



Biserka Đurović



Jasna Cigrovski

Razvoj u području transmisije i transporta

Biserka Đurović, Jasna Cigrovski

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

Zlatko Vojnić, suradnik

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

Ključne riječi

Transmisija
Analogna mreža
PDH tehnologija
SDH tehnologija
DWDM tehnologija
Multiplekseri
Linajska oprema
Mikrovalni uređaji
Svjetlovodni kabel
Digitalna mreža

Key words:

Transmission
Analogue Network
PDH Technology
SDH Technology
DWDM Technology
Multiplexers
Line Equipment
Microwave Devices
Optical Cord
Digital Network

Sažetak

U zadnjih tridesetak godina Ericsson Nikola Tesla svojim kupcima, pored komutacijskih čvorova, nudi i transmisijski dio telekomunikacijske mreže. U tom periodu mijenjali su se prijenosni mediji, razvijale tehnologije, postavljali su se sve složeniji zahtjevi, a stručnjaci kompanije su uvijek u kretanju specifičnih rješenja za kupce primjenjivali najnovije znanstvene spoznaje.

Članak daje kronološki pregled najznačajnijih i najzanimljivijih aktivnosti i realiziranih projekata Ericssona Nikole Tesle u području transmisije i transporta.

DEVELOPMENT OF NETWORK TRANSMISSION AND TRANSPORT

Abstract

Over past thirty years Ericsson Nikola Tesla has offered to its customers, along with the switching nodes, the transmission part of the network. The transport media have during this period of time been changed, new technologies have been developed, increasingly complex requirements have appeared and company's experts have always applied the latest scientific knowledge in the creation of the specific customer solutions.

The article gives the chronological overview of the most important and most interesting activities and projects realized by Ericsson Nikola Tesla within the field of transmission and transport.

1. Uvod

Već sredinom sedamdesetih godina prošloga stoljeća bilo je jasno da samo proizvođač koji može kupcu ponuditi cjelovito rješenje u telekomunikacijskoj mreži ima izgleda da bude uspješan. Tadašnja kompanija Nikola Tesla bila je poznati proizvođač komutacijskih čvorova u telekomunikacijskoj mreži, ali u proizvodnom programu nedostajali su uređaji za transmisiju.

Dio tvornice RIZ koji se bavio proizvodnjom, projektiranjem, ispitivanjem i montažom transmisijskih uređaja, tada pod nazivom VF/RR (visokofrekventni i radio relejni) uređaji pripojen je Nikoli Tesli. Proizvodnja, marketing i tehnička rješenja iz toga područja bazirala su se na proizvodnom programu talijanske firme Telettra (danas dio korporacije Alcatel).

Kanalske jedinice, napajanje, mehanika i kompletno ožičenje rađeni su u pogonima Nikole Tesle, a zajedničke jedinice nabavljale su se izravno od Telettre. Uređaji su nakon proizvodnje prošli kroz različite faze ispitivanja, a na kraju su ispitani u tadašnjem Uredu finalne funkcionalne kontrole, a simuliranjem kompletnih veza provedena je primopredaja kupcu. Rezultati toga ispitivanja verificirani su pred tehničkom komisijom koju su kupci slali u tvornicu upravo radi preuzimanja opreme.

U kompaniji je djelovao stručni tim koji se bavio pripremom i izradom ispitnih propisa i posebnih raznovrsnih naprava za ispitivanje, od robota za ispitivanje ožičenja, pa do kompleksnih ispitivanja koja su uključivala tada najmoderniji i vrlo složen instrumentarij.

2. Razvoj

Počeci razvoja u području transmisije i transporta u Nikoli Tesli vezani su uz proizvodnju analognih sustava za rad po žičanim zračnim vodovima i simetričnim bakrenim kabelima, kapaciteta 10-12 telefonskih kanala. Bili su to uređaji pod nazivom TD2-N, PST 12 -K, PST 12-L.

U tom početnom periodu baziranom na analognoj tehnologiji sklopljeni su i vrlo značajni poslovi. Jedan od njih bio je posao ugovoren s PTT Osijek za veliki broj 10-kanalnih uređaja za rad po žičanim zračnim vodovima koji su korišteni za povezivanje svih manjih mjesta u Slavoniji. Posebno značajan posao ugovoren je s PTT Priština. Nikola Tesla tada je u svim mjestima na Kosovu gdje je postojala komutacija isporučio, montirao i ispitao multipleksnu opremu.

Istodobno s razvojem analognih sustava radilo se i na razvoju i usvajanju PCM tehnologije i digitalnih sustava (PCM 24 i PCM 30).

Vrlo značajno je bilo i usvajanje proizvodnje mikrovalnog radio relejnog uređaja u frekvencijskom opse-

gu 8 GHz (RP 8/30), koji je bio namijenjen prijenosu PCM signala, kapaciteta 30 govornih kanala.

Najzahtjevniji dio bila je proizvodnja mikrovalnih dijelova, oscilatora, filtera i sl. Tu se je, naime, zahtijevala vrhunska preciznost izrade koja je tada graničila s tehnološkim mogućnostima nadaleko poznate alatnice u proizvodnim pogonima Nikole Tesle.

Uz proizvodnju i prve ugovore vezane uz mikrovalne radio relejne (mikrovalne RR) uređaje formirana je posebna ekipa stručnjaka za montiranje i implementaciju ovih uređaja. To je bila potpuno nova aktivnost, jer je zahtijevala i posebno osposobljene ljude za rad na otvorenom u raznim meteorološkim uvjetima i na velikim visinama (tornjevi, visoke zgrade).

Pored navedenih aktivnosti potrebno je naglasiti da je Nikola Tesla svojim kupcima osiguravao i kompletna tehnička rješenja te idejne i izvedbene projekte. Realizacija južne trase (Zagreb-Rijeka i Zagreb-Split) magistralne RR veze Elektroprivrede Hrvatske zaslužuje da se ovdje posebno istakne. Te RR veze su realizirane korištenjem zajedničkih relejnih stanica s radio-televizijom, a korišteni su uređaji kapaciteta 120/300 kanala u frekventnom opsegu 7 GHz i kapaciteta 960 kanala u opsegu 6 GHz. Budući da se rješenje baziralo na maksimalnom korištenju postojeće opreme, trebalo je posebno izraditi i montirati veliki broj valovodnih komponenti i adaptera.

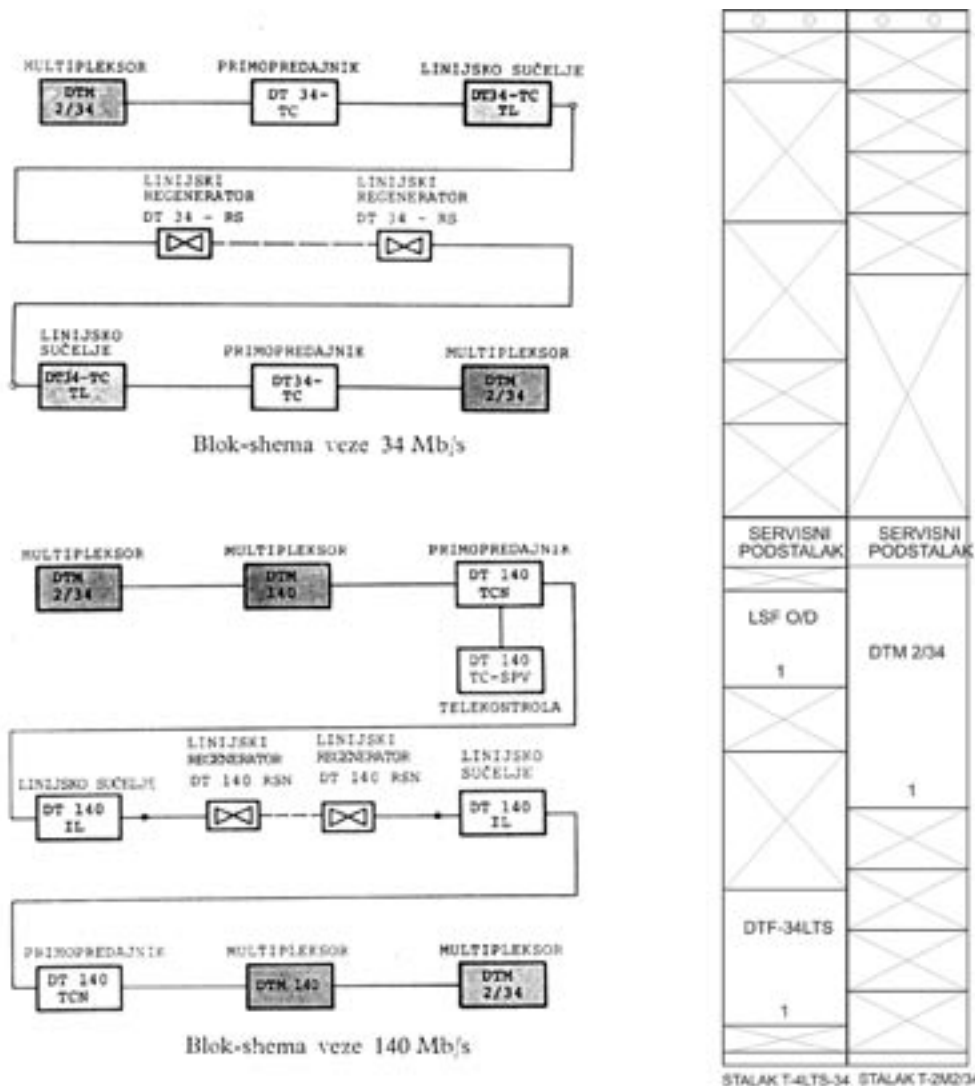
Sa svojim tehničkim rješenjima, isporukom i implementacijom opreme Nikola Tesla bio je prisutan i na svim važnijim događanjima u zemlji, a ovdje ističemo zimske Olimpijske igre u Sarajevu, 1984. i Univerzijadu u Zagrebu, 1987.

Za potrebe Olimpijskih igara kreirano je rješenje, a osmišljeni su i izvedbeni projekti cijele mreže realizirane RR uređajima. Ovdje je posebno bila interesantna optimizacija cijele mreže jer se rješenje baziralo na maksimalnom iskorištenju postojeće opreme.

Pripreme za Univerzijadu, kada je o komunikacijama, preciznije, o transmisiji riječ, otvorile su jedan od najvažnijih kompanijinih projekata u tom razdoblju koji se odnosio na cjelovitu digitalizaciju mjesne telekomunikacijske mreže u Zagrebu. Iako je uvođenje digitalnih transmisijskih sustava počelo još 1981. s prvom digitalnom komutacijom AXE 10 na lokaciji Vrapče i iako je srednjoročnim planom razvoja PTT-a bila planirana digitalizacija na razini cijele zemlje, tek su pripreme za Univerzijadu ubrzale realizaciju digitalne transmisijske mjesne mreže u Zagrebu. Digitalizacija spojnih vodova pratila je proširenje postojećih i puštanje u eksploataciju novih AXE centrala s udaljenim pretplatničkim stupnjevima, uz korištenje transmisijskih uređaja kapaciteta od 2MB/s do 140 MB/s.

Shematski prikazi realizacije tipične veze i opreme dati su na Slici 1.

Nakon mjesne mreže uslijedila su daljnja proširenja



Slika 1. Prikaz realizacije tipične veze, uz korištenje transmisijskih uređaja

kapaciteta u mrežnoj grupi Zagreba, a postupno i na magistralnoj razini.

Ericsson Nikola Tesla djeluje i na inozemnim tržištima, a među prvim izvoznim poslovima bili su i projekti realizirani u zemljama bivšega Sovjetskoga Saveza.

Jedan od najznačajnijih projekata u to vrijeme je bilo rješenje, isporuka i implementacija opreme za realizaciju mjesne mreže u glavnom gradu Gruzije. Ta mreža realizirana je sa stotinama 2Mb/s linijskih terminala za rad po simetričnim bakrenim paricama i velikim brojem podzemnih regeneratora.

Osamdesetih godina prošloga stoljeća među najznačajnijim kompanijnim razvojnim projektima bio je rad na signalizacijskim adapterima. To je, naime, bio period u kojem se odvijala postupna izgradnja integrirane digitalne mreže (IDN - *Integrated Digital Network*), koja je na nekim tržištima, kao što je to bilo rusko, išla

posebno sporo. U telekomunikacijskoj mreži trebalo je povezati stare analogne i nove digitalne komutacijske čvorove pa se kao poseban problem pojavio prijenos signalizacije. U svrhu prilagodbe kriterija signalizacije u Nikoli Tesli započet je dugotrajni program razvoja i proizvodnje signalnih adaptera i konvertera.

U to vrijeme radilo se na rješenjima digitalnih transmisijskih sustava na raznim tržištima, ali istodobno su se razvijali i razni tipovi signalnih adaptera, u skladu s različitim zahtjevima pojedinih tipova centrala. Vrlo često su se signalizacijski dijagrami pojedinih tipova centrala razlikovali od stvarnoga stanja, pa je kod većih projekata bilo potrebno izvršiti testiranje i snimanje na konkretnim objektima. Stručnjaci Nikole Tesle su tako obavili ispitivanja u Kini, Kubi, Slovačkoj i u nekim drugim zemljama, što je kompaniji priskrbilo realizaciju vrlo značajnih projekata na pomenutim tržištima.

Isporučeni su i implementirani signalni adapteri za kineske gradove Dalian i Shenyang. Taj projekt obuhvaćao je stotinjak multipleksera, a kasnije i nekoliko stotina 2MB/s linijskih terminala za rad po bakrenim simetričnim paricama.

Nadalje, tijekom priprema za održavanje Panameričkih igara na Kubi stručnjaci kompanije radili su na omogućavanju povezivanja nove digitalne komutacije u Havani, taj put Alcatelove proizvodnje, i starih *crossbar* i koračnih postojećih komutacija. U kasnijoj fazi izgrađen je linijski dio mjesne mreže u Havani, a ostvareno je i povezivanje s okolnim manjim komutacijama, i to korištenjem 2Mb/s linijskih terminala za rad po simetričnoj bakrenoj parici.

U istom periodu kompanija je nizala i velike uspjehe u razvoju digitalnoga mikrovalnog radio uređaja DRU8 u frekventnom opsegu 8 GHz, kapaciteta 2 i 8 Mbit/s. Ti uređaji brzo su našli svoju primjenu u slučajevima gdje su duljine trasa bile veće, pa je realizirano nekoliko veza na području južnog Jadrana za povezivanje otoka s kopnom.

Krajem 80-tih i početkom 90-tih godina kompanija se aktivno uključila u uvođenje svjetlovodnih kabela kao prijenosnog puta u telekomunikacijsku mrežu i odgovarajuće transmisijske linijske opreme. U početku su to bile PDH veze kapaciteta 8 i 34 Mb/s, a prve veze su realizirane za HPT u Zagrebu i okolini, a odmah iza

toga puštena je u rad i cijela mreža u okolici Zadra.

Kada je riječ o počecima svjetlovodne tehnologije moramo napomenuti i rješenja koja je kompanija realizirala u BiH, u okolici Banja Luke, a to su bile veze po svjetlovodnom kableu kapaciteta 34 Mb/s.

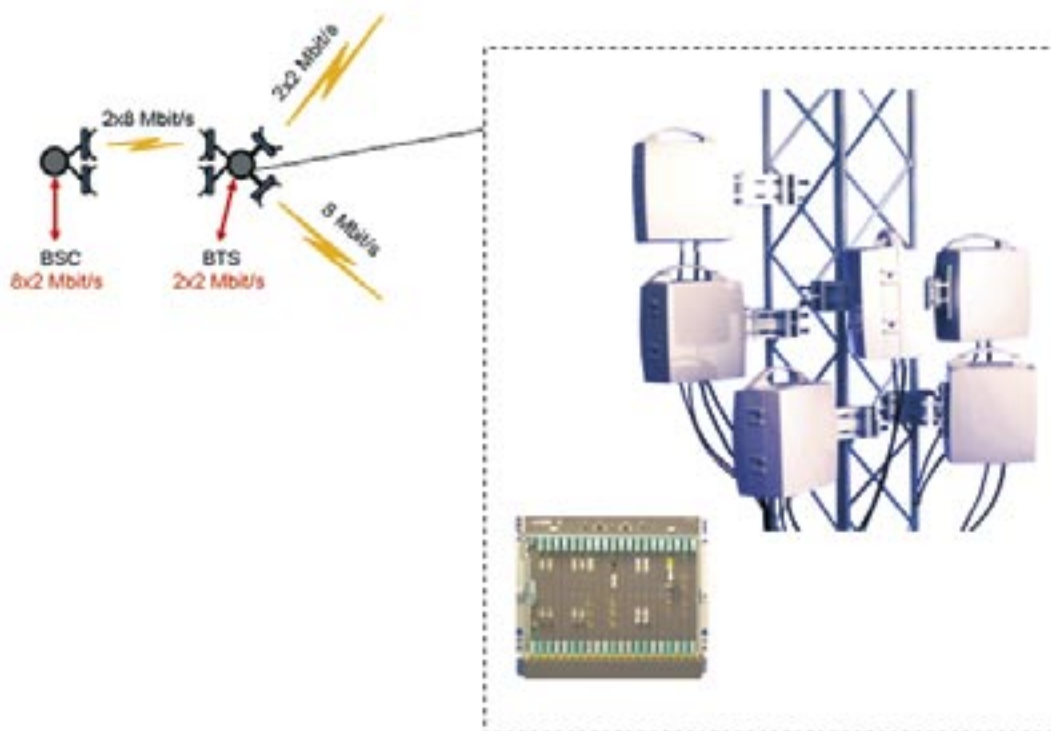
Ericsson Nikola Tesla uvijek je paralelno radio na svim područjima transmisije i transporta, tj. na svim tipovima prijenosnih medija, pa i u ovo "vrijeme svjetlovođa" radi intenzivno i na mikrovalnim vezama velikoga kapaciteta. Bili su to počeci implementacije digitalnih mikrovalnih uređaja kapaciteta 140Mb/s u hrvatsku telekomunikacijsku mrežu. Kako bi pokazali opravdanost korištenja tih uređaja, izrađeno je i nekoliko idejnih rješenja, a posebno su bila značajna rješenja za područje Istre.

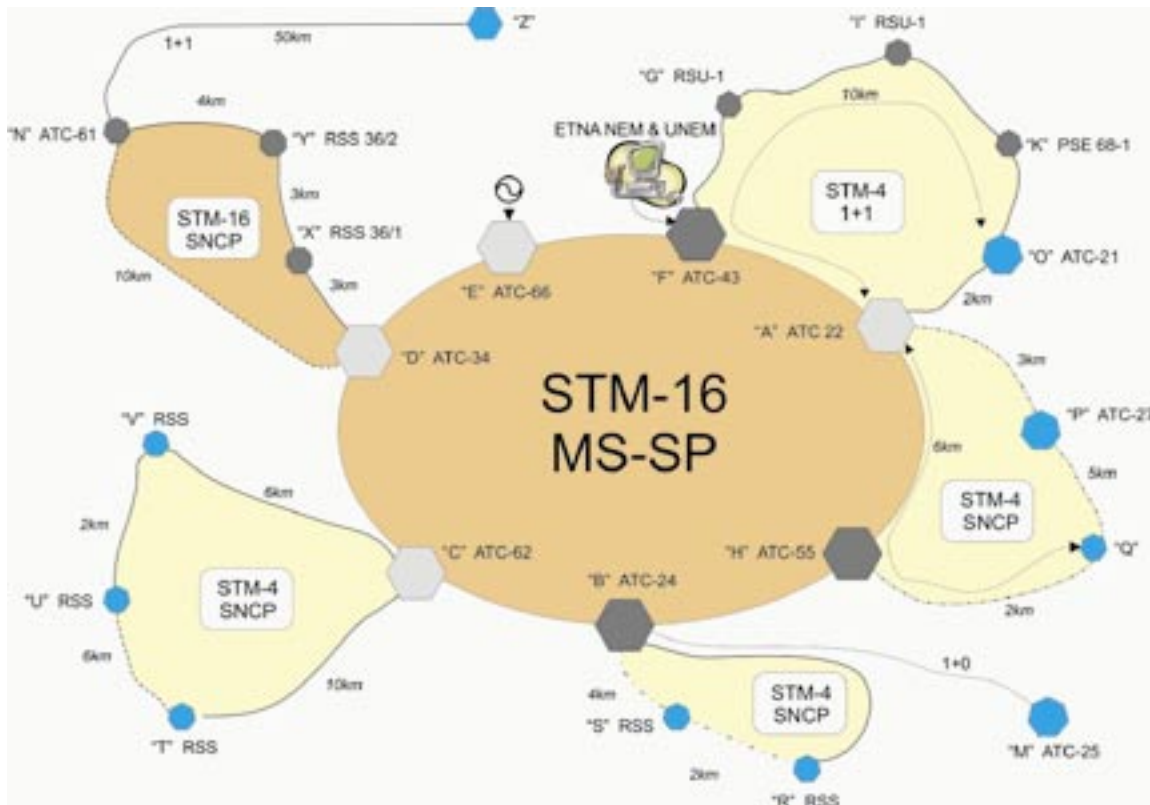
Velike promjene i, možemo reći, potpuno novo razdoblje za transmisiju i transport počinju od 1995. kada Nikola Tesla postaje član velike Ericssonove korporacije. To je značilo prelazak na Ericssonove sustave i u tom segmentu.

Razvijena je nova sinkrona digitalna hijerarhija (SDH), a kao rezultat toga pojavila se i nova generacija transportnih uređaja.

Ericsson Nikola Tesla razvija marketinške aktivnosti na tom području, a stručnjaci kompanije bave se i izradom tehničkih rješenja na bazi cjelovitih Ericssonovih transmisijskih i transportnih sustava. Odmah može-

Slika 2. Shematski prikaz primjene MINI-LINK opreme u mobilnim mrežama





Slika 3. Shema prstenaste SDH mreže u Krasnojarsku

mo izdvojiti mikrovalne radio relejne uređaje, poznati MINI-LINK, i linijske uređaje za rad po svjetlovodnom kabelu, kao opremu koja je privukla posebnu pozornost operatora i naišla na uspjeh na domaćem i inozemnom tržištu.

Shematski prikaz primjene MINI-LINK opreme u mobilnim mrežama dat je na Slici 2.

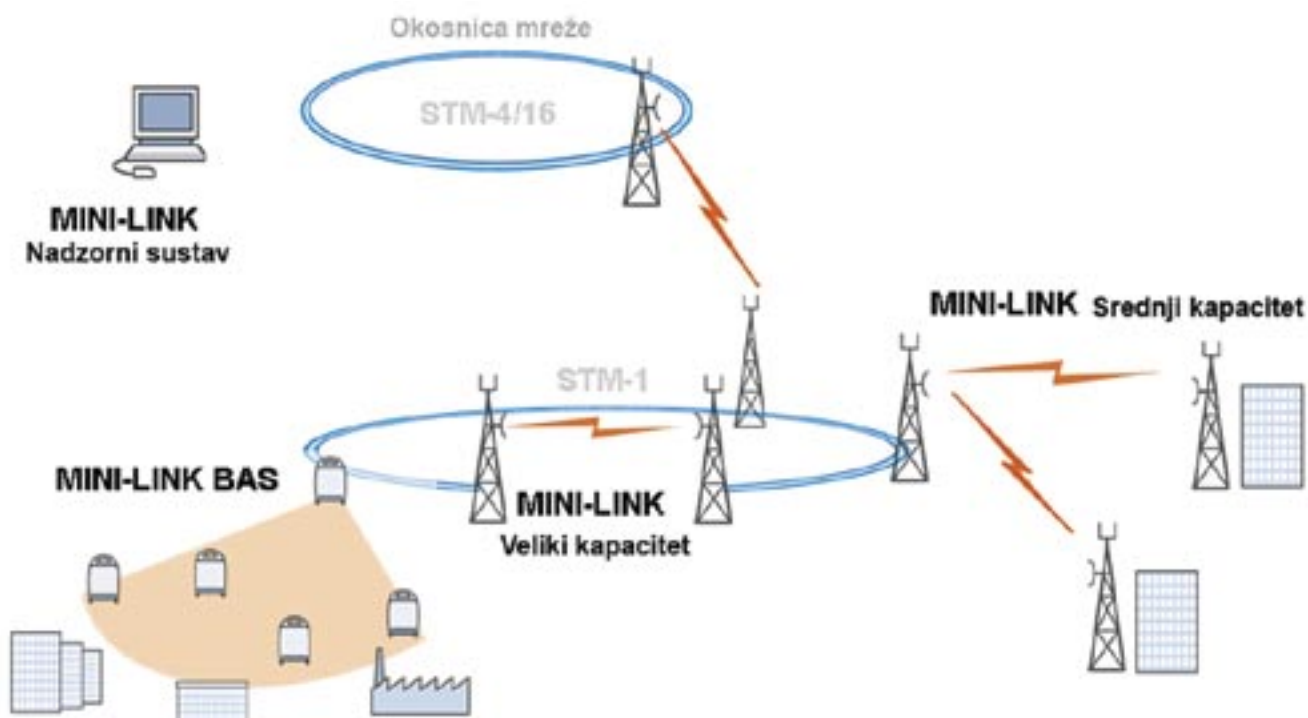
Na samom početku toga novog razdoblja realizirana je prva SDH mreža po svjetlovodnom kabelu. Bilo je to u Uzbekistanu, u mjesnoj mreži grada Termez, a mreža se sastojala od 4 čvorova kapaciteta STM-1. Zadaća toga projekta bila je AXE centralu povezati s postojećim *crossbar* komutacijama, pa su adapteri signalizacije razvijeni u Ericssonu Nikoli Tesli opet našli svoju primjenu.

Vrlo brzo nakon realizacije te mreže kompanija je bila angažirana na posebno važnom projektu izgradnje mjesne mreže u ruskom gradu Krasnojarsku. To je kontinuirani projekt koji traje do danas. Prva mreža realizirana je kao SDH prsten od 7 čvorova kapaciteta STM-16, a svake dvije godine kapaciteti su proširivani, da bi u 2003. bili udvostručeni u odnosu na početni. U međuvremenu implementiran je i sustav nadzora za cijelu mrežu. Do kraja 2004. planira se implementirati i integrirati još 11 čvorova. Na Slici 3. prikazana je shema te mreže.

Iako se kompanija Ericsson Nikola Tesla počela baviti s SDH tehnologijom, nije napustila PDH tehnologiju, posebno u realizaciji privatnih mreža, pa je jedan od važnih projekata u kompanijinoj povijesti i rješenje za izgradnju transmisijske mreže za potrebe Ministarstva unutarnjih poslova na cijelom području Republike Hrvatske. Veze su bile realizirane po svjetlovodnom kabelu, a kapaciteti su se kretali od 4x2Mb/s do 34Mb/s.

Iz domene mikrovalnih veza ističemo rješenje transmisijskoga dijela mobilne mreže HEP-a za područje Slavonije, realizirano MINI-LINK uređajima i multipleksnim i *cross connect* uređajima kompanijinoga partnera Ascoma. Projekt je bio važan i zbog toga što je bio financiran iz sredstava Europske banke za istraživanje i razvoj (EBRD - *European Bank for Research and Development*), a to je značilo zadovoljiti i posebno stroge zahtjeve ispitivanja kvalitete i preuzimanja opreme. Ispitivanja su obavljena u Ericssonu Nikoli Tesli, a mrežu su montirali i implementirali kompanijini stručnjaci.

U istom periodu Ericsson Nikola Tesla je isporučio i prve velike količine MINI-LINK uređaja za mobilnoga operatora u Bjelorusiji. U nekoliko faza mreža je proširivana, tako da danas već govorimo o nekoliko stotina veza realiziranih MINI-LINK opremom.



Slika 4. Primjer mreže s mogućnošću primjene svih tipova MINI-LINK opreme

Rješenja u pristupnoj mreži bazirala su se uglavnom na opremi kompanija-partnera Ascom i Ahead. Jedan od najznačajnijih projekata bila je pristupna mreža za operatora u Moldaviji, za kojeg je dizajnirana i puštena u rad mreža sa stotinjak fleksibilnih multipleksera UMUX, uključivo i nadzorni sustav za cijelu mrežu.

Najveći, a možda i posljednji projekt vezan uz signalizacijske adaptore, bio je realiziran u nacionalnoj telekomunikacijskoj mreži Bugarske. U toj zemlji je kompletna transmisijska mreža digitalizirana, ali su komutacijski čvorovi ostali analogni. Za takvu nestandardnu telekomunikacijsku mrežu godišnje je bilo potrebno implementirati nekoliko tisuća specijalnih signalizacijskih adaptera.

Veliki broj rješenja i implementacija, realiziran je u Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori.

To je prvenstveno veliki broj mikrovalnih veza realiziranih MINI-LINK opremom za mobilne operatore u BiH i Crnoj Gori, a svakako je značajna i implementacija SDH opreme za rad po optičkom kabelu za fiksno operatora u BiH.

Slijedeći kronologiju najznačajnijih aktivnosti Ericsona Nikole Tesle u području transmisije i transporta, nikako ne možemo zaobići rješenja izrađena za potrebe VIPneta, prvoga privatnoga operatora mobilne mreže u Hrvatskoj, koja su bazirana na mikrovalnim uređajima MINI-LINK.

Mnogobrojna i kvalitetna rješenja u domeni transmi-

sije i transporta prepoznata su i u korporaciji Ericsson, što je rezultiralo izradom velikoga broja rješenja transmisijskih i transportnih mreža za potrebe ostalih Ericssonovih kompanija širom svijeta (Mađarska, Južnoafrička Republika, Grčka, Tanzanija, Libija, Malezija...).

Kako bi zahtjevi kupca bili zadovoljeni, u svoj program kompanija je uvrstila i rješenja vezana za prijenosni put, a ovdje se prije svega misli na svjetlovodni kabel svih tipova, a to uključuje i posebno zahtjevno rješenje za polaganje podmorskoga kabela.

I kao što je 90-tih krenuo aktivno s novom SDH tehnologijom, 10-tak godina poslije Ericsson Nikola Tesla uvodi tada novu DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) tehnologiju. Ona omogućuje prijenos daleko većega kapaciteta po jednom paru svjetlovodnih vlakana, a ujedno je moguće ostvariti veći domet bez regeneratora.

Prvi projekt realiziran transmisijskim uređajima koji koriste DWDM tehnologiju realiziran je u Hrvatskoj. U okviru modernizacije Hrvatskih željeznica dizajnirano je cjelovito rješenje za realizaciju veze na relaciji Zagreb – slovenska granica. Rješenje je uključivalo svjetlovodni kabel, PDH pristupne fleksibilne multipleksne uređaje, SDH terminalne multipleksere i DWDM okosnicu te implementaciju opreme.

Ericsson Nikola Tesla intenzivno nastavlja aktivnosti i na mikrovalnom području. U tijeku je dizajn

novih rješenja utemeljenih na novim tehnologijama, MINI-LINK HC (SDH radio uređaj), MINI-LINK BAS (*Broadband Access System*) i MINI-LINK TN (*Traffic Node*), za koje vjerujemo da će na tržištu imati jednako značajno mjesto kao i MINI-LINK. Primjer mreže s mogućnošću primjene svih tipova MINI-LINK opreme prikazan je na Slici 4.

Veliki izazov za kompanijine stručnjake bila je nedavna realizacija SDH veze po svjetlovodnom kabelu, uz korištenje opreme različitih proizvođača u različitim zemljama: ta je veza, naime, ostvarena putem jednoga terminala STM-16 kojega je isporučio Ericsson Nikola Tesla i koji se nalazio u Kazahstanu i drugoga, Huawei terminala, lociranoga u Kini.

3. Zaključak

Ericsson Nikola Tesla u svoju povijest upisuje niz značajnih projekata iz područja transmisije i transporta.

Kao i u ostalim segmentima poslovanja i u tom području kompanijini stručnjaci su primjenjivali najnovije znanstvene spoznaje, dodajući kompanijinom dnevniku aktivnosti jedno veoma važno poglavlje.

KRATICE

PDH - Plesio-krona digitalna hijerarhija
SDH - Sinkrona digitalna hijerarhija
DWDM - Dense Wavelength Division Multiplexing
EBRD - European Bank for Research and Development
STM-n - Sinkroni transportni modul
BSC - Base Station Controller
BTS - Base Transceiver Station
MS-SP - Multiplex Section – Shared Protection
SNCP - Sub-Network Connection
BAS - Broadband Access System

LITERATURA

- [1] NT Revija, 1990: Digitalni prijenosni sistemi u mjesnoj mreži PTT Zagreb (Z. Vujović)
[2] NT Revija, 1991: Signalizacijski adapter (M. Novosel, Z. Rudman)
[3] NT Revija, 1992: Razvoj transmisijskih sustava prema sinkronoj digitalnoj hijerarhiji (Z. Veber)

ADRESE AUTORA:

Biserka Đurović

e-mail: biserka.djurovuc@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Jasna Cigrovski

e-mail: jasna.cigrovski@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 5. listopada 2004.