

REŠENJE INTEGRISANOG TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA ZA PRENOS GOVORA PODATAKA I SLIKE U BEOGRADSKOM ŽELEZNIČKOM ČVORU

SOLUTION OF INTEGRATED TELECOMMUNICATION SYSTEMS FOR VOICE DATA AND VIDEO IN BELGRADE RAILWAY JUNCTION

Damir Zaborski, JP Železnice Srbije
Dragan Ranković, JP Železnice Srbije
Ivana Vujović, JP Železnice Srbije
Dragana Likić, JP Železnice Srbije

Sadržaj-Postojeću telekomunikacionu infrastrukturu Železnica Srbije(ŽS) čine bakarni kablovi i analogni telekomunikacioni sistemi koji se uglavnom koriste za prenos govora. Mreža za prenos podataka - Intranet ŽS, pokriva celokupnu teritoriju preduzeća i koristi DSL modeme po železničkim bakarnim kablovima, iznajmljene kapacitete Telekom (ADSL, digitalni vodovi, ISDN BRI i PRI) i kapacitete provajdera kablovskog Interneta. Kapaciteti i pouzdanost ove mreže ne mogu da zadovolje savremene zahteve za komunikacijama velikog poslovnog sistema kakav je železnica. U prethodnom periodu je delimično izgrađena optička infrastruktura u BŽČ(Beogradski Železnički Čvor), tako da je u radu dat predlog rešenja integrisanog telekomunikacionog sistema (ITS), sa zadatkom da omogući integraciju i prenos govora, podataka i slike, kao i povezivanje sa ostatkom analogne telekomunikacione mreže preko zajedničke telekomunikacione infrastrukture. Ovo takođe treba da bude mogući scenario za implementaciju novih informaciono komunikacionih tehnologija na kompletnoj mreži JP „Železnica Srbije“.

Abstract-Existing telecommunication infrastructure of the Serbian Railways (SR) are copper cables and analog telecommunications systems that are mainly used for voice transmission . Data network - Intranet Railways, covering the entire territory of the company and use the DSL modems at railway copper cables, leased capacity of Telecom (ADSL, digital lines, ISDN BRI and PRI) and the capacity of cable Internet providers. Capacity and reliability of this network can not meet the requirements for communications modern large business systems such as railways. In the past the partially built optical infrastructure BRJ (Belgrade railway junction), so that the work is proposed solutions integrated telecommunication system (ITS), the task of integration and transmission of voice, data and video, as well as connecting with the rest of the analog telecommunications network over common network infrastructure. This should also be a possible scenario for the implementation of new information and communication technologies on the full network of PE "Serbian Railways".

UVOD

Uspešno poslovanje železnice kao velikog tehnološkog sistema u direktnoj je zavisnosti od pouzdanog i blagovremenog prenosa informacija. Pošto modernizacija železnice predstavlja dugotrajan proces, neophodno je voditi računa o tehničko-tehnološkom razvoju i usvajanju informaciono komunikacionih tehnologija. Trenutno raspoloživa informaciona tehnologija visokih preformansi omogućava da i najsloženiji procesi upravljanja i vođenja železnice budu obuhvaćeni i optimizovani, a standardni programi prevedeni u odgovarajuće komande za vođenje i regulisanje procesa. Ovo omogućava bolju produktivnost i optimizira sadašnje i buduće operativne procese, s ciljem da se povećava infrastrukturni kapacitet, kao i fleksibilnost operacija.

Uvođenje novih telekomunikacionih tehnologija za koje su karakteristične sve moguće kombinacije poluprovodničkih medija i softvera sigurno će u velikoj meri uticati da

telekomunikacije obezbede neophodne usluge i servise karakteristične za savremene železničke uprave.

Kako bi se povećala efikasnost poslovanja ŽS u savremenim uslovima, neophodno je korišćenje savremenih informacionih komunikacionih tehnologija i sistema, koji obezbeđuju pristup i razmenu poslovnih informacija sa bilo kog mesta u bilo kom trenutku. Osnovu za funkcionisanje savremenog poslovanja ŽS pruža ITS, koji treba da omogući sve neophodne servise i aplikacije.

POSTOJEĆE STANJE TELEKOMUNIKACIONIH MREŽA NA ŽS

Generalno gledano, telekomunikacione mreže kako u okviru nacionalnih železničkih uprava Evrope tako i na mreži ŽS se mogu svrstati u dve grupe:

- telekomunikacione mreže opšte namene
- telekomunikacione mreže posebne namene.

Telekomunikacione mreže opšte namene

Zadatak komunikacione mreže opšte namene je da omoguće komunikacione usluge za potrebe racionalnog funkcionisanja i koordinacije železničkih službi i administrativnih jedinica na svim nivoima.

Telekomunikacionu mrežu opšte namene čine:

- ŽAT-c mreža,
- ŽAT-g mreža
- stanični komunikacioni uređaji
- intranet ŽS

Železnička automatska telefonska (ŽAT) mreža predstavlja funkcionalnu celinu i hijerarhijskog je tipa, koristi otvoren sistem numeracije i modifikovanu D1 signalizaciju. U ŽAT mreži se koriste većim delom elektromehanički, poluelektronski a u mnogo manjem obimu digitalni tipovi centrala.

Železnička automatska telegrafika mreža (ŽAT-g) je takođe hijerarhijskog tipa sa otvorenim sistemom numeracije korisničkog uređaja. Brzina prenosa u ŽAT-g mreži iznosi 50 Bd, a koristi se međunarodni alfabet No 2. U ŽAT-g mreži se koriste elektromehanički tipovi centrala.

Stanični komunikacioni uređaji obuhvataju nekoliko sistema karakterističnih za informisanje putnika u železničkim stanicama kao što su: sistem za ozvučenje, vizuelno-informacioni sistem i satni sistem.

Pristup aplikacijama i servisima koje se koriste u ŽS je omogućen izgradnjom intraneta ŽS. Preko njega su na data centar koji se nalazi u Beogradu povezane sve autentifikovane radne stanice na teritorije ŽS. Intranet ŽS čine LAN i MAN svih značajnih železničkih čvorova. Izgrađen je 2005. godine savremenom modularnom komunikacionom opremom (L2 i L3 upravljivi svičevi, ruteri, ruter – modemi i dr.) sa veoma pouzdanom DSL opremom koja je omogućila kapacitete linkova od 2,3 Mbps između gradova po bakarnim kablovima ŽS. Za redudansu su korišćeni digitalni vodovi, PRI i BRI priključci od provajdera komunikacionih usluga kao i kablovski i ADSL internet linkovi od ISP, za VPN 'site to site' pristup.

Telekomunikacione mreže posebne namene

Mreže posebne namene omogućavaju operativno vođenje železničkog saobraćaja, prenos signala za signalno-sigurnosna postrojenja, za potrebe stabilnih postrojenja električne vuče (SPEV), kao i ostalih informacija koje služe za neposredno obezbeđenje postrojenja i instalacija.

Mreže posebne namene obuhvataju:

- železnički pružni telefonski sistem,
- radio dispečerski sistem i
- sistem lokalnih radio mreža.

Sistem prenosa u komunikacionim mrežama

Na magistralnim prugama ŽS koristi se 300-kanalni VF sistemi prenosa, na sporednim pravcima u eksploataciji su 12-to kanalnim VF sistemi. Ovi sistemi izvedeni su u analognoj tehnici i kao medijum prenosa koriste bakarne kablove.

U beogradskom železničkom čvoru (poslovna zgrada u Nemanjinoj 6 - Beograd Putnička - Beograd Centar) i na deonici Beograd Centar - Pančevo Glavna, gde je položen optički kabl, u eksploataciji je SDH sistem prenosa na STM-1 nivou.

Ocena stanja TK mreže

Sagledavajući sve činjenice napred iznesene možemo konstatovati da je u ovom momentu železnička komunikaciona mreža tehnički i tehnološki zastarela, počev od analognih sistema prenosa, bakarnih kablova ograničene propusne moći pa do mreža opšte i posebne namene izgrađenih u relejnjoj tehnici koje su u eksploataciji više od 30 godina. Takođe, ne treba zaboraviti i da je zbog nemogućnosti nabavke rezervnih delova održavanje ovih uređaja veoma problematično.

Imajući u vidu ove konstatacije evidentno je da kvalitet i pouzdanost železničke komunikacione mreže nije u skladu sa novim složenim zahtevima koji su karakteristični za savremene železničke uprave.

PREDLOG REŠENJA INTEGRISANOG TELEKOMUNIKACIONOG SISTEMA NA ŽS

Kako bi se povećala efikasnost poslovanja ŽS u savremenim uslovima, neophodno je korišćenje savremenih informaciono komunikacionih tehnologija, koji obezbeđuju pristup i razmenu poslovnih informacija sa bilo kog mesta u bilo kom trenutku. Osnovu za funkcionisanje ovog sistema pruža integrisani komunikacioni sistem koji bi povezao sve lokacije poslovnog sistema železnice i pružio im sve neophodne servise i aplikacije.

ITS Železnica Srbije treba da bude sistem koji nudi:

- govorne servise
- servise prenosa podataka
- servise za prenos multimedije i
- servise upravljanja železničkim saobraćajem.

Zadatak ovog sistema je da stavi na raspolaganje sve pomenute servise, da po potrebi omogući prelaze između servisa i da što u većoj meri pruži korišćenje zajedničkih resursa.

Na osnovu iskazanih potreba definisana je organizacija železničke komunikacione mreže. ITS bi trebalo da se izgradi na principima prenosa novih generacija koji omogućavaju integraciju svih postojećih tehnologija u prenosu podataka.

Mreža nove generacije mora imati kompletnu podršku za prenos podataka, glasa i multimedije (3-Play) uz mogućnost proširenja svih servisa i na mobilne korisnike (4-Play). Takođe mreža mora biti otvorena za prenos različitih protokola, uključujući i nadgledanje i upravljanje mrežom.

Mreže sledeće generacije, *NGN (Next Generation Networks)*, zapravo predstavljaju konvergentne mreže koje omogućavaju, ne samo prenos podataka nego i prenos govora, a u konačnoj fazi i prenos multimedije. Danas je *Backbone* mreža *NGN*-a uglavnom bazirana na mreži za prenos podataka sa *IP* protokolom. Predloženo rešenje za izgradnju *Backbone* mreže ŽS je mreža bazirana na *MPLS (Multi Protocol Label Switching)* protokolu.

Kao što je poznato *MPLS* je protokol za prenos podataka koji objedinjuje dobre osobine protokola sa virtuelnim kolom (obebeđenje kvaliteta servisa) i protokola sa datagram komutacijom (dinamičko rutiranje). Kao takav, *MPLS* predstavlja nadogradnju na već postojeće tehnologije kao što su *ATM* i *IP*. *MPLS* obebeđuje njihovu jednostavnu integraciju u okviru mreže.

Sveobuhvatno gledano mreža realizovana na modelu *MPLS*-a daje široki spektar mogućnosti i usluga kao što su:

VPN L3 servis koji predstavlja virtuelnu privatnu mrežu koja omogućava spajanje udaljenih lokacija putem *MPLS* mreže korišćenjem protokola na L3 nivou. Kod ove usluge omogućava se spajanje korisnika tipa "svaki sa svakim". Korisnik ove usluge dobija sigurnost, kvalitet servisa i izolovanost kao kod privatne mreže.

VPN L2 servis predstavlja virtuelnu privatnu mrežu koja omogućava spajanje udaljenih lokacija korišćenjem *MPLS* mreže korišćenjem protokola na L2 nivou. Ova usluga omogućava spajanje tipa "tačka-tačka" kao i "tačka-više tačaka". Kao i kod VPN L3 servisa takođe se korisniku nudi kvalitet servisa, izolovanost i sigurnost.

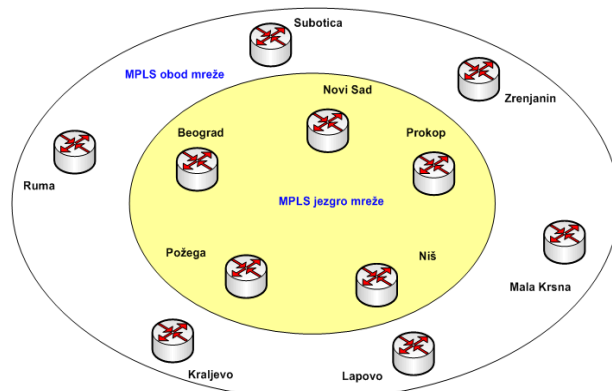
Internet pristup iz VPN-a, ova usluga korisnicima omogućava pristup internetu iz VPN-a. Da bi korisnik mogao da traži ovaj tip usluge pre toga mora da ima jedan od predhodno navedena dva VPN servisa. Korisniku se moraju obezbediti sigurnosni mehanizmi za zaštitu njegove privatne mreže od neželjenog saobraćaja sa Internetom.

Multicast u VPN-u, korisnik ovom uslugom dobija mogućnost da svim svojim klijentima unutar VPN-a može da šalje multicast saobraćaj.

Inter AS, ova usluga omogućava korisniku spajanje sa drugim autonomnim sistemima preko *MPLS* mreže na bazi standardnog BGP rutinog protokola.

Bandwidth on demand, ovim servisom korisnik može da *on-line* zahteva proširenje potrebnog propusnog opsega za servis koji koristi.

Na slici 1. dat je prikaz organizacije *MPLS* mreže ŽS u kojoj je definisano pet centralnih čvorova u jezgru: Beograd Nemanjina 6, Beograd Prokop, Novi Sad, Požega i Niš. Predviđeno je da ovi čvorovi budu povezani *FastEthernet* (FE) i *GigabitEthernet* (GE) linkovima.

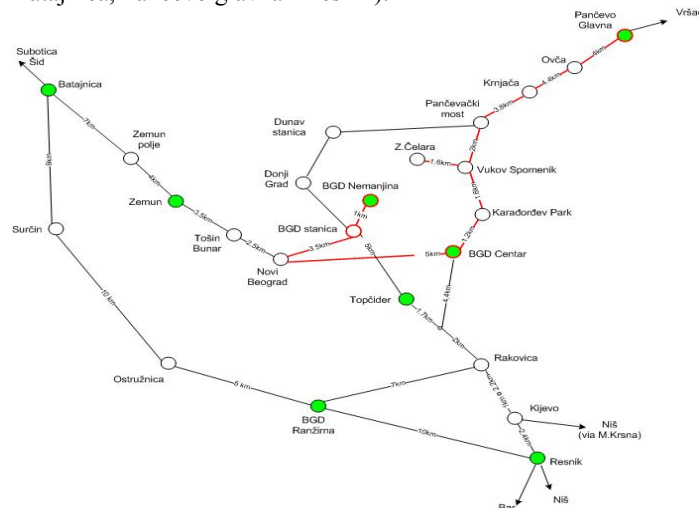


Slika 1. Arhitektura *MPLS* jezgra mreže ŽS

Granični ruteri u *MPLS* mreži su definisani u gradovima Subotica, Ruma, Zrenjanin, Lapovo, Mala Krsna i Kraljevo. Na njih je neophodno povezati pristupne rutere iz okruženja. Granični ruteri treba da imaju direktne linkove ka dva centralna rutera (u jezgru *MPLS* mreže).

Predlog rešenja ITS u Beogradskom železničkom čvoru

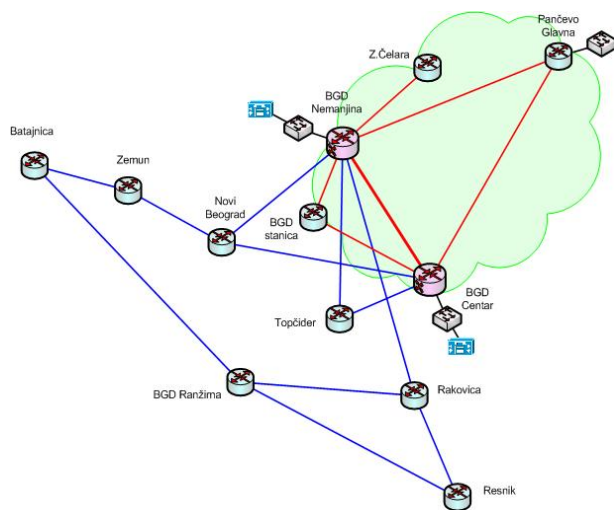
Predlog rešenja ITS u beogradskom železničkom čvoru, slika 2., zasnovan je na postojećoj optičkoj infrastrukturi (Beograd Nemanjina – Beograd stanica - Beograd Centar – Pančevo) koja omogućava početak realizacije železničke mreže nove generacije, zasnovane na *MPLS* tehnologiji koja pruža servise: *IP* telefonije, video nadzora, sigurnog internet i udaljenog kooperativnog pristupa i *extranet* konektivnosti. Pored toga u ovo rešenje će se uključiti deo intraneta ŽS po bakarnoj infrastrukturi i komutacione mreže u BŽČ (trougao Batajnica, Pančevo glavna i Resnik).



Slika 2. Beogradski železnički čvor

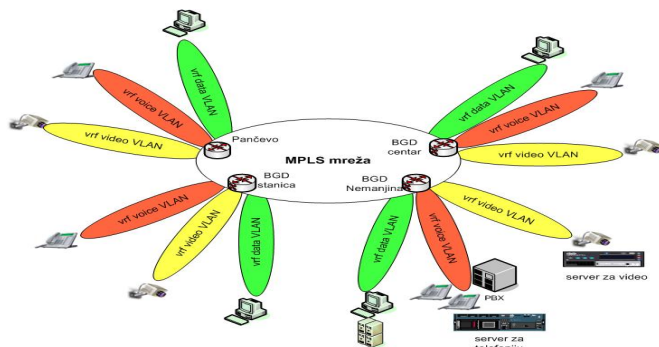
Jezgro predložene mreže sastojaće se od dva *core* rutera (Beograd Nemanjina i Beograd Centar) koji će biti povezani direktno preko optičkih vlakana linkovima od 10 GE. Širenjem optičke infrastrukture na teritoriji ŽS biće dodati ostali *core* ruteri u komunikacionim čvorovima: Novi Sad, Požega i Niš.

Pristupni deo mreže BŽČ obuhvata deset lokacija na kojima će biti instalirani pristupni ruteri, i to: Nemanjina, Beograd Centar (Prokop), Beograd glavna železnička stanica, Pančevo, Resnik, Topčider, Beograd Ranžirna, Zdravka Čelara, Batajnica i Zemun. U predloženom rešenju *core* ruteri imaju ulogu i graničnih rutera. Na slici 3 je prikazan predlog rešenja ITS u BŽČ.



Slika 3. Predlog rešenja ITS-a u BŽČ

Ovako dizajnirana mreža je u potpunosti pripremljena za prihvatanje telefonskog servisa, servisa za prenos podataka, video signala, Interneta, različitih informacionih servisa, udaljenog nadzora i dr. (Slika 4)



Slika 4. Servisi u ITS ŽS

Servisi za prenos podataka

MPLS mreža ne ukida postojeću računarsku mrežu već mogu da egzistiraju istovremeno, tako da je moguće izvršiti migraciju postojećeg intraneta ŽS bez prestanka rada svih servisa i aplikacija.

Postojeći intranet ŽS je imao ograničenje u vidu spojnih puteva tako da u sebi sadrži module koji podržavaju DSL komunikaciju. Deo takve mreže bi i dalje ostao u eksploataciji a sa druge strane bi postojeće pristupne rutere povezali na MPLS

mrežu tj. na njene granične rutere sa već postojećim GE i FE portovima. Gde god je to izvodljivo priključenje pristupnih rutera potrebno je izvesti optičkim modulima.

Za samu migraciju moramo odrediti servise koje želimo da integrišemo u MPLS mrežu, a koji treba da se prate potrebe korisnika JP „Železnica Srbije“. Svaka organizaciona jedinica (Sektor), delovi Sektora koji traže dodatnu izolovanost (putničke blagajne, robne blagajne, operatika....), novi servisi koji se uvode: video nadzor, IP telefonija, obaveštavanje putnika, informacione table i satni sistem kao i neke druge celine u Preduzeću, potrebno je da imaju zatvoren sistem unutrašnje komunikacije. Sve lokacije koje čine sastavni deo jedne celine i funkcionalnosti su povezane u jedan *VPN*, pa mogu međusobno komunicirati i razmenjivati podatke bez ograničenja.

Komunikacija između ovako definisanih *VPN*-ova, to jest različitih korisnika intraneta JP „Železnice Srbije“, će biti moguća samo na osnovu definisanih zahteva. Zbog redudanse pristup Internetu će se obavljati preko dve lokacije u Beogradu: Nemanjina i Prokop,

Telefonski servis

Telefonski servis će biti jedan od značajnih servisa u mreži. Mreža treba da obezbedi pouzdanu i kvalitetnu komunikaciju između korisnika, kako onih u okviru same mreže Železnica Srbije, tako i sa korisnicima van nje. U mreži već postoje brojne elektromehaničke telefonske centrale koje se trenutno koriste za komunikaciju, a nova mreža treba da omogući postepeni prelazak na *IP* telefoniju.

Plan je da postojeće telefonske centrale u BŽČ (Nemanjina, Beograd Centar (Prokop), Pančevo, Resnik, Topčider, Beograd Ranžirna, Batajnica i Zemun) zameni centralna jedinica za procesiranje poziva (*CPS Call Processing System*) koja će biti instalirana u Nemanjinoj. Zbog svog značaja i potrebe za pouzdanošću centralni *CPS* će biti udvojen i njegov *backup* će se nalaziti u Beogradu Centru.

U pristupnom delu mreže je pored rutera potrebno postaviti *voice gateway* koji će omogućiti lokalno procesiranje poziva u slučaju otkaza linka ka sistemu za centralno procesiranje poziva.

Takođe, veoma važan zahtev je da se omogući jednostavna integracija dodatnih aplikativnih rešenja koja će omogućiti implementaciju naprednih telefonskih servisa.

Aplikativno rešenje sistema za procesiranje poziva mora da omogući laku proširivost sistema, do 5.000 korisnika, bez promene ili dodavanja hardverskih komponenti, uz minimalna ulaganja i smanjenje troškova održavanja.

Primena sistema za procesiranje poziva omogućava formiranje distribuiranog telefonskog sistema u kome će bitne funkcionalnosti sistema biti raspodeljene na više hardverskih komponenti, što će povećati otpornost sistema na otkaze.

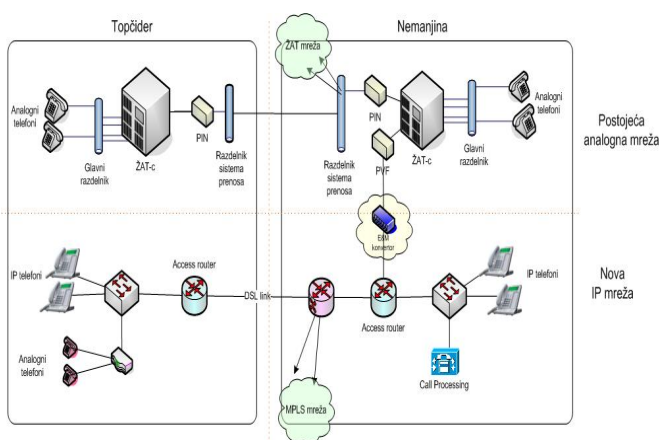
Zahtevana pouzdanost sistema treba da bude realizovana na više hardverskih nivoa:

- Geografska redundansa – CPS mora biti simetrično smešten na dve lokacije: Nemanjina i Beograd Centar;
- Lokalna redundansa na izdvojenim lokacijama – mora postojati na lokacijama Beograd Ranžirna, Topčider, Resnik, Batajnica, Pančevo, Zemun, Beograd Glavna stanica i Zdravka Čelara i omogućiti nesmetani rad lokalnih IP telefonskih aparata u situacijama kada nije moguće ostvariti vezu ka CPS na dve glavne lokacije.

Relaciona baza podataka korisnika mora biti zbog brzine pristupa distribuirana na sve servere koji sačinjavaju CPS, i istovremeno mora biti zbog osetljivosti podataka *backup*-ovana na najmanje jednoj hardverskoj platformi nezavisnoj od procesiranja poziva.

Kako je postojeća železnička telefonska mreža (ŽAT) zasnovana uglavnom na analognim uređajima, to se kod uvođenja IP telefonije postavlja pitanje koegzistencije na duže vreme ova dva sistema.

U procesu migracije sa analogne na IP telefoniju neophodno je izvršiti povezivanje stare i nove telefonske mreže. Najvažnije je da svaki korisnik bilo da se nalazi u staroj ili novoj telefonskoj mreži bude uvek dostupan svakom drugom korisniku. Granica između ove dve mreže mora biti neprimetna odnosno korisnici ne smeju primetiti prelazak iz jedne u drugu mrežu. Veza između novog, IP komutacionog rešenja i postojeće analoge „KrossBar“ centrale u BŽČ (slika 5) treba biti ostvaren u glavnom telekomunikacionom čvorištu na lokaciji Beograd Nemanjina i predstavljaće vezu između starog i novog komutacionog sistema do potpune digitalizacije ITS ŽS. Za nesmetani saobraćaj starog i novog telekomunikacionog sistema potrebno je obezbediti E&M prenosnike tipa V5 D1, sa specifičnom ŽAT signalizacijom (neophodni su pretvarači signalizacije i numeracije). Razlog zašto je izabrana lokacija Nemanjina leži u činjenici da je Nemanjina glavna i tranzitna ŽAT centrala u hijerarhijskoj organizaciji i što će se tu postaviti novi centralni sistem procesiranja poziva.



Slika 5. Veza između analognih centrala i IP telefonije

Veza između novog telekomunikacionog sistema i javne telefonske mreže će biti ostvarena u glavnom telekomunikacionom čvorištu na lokaciji Beograd Nemanjina. Veza će biti realizovana u vidu dve E1-PRI tačke (60 govornih kanala) prema fiksnoj telefoniji „Telekoma Srbije“ i jednom E1-PRI tačkom (30 govornih kanala) prema mobilnoj telefoniji „Biz link MTS“.

Numeracija lokalnih priključaka novog telekomunikacionog sistema mora biti usaglašena sa sledećim železničkim standardima : UIC E753x1 TT i E753x2 TT, zbog povezivanja telekomunikacione mreže ŽAT-a sa železnicama zemalja u okruženju.

Servisi za prenos multimedije

Multimedijalni servisi će koristiti istu platformu koja je namenjena za servise prenosa podataka. Kao i svi drugi servisi koji čine jednu funkcionalnu celinu i servisi multimedije će biti povezani u jedan ili više L3 VPN-ova. U zavisnosti od funkcionalnih zahteva nadzor nad ovim servisima je moguć iz bilo kog dela ITS-a.

Pored gore navedenih servisa u MPLS mrežu je planirana integracija i specifičnih železničkih servisa kao što su: vizuelno obaveštavanje putnika, audio obaveštavanje, satni sistem, kontrola pristupa i dr.

Telekomunikacione mreže posebne namene i servisi upravljanja železničkim saobraćajem u ovom momentu neće biti integrisane u ITS.

Zaključak

Izgradnjom optičke infrastrukture u Beogradskom železničkom čvoru stekli su se uslovi da ŽS otpočnu digitalizaciju svoje telekomunikacione mreže. Neminovno je da ovaj proces teče postepeno pa će u početnoj fazi egzistirati obe telekomunikacione mreže (analogna i digitalna). NGN mreža će biti građena na MPLS platformi i obezbeđivaće kompletnu podršku za prenos govora, podataka i multimedije. U predloženom rešenju ITS omogućava integraciju svih pomenutih servisa neophodnih za funkcionisanje ŽS i u prelaznom periodu vezu između postojeće i nove mreže. Smatramo da predloženo rešenje ITS u BŽČ predstavlja mogući scenario po kome će se integrisani telekomunikacioni sistem implementirati na celoj mreži Železnica Srbije.

Literatura

- [1] SI CIP; *Generalni projekat integrisanog telekomunikacionog sistema ŽS*, Beograd 2007.
- [2] D. Zaborski; Magistarski rad, *Savremeno rešenje računarsko-telekomunikacione mreže Železnica Srbije sa proračunom kapaciteta mreže za prenos govora i podataka*, Beograd 2005.
- [3] P.S. Telefonija a.d.; *Idejno rešenje za core deo mreže Železnice Srbije*, Beograd 2009.