informaciju čime je degradira u sistemu veza. Istovremeni rad više sistema xDSL tehnologije zavisi od amplitude i spektralne strukture prenošenog digitalnog signala (linijskog koda), kao i NEXT-a između parica po kojima sistemi rade. Osnovni kriterijum kvaliteta kod prenosa digitalnih signala je greška bita u prenosu (**BER**). **Verovatnoća BER-a u pristupnoj mreži je određena:**

- **električnim karakteristikama kabla,**
- **karakteristikama prenošenog signala.**

Nezavisno od vrste signala koji se prenose po simetričnim paricama isti su:

- **podložni izobličenjima,**
- **podvrgnuti dejstvu različitih smetnji.**

Poznavanje frekvencijski, temperaturno i vremenski funkcionalnih zavisnosti NEXT-a i Attn-a u pristupnoj mreži, predstavlja preduslov kod planiranja izbora sistema xDSL tehnologiji kao i nji-

hovog broja koji je moguće implementirati a da u radu ne ometaju jedan drugog. NEXT između **i**-te parice za predaju i **n**-te parice za prijem (suprotan smer prenosa) može se predstaviti kompleksnom funkcijom prenosa ekvivalentnog fiktivnog četvoropola na bližem kraju:

$$N_{in}(\omega) = |N_{in}(\omega)| e^{j\phi_{in}}$$

gde je:

$|N_{in}(\omega)|$  - moduo kompleksne funkcije prenosa ekvivalentnog fiktivnog četvoropola između **i**-te ometajuće i **n**-te ometane parice na bližem kraju,

$\phi_{in}$  - argument kompleksne funkcije prenosa ekvivalentnog fiktivnog četvoropola na bližem kraju između **i**-te ometajuće i **n**-te ometane parice.

Ukupan napon na bližem kraju **n**-te ometane parice, kao rezultat uticaja prve (1) ometajuće parice od **K** fabričkih (ili kablovskih) dužina koje obrazuju pristupnu mrežu iznosi:

$$U_{n0} = U_{10} \cdot N(j\omega) \cdot e^{-\gamma\ell} (1 + e^{-2\gamma\ell} + e^{-4\gamma\ell} + \dots + e^{-2k\gamma\ell}).$$

Iz ove jednačine moguće je odrediti NEXT između **prve** (1) ometajuće i **n**-te ometane parice. Kako je:

$$N(j\omega) \cdot e^{-\gamma\ell} (1 + e^{-2\gamma\ell} + e^{-4\gamma\ell} + \dots + e^{-2k\gamma\ell}) = N(j\omega) \cdot e^{-\gamma\ell} \sum e^{-2m\gamma\ell}$$

To, u pristupnim mrežama po kojima rade sistemi sa većim brzinama binarnog protoka, ispunjen je uslov:

$$1 \gg e^{-2\gamma\ell} \gg e^{-4\gamma\ell} \gg \dots \gg e^{-2k\gamma\ell},$$

tako da najveći uticaj na **n**-tu ometanu paricu ima ometajuća parica od **prve** (1) fabričke (kablovske) dužine.

U tom slučaju jednačina (3) može da se napiše u obliku:

$$U_{n0} \approx U_{10} \cdot N(j\omega) \cdot e^{-\gamma\ell}.$$

Uticaj **i** aktivnih ometajućih parica po kojima rade sistemi xDSL na **n**-tu ometanu paricu prve (1) fabričke (kablovske) dužine u pristupnoj mreži može se predstaviti kompleksnim funkcijama prenosa fiktivnih četvoropola između aktivnih ometajućih parica (**1, 2, 3, ...i**-te) i **n**-te

ometane parice. Napon na početku  $n$ -te ometane parice, koji je posledica uticaja (**1, 2, 3, ... i**-te) aktivnih ometajućih parica, može se predstaviti pomoću ekvivalentnih fiktivnih četvoropola (Slika 1.) između aktivnih ometajućih i ometane parice:

$$U_{n011} = U_{10} \cdot N_{11n}(j\omega) \cdot e^{-(\gamma_{11} + \gamma_{n1})\ell/2}$$

$$U_{n021} = U_{20} \cdot N_{21n}(j\omega) \cdot e^{-(\gamma_{21} + \gamma_{n1})\ell/2}$$

$$U_{n031} = U_{30} \cdot N_{31n}(j\omega) \cdot e^{-(\gamma_{31} + \gamma_{n1})\ell/2}$$

odnosno:

$$U_{n0i1} = U_{i0} \cdot N_{i1n}(j\omega) \cdot e^{-(\gamma_{i1} + \gamma_{n1})\ell/2}$$

Pod pretpostavkom da su naponi na početku ometajućih parica jednaki,  $U_{10} = U_{20} = U_{30} \dots = U_{i0}$ , a moduli kompleksnih funkcija fiktivnih četvoropola između  $i$  ometajućih i  $n$ -te ometane parice na bližem kraju različiti,  $N_{11n}(j\omega) \neq N_{21n}(j\omega) \neq N_{31n}(j\omega) \dots \neq N_{i1n}(j\omega)$ , ometani napon na početku (bliži kraj)  $i$ -te parice iznosi:

$$U_{n0} = e^{-\gamma\ell} U_0 [N_{11n}(j\omega) + N_{21n}(j\omega) + \dots + N_{i1n}(j\omega)],$$

odnosno:

$$U_{n0} = e^{-\gamma\ell} \cdot U_0 \cdot \sum_{p=1}^i N_{p1n}(j\omega).$$

### 5.1 SNR OGRANIČAVAJUĆI FAKTOR

Najvažnije karakteristike kablova u pristupnim mrežama su:

- srednja snaga šumova u opsegu radne frekvencije, odnosno
- odnos signal/šum u opsegu radne frekvencije (SNR).

**Odnos signal/šum (SNR)** predstavlja razliku nivoa primljenog signala i nivoa šuma. U cilju obezbeđenja kvaliteta prenosa, nivo primljenog signala treba značajno da premašuje nivo šuma. Kod digitalnog prenosa, neophodno je znati ne samo SNR, već i spektralnu strukturu šumova u realnom radnom opsegu frekvencija.

SNR je prvi ograničavajući faktor gustine digitalnih kola u pristupnim mrežama. U zavisnosti od:

- vrste informacija koje se prenose (glas, podaci, video, multimedija itd.),

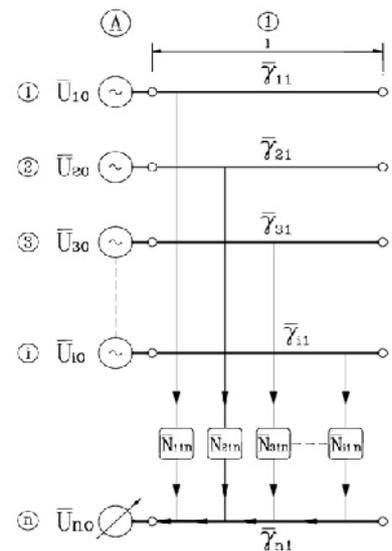
- tipa sistema prenosa, principa kodiranja i stanja kola prenosa signala,
- broja grešaka bitova,
- prenosa grešaka,
- izvora interferencije,
- stabilnosti usvojenog principa prenosa digitalne informacije,

na greške koje se javljaju u sistemu prenosa, uticaj usled interferencije može da naruši rad digitalnih sistema xDSL tehnologije a time ograničava i usluge servisa operatora u pristupnim mrežama.

Difuzioni proces kod kablova: TZ-44EG, TK-3(5)9P i TK-33U, smanjuje karakterističnu impedansu i povećava refleksiju usled neprilagodjenja po impedansi, a što dodatno povećava slabljenje parica. Zbog odnosa signal-šum, smanjuje se planirana dužina za xDSL tehnologije. Snaga reflektovanog signala se naziva gubitak usled refleksije ili povratni gubici (return loss). Parametar koji je vezan za refleksiju predstavlja gubitak snage predatog signala usled neprilagodjenja impedanse generatora na karakterističnu impedansu parice (mismatch loss). Refleksiju karakterišu dva osnovna parametra koji su međusobno povezani:

- koeficijent refleksije,
- slabljenje usled refleksije (dB).

Za bilo koju dužinu kabla u pristupnoj mreži (TC-pretplatnik) ukupno slabljenje parice predstavlja zbir podužnog slabljenja parice i svih oblika slabljenja usled neprilagodjenja duž kablovske linije (višestruka refleksija). Uvećanjem podužnog slabljenja parica usled difuzionog procesa, kao i interferencija parica sa izvorima stranih elektromagnetskih polja, smanjuje odnos signal/šum odnosno povećavaju greške u prenosu. Impulsne smetnje se mere u toku dužeg vremenskog intervala i mogu imati trajanje od nekoliko mikrosekundi do nekoliko stotina milisekundi. Za neke od tehnologija xDSL ovaj parametar je vrlo kritičan u sistemu veza. Ova pojava može da predstavlja veliki problem za pravilan rad nekih sistema iz tehnologija xDSL u pristupnim mrežama. Problemi vezani za SNR usled difuzionog procesa, vremenom se mogu javiti kod kabla TK-3(5)9P, kao i kod prelaza kabla TK-3(5)9P na TK-3(5)9M(GM), odnosno TK-00(V)



Slika 1. Uticaj i ometajućih parica na bliži kraj  $n$ -tu ometanu paricu.

(P). Isti problemi se mogu javiti i usled tehnoloških grešaka kada jezgro kabla TK-59(M)GM nije ispunjeno tehničkim vazelinom po čitavoj dužini. Uticaj usled refleksije je naročito izražen u završnim nastavcima kod prelaska kabla TK-00(V)(P), TK-3(5)9P i TK-3(5)9M(GM) na kabl TZ-44EG.

## 5.2 ACR OGRANIČAVAJUĆI FAKTOR

Veličina ACR određuje gustinu digitalnih kola u pristupnim mrežama za svaki od sistema xDSL tehnologije koji se planira. **ACR (NEXT i Attn)** predstavlja ograničavajući faktor radne (granične) frekvencije simetrične parice u poslednjoj milji pristupne mreže. Istovremeno, ACR je jedan od najznačajnijih ograničavajućih faktora kod primene simetrične parice za potrebe ekipiranja pristupne mreže xDSL tehnologijom. Parametar **ACR** je razliku nivoa minimalnog slabljenja preslušavanja na bližem kraju (NEXT-a) i maksimalnog nivoa oslabljenog signala na A strani (Attn). Izračunava se iz formule:

$$ACR = \text{Min}(\text{NEXT}) - \text{Max}(\text{Attn}),$$

gde je:

**Min(NEXT)** - minimalno slabljenje preslušavanja na bližem kraju u dB,

**Max(Attn)** - maksimalno slabljenje parica u dB.

ACR predstavlja drugi ograničavajući faktor gustine digitalnih kola u pristupnim mrežama.

Opređenju za sistem xDSL tehnologije - poslednja milja u pristupnim mrežama prethodi poznavanje ACR-a u pristupnim mrežama **koji daje potpunu informaciju o realnoj eksploataciji parica, odnosno mogućoj gustini digitalnih kola. Parametar ACR ima eksploatacionu vrednost koja omogućava da se odredi radna (granična) frekvencija parica jezgra kabla.**

Proračunu ACR-a prethodi poznavanje frekvencijske zavisnosti slabljenja preslušavanja na bližem kraju (NEXT) i slabljenja parica (Attn) za sve konstrukcije kablova koje se mogu sresti u pristupnim mrežama. Ovo je veoma važno za prvu dužinu glavnog kabla, a naročito

završni kabl. Analiza uticaja prisustva vlage na mestu jezgra kabla je rađena za slojevito parično jezgra sa četvorkama (kabl TK-39), kod koga se NEXT u opsegu frekvencija (1-8)MHz kreće u granicama:

a. (59,70 - 49,60)dB između parica susjednih četvorki u sloju

$$a_n = -5\ln(f) + 59,3,$$

b. (62,39 - 54,66)dB između parica unutar četvorke

$$a_n = -4,2\ln(f) + 62,1,$$

c. (66,60 - 58,40)dB između parica nesusednih četvorki u sloju

$$a_n = -3,8\ln(f) + 65,6.$$

NEXT opada linearno  $\approx (2-3)$ dB/oktavi.

Slabljenje parica sektorskog-paričnog jezgra i slojevitog jezgra sa zvezda četvorkama je približno jednako. Devijacija slabljenja parica, po pravilu raste sa porastom frekvencije. Odnos podužnog slabljenja parica za konstrukcije kablova koji su izloženi difuzionom procesu, zavisi od količine vode koja je prisutna na mestu jezgra kabla. Za kabl TK-59, zavisnost slabljenja u funkciji prisustva vlage (%) je prikazana na Slici 2. za dva slučaja:

- međuprostor jezgra kabla je vazduh,
- u međuprostoru jezgra kabla je voda (%).

Određivanju radne-granične frekvencije za ova dva slučaja prethodi iznalaženje tačaka preseka Attn-a i NEXT-a, (Slika 1.) kada je u međuprostoru jezgra kabla:

- vazduh (tačke **A**, **B** i **C**),
- voda 100% (tačke **A<sub>1</sub>**, **B<sub>1</sub>** i **C<sub>1</sub>**).

Iz tačaka preseka **A**, **B**, **C** i **A<sub>1</sub>**, **B<sub>1</sub>**, **C<sub>1</sub>**, pomerajući se horizontalno u levo, treba na osi frekvencije naći tačke u kojima ACR (razlika nivoa Attn-a i NEXT-a) u granicama normi za svaki sistem xDSL tehnologije - "poslednja milja" koji se namerava implementirati u pristupnim mrežama. Ove tačke predstavljaju maksimalnu realnu radnu (graničnu) frekvenciju. Pojava vlage usled difuzionog procesa u međuprostoru jezgra kabla utiče na vremensku stabilnost radne frekvencije tako što je višestruko smanjuje.

Zavisnost radne (granične) frekvencije parica kabla TK-59 od prisustva vlage u međuprostoru jezgra kabla (%) za zadata vrednost ACR=10dB, prikazana je na Slici.3.

## 6. SIGNALI U PRISTUPNIM MREŽAMA

Električni signali  $s(t)$  po simetričnim paricama, koji su nosioci informacije na daljinu, u osnovi mogu imati kako analognu tako i diskretnu formu. Mogu se podeliti u četiri osnovne klase. Uz određenja ograničenja, po paricama u pristupnoj mreži mogu da se prenose sva četiri oblika signala (različitih amplituda i spektralnih struktura). Nezavisno od vrste signala koji se prenose po paricama (analogni ili digitalni), osnovni izvori grešaka u digitalnom kanalu su:

- slabljenje linije,
- šum,
- izobličenja,
- impulsne smetnje.

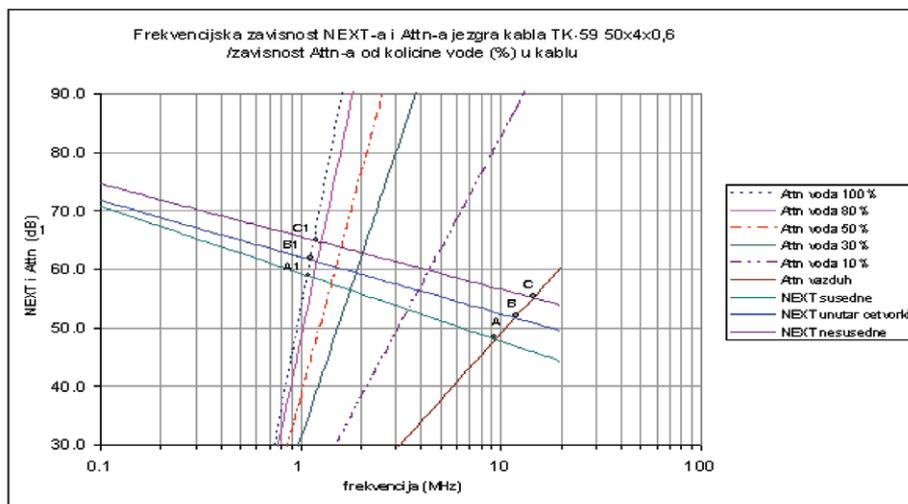
Parametri parica koji određuju kvalitet pristupne mreže su:

- Attn (podužno slabljenje dB/km),
- AFK i FFK (propusni opseg),
- NEXT (slabljenje preslušavanja na bližem kraju dB),
- vremensko kašnjenje prenosa signala.

Vlaga usled difuzionog procesa u međuprostoru jezgra kabla utiče na vremensku stabilnost električnih parametara parica, tako što ograničava širinu realnog radnog opsega frekvencija analogne veličine. Ograničavajući broj implementiranih sistema xDSL tehnologije - "poslednja milja" u pristupnoj mreži, ograničavaju se i servisi operatora.

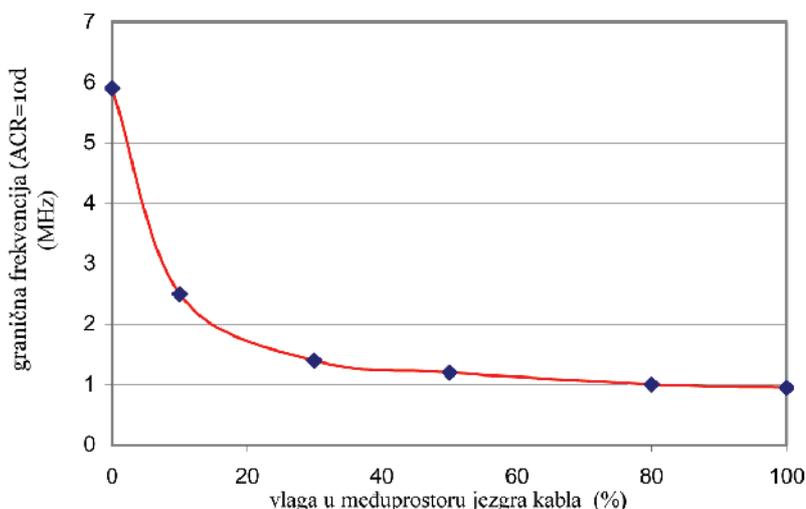
## 7. ZAKLJUČAK

Planiranije stacionarne pristupne mreže mora uobziriti sve navedene ograničavajuće faktore. Analiza postojećih mreža, sa druge strane, podrazumijeva analizu rezultata periodična mjerenja mrežnih parametara. Kako se sve više pristupna mreža javlja kao najvredniji dio investicija u komunikacijama bez obzira na primjenjenu tehnologiju, to se kvalitetu ovog dijela komunikacijskog sistema treba posvetiti odgovarajuća pažnja.



Slika 2.

Zavisnost radne-granične frekvencije za ACR=10dB od količine vlage (%) u međuprostoru jezgra kabla



Slika 3.

## LITERATURA

[1] Đuro Kopitović, Velimir Šćepanović: ACR - OGRANIČAVAJUĆI FAKTOR U POSLJEDNJOJ MILJI, TELFOR - 2002, Beograd, Novembar 2002 godine

[2] Velimir Šćepanović, Đuro Kopitović: OGRANIČAVAJUĆI FAKTORI U PRIMJENI SIMETRIČNE PARICE, TELFOR - 2002, Beograd, novembar 2002 godine

# Planiranje stacionarne pristupne mreže xDSL tehnologijama

## *Planing stationary access network by xDSL technologies*

### Sažetak:

Prelazak xDSL tehnologije iz oblasti naučno-teorijskog razmatranja na praktičnu primenu, trebalo bi da prati i analiza ograničavajućih faktora koji potiču od strane simetrične parice kao medijuma za transport električnih signala u pristupnoj mreži. Kako xDSL tehnologija, koristi širokopojasne signale, to se od parica zahteva širok i stabilan opseg realnih radnih frekvencija. Iz tog razloga je neophodno, kod analize digitalnog prenosa informacije koji omogućavaju xDSL tehnologije, poznavati i ograničavajuće faktore samih kablova u pristupnim mrežama.

Ključne riječi: xDSL tehnologije; preslušavanje na bližem kraju, odnos greške bita

### Abstract:

Transition to the new xDSL technology from the science-theory research to practice implementation should be followed by analysis relevant factors of symmetrical pairs as transport media of electrical signals in the access network. As xDSL technology uses broadband signals so cooper pair have to satisfied and stabled range of real working frequencies. From this point of reason it is necessary at analysis of transfer digital signals information that allowed xDSL technology known limited factors in the access network.

Key words: xDSL technologies; NEXT- Near End Cross Talk; BER-Bit Error Rate

## 1. UVOD:

Pitanje pogodnosti postojeće kablovske pretplatničke mreže za pružanje usluga koje omogućavaju digitalni sistemi je jedno od najvažnijih pitanja za operatore pristupne mreže. Uvođenje xDSL tehnologija u stacionarnu pristupnu mrežu, podrazumeva vremenske faze u okviru tehnološki logičnih etapa koje obuhvataju:

- planiranje i projektovanje,
- izgradnju,
- eksploataciju.

Planiranju xDSL tehnologije u okviru poslednje milje pristupne mreže, prethodi odgovor na sledeća pitanja:

- kakvi su realni parametri položenih pretplatničkih kablova (stanje pretplatničke mreže) i da li omogućavaju uvođenje nekoga od sistema xDSL tehnologije,
- kakvi su realni parametri koje treba očekivati u novim mrežama koje se predviđaju za uvođenje sistema xDSL tehnologije,
- koji sistem xDSL tehnologije ima prednosti u postojećim mrežama,

- koji sistem xDSL tehnologije može efikasno da funkcioniše u postojećim mrežama,
- koji sistem xDSL tehnologije može efikasno da funkcioniše u novim mrežama,
- koji sistem xDSL tehnologije može biti najefikasniji u smislu ekonomsko-tehničkog optimuma, koji je opšti efekat postignut uvođenjem sistema xDSL tehnologije.

Sistemskom uvođenju digitalnog pretplatničkog pristupa u pristupnim mrežama kroz implementiranje xDSL tehnologije podrazumeva izbor sistema xDSL tehnologije koji će obezbediti visok kvalitet parametara izgrađenog digitalnog sistema veza u celosti. Analiza samo AFK i FFK; u opsegu od 100kHz - 8MHz, ne omogućava da se donese zaključak o pogodnosti mreže za uvođenje nekog od sistema xDSL tehnologije. Međunarodno iskustvo kod uvođenja xDSL tehnologija u našoj zemlji nije dovoljno poznato. Razvoj pristupne mreže sa sistemima xDSL tehnologije može da obezbedi samo merna tehnologija koja skeniranjem kablovskog jezgra može da definiše gustinu digitalnih kola.

Kod planiranja novih pristupnih mreža neophodno je sagledati sve konstruktivno-električne karakteristika kablova na tržištu kako bi se odabrale one koje bi sa poznatim sistemima xDSL tehnologije omogućile najveću gustinu digitalnih kola u mreži. U postojećim pristupnim mrežama jedan od ograničavajućih faktora broja sistema xDSL tehnologije koji se može implementirati su konstruktivno-električne karakteristike kablova:

- završnog TZ-44EG,
- glavnih mrežnih TK-00(P)(V), TK-3(5)9 koji se ne nalaze pod natpistikom gasa,
- ugrađeni kablovski pribor,
- opšte stanje u kome se nalazi pretplatnička mreža.

Koji se od sistema xDSL tehnologije i koliko sistema može implementirati u pristupnoj mreži određuju rezultati analize izvršenog skeniranja kablovskog jezgra. U slučaju kada, zbog stanja pristupne mreže, modernizaciju nije moguće izvršiti sistemima xDSL tehnologije, istu

treba planirati na druge načine. Skeniraju kablovskog jezgra i analizi funkcionalnih zavisnosti potrebnih električnih parametara jezgra kabla za potrebe digitalnog prenosa prethodi definisanje:

- tehnoloških zahvata na postojećim mrežnim kablovima kako bi se povećao prenosni kapacitet i omogućio stabilan digitalni pristup,
- projektnih zadataka koji obuhvataju nacionalne konstrukcije kablova, izbor montažne opreme, skeniranje kablovskog jezgra odnosno definisanja gustine digitalnih kola u pristupnoj mreži.

Novo pristupne mreže bi trebalo planirati glavnim i distributivnim kablovima sa metalno-plastičnim omotačem, porozno-punom polietilenskom izolacijom provodnika, paricom kao elementom upredanja izolovanih provodnika, sektorskim jezgrom i petrolatumom kao konstruktivno-tehnološkom metodom zaštite jezgra kabla od vlage. Alternativa sektorskom-paričnom jezgru je sektorsko jezgro sa zvezda četvorkama.

## **2. IZBOR PARICA JEZGRA KABLA ZA SISTEME XDSL TEHNOLOGIJE**

Implementiranje sistema xDSL tehnologije u cilju proširenje kapaciteta digitalnih kola u pristupnim mrežama "zlatnim kanalom 64kb/s" postavlja i posebne zahteve i norme u pogledu uticaja između parica. Od konstruktivno-električnih karakteristika jezgra kabla zavisi broj sistema koji može istovremeno paralelno da radi po paricama jezgra kabla ne ometajući jedan drugog. Za svaki od sistema xDSL tehnologije sa kojima se planira ekipiranje parica u pristupnoj mreži, poznavanjem amplitude i spektralne strukture signala (linijskog koda) proizvođači sistema normiraju dozvoljenu grešku bita u prenosu (BER). Ovaj podatak daje proizvođač sistema, a izbor parica za potrebe implementiranja jednog od sistema xDSL tehnologije u pristupnim mrežama se obezbeđuje skeniranjem kablovskog jezgra. Ovaj postupak se vrši za fabričke dužine u ispitnim stanicama proizvođača kabla. Najznačajniji kriterijum je slablje-

nje preslušavanja između parica na bližem kraju (NEXT) i slabljenje parica (Attn) kao i njihove frekvencijske zavisnosti. Poznati proizvođači kablova su uveli automate koji mogu da skeniraju jezgro kabla. Mernim procesom upravlja računar koji obrađuje i prikazuje merne rezultate. Sistem radi interaktivno preko tastature, a prikaz je na ekranu sa mogućnošću štampanja rezultata. Rezultati merenja svake fabričke dužine kabla mogu se sačuvati na disketi. Izbor vrste merenja vrši se pomoću procesnih kodova koji određuju merne parametre (broj parica, granične vrednosti prema standardu, referentnu dužinu kabla itd.). Automati pružaju mogućnost istovremenog merenja 104x2 (52x4), dva E sektora (50x2), odnosno jednog D sektora (100x2). Merne tehnologija pruža mogućnosti skeniranja i kablova u postojećoj pristupnoj mreži iz razdelnika, kako bi se sagledala mogućnost opremanja iste sistemima xDSL tehnologije. Kod pretplatničkih mreža u eksploataciji proverena NEXT-a i Attn se vrši iz razdelnika. Ovome prethodi dokumentacija svih položenih završnih, glavnih i distributivnih kablova (konstruktivne karakteristike i dužina). U fabrici kablova "NOVKABEL" u Novom Sadu izvršeno je skeniranje dve konstrukcije jezgra kabla u opsegu frekvencija po oktavi 1, 2, 4 i 8MHz: **TK-59GM 100x2x0,6** i **TK-59M 50x4x0,6**. Merenja su vršena na temperaturi od +20°C, a prikazani rezultati su svedeni na referentnu dužinu od 1000m.

### **2.1 TK-59GM 100x2x0,6 /sektorsko jezgro (3+7)x(10x2)/; dužina kabla 506m, broj bubnja 804251 proizvođač "NOVKABEL" NOVI SAD; SR JUGOSLAVIJA**

Skeniranje sektorskog jezgra kabla TK-59GM 100x2x0,6 za potrebe implementiranja sistema xDSL tehnologije u pristupnim mrežama, obuhvata merenje frekvencijskih zavisnosti srednjih vrednosti:

- podužnog slabljenja svih parica,
- devijacije podužnog slabljenja svih parica,
- slabljenja preslušavanja na bližem kraju između parica,

- devijacije slabljenja preslušavanja na bližem kraju između parica.
- Merenja su vršena na frekvencijama od 1, 2, 4 i 8MHz između parica:

- unutar sektora,
- susjednih sektora,
- nesusednih sektora.

Analizom rezultata električnih merenja na paricama sektorskog jezgra, može se zaključiti:

- Parice elementarnih sektora (1+3+5+7+9) u opsegu frekvencija (1-8)MHz imaju srednju vrednost podužnog slabljenje od 13,22 dB/km (1MHz) do 44,95dB/km (8MHz);
- Parice elementarnih sektora (1+3+5+7+9) u opsegu frekvencija (1-8)MHz imaju srednju vrednost devijacije podužnog slabljenje od 0,28 dB/km (1MHz) do 1,11dB/km (8MHz);
- U opsegu frekvencija (1-8)MHz, srednja vrednost NEXT-a, (Slika 4.) kreće se u granicama:
  - unutar sektora (64,75 - 54,66) dB,
  - između susjednih sektora (81,38 - 70,65) dB,
  - između nesusednih sektora (1) (93,20 - 81,48) dB,
  - između nesusednih sektora (2) (99,55 - 85,88) dB.

U stvarnosti NEXT opada za:  $\approx 5$ dB/oktavi u opsegu frekvencija od (1-4)MHz,  $\approx 1$ dB/oktavi u opsegu frekvencija od (4-8)MHz.

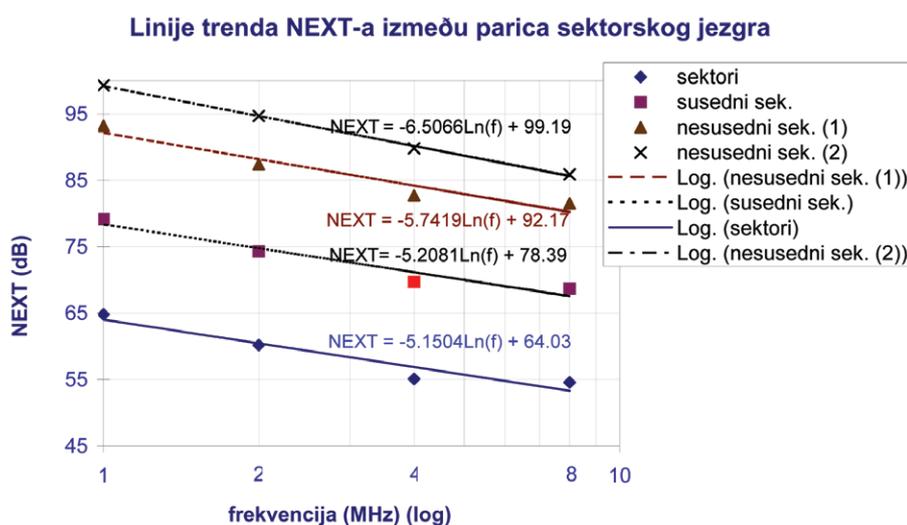
- U opsegu frekvencija (1-8)MHz, izmerena srednja vrednost NEXT-a nesusednih elementarnih sektora je za 11-12 dB veća od srednje vrednosti NEXT-a susjednih elementarnih sektora, odnosno za (27-28)dB veća od srednje vrednosti NEXT-a unutar elementarnih sektora;
- U opsegu frekvencija (1-8)MHz, izmerena srednja vrednost NEXT-a nesusednih sektora kreće se u granicama (99,55-85,88)dB. Ovo ukazuje da se parice nesusednih (prostorno udaljenih) elementarnih sektora 4-7; 5-8 i 6-9 mogu opremiti sistemima xDSL tehnologije koji rade sa velikim brzinama binarnog protoka;
- U opsegu frekvencija (1-8)MHz, srednja vrednost devijacije NEXT-a kreće se u granicama:
  - unutar sektora (8,75 - 9,38) dB,
  - između susjednih sektora (8,66 - 8,32) dB,
  - između nesusednih sektora (1) (6,53 - 6,23) dB,
  - između nesusednih sektora (2) (7,00 - 6,18) dB.

## 2.2 TK-59M 50x4x0,6 /slojevito jezgro (4+10+15+21)x4/; dužina kabela 789m, broj bubnja 478835 proizvođač "NOVKABEL" NOVI SAD; SR JUGOSLAVIJA

Skeniranje slojevitog jezgra kabela TK-59M 50x4x0,6 za potrebe implementiranja xDSL tehnologija u pristupnim mrežama obuhvata frekvencijsku zavisnost srednjih vrednosti:

- podužnog slabljenja svih parica,
- devijacije podužnog slabljenja svih parica,
- slabljenje preslušavanja na bližem kraju između parica,
- devijacije slabljenja preslušavanja na bližem kraju između parica.

Merenja su vršena na frekvencijama od 1, 2, 4 i 8MHz između parica:



Slika 1.

- četvorki,
- susednih četvorki u sloju,
- nesusednih četvorki u sloju,
- unutar sloja,
- susednih slojeva,
- nesusednih slojeva.

Analizom rezultata električnih merenja na paricama slojevitog jezgra, može se zaključiti:

- Parice slojevitog jezgra (4+10+15+21)x4x0,6 na frekvenciji od 1MHz imaju srednju vrednost podužnog slabljenje 12,60 dB/km;
- Parice slojevitog jezgra (4+10+15+21)x4x0,6 na frekvenciji od 1MHz imaju srednju vrednost devijacije podužnog slabljenje 0,19 dB/km;
- U opsegu frekvencija (1 - 8)MHz srednje vrednosti NEXT-a, (Slika 2.) kreću se u granicama:
  - unutar četvorka (62,39 - 54,66) dB,
  - između susednih četvorki u sloju (59,70 - 49,60) dB,
  - između nesusednih četvorki u sloju (66,60 - 58,40) dB.

U opsegu frekvencija  $\approx(1-8)$ MHz, NEXT opada (2-3)dB/oktavi.

- U opsegu frekvencija (1-8)MHz, srednja vrednost NEXT-a nesusednih četvorki u sloju je za  $\approx 4$ dB veća od srednje vrednosti NEXT-a unutar četvorki, odnosno za  $\approx(7-9)$ dB veća od srednje vrednosti NEXT-a susednih četvorki u sloju;
- Na frekvencija 1MHz, izmerena srednja vrednost NEXT-a četvorki nesusednih slojeva iznosi cca 80dB;
- U opsegu frekvencija (1-8)MHz, srednje vrednosti devijacije NEXT-a kreću se u granicama:
  - u četvorkama (6,5 - 7,5) dB,
  - između susednih četvorki (9,0 - 10,1) dB,
  - između nesusednih četvorki (11,9 - 9,8) dB.

Izmeren NEXT ukazuje da se parice nesusednih (prostorno udaljenih) slojeva 1-4 i 2-4 mogu opremiti sistemima xDSL tehnologije koji rade sa velikim brzinama binarnog protoka. Treći sloj

ove konstrukcije jezgra kabla ima ulogu ekrana.

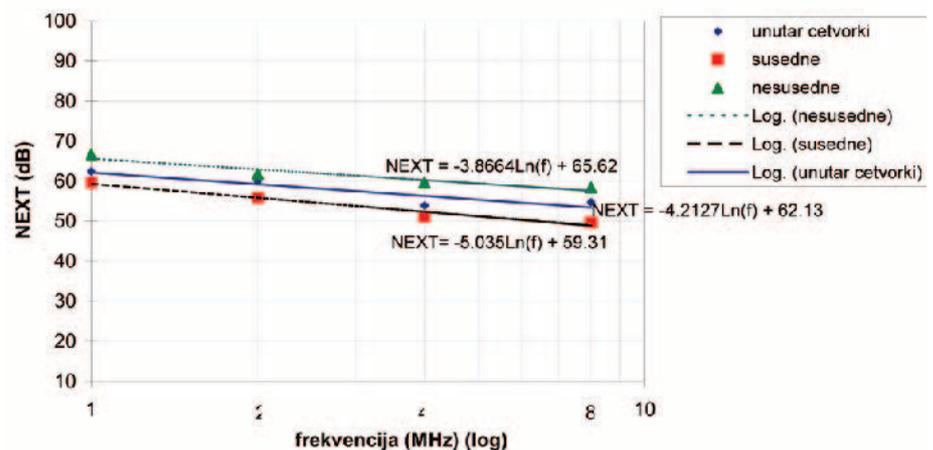
### 3. GUSTINA DIGITALNIH KOLA U PRISTUPNIM MREŽAMA

Potpunu sliku kablovske linije veza u poslednjoj milji pristupne mreže, kao i kvalitet digitalnog kablovskog sistema veza u pristupnoj mreži, određuje greška bita u prenosu (BER) u opsegu radne frekvencije. Ovo zahteva da se tačno definišu parice u pristupnoj mreži i sistemi xDSL tehnologije koji mogu da rade ne ometajući jedan drugog. Za svaku konstrukciju kabla, kao i za svaku fabričku dužinu kabla, poznavanjem xDSL tehnologije koja se planira u pristupnoj mreži (dozvoljen BER), moguće je odrediti gustinu digitalnih kola u pristupnoj mreži (količinu dobijenih digitalnih kola u pristupnoj mreži) a time i servise.

Gustina digitalnih kola u pristupnim mrežama može se odrediti pomoću:

- **apsolutnog dobitka digitalnih kola**, kao razlike između ukupnog broja digitalnih kola koja se mogu ostvariti primenom xDSL tehnologije i fizičkog broja kola (jedna parica jedno kolo);
- **relativnog koeficijenta digitalnih kola**, kao odnosa apsolutnog dobitka digitalnih kola i ukupnog broja

Linije trenda NEXT-a između parica slojevitog jezgra



Slika 2.

digitalnih kola koja se mogu preneti po jezgru kabla primenom sistema xDSL tehnologije.

Ovi koeficijenti su najznačajniji pokazatelji u okviru kriterijuma za optimizaciju konstruktivno-električnih karakteristika kablova u pristupnim mrežama. Za svaku konstrukciju kabla, gustinu digitalnih kola u pristupnoj mreži određuje kvalitet kablovskog jezgra koji direktno utiču na cenu kabla.

**Najznačajniji parametar kod analize mogućnosti primene jednog od sistema xDSL tehnologije u pristupnoj mreži je veličina i raspodela NEXT-a između parica jezgra kabla.**

Postupak za određivanje gustine digitalnih kola u pristupnim mrežama svodi se na poznavanje dozvoljene greške bita za sistem xDSL tehnologije koja se planira implementirati. Između greške bita u prenosu-BER (vremenski model) i slabljenja preslušavanja na bližem kraju NEXT-a jezgra kabla (frekvencijski model) mora da bude uspostavljena pravilna korelacija. Definisane gustine digitalnih kola u pristupnim mrežama koje su u eksploataciji, iziskuje veoma veliki broj merenja NEXT-a (više desetina ili stotina hiljada merenja). Međutim, poznavanjem konstruktivno-električnih karakteristika kabla moguće je, na osnovu teoretskih postavki kao i očekivanih rezultata izmerene raspodele NEXT-a između parica

jezgra kabla, broj merenja redukovati u znatnoj meri a da se pri tome sa velikom tačnošću može odrediti gustina digitalnih kola u pristupnoj mreži. Kod izgradnje novih pristupnih mreža, izbor sistema prenosa xDSL tehnologije (linijski kod) vrši se na osnovu potrebnih servisa i raspodele NEXT-a kablovskog jezgra. Skeniranjem jezgra kabla moguće je odrediti parice po kojima sistemi xDSL tehnologije mogu da rade, tj. odrediti "gustinu digitalnih kola" u pristupnoj mreži.

#### 4. PRORAČUN RADNE FREKVENCIJE PARICA ZA XDSL TEHNOLOGIJE

Postupak izbora kabla za potrebe implementiranja tehnologija xDSL u pristupnim mrežama vrši se u ispitnim stanicama proizvođača telekomunikacionih kablova, na osnovu izmerenih vrednosti raspodele Attn- slabljenja i NEXT-a u funkciji frekvencije. Proračun ACR je izvršen za dve konstrukcije punjenih kablova:

##### 4.1 TK-59GM 100x2x0,6 /sektorsko jezgro (3+7)x(10x2)/; dužina kabla 506m, broj bubnja 804251 proizvođač "NOVKABEL" NOVI SAD; SR JUGOSLAVIJA, (Slika 3.)

U realnim uslovima NEXT opada za:  $\approx 5\text{dB/oktavi}$  u opsegu frekvencija od (1-4)MHz,  $\approx 1\text{dB/oktavi}$  u opsegu frekvencija od (4-8)MHz.

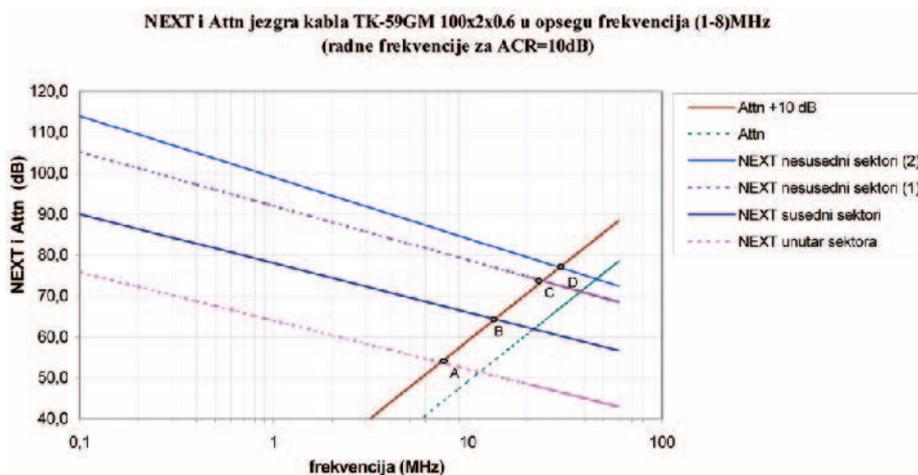
Radna (granična) frekvencija može se odrediti iz uslova:  $\text{Attn} + \text{ACR} = \text{NEXT}$

Za jezgra kabla TK-59GM 100x2x0,6 / (3+7)xA sektor/ radna frekvencija za ACR=10dB iznosi:

- $f(A)=7.2\text{ MHz}$  ( $\sim 7$ );  
parice unutar sektora,
- $f(B)=13.8\text{ MHz}$  ( $\sim 14$ );  
parice susednih sektora,
- $f(C)=24.4\text{ MHz}$  ( $\sim 24$ );  
parice nesusednih sektora (1)\*,
- $f(D)=29.7$  ( $\sim 30\text{ MHz}$ );  
parice nesusednih sektora (2)\*.

(1)\* između nesusednih A sektora se nalazi 1A sektor

(2)\* između nesusednih A sektora se nalaze 2A sektora



Slika 3.

**4.2 TK-59M 50x4x0,6 /slojevito jezgro (4+10+15+21)x4/; dužina kabla 789m, broj bubnja 478835 proizvođač "NOVKABEL" NOVI SAD; SR JUGOSLAVIJA, (Slika 4.)**

**U opsegu frekvencija (1-8)MHz, NEXT opada  $\approx(2-3)$ dB/oktavi.**

Za jezgra kabla TK-59M 50x2x0,6 radna (granična) frekvencija za ACR=10dB iznosi:

- $f(A)=5.9$  MHz ( $\sim 6$ ); između parica susednih četvorki u sloju,
- $f(B)=7.2$  MHz ( $\sim 7$ ); između parica četvorke,
- $f(C)=8.9$  MHz ( $\sim 9$ ); između parica nesusednih četvorki u sloju.

Poređenjem sektorskog paričnog jezgra i slojevitog sa zvezda četvorkama u pogledu raspodele NEXT-a koji određuje radnu (graničnu) frekvenciju za zadatu vrednost ACR, ukazuje na velike prednosti sektorskog paričnog jezgra.

Novim nacionalnim konstrukcijama kablova (za koje bi se morala znati raspodela NEXT-a unutar i između glavnih E i D sektora prve dužine glavnog kabla i implementiranjem sistema xDSL tehnologije u pristupnim mrežama, omogućilo bi se povećanje gustine digitalnih kola a time i količina informacija dostupnih korisnicima usluga servisa telekoma. **Ovakav pristup kod izgradnje pristupne mreže zaslužuje pažnju ne samo na nacionalnom već i globalnom planu.**

## 5. PREDLOG NACIONALNIH KONSTRUKCIJA KABLOVA ZA PRISTUPNU MREŽU

Telekomunikacioni kablovi sa simetričnim paricama predstavljaju najvažniji podsistem složenog kablovskog sistema veza, i sa sigurnošću se može reći da su najrasprostranjeniji medijum za transport električnih signala u pristupnim mrežama. Konstruktivne karakteristike kabla određuju električne parametre prenosa i elektračne parametre uticaja između parica jezgra kabla. Sistemi veza po simetričnim paricama su istovremeno i osnovni sistem veza u telekomunikacijama.

Podela telekomunikacionih kablova na:

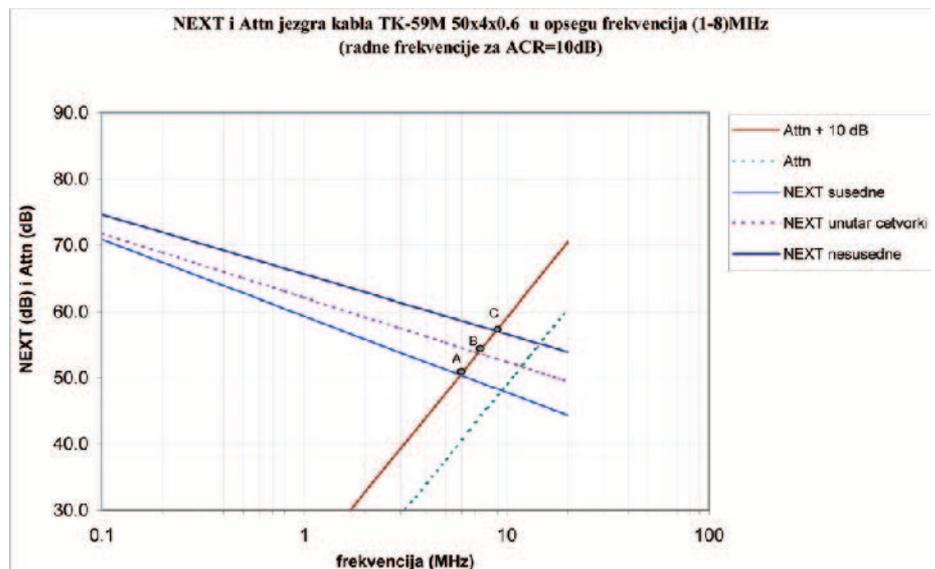
- NF pretplatničke kablove (TK),
- NF kablove za mesne mreže i mrežne grupe (TD),
- VF kablove (TF),
- kombinovane kablove (TK-TD) i (TD-TF),
- koaksijalne kablove (TX),

gubi svaki značaj kada je u pitanju izgradnja pristupne mreže sa xDSL tehnologijom.

Tačnije, ova podela je predmet nekog prošlog vremena koje treba zaboraviti tako da stacionarnu transportnu i pristupnu mrežu danas i u budućnosti treba respektivno planirati sa:

- optičkim kablovima TOSM,
- telekomunikacionim kablovima TK.

Planiranje pristupnih mreža xDSL tehnologijom, menja i filozofiju u planiranju izgradnje stacionarne pristupne mreže. Iz tog razloga i oznake slovnih simbola telekomunikacionih kablova u pristupnoj mreži treba menjati i prilagoditi funkciji kablova za prenos digitalnih kanala. Opsežna ispitivanja kablova sa slojevitim i sektorskim jezgrom (skeniranje kablovskog jezgra) u frekvencijskom opsegu do 8MHz, koja su izvršena u NOVKABEL-u, Novi Sad 1999god., omogućavaju definisanje nacionalnih konstrukcija kablova i prepuruku istih



Slika 4.

Telekomu Srbija za potrebe pristupnih mreža. Osvajanje proizvodnje nacionalnih konstrukcija kablova isti se mogu preporučiti i na globalnom planu (u sve-tu) kod izgradnje pristupnih mreža sa sis-temima xDSL tehnologijama.

Ove konstrukcije telekomunikacionih kablova se označavaju sa **3 slova sim-bola**:

**TMK** - Telekomunikacioni Mrežni Kabl (glavni i distributivni),

**TZK** - Telekomunikacioni Završni Kabl,

**TIK** - Telekomunikacioni Instalacioni Kabl.

### 5.1. Mrežni kabl /GLAVNI/

**TMK-59GM 1200(800)x2x0,6 /SI.8/**

**(G) 1200x2 = (4xD) + (8xD) + (1xC)**

**(G) 800x2 = (4xE) + (6xD) + (1xC)**

D(100x2) = 8 x (10xA)

E(50x2) = 4 x (5xA)

A = 10x2

C = 4x2.

Alternativa:

**TMK-59GM 600(400)x4x0,6**

**(G) 600x4 = (4xD) + (8xD) + (1xC)**

**(G) 400x4 = (4xE) + (6xD) + (1xC)**

D(50x4) = 6 x (10xA)

E(25x4) = 4 x (5xA)

A = 5x4

C = 2x4.

**Rezultati opsežnih ispitivanja u ispitnim stanicama proizvođača kao i**

**analiza rezultata izvršenih merenja ukazuju na nesporne prednosti kabl:**

**TK-59M(GM)** - sa prečnikom provodnika 0,6mm, porozno-punom polietilenskom izolacijom provodnika, paricom kao elementom upredanja izolovanih provodnika, sektorskim jezgrom sa elementarnim A(10x2), odnosno glavnim E (50x2) i D (100x2) sektorima, slojevitim (Al-PE) omotačem i tehničkim vazelinom kao konstruktivno-tehnološku metodu zaštite jezgra kabl od vlage. Kod novoprojektovanih mreža ove kablove treba predvideti kao primarne kablove do uličnih kablovskih razdelnika, odnosno sekundarne od uličnih razdelnika do izvoda.

**Porozna izolacija od MDPE s tan-kom prevlakom od MDPE i tehničkim vazelinom u međuprostoru jezgra kab-la.** Ovaj tip izolacije poznat je kao porozno-puna polietilenska izolacija i po električnim karakteristikama u oblasti NF prenosa je slična vazdušno-papirnoj izo-laciji.

**Izbor elemenata upredanja određuju:**

- zahtevi korisnika,
- ekonomičnost konstrukcije kabl,
- procenjeni koeficijent ispune,
- tehnološka mogućnost izrade kabl.

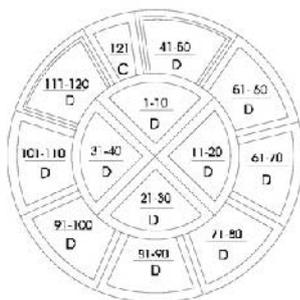
Svetska iskustva u pogledu određenja proizvođača za paricu ili četvorku kao element upredanja su protivurečna i u kablovskoj literaturi se pojavljuje kao Hamletovo pitanje. Svaki proizvođač kablova ovu dilemu rešava polazeći od istorijskih tradicija, stečenog iskustva, postojeće opreme kao i sopstvenog tehnološkog razvoja. Kada se planira implementiranje širokopojasnih xDSL sistema, onda dilemu parica ili četvorka određuje:

**MAKSIMALNA RADNA FREK-VENCIJA, odnosno GUSTINA DIGI-TALNIH KOLA u mreži.**

**Jezgro kabl treba da je:**

- sektorsko,
- hermetizirano (punjeno).

Primena konstrukcije sektorsko pu-ženog jezgra u pristupnoj mreži ima čitav niz prednosti u odnosu na sistem koncen-trično puženog jezgra i to kako u odno-su na tehnologiju proizvodnje, tako i u



1200 x 2



800 x 2

1200x2x0,6  
800x2x0,6

Slika 5. Mrežni glavni kablovi sa paričnim sektorskim jezgrom

odnosu na tehnologiju montaže kablova. Najznačajnija prednost sektorskog jezgra je u relevantnim mogućnostima za prenos električnim parametrima jezgra kablova. Kod formiranja sektorskog jezgra, najpre se izolovani provodnici upredaju u parice a zatim se formiraju elementarni sektori, glavni sektori od elementarnih sektora i jezgro kablova od glavnih sektora. Sektorska jezgra se po pravilu obrazuju od A sektora, odnosno E i D glavnih sektora. Iz tog razloga, kod izbora konstrukcija jezgra kablova u pristupnim mrežama, prednost treba dati sistemu sektorskog pouzavanja jezgra. Izuzetak je samo jezgro kapaciteta 20x2, odnosno 10x4 koje zbog stabilnosti forme nije poželjno upredati od dva elementarna sektora 10x2, odnosno 5x4. Ove konstrukcije treba da zadrže sistem koncentričnog jezgra.

Po savremenoj terminologiji, obeležavanje sektora je A, B, C, D i E.

Njihov kapacitet iznosi:

- A sektor = 10 x 2,
- B sektor = 5 x 2,
- C sektor = 4 x 2,
- D sektor = 100 x 2,
- E sektor = 50 x 2.

odavde sledi da je:

**D sektor = 10 x A sektor**

**E sektor = 5 x A sektor**

Glavni sektori D(100x2)=10xA, E(50x2)=5xA sadrže respektivno 10 i 5 elementarnih sektora.

**Glavni D i E i rezervni elementarni C-sektor** obrazuju sektorsko jezgro od 400x2 do 1200x2 (Slika 6.9:

- 400x2 = 1xD + 6xE + 1xC,
- 500x2 = 1xD + 8xE + 1xC,
- 600x2 = 6xD + 1xC,
- 800x2 = 4xE + 6xD + 1xC,
- 1000x2 = 10xD + 1xC,
- 1200x2 = 12xD + 1xC.

Kapaciteti elementarnih A i B i glavnih D i E sektora, po pravilu su isti u svim zemljama. Uvođenjem tipskih konstrukcija elementarnih i glavnih sektora omogućila bi se unifikaciju konstrukcije jezgra kablova, i to kako glavnih (velikog kapaciteta) tako i distributivnih (malog kapaciteta). U SAD, Engleskoj, kao i drugim zemalja, usvojen je elementarni A-sektor čiji je kapacitet jednak kapaci-

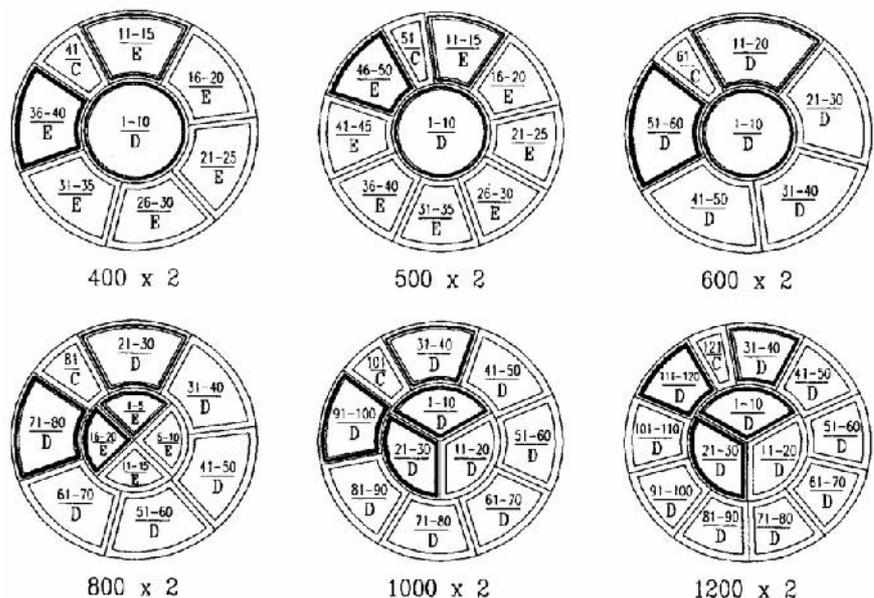
tetu reglete LSA (10x2). Sektorsko jezgro, sastavljeno od glavnih D i E sektora, lako se razbraja po paricama (ispituje na prekid i dodir), te zahvaljujući multipleksu 10, odnosno 100, ubrzava se montaža pravih i račvastih nastavaka kao i nabacivanje parica na reglete uz istovremeno smanjenje mogućnosti grešaka u toku montaže kablova. Sistem spajanja parica modulima 400C i 400D je jednostavniji za razliku od spajanja četvorke koja mora da se "razbija".

## 5.2. Mrežni kabl /distributivni/

Distributivni kablovi u pristupnim mrežama imaju manji kapacitet jezgra kablova od glavnog kablova. Konstrukcija sektorskog jezgra od 50x2 do 300x2 sa polietilenskom izolacijom provodnika, sadrži elementarne A-sektore, odnosno A, B i C sektore:

- 50x2 = 5 x A,
- 75x2 = (1+6) x A + 1 x B,
- 100x2 = (3+7) x A,
- 150x2 = (4+11) x A,
- 200x2 = (1+6+13) x A + 1 x C,
- 300x2 = (4+10+16) x A + 1 x C.

## II. ZAVRŠNI KABL TZK-58GEB 100x2x0,6



Slika 6. Mrežni glavni i distributivni kablovi sa paričnim sektorskim jezgrom (400-1200)x2.

(G) 100x2 = (3+7) x A

A = 10x2

5 - izolacija od porozno-punog polietilena

8 - omotač od HFFR\* polimera

G - sektorsko jezgro

E - ekran

B - bubreće trake (water blocking swelling tapes).

Alternativa:

(G) 50x4 = (3+7) x A

A = 5x4.

Omotač kabla TZK-38GEB je od bezhalogenog polimera smanjene gorivosti. Neke od karakteristike polimera HFFR (HFFR - halogen free fire retardant)

- Povećana otpornost na gorenje bez emisije korozivnih produkata usled gorenja (za razliku od PVC-a koji pod uticajem vatre oslobada HCl kiselinu koja uništava opremu i veoma štetno utiče na disajne organe);
- Oslobada se veoma mala količina dima (veoma niske toksičnosti);
- Nisko požarno opterećenje (oslobada malu količinu toplote);
- Po uklanjanju izvora gorenja, plamen se ne širi i sam se gasi.

U pogledu električnih parametara, iz sledeće tabele se vide nesporne prednosti kabla TZK-38GEB.

### 5. 3. Instalacioni kabl

Instalacioni kabl se polaže između reglete sa SDH multiplekserima (nx2Mbit) ili xDSL multiplekserima i omogućava digitalni pretplatnički pristup. Predlaže se konstrukcija TIK /J-02YS(St)Y 1x2x0.4/.

## 6. MONTAŽE KABLOVA U PRISTUPNIM MREŽAMA

Izbor nacionalnih konstrukcija primarnih mrežnih telekomunikacionih kablova zahteva i posebnu tehnologiju montaže istih u odnosu na završni kabl. Mrežni-sektorski-parični kabl TMK-59GM 1200(800)x2x0,6 može se završiti na regletama u razdelniku na dva načina:

- direktno,
- preko ZN i završnog paričnog kabla TZK-38GEB (100x2x0,6).

Glavni sektorski kabl sa zvezda četvorkama TZK-59GM 600(400)x4x0,6 mora da se završi na regletama u razdelniku preko završnog nastavka (ZN) i završnog kabla TZK-38GEB 50x4x0,6. Ovo omogućava da se, izborom jednog od 8 (osam) operatora ukrštanja u završnom nastavku, smanji elektromagnetna sprega između parica zvezda četvorke, odnosno poveća NEXT. Ovim je moguće povećati realnu radnu (graničnu) frekvencu parica u zvezda četvorki. Ograničavajući faktor kod direktnog završetka kabla TZK-59GM 1200(800)x2x0,6 na regletama u razdelniku je zapaljivost petrolatuma (ç2000C) i polietilena kao izolacije provodnika. S druge strane, završni nastavak kao potencijalno mesto koncentrisane sprege (diskontinuiteta elektromagnetne sprege) smanjuje NEXT

U cilju dobijanja kvalitativne slike pristupne mreže, neophodno je izvršiti skeniranje kablovskog jezgra kako bi se odredio broj sistema xDSL tehnologije koji je moguće implementirati u cilju povećanja gustine digitalnih kola u pristupnim mrežama:

ELEKTRIČNI PARAMETRI	TZ-44EG (0.6)	TZK-38GEBE (0.6)	TIK J-02YS(St)Y 1x2x0.4
Otpor petlje, max.vrednost ( $\Omega$ /km)	130	130	300
Otpor izolacije, min.vrednost ( $G\Omega$ km)	0,2	5	1,5
Radni kapacitet, max.vrednost (nF/km)	100	~40	~40
$K_{1,9-12}$ (90%), max.vrednost (pF/100m)	50	50	-
$e_{1-2}$ (90%), max.vrednost (pF/100m)	150	150	-
Impedansa (1MHz) ( $\Omega$ )	~90	~120	~120
Slabljenje parica (1MHz) (dB/100m)	2.1	~1.4	~3.0

Tabela 1.

(xDSL) - Digital subscriber line,  
**HDSL** - High bit-rate digital subscriber line,  
**ADSL** - Asymmetrical digital subscriber line,  
**VDSL** - Very high bit-rate digital subscriber line.

## 7. ZAKLJUČAK

Raspodela NEXT između parica i Attn parica su relevantni parametri koji određuju mogućnost implementiranja digitalnih sistema u pristupnim mrežama. NEXT i Attn za svaku konstrukciju jezgra kabla (slojevito ili sektorsko) i ACR svakog od sistema xDSL tehnologije, određuju realnu radnu (graničnu) frekvenciju parica. Po pravilu, kod kabla sa slojevitim jezgrom (TK-59M 50x4x0,6), raspodela NEXT-a (dB/oktavi) između prostorno udaljenih (nesusednih) parica je veće nego između prostorno bliskih parica. Izuzetak je NEXT zvezda četvor-

ke koji je veći od NEXT-a susednih četvorki. Raspodela NEXT-a (dB/oktavi) između parica zvezda četvorki iz različitih nesusednih slojeva ukazuje da se po paricama nesusednih slojeva mogu izvršiti implementiranja sistema xDSL tehnologije koji rade sa velikim brzinama binarnog protoka. Kod kabla sa sektorskim jezgrom TK-59GM 100x2x0,6 rezultati izmerenih vrednosti NEXT-a, kao i raspodela NEXT-a (dB/oktavi), ukazuju da se po svim paricama iz nesusednih elementarnih A sektora mogu implementirati sistemi koji rade sa velikim brzinama binarnog protoka.

Opredeljenje Telekoma i proizvođača kablova za primenu i proizvodnju kablova sa sektorskim paričnim jezgrom omogućilo bi i nov racionalan pristup kod izgradnje pristupne mreže implementiranjem sistema xDSL tehnologije, kao i tehnologijama koje se mogu očekivati u budućnosti.

## LITERATURA

[1] Đuro Kopitović, Velimir Šćepanović: ACR - OGRANIČAVAJUĆI FAKTOR U POSLJEDNJOJ MILJI, TELFOR - 2002, Beograd, Novembar 2002 godine

[2] Velimir Šćepanović, Đuro Kopitović: OGRANIČAVAJUĆI FAKTORI U PRIMJENI SIMETRIČNE PARICE, TELFOR - 2002, Beograd, novembar 2002 godine



### 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 (Isturení stupanj na bazi V5.2 protokola)
- **MEDIO CO** - Digitalna lokalna centrala
- **MEDIO IN & SCP** - Rješenje za Intelligentne mreže
- **MEDIO PCM** - Uređaj za digitalno multipleksiranje
- **MEDIO TX+VŠ** - 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 uređaj



**JAVNO PREDUZEĆE  
ELEKTROPRIVREDA BOSNE I HERCEGOVINE  
SARAJEVO**

# Energija preko Ethernet-a *Power over Ethernet (PoE)*

## Sažetak:

*Power Over Ethernet* tehnologija omogućava bežičnim LAN pristupnim tačkama, IP telefonima, i drugim Ethernet mrežnim uređajima da budu napajani električnom energijom i da primaju podatke preko istih postojećih LAN kablova, bez potrebe za modifikovanjem postojeće Ethernet infrastrukture. Ovaj članak objašnjava kako.

Ključne riječi: Power Over Ethernet, PoE, IEEE 802.3af, energija, PSE, PD

## Abstract:

*Power Over Ethernet* technology allows wireless LAN Access Points, IP telephones and other appliances to receive power as well as data over existing LAN cabling, without needing to modify the existing Ethernet infrastructure. This article explains how it works.

Key words: Power Over Ethernet, PoE, IEEE 802.3af, Power, PSE, PD

## SKRAĆENICE

IEEE	the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
PoE	Power Over Ethernet
IEEE 802.3af	internacionalni standard, razvijen pod okriljem IEEE (the Institute of Electrical and Electronics Engineers), odobren u junu 2003 godine. IEEE 802
PSE	Powered Sourcing Equipment
PD	Powered Device
Splitter	razdjelnik
Midspan	uređaji koji se postavljaju između običnih Ethernet preklopnika (ili drugih uređaja koji nemaju ugrađenu podršku za PoE) i terminala
Endspan	uređaji koji imaju ugrađenu podršku za PoE
UPS	Uninterrupted Power Supply
PoL	Power over LAN

## UVOD

Da li ste ikada razmišljali o tome šta bi ste sve mogli uraditi kada bi mrežnim kablovima koje već imate postavljene, ili koje namjeravate postaviti, mogli prenositi i električnu energiju? Razmislite o uštedama koje bi bile moguće pri instalaciji novih ili nadogradnji postojećih mreža.

Novi standard IEEE Std 802.3af-2003, poznat i kao *Power over Ethernet* (PoE), vam to omogućava. PoE nije novi koncept. PoE je jednostavno efikasan način za obezbjeđivanje napajanja električnom energijom preko postojećih Ethernet kablova. Uređaji kao što su IP telefoni, bežične pristupne tačke i sl. mogu biti napajani električnom energijom bez da su locirani blizu elektronapojne utičnice. Osim toga PoE otvara mogućnost za cijelo jedno novo polje primjena. Problem sa primjenom PoE u praksi je bio nedostatak standardnog načina za njegovu implementaciju. Nagli razvoj IP telefonije i bežičnog umrežavanja doveo je do pojave velikog broja uređaja na tržištu za ove namjene. Ovi uređaji su imali ugrađenu podršku za PoE, ali nisu u velikom broju bili kompatibilni međusobno. Pod okriljem IEEE (*the Institute of Electrical and Electronic Engineers*) je započeo rad na razvoju standarda koji je trebao da odgovori na ove izazove. IEEE je odobrio standard u junu mjesecu ove godine. Oblasti u kojima će primjena standarda donijeti naročite koristi su: IP telefonija,

web kamere, bežične pristupne tačke, industrijska automatizacija, kućna automatizacija, kontrola pristupa i sistemi motrenja, POS terminali, kontrola osvjjetljenja, oprema za zabavu. Ratifikacija standarda će dati i dodatnog poticaja trenutnom trendu u proizvodnji *chipset* - ova za laptope i druge prenosne uređaje koji zahtijevaju snagu ispod 12.95W (koja je propisana PoE standardom).

## ŠTA JE TO POWER OVER ETHERNET (POE)?

U telekomunikacijskoj industriji već duže vremena je moguće naći primjene prenosa električne energije preko mrežnih veza. Dostupnost telefonskih usluga i u slučaju prekida napajanja u domaćinstvu je jedan primjer takve primjene. Šta je to onda što čini jedinstvenim PoE?

PoE je tehnologija koja omogućava integrisanje podataka, glasa i energije preko standardne Ethernet infrastrukture. Ovo je prvi sistem na tržištu koji obezbjeđuje pouzdano, neprekinuto napajanje IP telefonima, bežičnim LAN pristupnim tačkama i drugim Ethernet uređajima koji koriste postojeću CAT5 kablovsku infrastrukturu.

Ova tehnologija, korištena u saradnji sa centralizovanim sistemom za neprekidno napajanje (*Uninterrupted Power Supply* - UPS), osigurava kontinuirano napajanje tokom prekida u elektronapojnom sistemu. PoE štedi vrijeme i novac jer nema potrebe za instaliranjem dodatnih napojnih kablova, napojnih utičnica, a eliminira se i potreba za predviđenim UPS uređajima za svaki pojedinačni mrežni uređaj.

Kada se posmatra osnovna mrežna infrastruktura i specifikacije kablova, ne postoji razlika između standardne 802.3 Ethernet mreže sa CAT5 kablovima i mreže koja zadovoljava 802.3af standard. Dvije su osnovne komponente PoE sistema: oprema koja obezbjeđuje energiju (*the Power Sourcing Equipment* - PSE), te uređaji koji se napajaju (*the Powered Device* - PD). Električna energija se prenosi preko dvije od četiri upredene parice kabla CAT5. Standard definiše dvije mogućnosti za izbor parica za pri-

jenos energije. U jednoj metodi energija se prenosi preko nekorisćenih parica, tj. onih parica koje nisu korištene za prenos podataka od strane 10BASE-T ili 100BASE-T. U drugoj metodi parice sa podacima su korištene (bez negativnog uticaja na performanse prenosa podataka). PSE može koristiti bilo koji od ovih metoda. Svi PD moraju podržavati oba metoda.

Postoje dva tipa PSE uređaja: *midspan* i *endspan*. *Midspan* rješenja, koja su zastupljenija danas, implementiraju tehnologiju izvan mrežnih preklopnih uređaja. *Endspan* rješenja integriraju tehnologiju unutar preklopnika.

Komponente postojećih mrežnih infrastruktura imaju određena energetska ograničenja. CAT5 kablovi su sposobni za prijenos 1 do 2 A istosmjernje struje. Da bi se osigurala bezbjednost rada 802.3af specifikacija je predvidjela ograničenje od 350mA (15,4W @ 44VDC do 57VDC). Takođe postoji određeni gubitak vezan za otpor na kablovima.

Sa CAT5 kablovima maksimalna snaga dostupna 802.3af kompatibilnim uređajima, uz ograničenje rastojanja od 100m, je oko 12.95W. Ovo možda ne izgleda mnogo, ali je iznenađujuće koliko mnogo uređaja može raditi uz ovo ograničenje. PSE isporučuje energiju preko parica 1-2, 3-6 ili 4-5, 7-8. PD na mrežnom kraju mora biti sposoban za prijem energije ili preko parica podataka ili preko nekorisćenih parica.

Standard 802.3af uključuje i šemu detekcije signala koja treba da obezbijedi da su uređaji koji ne podržavaju PoE ili oni koji ga podržavaju na nestandardan način zaštićeni od oštećenja. Detekcija signala omogućava da PoE i ne PoE uređaji budu dio iste infrastrukture bez potrebe za modifikacijama. IEEE šema de-

tekcije je poznata i kao *Resistive Power Discovery*, i počiva na 25kΩ otporniku koji je integrisan u uređaje koji podržavaju 802.3af. Prije nego PSE dovede puni 48VDC na mrežu, on šalje signal male voltaže da bi izmjerio otpor uređaja priključenog na port. PSE nakon toga provodi drugi test koristeći nešto veći napon. Oba napona su dovoljno mala da ne izazovu oštećenje uređaja sa otporom manjim od 25kΩ. Nakon drugog testa PSE ima dovoljno informacija da dovede punu snagu na port na koji je spojen uređaj koji podržava 802.3af. PSE ne šalje punu snagu na bilo koji uređaj koji nije zadovoljio prvi ili drugi test.

Ako PD ne povlači minimalnu količinu energije, jer je iskopčan ili isključen, PSE isključuje napajanje na toj liniji. U nekim slučajevima PD može signalizirati PSE-u koliko energije mu je potrebno.

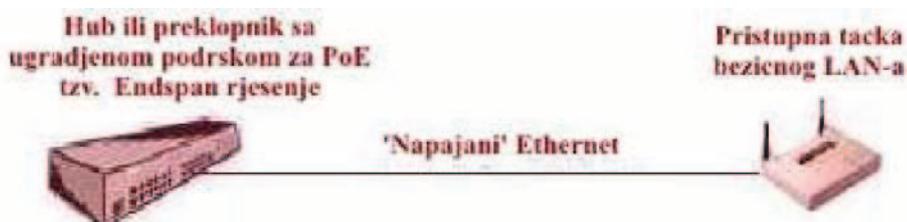
## IMPLEMENTACIJA

Primjena PoE u mrežama je jednostavna. U slučaju da pravite novu mrežu ili želite zamijeniti staru komunikacijsku opremu, možete instalirati Ethernet preklopnike ili module sa ugrađenom podrškom za PoE. Za ove uređaje se kaže da imaju podršku za *inline power*.

Ako želite zadržati staru komunikacijsku opremu ali i dodati podršku za PoE, na raspolaganju su vam *midspan* rješenja, koja se ponekad nazivaju i *power hub*. Kod korištenja ovih uređaja kablom se povezuje izlazni port preklopnika i ulazni port *power hub* uređaja. Odgovarajući izlazni port *power hub* uređaja se povezuje sa PD. PoE adapter je sličan sa prethodno opisanim *power hub* uređajima. On dodaje PoE podršku na jedan postojeći Ethernet port ili mrežnu primjenu.

Kada koristiti uređaje sa *inline power* PoE podrškom, a kada *power hub*? Pravi izbor ovisi od toga koliko napajanih portova trebate, koliko fleksibilnosti je potrebno, te da li želite da imate uređaje na stalnoj lokaciji ili da ih pomjerate. Takođe je potrebno razmotriti zahtjeve za prostorom, snagom i hlađenjem u kućištima za komunikacijsku opremu. Na kraju vrlo važno je šta vaš budžet dozvoljava.

Ako upravljate opremom koja već zadovoljava gotovo sve vaše potrebe, ali



Slika 1. Prenos energije preko Ethernet-a korištenjem Endspan rješenja

želite još da joj dodate podršku za PoE, najbolje je da izaberete *power hub*. Plaćate za PoE tamo gdje ga trebate, a koristite investicije za postojeću opremu. Dodatna oprema uz već postojeću, znači i veće zahtjeve za prostorom i energijom.

Preporučuje se korištenje *inline power* opreme u slučaju kad se javlja potreba za podrškom većem broju PoE portova ili postoje veća ograničenja za prostorom, snagom ili hlađenjem u kućištima sa komunikacijskom opremom.

Razdjelnici (*spliter*) se koriste u slučajevima kada je potrebno izdvojiti električnu energiju iz Ethernet signala. Razdjelnik može biti integriran u uređaju, ali može biti i poseban uređaj.

UPS oprema treba da bude izabrana u skladu sa potrebama za podrškom PoE sistemu. Moguće je da ćete otkriti da je potrebno da proširite postojeće UPS kapacitete ili ih dodati ako ne postoje. Neophodno je koordinirati UPS konfiguraciju sa PoE konfiguracijom za osiguranje dovoljnje snage PoE uređajima.

Proizvođači PoE opreme nude i upravljačke alate za kontrolu hardverskih uređaja i PoE sistema. Upravljačke funkcije mogu biti integrisane u standardne platforme za mrežno upravljanje korištenjem SNMP ili kroz prilagođene platforme. Osim osnovnih kontrola PSE, upravljačke stanice obezbjeđuju dodatno upravljanje kao što je npr. upravljanje energetsom kvalitetom usluge (*power quality of service*) gdje je ključnim korisnicima dat viši prioritet u slučaju energetskih ispada. IETF (*the Internet Engineering Task Force*) radi uporedo sa IEEE u cilju proširenja SNMP (*Simple Network Management Protocol*) za primjenu na PoE uređajima.

### INTEROPERABILNOST

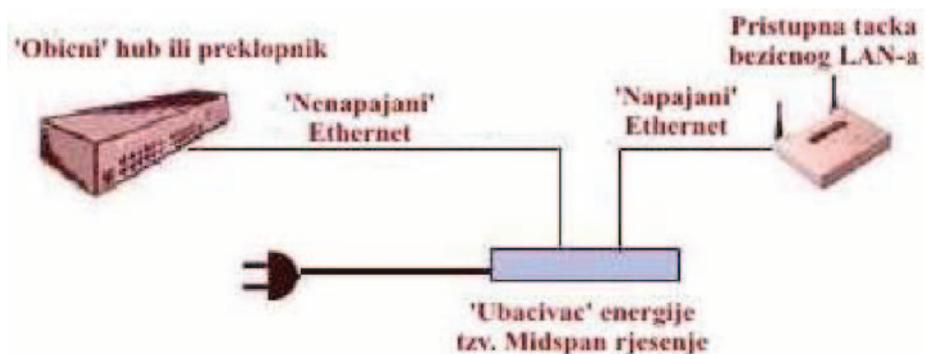
PoE oprema je prisutna na tržištu godinama. No, do sada nije postojala zvanična specifikacija za ove uređaje. I prije završetka rada na standardu pojedini proizvođači su svoje uređaje reklamirali kao uređaje sa potpunom podrškom za standard. Ovo je potrebno uzeti s oprezom, naročito za one uređaje koji su se pojavili znatno prije finalne verzije standarda.

Novouspostavljeni PoE konzorcijum (*Power over Ethernet Consortium*) je obavio prvi krug testiranja interoperabilnosti PD i PSE uređaja u *University of New Hampshire Research Computing Center - InterOperability Laboratory*. Članovi konzorcijuma su, za sada: *3Com Corp., Extreme Networks, PowerDsine LTD., Texas Instruments Inc., Nortel Networks, Avaya Inc.* Problemi otkriveni tokom testiranja novih uređaja mogu biti otklonjeni prije pojavljivanja uređaja na tržištu. Testiranje interoperabilnosti je vrlo značajno sa povećanjem prihvaćenosti PoE uređaja na tržištu.

Kod kupovine PoE opreme potrebno je voditi računa o interoperabilnosti s opremom drugih proizvođača. Čak i kada su svi vaši preklopnici od istog proizvođača, PD uređaji mogu biti od različitih proizvođača.

### PRIMJERI

U nastavku su navedeni neki primjeri primjena PoE.



Slika 2. Prenos energije preko Ethernet korištenjem Midspan rješenja



Slika 3. Korištenje razdjelnika u PoE sistemima za odvajanje energije iz Ethernet signala

### Bežični LAN-ovi i PoE

Tehnologija bežičnih LAN-ova omogućava njegovim korisnicima da se oslobode ograničenja koja pred njih postavlja kablovska infrastruktura ožičenih LAN-ova. Da bi to obezbjedili pristupne tačke bežičnih LAN-ova (*WLAN Access Point*) su instalirane sa svrhom obezbjeđenja veze između ožičenih LAN-ova i bežičnog svijeta. Ove pristupne tačke moraju biti napajane električnom energijom. Obično pristupne tačke zahtijevaju postojanje elektronapojne utičnice u blizini, preko koje su različiti adapteri spojeni na napojnu mrežu.

Pristupne tačke su obično instalirane na otvorenim višim tačkama, kao što su plafoni u hodnicima, hale i sl. Dodavanje elektronapojne infrastrukture na takvim mjestima je često skupo i dugotrajno, te zahtijeva angažovanje električara, mijenjanje planova zgrade i dobijanje niza odobrenja.

Kada jednom postane operativna, svaka pristupna tačka je povezana na elektronapojnu mrežu. U slučaju ispada u elektronapojnoj mreži pristupne tačke su van funkcije te se pojavljuju rupe u pokrivenosti signalom.

PoE tehnologija obezbjeđuje pristupnim tačkama bežičnih LAN-ova napajanje preko kablovske mrežne infrastrukture. Na ovaj način nema potrebe za odvojenom napojnom i mrežnom kablovskom infrastrukturom, te postavljanjem elektroutičnica i angažovanjem električara.

Instalacija pristupnih tačaka na mjestima na kojima bi trebale biti po proračunu, smanjuje troškove implementacije bežičnih LAN-ova i povećava upotrebljivost istih.

Dodatne koristi PoE u bežičnim LAN-ovima su:

S vremena na vrijeme potrebno je resetovati pristupne tačke. Pristupna tačka koja je prestala funkcionirati treba biti locirana i resetovana. Korištenjem PoE ovo može biti obavljeno iz kancelarije bez potrebe za fizičkim odlaskom do lokacije na kojoj je smještena pristupna tačka.

Promjena lokacije pristupne tačke ne zahtijeva više promjene na elektronapojnim instalacijama. Moguće je eksperi-

mentisati sa raznim pozicijama u cilju dobivanja najbolje pokrivenosti.

Obezbjeđivanjem alternativnog napajanja korištenjem UPS, na jednom mjestu u komunikacijskoj sobi, cijela mreža postaje pouzdanija, te nastavlja operaciju i u slučaju prekida elektronapajanja.

Kontrolom stanja na linijama je moguće otkriti nefunkcionirajuće pristupne tačke i druge nepravilnosti te isključiti te linije u cilju sprečavanja oštećenja druge opreme.

### IP telefonija

Implementacija telefonske komunikacije preko mreža za prijenos podataka ima mnoge prednosti. Prije pojave PoE kompanije nisu mogle dozvoliti da njihovi kritični glasovni sistemi budu zasnovani na ovom principu. Nestanak električne energije je dovodio ne samo do gubitka podataka, već i do gubljenja sposobnosti za glasovnu komunikaciju. Obezbjeđivanjem prijenosa energije preko istih kablova kojima se prenose i podaci, ovi sistemi postaju pouzdaniji.

Zahtjevi za dostupnošću usluga glasovne komunikacije su visoki. Spajanjem UPS sistema na PoE sistem u komunikacijskoj sobi cijela mreža IP telefonije postaje pouzdanija i nastavlja operaciju i u slučaju prekida napajanja.

PoE nudi jednostavniju instalaciju IP telefona eliminišući potrebu za posebnim Ethernet vezama i predviđenim elektronapojnim instalacijama. Isti kabl je korišten za prijenos glasa, podataka i energije.

IP telefoni mogu biti napajani električnom energijom na jedan od sljedeća tri načina:

Korištenjem PoE *midspan* uređaja. Energija IP telefonima je obezbjeđena preko Ethernet kablova korištenjem vanjskih *midspan* uređaja. Ovi uređaji dodaju energiju na kablove;

Korištenjem PoE *endspan* uređaja. To su uređaji koji imaju ugrađenu podršku za PoE. Energija IP telefonima je obezbjeđena direktno sa portova *endspan* preklopnika;

Napajanjem IP telefona korištenjem AC adaptera priključenih na elektronapojnu utičnicu.

U okruženjima u kojima postojeći Ethernet preklopnici i druga oprema zado-

voljavaju zahtjeve IP telefonije u pogledu kvaliteta usluge, nema potrebe kupovati nove preklopnike sa ugrađenom PoE podrškom. U ovom slučaju bolje rješenje je korištenje vanjskih *midspan* uređaja.

### Sigurnosni sistemi

Sigurnosni sistemi sa kamerama su korisni samo ako mogu komunicirati i kontrolisati oblast koju obezbjeđuju. Bez mogućnosti posmatranja i eventualnog zapisivanja video podataka, sigurnosni sistemi su beskorisni.

Kvalitetna rješenja za prijenos video signala preko Ethernet-a dala su doprinos većem korištenju Ethernet mrežne infrastrukture u sigurnosnim sistemima sa kamerama.

Potreba za napajanjem energijom ostaje i nakon što su uređaji, kao npr. mrežne kamere ili pristupni kontrolni terminali, spojeni na LAN i stavljani u funkciju.

PoE tehnologija omogućava Ethernet mrežnim uređajima napajanje energijom preko mrežne kablovske infrastrukture. Ovim se izbjegava potreba za postavljanjem odvojene kablovske infrastrukture za podatke i energiju, instaliranje elektronapojnih utičnica blizu mrežnih kamera i angažovanje električara.

Mrežne kamere su obično instalirane na otvorenim višim tačkama, kao što su plafoni u hodnicima, hale i sl. Dodavanje elektronapojne infrastrukture na takvim mjestima je često skupo i dugotrajno, te zahtjeva angažovanje električara, mijenjanje planova zgrade i dobijanje niza odobrenja.

Kada jednom postane operativna, svaka mrežna kamera je povezana na elektronapojnu mrežu. U slučaju ispada u elektronapojnoj mreži mrežne kamere su van funkcije te se pojavljuju sigurnosne rupe.

Smanjenje troškova implementacije sigurnosnih sistema sa kamerama i povećanje upotrebljivosti istih, postiže se instalacijom mrežnih kamera na mjestima na kojima bi trebale biti po proračunu.

Dodatne koristi PoE u sigurnosnim sistemima sa kamerama su:

Lakše održavanje. Mrežna kamera koja je prestala funkcionirati treba biti locirana i resetovana. Korištenjem PoE ovo može biti obavljeno iz kancelarije bez pot-

rebe za fizičkim odlaskom do lokacije na kojoj je smještena mrežna kamera.

Jednostavnije projektovanje sigurnosnih sistema sa kamerama. Promjena lokacije mrežne kamere ne zahtijeva više promjene na elektronapojnim instalacijama. Moguće je eksperimentisati sa raznim pozicijama u cilju dobivanja najbolje pokrivenosti.

Pouzdanije napajanje sistema. Obezbeđivanjem alternativnog napajanja korištenjem UPS, na jednom mjestu u komunikacijskoj sobi, cijela mreža postaje pouzdanija te nastavlja operaciju i u slučaju prekida elektronapajanja.

Poboljšanje kontrole sistema. Kontrolom stanja na linijama je moguće otkriti nefunkcionirajuće mrežne kamere i druge nepravilnosti te isključiti te linije u cilju sprečavanja oštećenja druge opreme.

### ZAKLJUČAK

*Power Over Ethernet* tehnologija donosi mnoga poboljšanja. Besumnje ova nova tehnologija će izmijeniti način na koji se mrežni uređaji napajaju energijom. Sada kada je finalna verzija standarda ugledala svjetlo dana, za očekivati je predstavljanje novih tipova i varijacija mrežnih primjena PoE. Donošenjem IEEE 802.3af standarda stvorile su se pretpostavke za uklanjanje jedne od najvećih prepreka široke primjene *Power Over Ethernet* tehnologije - nekompatibilnosti uređaja različitih proizvođača.

Nedavno ispitivanje provedeno od strane *ZDNet UK* ukazuje na to da je ova tehnologija još uvijek nedovoljno poznata širokom krugu potencijalnih korisnika, ali da ima potencijala. Rezultati ispitivanja su pokazali da je svega 5% ispitanika koristilo ovu tehnologiju, skoro polovica ispitanika nije bila upoznato s njom, a oko 30% je opisalo ovu tehnologiju kao sjajnu ideju. Namjena ovog rada je bila upoznavanje bosanskohercegovačke stručne publike s ovom tehnologijom i predstavljanje oblasti u kojima ona može donijeti najviše koristi. Bez ikakve sumnje, s prenosom energije preko Ethernet-a ćemo se susretati u budućnosti. Svi oni koji planiraju nadograđivati postojeće mreže ili graditi nove, zasnovane na Ethernet-u, bi trebali uzeti u razmatranje i PoE.

### LITERATURA

[1] <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/af/> - web lokacija IEEE radne grupe zadužene za razvoj IEEE 802.3af standarda

[2] Amir Lehr, Powering the Converged Network (An Analysis of the Power over LAN™ Standard and Implications) - PowerDsine Inc.

[3] Yuval Berson, Installing Wireless LAN with PoL - PowerDsine Inc.

[4] Amnon Ptashek, Amir Lehr, Integrating PoL (Power over LAN) with Ethernet Switches - Radlan Inc.

[5] Galit Mendelson, Installing IP Telephony network with PoL - PowerDsine Inc.

[6] Yuval Berson, Power over LAN in the Security Market - PowerDsine Inc.

[7] PowerOverEthernet Staff, IEEE802.3af Power Over Ethernet - a Radical New Technology - [www.PowerOverEthernet.com](http://www.PowerOverEthernet.com)

[8] Peter Judge, Power on Ethernet gives networks a voice - ZDNet UK

[9] David Berlind, It's time to run power over Ethernet - ZDNet UK

[10] <http://www.iol.unh.edu/consortiums/poe/> - web lokacija PoE konzorcijuma

[11] Devin Akin, CWNA Certified Wireless Network Administrator Official Study Guide (Exam PW0-100) - McGraw-Hill Osborne Media

[12] <http://polls.zdnet.co.uk/zdnuke/?pt=2&p=150>, rezultati ispitivanja provedenog od strane *ZDNet UK* na temu "What do you think about power over Ethernet?"

Web lokacije proizvođača PoE opreme:

[13] <http://www.powerdsine.com>

[14] <http://www.3com.com>

[15] <http://www.cisco.com>

# Osnove WEBcast produkcije i razlike u odnosu na standardnu televiziju

## *Basis of WEBcast Production and Differences in Relation to Standard Television*

### Sažetak:

Webcast može da usvoji televizijske modele da bi postigao veći kvalitet. Televizijske produkcione tehnike, ipak, ne mogu biti integrirane u proizvodnju webcasta bez fundamentalne promjene infrastrukture. Uopšte, Webcast produkcijski model se sastoji iz tri dijela (izvora, emitovanja i prijenosa). Director's Console (dc) je webcast produkcijska aplikacija uživo, bazirana na ovom modelu. Ona koristi distribuiranu servisnu arhitekturu koja vrši adaptaciju na promjenjive fizičke infrastrukture i broadcast konfiguracije.

Ključne riječi: Director's Console, Webcast, Broadcast, Transmission, Session, izvori.

### Abstract:

Webcasts can adopt techniques developed by television to obtain higher quality. Television production techniques, however, cannot be integrated into webcast production without considering the fundamental differences in the underlying infrastructure. General webcast production model is composed of three stages (i.e., sources, broadcast, and transmission). The Director's Console (dc) is live webcast production application based on this model. It utilizes a distributed service architecture, which adapts to varying physical infrastructures and broadcast configurations.

Key words: Director's Console, Webcast, Broadcast, Transmission, Session, Sources, TMN.

## UVOD

Razvoj IP multimedije i komercijalnih medija, t.j. "streaming" sistema (Apple Quick Time Streaming, Cisco IP/TV, Microsoft Windows Media, Real Networks) dovelo je do masovnog razvoja i upotrebe streaming medija na Internetu. Ovaj rad objašnjava nekoliko osnovnih termina koji su potrebni za razumijevanje, kako ova tehnologija može pomoći, da se sistemsko - mrežno upravljanje: *unificira, simplificira i standardizuje*.

## 1. OSNOVE WEBA

Zbog razumijevanje osnova Weba, primjene same tehnologije za upravljanje sistemima i mrežama upotrebljava se "mail", kao moćan set aplikacija. Tako korisnici-davaoci Internet servisa (ISP), kao i internih mreža u firmama (Intranet) su servisi za podršku aplikacijama. Postoji servis domena (DNS), koji konvertuje često videne host nazive, kao što je npr.: [www.bih.net.ba](http://www.bih.net.ba), adresa za pristup Internetu (IP), kao i autorizacioni servisi koji daju uobičajenu podršku

aplikacijama (razne softverske aplikacije), koje se nalaze u mrežnim servisima. Upravljanje Internetom može da se koristi u funkciji za: konfiguraciju, nadzor, upravljanje i mjerenje saobraćaja.

Transportni servisi daju opciju za pouzdan transport informacija (detekcija greške i ponovni prijenos) ili jednostavni nepotvrđeni transfer.

Ovi servisi mogu funkcionisati od tačke do tačke (npr. u slučaju prijenosa fajla između krajnjeg korisnika i udaljenog globalnog Internet servisa). U ovom slučaju, mreža se ne uključuje u taj transportni nivo, dok u ostalim slučajevima, kada je korisnik pristupa: Web serveru interno u mreži, transportni servis u ovom slučaju TCP (protokol za kontrolu prijenosa) obezbjeđuje sama mreža.

Rezultat upravljanja Internetom treba uključiti praćenjem TCP statusa i realizacije (npr. broj aktivnih konekcija, stopa zahtjeva za novu konekciju, stopa izgubljenih konekcija itd.) na krajnjim tačkama mreže. Unaprijednja IP infrastrukture daju različit servis na nivou IP rutera, kao što i nove mogućnosti i ekstenzije sadašnjih IP karakteristika postaću značajne za buduće aplikacije na Internetu, uključujući RSVP (protokol za rezervaciju rezervnog opsega), koji obezbjeđuje rezervisani opseg za omogućavanje Internet telefonije i video konferencije, kao dijelom mreže i upravljanja Internet servisima.

WWW je grafički Internet servis, koji konektuje: riječi, izraze, dokumente, slike, jezike, animacije, tj. globalan, interaktivan, grafičan, dinamičan i asocijativan, kao jedan od mnogih Internet aplikacija, interesantnim za upotrebu u mnogim oblastima, upotrebom tehnologije za upravljanje mrežama i sistemima. HTML jezik, kao i Web browseri (pretraživači) postaju veoma popularni jer razumiju jednostavni tip HTML jezika za formatiranje (Hypertext Markup Language). HTML može se razumjeti kao pisati rukom ili dobiti iz drugih formata teksta putem prevodenja. HTML je ustvari jednostavni dokument: (SGML) standardizovanog generalizovanog markup jezika. HTML je jednostavniji od NOROFF-a ili ostalih dokumentskih jezika i ne može se

sam programirati. Nekoliko primjera će pokazati moć i jednostavnost ove tehnologije, što je pokazano na Slici 1. Ovo je i jednostavan sistem: upita, strukture koja omogućava korisniku da dođe do detaljnijih informacija, jer ima jedan linearni link do naredne stranice, što je vrlo jednostavno za održavanje sistema. Nekoliko hiljada web-emitovanja uživo se proizvodi svake sedmice i gleda ih desetine hiljada gledalaca. *Webcast je i postao alternativa tradicionalnom televizijskom emitovanjima.* Televizijska industrija je razvila mnoge tehnike, koje proizvode veliki kvalitet video programa, a koje mogu biti korištene da poboljšaju web emitovanje. Jedna od tehnika je preklapanje različitih video izvora u tipičnoj televizijskoj produkciji vijesti, nekoliko video tokova se šalje u centralni studio, odabira se tok koji najbolje odgovara sadržajem i emituje ga korisnicima.

Emitovanje vijesti, naprimjer, predstavlja temu ili prelaz na drugi izvor ako je potrebno da se predstavi neka priča, npr. snimljeni materijal, reporter, koji se javlja sa lica mjesta itd. Druga televizijska tehnika koristi video efekte da kombinuje nekoliko video izvora u jedan tok. Često korišteni efekt je tranzicija između tokova poznata kao "fade effect", tj. efekt iščezavanja. Jedan "interview show" može da prikaže osobu koja se intervjuiše u jednom prozoru sagovornika, u drugom prozoru kompoziranih slika ("side by side") sa naslovima koji identificira program, učesnike ili lokaciju udaljenog izvora informacija.

Proizvođači web emisija ili web emiteri pokušavaju da zaobidu uvođenje konvencionalnih televizijskih tehnika za emitovanje putem weba iz nekoliko razloga:

- 1.) Televizijska produkciona oprema je skupa;
- 2.) Tehnologije i modeli korišteni u emitovanju televizije tipično zahtijevaju mnogo ljudi koji rukuju sistemom;
- 3.) Većina televizijskih programa proizvodi fiksnu brzinu prijenosa podataka, jedan video tok bez interakcije;
- 4.) Web emitovanje ima fundamentalno različit produkcionni model od televizijsko emitovanje sa uređajima. Od interfejsa i tehnologije zavisi i

kvalitet web emitovanja, što se reflektuje na ukupni valitet sistema.

Gornji primjer web - emitovanja je onaj koji koriste dva video toka i jedan audio tok. Tako lijevi panel pokazuje malu sličicu za svaki tok u sesiji, a desni pokazuje selektirani tok u većoj rezoluciji okvira. To je primjer iz školske učionice sa više audio - video izvora, kompjuterskih sistema i softverskih procesa, što je prikazano na Slici 2. Učionica je opremljena sa nekoliko kamera (spiker, audijencija..), VCR - om i kamerom za dokumentovanje. Svi uređaji su spojeni na konvencionalni video matrix switch (matrični video prekidač). Dvije capture mašine uzimaju video sa bilo koje priključene ulazne jedinice. Može se primati više ulaza: simultano, isto-vremeno. Capture mašina digitalizira audio i video signale za transmisiju preko dvije multicast sesije, (npr. jedna za video, a jedna za audio) koje Mi nazivamo studio sesije (multicast sesija sadrži samo jedan media format koji je specificiran sa "multicast" adresom i parom portova).

Kao i u televiziji, webcast produkcija šalje sve izvore na jednu lokaciju u studijsku sesiju. Proizvođač, tj. director pregleda sve izvore i selektuje podskup svih tokova koji definišu webcast. Selektovani tok se šalje u broadcast sesiju, tj. sesiju za emitovanje tako da bi gledalac vidio slajdove i spikera. Producer postavlja matrični prekidač (matrix switch) na odgovarajuću konfiguraciju i odašilje dva capture do mašine toka. Specijalni video efekti mogu biti uključeni u webcast instalacijom, tako da



Slika 1:  
Primjer MIG Seminar webcasta. Lijevi panel prikazuje detalj za svaki strim u sesiji. Desni panel prikazuje selektirane strimove sa većom rezolucijom i bitskom brzinom.

efekti procesa budu na ivici studijske sesije. Ona uzima jedan ili više tokova iz video sesije, ubaci ih u efekt i šalje novi tok nazad u studijsku sesiju. Snimljeni "playback" materijal (segment nekog otvaranja) i udaljeni video participanti su primjera izvora dostupnih u studijskoj sesiji, do Webcasta visokog kvaliteta.

Obično jedan webcast zahtijeva više od desetak procesa, koji rade na različitim hostovima sa odgovarajućim argumentima: multicast adrese i brojevi portova, medija formati, bitske brzine su parametri kvaliteta. Director's Console (DC), koja je predmet ovog rada, je dizajnirana da kontroliše webcast tokom žive produkcije, kao i da kontroliše webcast izvore, efekte i tokove podataka i određuje konačni izlaz. DC je sistem distribuiranih procesa sa organizovanim servisnim modelom koji vrši adaptaciju na različite fizičke infrastrukture i različite broadcast konfiguracije. Opisan je Webcast produkioni model sa sistem-

skom arhitekturom, korisničkim interfejsom i sekcijama za implementaciju. Na kraju su data iskustva razvoja i korištenja uređaja, sugestija za budući razvoj, relevantna istraživanja i zaključak.

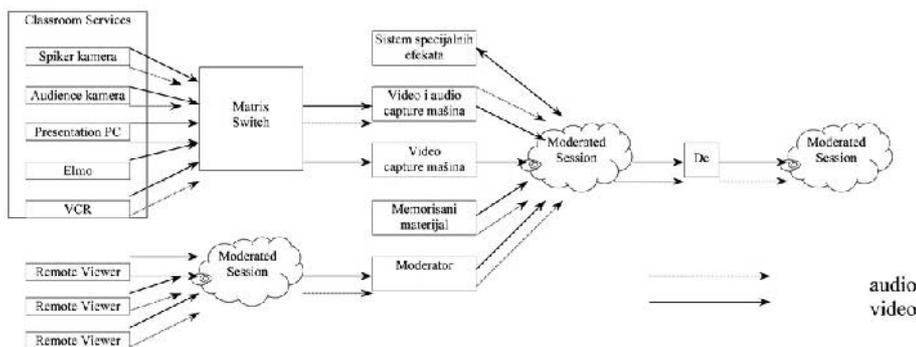
## 2. WEBCAST PRODUKCIONI MODEL

Ovaj primjer Webcast razlikuje se od tradicionalne televizije u nekoliko veoma značajnih elemenata, kroz razlike u produkcijskom modelu za webcast sisteme. Dizajn i implementacija DC-a reflektuje se na produkioni model, s tim da prvo počinje ispitivanjem vrste i broja podataka tokova uključenih u Webcast. Gore opisana infrastruktura izvora je korištena u webcastu sa kategoriziranim prijemnicima signala. Razlika između webcast okoline i TV okoline je u konvencionalnoj varijabilnosti, a podrtana je kako bi bio unaprijeden razvoj uređaja, koji zadovoljavaju spomenute specifikacije. TV - emitovanje je ograničeno na video i audio tok i obuhvata višestruke video i audio tokove sa asociiranim "hipertext" dokumentima.

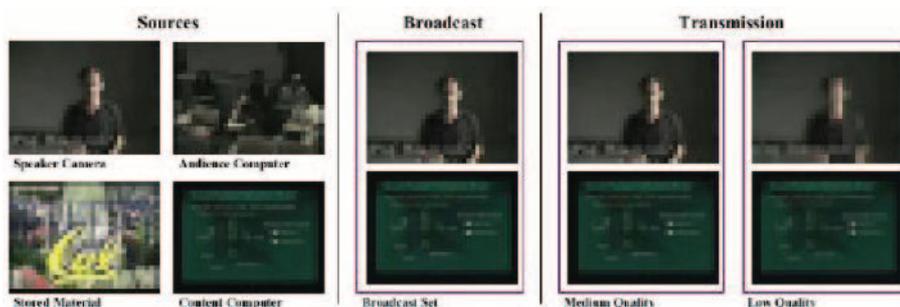
Broj tokova može da se mijenja tokom sesije, t.j. dinamičan je primjer, tako da jedan video tok može biti korišten u početku, kada spiker prezentira materijal, a drugi video tok pokazuje audijenciju na webcastu tokom postavljanja pitanja i odgovora.

U tradicionalnom televizijskom emitovanju, preklapanje između slike spikera i slike audijencije može se desiti za vrijeme perioda postavljanja i odgovaranja na pitanja. Webcast tehnika može biti korištena tokom oba toka simultano, a druga mogućnost webcasta može imati više od jednog video toka. Infrastruktura dostupna webcastu je: IP (bazirana mreža podataka), sa kamerama i mikrofoni spojeni na računare, kao digitalizirane informacije sa kompresijom, koje se šalju medija tokovima.

Televizijsko emitovanje u kontrastu zahtijeva skup hardver i specijalne namjene, kojim rukuje osoblje. Soficistiranost webcast produkcijske okoline varira od jednog video i audio strima, do situacija gdje se koriste multiple video i audio



Slika 2: Infrastruktura korištena za proizvodnju MIG webcast seminara



Slika 3. Webcast produkioni model

tokovi, efekt serveri, udaljeni participanti i pomoćni hipertext tokovi. Uredaji koji se koriste za produkciju webcasta moraju raditi u heterogenim produkcijskim infrastrukturnim, a prijemnici su također heterogeni. Npr. verzija visokog kvaliteta webcasta se šalje korisnicima lokalnih kompjutera i Internet 2 site-ovima (lokacijama) koji imaju veliku širinu kanala. Verzija webcasta nižeg kvaliteta se šalje korisnicima interneta koji imaju ograničenu širinu kanala konekcije. Director mora upravljati dvjema različitim transmisijama istog materijala. Ove transmisije se mogu razlikovati u širini kanala, kvalitetu, ali i u broju tokova koji se šalju. U televizijskom prenosu emituje se samo jedna verzija programa, a karakteristike prijemnika, tj. televizijskih setova su standardizirane. Dc je razvijena s ciljem upravljanja i proizvodnjom "live webcasta". Ona koristi generalni webcast model sastavljen iz tri dijela: izvor, webcast i transmisija (prijenos), kako je prikazano na Slici 3.

Izvori su tokovi dostupni u studio sesiji. Iz ovog skupa izvora, podskup je selektiran za emitovanje. Spiker i kontent tok mogu biti izabrani iz video izvora u učionici ili bilo kojeg izvora dostupnog u studio sesiji (npr. kamera spikera, kamera audijence, memorisani materijal ili prezentacija na PC-u). Konačno, multipl kopije webcasta, zvane transmisije, se proizvode u različitim tehnologijama (npr. Real Networks, Windows Media itd.) i transportnim parametrima (npr. bitske brzine i formati).

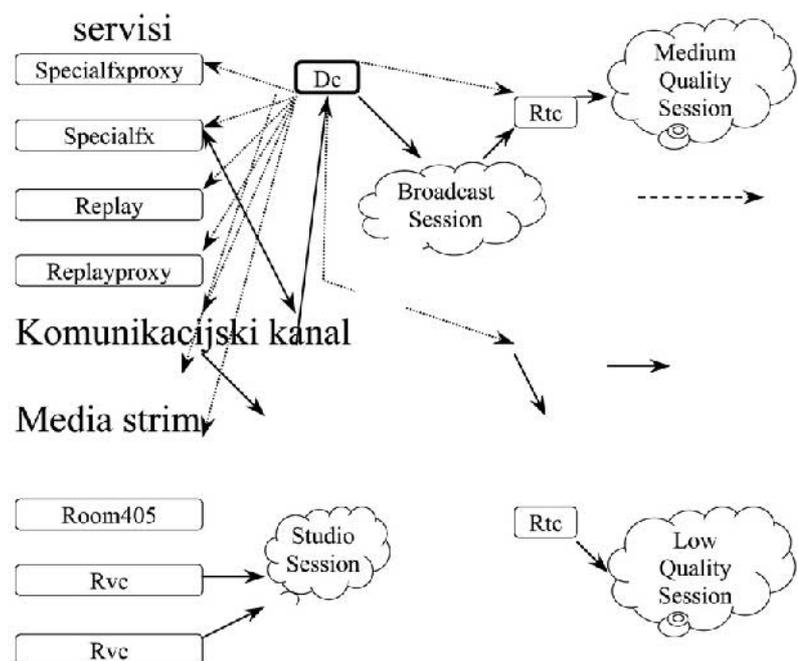
### 3. ARHITEKTURA WEBCASTING SISTEMA

Arhitektura Internet Webcasting sistema bazira se na činjenici da je proizvodnja webcasta previše kompleksna sa stanovišta procesiranja i previše je intenzivna za jedan aplikacijski procesor. Potrebna kolekcija distribuiranih procesora, kao i Webcast servisni model, dijeli procese u: klijente i servise. Tako servisi donose funkcionalnost u webcastu, npr. jedan servis može biti odgovoran za obradu video efekta. Klijent aplikacije su procesi koje koriste te servise, a Slika 4.

pokazuje distribuciju servisa korištenih da se proizvede Berkeley MIG Seminar webcast. Potrebno je primijetiti sličnost između softverske arhitekture prikazane na ovoj slici i fizičke infrastrukture. Dc je klijent aplikacija koja koristi servise da proizvede webcast, sami servisi šalju tokove podatka u studijsku sesiju. Dc, također, prima tokove u studijskoj sesiji, selektira podskup za webcast i transmituje te tokove u broadcast sesiju. RTC servisi su transkoderi koji prosljeđuju dalje i opcionalno konvertuju tokove u broadcast sesiji, kao i transmissionu sesiju, kao na Slici 4.

Distribuirana servisna arhitektura ima neke prednosti nad monolitnom aplikacijom, kao što su:

- 1.) nezavisni servisi se razvijaju i implementiraju brzo, a modifikacije nisu potrebne u postojećim servisima;
- 2.) klijenti se prilagođavaju egzistenciji specifičnih servisa, otkrivaju servise dinamički, tako da se mogu prilagoditi konstantnom mijenjanju infrastrukture;
- 3.) servisi korišteni od strane jednog klijenta mogu se primijeniti od jednog webcasta do drugog;



Slika 4. Webcast arhitektura

4.) klijent zavisi od izbora servisa, t.j ne od jednog jedinog servisa.

Greška u jednom servisu neće mnogo uticati na klijenta, odnosno neće mu smetati, jer Webcasting servisni model je arhitektura koja podržava integraciju, kontrolu i upravljanje servisama. Novi servisi se integriraju u infrastrukturu, kroz "discovery protokol", a klijent prati protokol i bira željeni servis. Inkorporirani korisnički interfejsi mogu biti korišteni da kontrolišu servise.

### 3.1. Servisni model

Ova sekcija opisuje protokole koji čine tijelo servisnog modela. Obično je dat opis servisne arhitekture, zatim je opisan service "discovery" protokol i konačno, kako servis provajderi kontrolišu interfejs klijent aplikacije. Servisni model je sastavljen od tri komponente: servisnih abstrakcija, servis discovery servisa i API klijenata. Service Discovery Service je direktorij servis koji omogućava klijentu da locira željene servise. Dc, kada je izabrana, otkriva dostupne servise i koristi servise izabrane od strane webcasta. Jednostavnom webcastu neophodna je samo jedna servisna kamera, dok npr. Berkeley MIG Seminar webcast zahtijeva dvije servisne kamere, playback servis za segment otvaranja i servise za specijalne efekte.

Servisni model omogućava Dc -u da konfigurira servise neophodne za određeni broadcast. Servisna lista je dostupna u infrastrukturi kroz "soft state" protokol. "Push - pull" protokol se koristi da objedini i prikupi informacije. Servisi šalju informacije ka SD servisu, dok klijenti uzimaju informacije od SD centra. Idle servisi periodično najavljuju svoje prisustvo na dobro poznatu multicast adresu. Ove informacije se keširaju od strane SD centra servisa. Tajmer je asociiran sa informacijom kada se ona primi i dekrementira se svake pola sekunde. Ako tajmer dođe do nule podrazumijeva se da je servis nedostupan (prezauzet ili ukinut). Klijenti periodično šalju upit prema SD centru servisa da provjere postojanost novih servisa. Servisne informacije vraćene klijentu uključuju kontakt i atributne informacije neophodne da se

pristupi servisu i da bi se koristio servis. Servisni atributi daju informacije o servisu (npr. lokaciju, funkcionalnost, ...) i koriste se da se razlikuju vrste servisa. Kontaktne informacije uključuju IP adresu i "port number pair", koji se koriste od strane klijenata da se inicira komunikacija sa servisom. Poslije inicijalizacije i uspostavljanja komunikacije sa servisom, klijent-aplikacija prikazuje korisnički interfejs kojim se kontrolira servis. Kontrolni interfejs mora biti dostavljen klijentu putem servisa, kako bi bili uvedeni novi servisni zahtjevi:

- 1) da klijent - izvorni kod bude modificiran, zatim
- 2) da servisni kontrol - interfejs bude limitiran na nekoliko predefinisanih interfejsa,
- 3) iskustvo sa webcastingom je takvo da infrastruktura varira od sobe do sobe i konstantno se mijenja.

Servisni interfejs mora biti inkorporiran u definiciju servisa, koristeći "Get UI Control" metod, kao kod za interfejs servisa. Ovaj kodni segment kad evaluira, prikazat će kontrolni korisnički interfejs i obrađivati izlaz. DC je implementiran u Tcl/Tk tako da skript kodnog segmenta kreira interfejs i mapira ulazne događaje. Kodni segment ima dva argumenta: window i socket, a sličice servisnih interfejsa su prikazane u prozoru sa socket TCP konekcijama u servisnom procesu. DC daje neophodne argumente nakon evaluacije kodnog segmenta. Isto tako "socket" koristi i obrađuje događaje korisničkog interfejsa. Imamo Start Replay metodu, koja se pokreće kada se pritisne start dugme na replay objektu, koji se pojavi u dialog boxu.

### 3.2 Webcast servisi

Ovaj dio opisuje servise izlistane u Tabeli 1. koji se koriste da bi se realizirao Berkeley MIG Seminar webcast. Remote Video Capture service, RVC, kontroliše video capture uređaj. RVC enkodira analogni video signal u RTP pakete i određuje format i bitsku brzinu kontrolnih interfejsa. Za MIG Seminar webcast korištena su dva RVC servisa da se proizvedu dva toka podataka. Studijska soba ima dvije capture mašine, konektovane na AMX

kontrolni sistem i jedan audio/video prebacivačem.

Audio /video uređaji su spojeni na AMX sistem i matrični switcher. RVC koristi jedan RPC interfejs za izdavanje komandi, preko AMX sistema, matričnom preklapaču i medija uređajima. Naprimjer, RVC servis može slati komande prema AMX sistemu da prebaci video tok sa VCR-a na kameru spikera i komande da se pomjeri kamera spikera u desno.

*Room 405 servis* omogućava interfejs prema ne-medija servisima u sobi koja može biti upravljana preko AMX sistema. Sadašnji servisi uključuju: osvjetljenje sobe, podizanje/spuštanje ekrana za projekciju, uključivanje/isključivanje indikatora "on-air-" izvan sobe.

*Replay servis* menadžer i *replay proxy* servisi omogućavaju da arhivisani materijal bude emitovan u webcastu. Kratki otvarajući video segment (aproximativno 20 sekundi) se emituje na početku webcasta. Da bi se emitovalo ovo otvaranje director kontaktira *replay* servis menadžera i specificira video koji treba da se emituje.

*Replay service* inicijalizira *replay proxy* servis, koji je odgovoran za kontrolu samo ovog video toka. Trenutno se koristi MARS multimedija arhivski sis-

tem da arhivira i prikazuje memorisani materijal.

*Replay proxy* servis startuje MARS playback proces, konektuje se na dc, i djeluje kao proxy između dc i MARS servera.

*Special fx* servis menadžer i *special fx proxy* servisi su slični replay servis menadžeru i replay proxy servisima, osim što oni kontrolišu video efekt procese.

*Special fx* servis menadžer startuje *special fx proxy* servis koji startuje video - efekt procese. (10) Proxy servis djeluje kao neki medijator između klijent aplikacije i procesa koji implementira specijalni efekt. (Pogledati Tabelu 1. datu u prilogu.). Rtc servis je transkodirajući servis koji je još u razvoju, treba da uzme data tokove iz multikast sesije, transkodirati ih u različite bitske brzine, kao i formate i slati ih u druge multikast sesije.

#### 4. APLIKACIJA

Ova sekcija opisuje korisnički interfejs DC-a, a sama organizacija interfejsa prikazana je na Slici 5. Glavni window sadrži četiri panela: izvore, pregled, emitovanje i transmisiju. Izvorni panel prikazuje izvore u studijskoj sesiji. Panel pregleda omogućava directoru da pregleda i priprema izvore prije nego što su oni u

Servis	Linija	Funkcionalnost
Rvc	1768	Capture Mašina. Digitalizira analogni audio i/ili video, kompresuje ga, pravi RTP pakete. Omogućava kontrolu procesa digitalizacije i urađaja spojenih na capture mašinu ( Napr. Kamera , mikser, VCR)
Room405	229	Room405. Kontroliše parametre okoline u sobi ( napr. Kontrole osvjetljenja , podizanje i spuštanje ekrana).
Replay	320	Archival Playback Manager. Interfejs kataloga arhive i upravljanje playback servisa
Replayproxy	612	Archival Playback Servis. Ubacuje arhivisani materijal u sesiju. Omogućava kontrolu za play, pauzu i traženje u videu.
Specialfx	365	Menadžer specijalnih efekata. Menadžer sistemskih efekata i interfejs za specifikaciju servisa specijalnih efekata.
Specialproxy	1402	Servis specijalnih efekata. Kontroliše pojedinačne efekte u servisu.
Rtc	411	Transkodirajući servis. Transkodira medijske data tokove u različite bitske brzine i vrši formatiranje iz jedne sesije u drugu.
Null service	202	Kod neophodan odnosno zajednički za sve servise.

Tabela 1.

Tabela servisa sa brojem linija i funkcionalnošću

webcastu. Strimovi u webcastu su prikazani na broadcast panelu za emitovanje.

Transmisioni panel, koji je još u razvoju, će kontrolisati webcast transmisiju odnosno prijenos. Jedan primjer je dat na Slici 6., gdje je prikazan sadržaj prozora DC-a. Ova sekcija počinje diskusijom panela izvora. Zatim slijedi video window i integracija video efekata u dc.

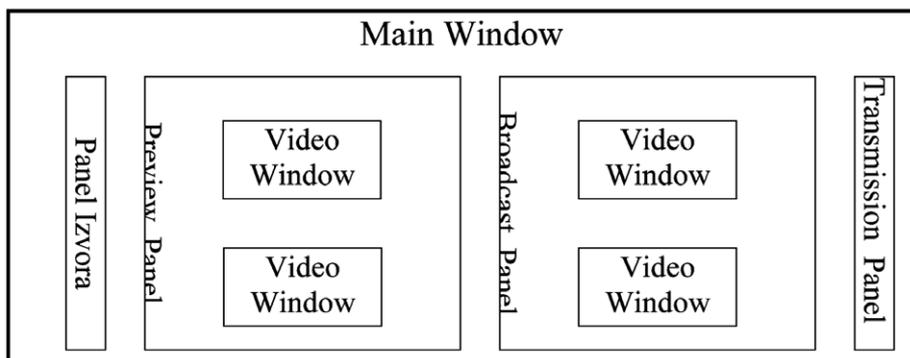
#### 4.1 Panel izvora

Panel izvora služi kao startna tačka za webcast. Sadrži mehanizme koji startuju i prikazuju izvore koji transmituju, odnosno učestvuju u studijskoj sesiji. U televiziji izvori su definisani kao kamere ili drugi uređaji koji proizvode video signal. U webcastu, medium transporta su uglavnom paketi, a ne analogni signali. Zato se ovdje izvor definiše kao paketski tok. Na Slici 6. prikazana je kolona sličica koje se sporo osvježavaju a predstavljaju izvore. Ispod tih sličica su dugmad koja predstavljaju kontrolne servise. Servisi vrše obradu na zahtjev aplikacija. Ovi servisi mogu biti medija ili kontrolni servisi. Medija servisi proizvode paketski tok npr. audio ili video. Kontrolni servisi proizvode, odnosno omogućavaju interfejs za kontrolu nekog entiteta, npr. osvjetljenja sobe.... Servisni pull-down meni na dnu panela sa izvorima omogućava direktoru da doda medija ili kontrolni servis interfejs na panel izvora. Video izvori prikazani u panelu izvora se zovu Media Service Set. Kontrolni interfejsi se zovu Control Service Set. Control Service Set. uključuje tri servisa (npr. Room 405, Special Fx i Replay) koji prikazuje dialog kutije za kontrolu entiteta ili inicijalizaciju media servisa. Room 405 dugme prikazuje različite sobne kontrole (npr. kontrola osvjetljenja, projekcija ekrana). Special Fx dugme prikazuje dialog koji inicijalizira i pokreće video efekt servise i dodaje ih u Media Service Set.

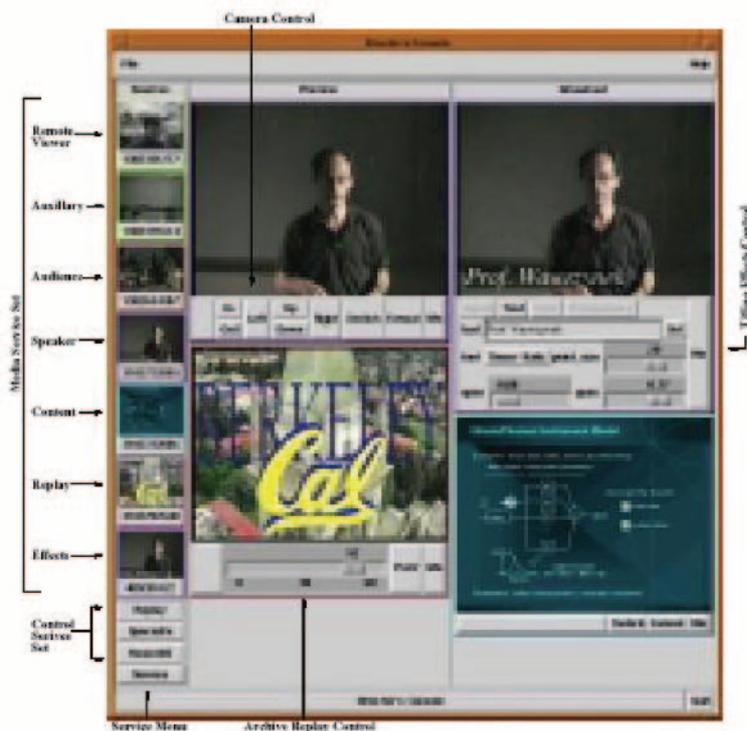
Servis je kreiran za svaki specijalni efekt koji može biti primijenjen tokom webcasta. Višestruke kopije nekog efekta mogu biti kreirane i istovremeno korištene. Replay dugme prikazano na Slici 7., omogućava direktoru da doda memorisani materijal tj. Playback tok u Media Service Set. Servisi su prezentirani direktoru kroz Servisni pull - down meni, koji prikazuje hijerarhijski meni baziran na lokaciji servisa. Hijerarhija ima slijedeću strukturu:

Organizacija / zgrada / soba / servisi  
i Servisi\_bez\_lokacije/servisi.

Slika 8. Pokazuje hijerarhijsku strukturu za dva servisa:



Slika 5. Organizacija dc korisničkog interfejsa



Slika 6. Izgled ekrana Dc-a tokom proizvodnje

Selektiranje neke teme u meniju inicira servise, medija servis odašilje tok u studijsku sesiju kada je inicirana. Ako je to video tok, dodaje se sličica u kolonu za panel izvora. Kontrolni servis dodaje dugme u Control Service Set, koje je prikazano ispod kolone sličica. Servisni pull-down meni se mijenja i na taj način reflektira promjene okoline. Ako je, naprimjer, udaljena kamera instalirana tokom webcasta, servisni proces asociran sa kamerom će najaviti svoje egzistiranje. DC će otkriti, odnosno detektirati taj novi servis kroz service discovery protocol i dodati taj servis u pull-down meni.

#### 4.2 Video Window

Slike u koloni, popularno nazvane "thumbnails", daju izvrstan sumario dostupnih video izvora, ali director obično želi da pregleda i pripremi data-tok (strim) prije prelaza na njega samog, dakle prije puštanja u poziciju za replay. Iz tog razloga, DC ima preview windows za strimove koji se obrađuju. Preview-i su prikazani kao video window u preview panelu odmah desno do panela izvora. Video window-i se također koriste za prikazivanje strimova u broadcast panelu. Video window prikazuje CIF-sized sliku na višoj bitskoj, odnosno frejmskoj brzini od thumbnaila. (Thumbnails se osvježavaju jednom u sekundi dok video windows se refrešira onako kako je to specificirano u strimu koji se prikazuje.) Interfejs kontrola ispod video windowa omogućava directoru da kontroliše strim i izvore koje prikazuje. Egzaktni kontrolni interfejs zavisi od izvora. Npr., kontrolni interfejs za kompjuterski kontrolisanu kameru uključuje fokus i pozicione kontrole (npr., kontrast/zasićenje ili pozicija lijevo/desno).

Playback izvor ima VCR - kontrole (npr. play, pauza, pozicija...). Drugi video izvori imaju različite kontrolne interfejse zavisno od izvora. Kontrolni interfejs se mijenja kada se mijenja stanje servisa. Posmatrat ćemo capture machine servis priključen na matrični prekidač, koji može da proizvede strim od bilo kog od mnogo uređaja, a svaki od tih uređaja može imati svoje vlastite kontrole. Posljedica toga je da kontrolni interfejs za

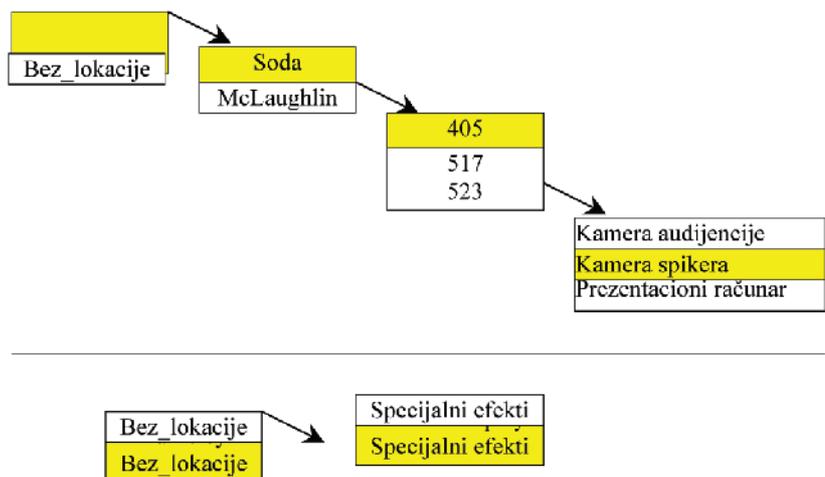
capture mašinu treba da ima kontrole za video prekidač odnosno switch i kontrole za trenutno selektirani video uređaj. Kada director izvrši prelaz sa VCR-a na kameru, kontrolni interfejs za kameru zamjenjuje kontrole VCR-a, ispod u video windowu.

#### 4.3 Preview i broadcast paneli

Da se pripremi izvor za emitiranje, izvor se prvo prikaže kao video window unutar preview panela. Izvor može biti pregledan, odnosno prikazan, selektiranjem sličice thumbnail-a sa mišem, vučenjem te sličice u preview panel i puštanjem. Spuštanje ove sličice, odnosno thumbnaila na egzistirajući video window prikazuje novi izvor umjesto, odnosno na mjestu starog. Više od jednog video windowa može biti prikazano u



Slika 7. Primjer dijaloga kontrolnog servisa. Ovaj dijalog omogućava directoru da startuje materijal iz arhive. Dva editboxa specificiraju arhivski materijal i audio sesiju.



Slika 8. Primjer hijerarhijske strukture servisnog menija; gore, servisi zavisni od lokacije; dolje, servisi nezavisni od lokacije

preview panelu. Spuštanje thumbnaila u preview panel, ali ne preko video windowa, daje instrukcije dc-u da kreira novi video window i prikaže izvor u njemu. Video window može biti uklonjen sa preview panela selektiranjem istog mišem i izvlačenjem istog izvan preview panela i, naravno, otpuštanjem miša. Broadcast panel ima isti interfejs kao preview panel. Video window prikazan u broadcast panelu, ipak je strim u webcastu. Data paketi iz strima u broadcast panelu se prosljeđuju kroz Dc u broadcast sesiju, gdje audijencija gleda webcast. Webcast emituje više strimova na taj način što se nekoliko video windowa stavi unutar broadcast panela. Broadcast panel se ponaša na isti način kao i preview panel-otpuštanje video windowa switcha strima itd.

#### 4.4 Izvori video efekata

Televizijski video-efekti su implementirani preko video produkcionog preklapača (switcher-a) VPS. VPS može da preklapa od n ulaza na jedan izlaz koji je tipično broadcast output. VPS može da doda efekte na ulazima, dok se podaci rutiraju na izlaz. Komercijalni sistemi koriste uobičajeni hardver da bi zadovoljili procesione zahtjeve za broadcast quality video. Neki VPS sistemi mogu postaviti efekte na vrh, iznad svih ostalih efekata ( npr. efekti fadiga iz jednog strima na drugi sa titlingom).

Ipak, broj ovih nivoa je ograničen, a većina VPS sistema ne dozvoljava dodavanje novih efekata. Paralelni, Software-only Video-effects Processing System (PSVP), koji radi na mreži radne stanice, je razvijen od Berkeley istraživačke grupe da obezbijedi sistem proširivih video efekata male cijene. PSVP prizvodi efekt, dekompozirajući ga u kolekciju procesa koji čitaju RTP pakete iz multicast sesije, obrađuju efekt i ponovo vraćaju RTP pakete nazad u multicast sesiju. Dc kreira i kontroliše efekt kroz servisnu infrastrukturu. Servisni efekti, učitavaju strim iz studijske sesije, ubacuju efekt i kreiraju novi "efekt strim". Efekt strimovi su uobičajeni izvori sve dok se Dc smatra kao kontrola za efekt. Efekti mogu biti kaskadirani tako što se izlaz jed-

nog efekta odvodi na ulaz drugog efekta servisa. Titling efekt je prikazan u Berkeley webcast MIG Seminaru na Slici 1. Dodavanje novog efekta u webcast zahtijeva samo da novi servis bude instalisan u infrastrukturu.

## 5. DIZAJN I IMPLEMENTACIJA

Dc i servisni procesi su implementirani kao Mash aplikacije. Mash je multimedija toolkit za razvoj distribuiranih collaboration aplikacija. Ona kreira bazne objekte neophodne za kreiranje multicast aplikacija ( npr. medija strim prijernici i predajnici, medija koderi...). Mash je softverski sistem podijeljene arhitekture. Operacije, odnosno rutine koje su osjetljive na performanse (npr. medija koding i dekodiranje, mrežno transmitovanje i primanje paketa...) su implementirane u C++. User interfejs abstrakcije i kod osjetljiv na performanse je implementiran u Tcl/Tk skripting jeziku. Mash također koristi Object Tcl (Otel= ekstenzija za objektno orjentisano programiranje). Dc i servisni programi vrlo intenzivno koriste sljedeće pakete napisane u Mash-u: Active Service Framework. AS framework kreira programabilni substrat na kome se gradi arbitrarni mrežni servis. Ovi servisi su smješteni u jedan ili više pool-ova u aktivnim servisnim čvorovima. Klijent aplikacije iniciraju servisne agente na jednom ili više čvorova. Framework osigurava toleranciju ako se pojavi greška i balansira opterećenja za klijente. *Replay proxy* i *special fx proxy* servisi koriste AS framework da instanciraju MARS i PSVP sistem servise, respektivno. SNAP je framework za multicast selektivne pouzdanosti. On omogućava hijerarhijsko davanje imena sistemu i scalable protokol za nazivanje, odnosno deklaraciju sesije.

SD servis koristi SNAP da pouzdano transportuje, odnosno dopremi poruke između klijenata, servisa i SD servera za servisnu arhitekturu. Dodatno, SNAP kreira kontejnere za poruke. Imena kontajnera su organizirana u prostor hijerarhijskih imena. Klijenti se konektuju na SNAP multicast i procedure za callback

registraciju sesije, kada se poruke transmituju prema containeru. Ova osobina podržava mehanizam filtriranja opšte namjene za slanje poruka u multicast sesiju.

Servisna arhitektura za webcasting koristi UPDATE, QUERY\_REQUEST i QUERY\_RESPONSE SNAP kontejnere za oglašavanje, odnosno najavljuvanje servisa, zahtjeve klijenata i SDC rezultate upita, respektivno. Interna arhitektura dc-a je prikazana na Slici 9. Mrežni agent prima pakete od video studijske sesije i demultipleksira ih i daje na upotrebu handleru za svaki strim.

Strim može biti prikazan u jednom ili više prozora i, ako se radi o broadcast setu, paketi se šalju u multicast sesiju za broadcast, odnosno emitiranje. Strim je uvijek prikazan u "thumbnailu", odnosno malom prozorčiću sporijeg refreširanja, tako da paketi moraju biti dekodirani i kreirani za thumbnail window. Ako je strim prikazan u jednom ili više video prozora, dekodirani paketi moraju biti prosljeđeni u dodatne dekodere i kreatora za svaki window i prilagodivače za svaki prozor. Paketi strimova selektiranih za emitiranje se dupliciraju prije nego što se prosljede dekodere. Duplicirani paketi se šalju u broadcast sesiju. Dc aplikacija sadržava aproksimativno 2800 linija koda, što uključuje 430 linija C++ i 2400 linija Tcl/Tk koda. C++ je korišten da duplicira paketske bafere za broadcast i pošalje ih u transmitter, odnosno odašiljač.

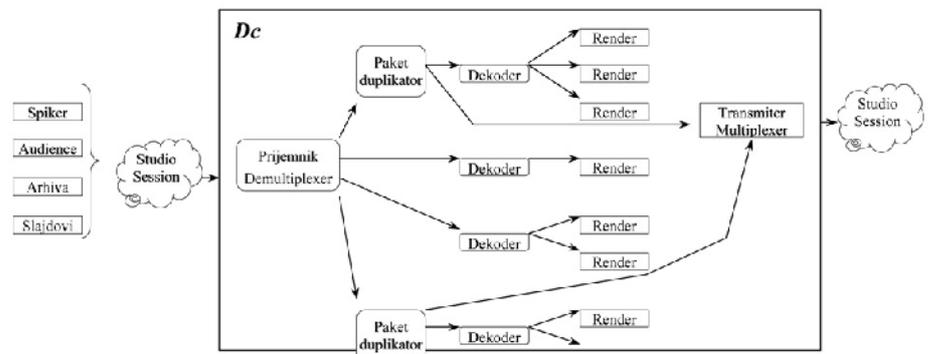
Dissekcija Tcl/Tk koda je prikazana u Tabeli 2.

Dužina koda ne uključuje naslijedene ili inherited objekte i kao posljedica toga može izgledati "uvrnuto" ili "izopačeno". Naprimjer, agent-broadcast objekt naslijeđuje transmissionu funkcionalnost od MASH video-agent objekta. Dakle, iako Dc ima samo 48 linija koda, video-agent uključuje preko 1000 linija koda. Servisi su implementirani samo sa Tcl/Tk kodom. Tabela 1. iznad pokazuje broj linija za svaki servis. Null servis posjeduje kod neophodan za svaki servis, odnosno kod koji trebaju svi servisi. On sadrži kod za interfejs sa SDS servisom i klijente, ali nema funkcionalnosti. Proxi

servisi djeluju kao intermedijatori između klijenata i backend servera, koji pojašnjavaju zašto replay proxy može biti napisan u samo 612 linija. Većina replay proxy servisa je u MARS backend procesu. Ovaj primjer pokazuje snagu Tcl/tk kao "gluc" jezika, prilagodljivog jezika za građenje interfejsa između vrlo različitih aplikacija.

## 6. DISKUSIJA I DALJE ISTRAŽIVANJE

Prototip Dc-u ima interfejs za daljinsku kontrolu u odnosu AMX - kontrolni sistem. Tako da je Berkeley MIG - Seminar broadcast inženjer mogao kontrolisati video izvore i rutiran na capture mašinu. Potreba za novim Dc-om, koji bi podržavao multipl strimove, zatim interfejs



Slika 9. Dc arhitektura

Servis	Linija	Funkcionalnost
Agent-broadcast	18	Network agent koji vrši transmisiju prema broadcast sesiji
Agent-studio	119	Network agent odgovoran za primanje paketa iz studijske sesije i demultipleksiranje paketa u pojedinačne data tokove
Application-dc	224	Aplikacijski objekat odgovoran za kreiranje i organizaciju drugih objekata u dc-u
Ui-dc	118	Glavni window objekat dc-a. Kreira panel objekte koji počivaju unutar njega.
Ui-dcbroadcast	212	Objekt odgovoran za broadcast panel
Ui-dcpreview	177	Objekt odgovoran za preview panel
Ui-dcthumbnail	475	Objekt odgovoran za thumbnail panel (novi servisi).
ui-dcthumbnailservice	284	Objekti za kontrolu servisa.
Ui-thumbnailvideo	89	Media-service objekti
Ui-dcvideo	248	Video-window objekat
dc-link	324	RMI mehanizam koji se koristi da šalje komande između dc-a i servisa.

Tabela 2. Lista dc koda sa brojem linija i funkcionalnošću

prema više servisa, vrlo je izražena tako da je dinamička proširivost je očito vidljiva.

Upravljanje, odnosno menadžment, je složeniji kako se broj servisa uvećava. Servisi specijalnih efekata mogu sami da se uduplaju, kao i broj ulaznih strimova i interfejs-kontrola. Cilj je da jedna osoba proizvede nekoliko webcastova istovremeno. Tako da je potreba za automatizacijom evidentna, jer automatizacija eliminiše potrebu da director vrši sofisticirane rutinske poslove. Npr., jedan zadatak, koji naročito oduzima vrijeme, je upravljanje kamerom. Kako se govornik, odnosno spiker, kreće na pozornici, kamera mora da se pomjeri da osigura da govornik bude korektno pozicioniran. Automatsko pozicioniranje kamere je dobro poznata tehnika za rješavanje ovog problema, koji bi trebao biti inkorporiran u webcast sistem. Drugi primjer je preklapanje strima. Tako uzmimo slučaj webcasta koji se sastoji od strima spikera i strima sadržaja. Ako neko iz publike postavi pitanje, strim sadržaj bi trebao biti prebačen na kameru publike. a kamera bi se trebala pomjeriti da prikaže osobu koja je postavila pitanje.

Barkeley studio soba ima tri audijence mikrofona i montirani su na plafon u lijevom dijelu sobe, u centru i desnoj strani sobe. Mikser dodaje izlaz sa mikrofona spikera u room audio i rutira ga u webcast audio strim. Kao posljedica ovoga, mikser može da identificira sa koje strane je došlo pitanje i potreban je mehanizam za "mikser" da signalizira webcast kontrolnom sistemu. Inteligentni kontrolni sistem, koji implementira naredbe specificirane od direktora, može automatski izvršiti komande prebacivanja, odnosno svičanja kamere i pozicije kamere u odgovarajuću površinu sobe, odnosno dio sobe. Ipak, širina kanala bi trebala biti uzeta od strima spikera i preusmjerena u kontent strim, kada se radi o prelazu sa slajdova na publiku. Konačno, automatizacija se može koristiti za bilježenje događaja za neku njihovu buduću analizu, npr. preklapanje strimova (switching), video upiti, sumarizacija. Automatizacija se zasniva na dva mehanizma:

- a) mogućnosti praćenja događaja proizvedenih od drugih procesa u webcastu;
- b) uvođenja komandi u rangu direktora.

Agent koji se bavi dodjeljivanjem potrebne širine kanala, npr. prati događaje preklapanja i odgovara komandama prema transkoderu da ili uveća, ili smanji bitsku brzinu. Trenutna Dc arhitektura ne može podržati ovakve agente jer ovi koriste "unicast" komunikacione kanale za servise. Tako komunikacija događaja i komandi između klijenata i servisa ne može biti monitorisana i/ili preusmjerena prema drugim participantima. Ipak, korištenje multicasta za komunikacioni kanal će ukloniti ovo ograničenje. Odgovarajuća logička dekompozicija događaja može biti kreirana korištenjem SNAP-kontejnera, tako da agenti za automatizaciju mogu pratiti samo one događaje za koje su zainteresirani. Agent za podešavanje širine kanala može čekati na događaj, kao "prebaci kontent strim na kameru publike", i odgovoriti komandama da reducira širinu kanala spikera i uveća širinu kanala za kontent strim. "Zlonamjerni servisi" mogu da blokiraju klijent aplikaciju jednostavnim slanjem exit komande. Tel/Tk kodni segment je teško korektno napisati. Jedan pristup da se riješe ovi problemi je da se implementira sistem za certifikaciju koji osigurava korektnost i povjerljivost koda. Drugi pristup je da se kreira opisni jezik, t.j. description jezik za korisnički interfejs.

Bolji način od slanja koda je transfer deskripcije korisničkog interfejsa za dati servis. Restrikcijom description jezika, klijenti limitiraju pristup servisima i tako se štite. Treći pristup je pokretanje koda u restriktiranoj površini sa ograničenim pristupom resursima. Treće područje u kome Dc može biti poboljšan je audio kontrola. Audio je izrazito zanemaren u tekućim Dc modelima. Ipak, mnogi dizajn principi, korišteni za video, mogu se također primijeniti i za audio. Audio uređaji mogu se posmatrati, kao servisi koji mogu biti komutirani u konjukciji sa ili nezavisno od video servisa. Audio efekti se mogu primijeniti isto kao i video efekti. Četvrto područje u kome dc može biti poboljšan je kontrola komercijalnog webcast emitovanja. Npr., MIG Seminar

je početak korištenjem Real Network-a, jer je unicast transport, korišten u komercijalnim sistemima, jednostavnije implementirati, nego multicast transport. Integriranje ovih tehnologija u Dc će omogućiti širu webcast audijencu. Osim toga, gledaoci će imati koristi od fleksibilnosti i raznovrsnosti dc-a. Synchronized Multimedia Interaction Language (SMIL), razvijen od strane Unije za World Wide Web, može biti korišten za gledanje webcasta. Peta oblast u kojoj webcast, proizveden Dc-om, može biti poboljšana je interaktivnost. Webcast slijedi televizijski model emitovanja, u kome nema interakcije sa audijencijom odnosno, korisnicima. Internet je ipak sposoban da omogućiti participaciju audijencije. Nigdje ta mogućnost nije važnija nego kod učenja na daljinu, gdje je studentova mogućnost da postavi pitanje tokom lekcije kritična. Mnogi mehanizmi za studentsku participaciju postoje (npr. Chat sesije, video konferenciranje, interaktivni response sistemi...), ali više istraživanja je neophodno da se odredi naj-model za integraciju sa live-webcastom. Dodatno moderacione tehnike se moraju razviti da bi riješile problem velikog broja participanata u igri. Uzmimo, naprimjer, da 200 ljudi simultano želi da postavi pitanje, ko će od njih imati kontrolu i na koji način će se izvesti ta moderacija.

Konačno, iskustva sugerišu da bi buduće studijske učionice trebale koristiti opremu direktno priključenu na Internet mrežu. Umjesto priključivanja kamera i mikrofona na matrične switchove i mixere i korištenja kontrolnih sistema, kao što je AMX, bolje rješenje će biti priključiti uređaje direktno na mrežu. Na taj način, switching i kontrola se jednostavnije implementira.

Također i kontrola produkcije će biti bolja ako su svi uređaji dostupni čitavo vrijeme, za razliku kada je dostupan samo podskup uređaja preko matričnog switcha. Ova sekcija opisuje srodne radove odnosno istraživanja na broadcast produkciji i kontroli. Nekoliko projekata je razvilo softverske interfejsne prema video produkcionom sistemu. NBC-ijev Genesis project vrši monitoring i kontrolu programskog strima (toka) sa softverskim sistemom napravljenim u Tcl/Tk. Rukovanje je implementirano slanjem komandi prema konvencionalnoj broadcast opremi. I DC i Genesis kontrolišu udaljene uređaje, ali oni rješavaju različite probleme.

Ipak, korisnički interfejs je bio previše kodiran u broadcast aplikaciju i nije bilo ni govora o modularnim servisima. Director's Console je webcast produkcioni uređaj, koji demonstrira efektivnost ovog modela. Dc je distribuirani klijent/server sistem organiziran pod webcast servisnom arhitekturom. Servisna arhitektura omogućava toleranciju greške i dinamičku adaptaciju na mijenjanje fizičke infrastrukture.

## ZAKLJUČAK

Fundamentalne razlike u infrastrukturi za webcast i tradicionalnu televiziju onemogućavaju korištenje televizijskog produkcionog modela za webcast, bez modifikacije. Ovdje je predložen produkcioni model koji ukazuje na ove razlike. Model se sastoji iz tri dijela: izvori, broadcast i prijenos. Već danas je Webcast realnost i konkurencija CaTV infrastrukturi u širenju tona i slike u prenosu informacija.

## LITERATURA

- [1] S. McCanne and V. Jacobson. A Flexible Framework for Packet Video, San Francisco, CA, 1995;
- [2] S. McCanne. Toward a Common Infrastructure for Multimedia Networking Middlewqare, 1997;
- [3] G. Millerson. The Technology of Television Production, 1991;
- [4] E. Amir, S. McCanne, and H. Zhang. An Application-level Video Gateway, 1995.
- [5] S. McCanne. Scalable multimedia communication with Internet multicast, light-weight sessions, and the mbone. IEEE Internet Computing, 1999;



BOSANSKOHERCEGOVAČKO UDRUŽENJE  
ZA TELEKOMUNIKACIJE  
SARAJEVO

## NOVOSTI

U izdanju BH TEL-a, dana 21. 10. 2003. godine u Tuzli je promovisano prvo izdanje knjige iz oblasti telekomunikacija, autora Emina Hatunića, dipl. el. ing. pod naslovom :

### ”Nova generacija telekomunikacionih usluga i mreža”

BH TEL je za svoje članove obezbijedilo popust od 20 %, ako se ODMAH uplati 80 KM, na račun udruženja broj: 161000031970047, koji je otvoren, kod Raiffeisen bank dd, Sarajevo.



**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.



**ENERGOINVEST**  
Inženjering za komunikacije

# 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

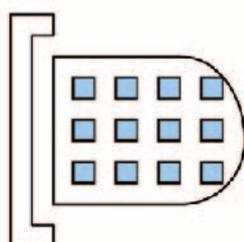
**telekomunikacije**  
**telecommunications**

**instalacije**  
**installations**

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

**energetski kablovi**  
**energetic cables**

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



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

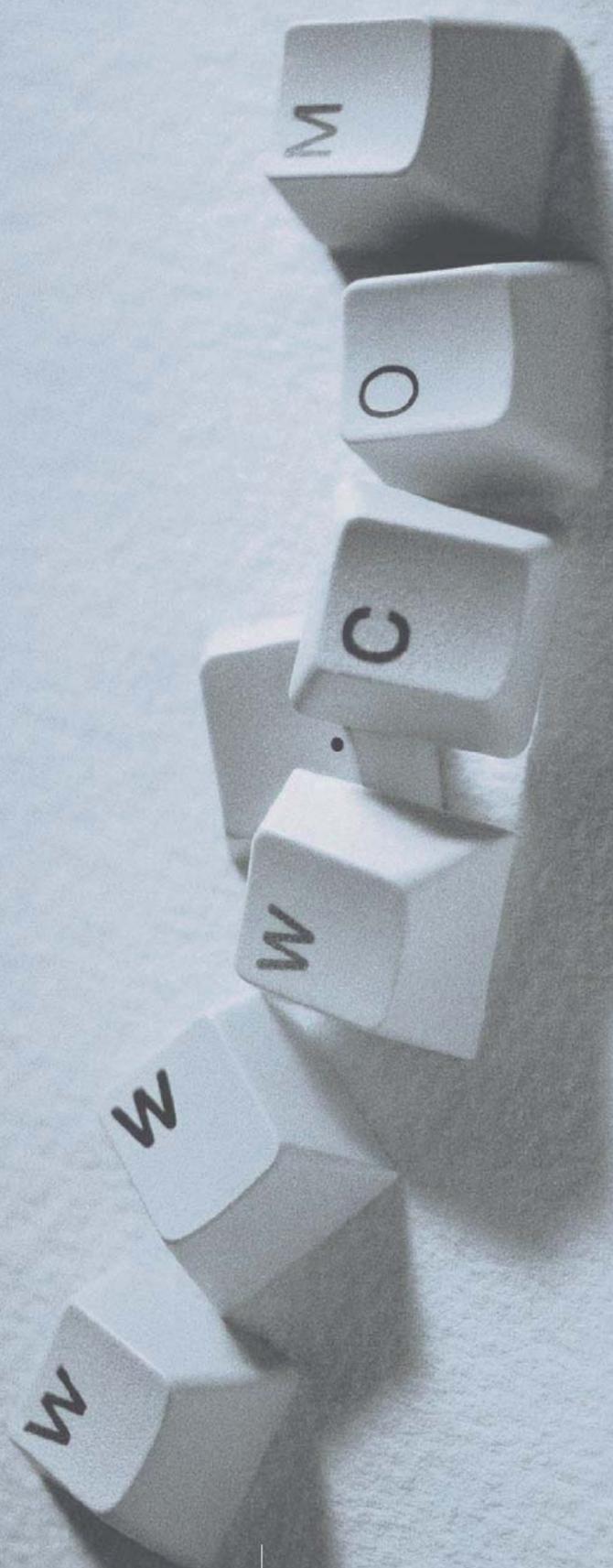
- prikaz broja koji Vas zove,
- preusmjeravanje dolaznih poziva,
- konferencijska veza,
- poziv bez biranja,
- buđenje...

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 !!!



bh telecom

bihnet  
www.bih.net.ba

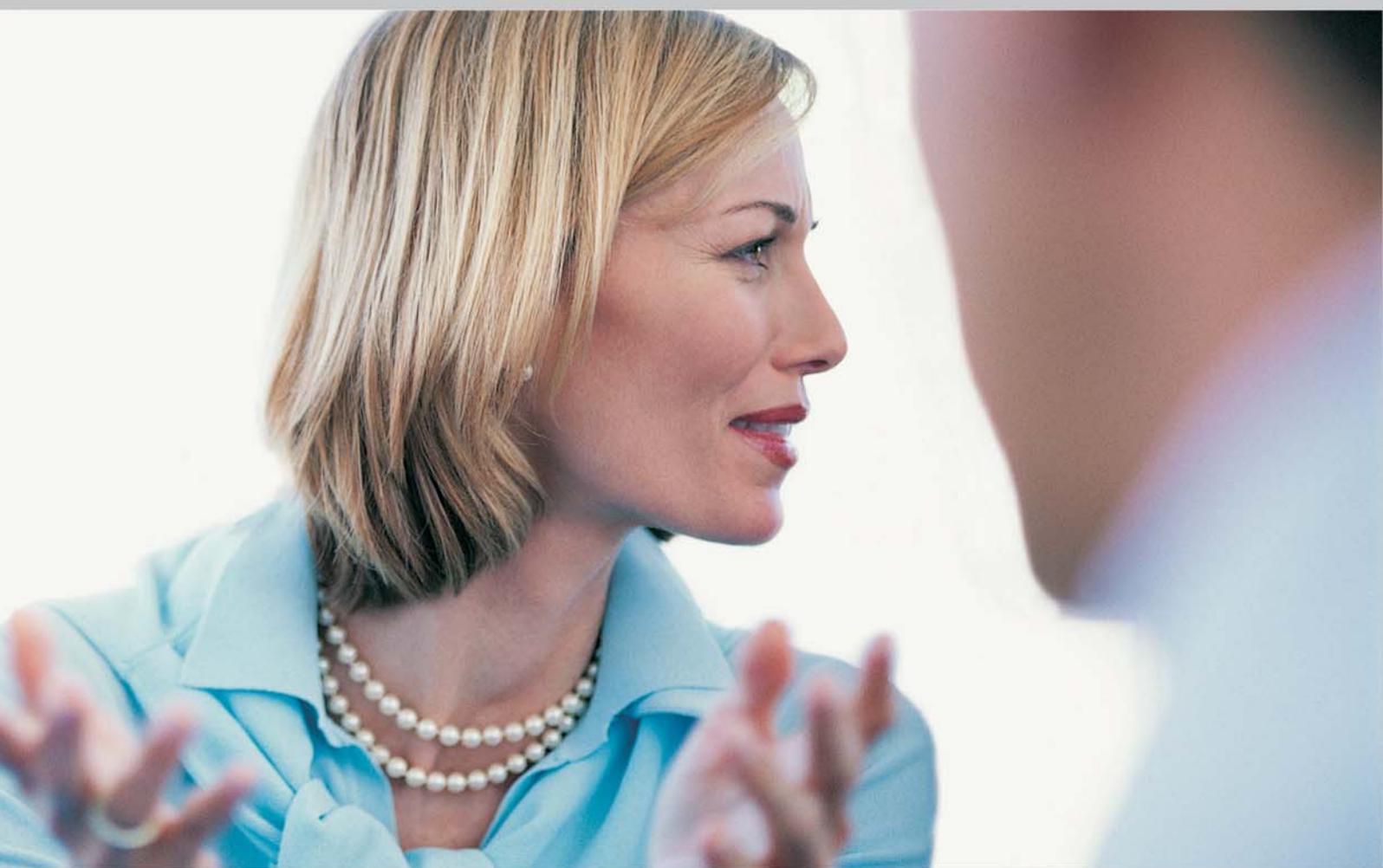
Sve što mi treba !



*Nova usluga za postpaid korisnike*

## **STANJE RAČUNA**

# ***Koliko smo potrošili?***



***Pošaljite SMS poruku RAC na broj 063 4994...  
...i saznat ćete!***

***www.eronet.ba***

**ERONET**  
Pokretne komunikacije d.o.o.